



# Sjøkrigsskolen

## Bacheloroppgave

Fjernstyring av Marinefartøy

Utvikling av Kontrollrom

av

Aksel Bergstrøm

&

Jonathan Gade Utne

Leveret som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I NAUTIKK

Mai 2018

**Godkjent for offentlig publisering**

## Publiseringsavtale

### En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadetten(ene) har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadetten(ene) har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nei
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei

## Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er vårt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning.

Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

**Dato: 28-05-2018**

---

Aksel Bergstrøm

---

Jonathan Gade Utne

## Forord

Vi har som en del av utdanningen på Sjøkrigsskolen krav til at hver enkelt kadett skal skrive en bachelor-oppgave. Som en av Navkomp sine forslag valgte vi Fremtidens utforming av Sjøforsvarets Remote Operating Centre. Dette er med bakgrunn i vår interesse på feltet. Forberedelser til forsøket startet i begynnelsen av Januar og forsøket ble utført 28. Mars. Tiden etter har blitt brukt til ferdigstilling av oppgaven, herunder drøfting og teori.

Vi vil gjerne takke vår veileder Odd Sveinung Hareide som til tross for å være ute i permisjon har vært til stor hjelp både med forsøket, oppgaven og vist stor interesse for temaet.

Vi vil også rette en stor takk til Maritime Robotics som lot oss utføre et forsøk på deres «state of the art» (Maritime Robotics) av et Remote Operating Centre. Samarbeidet har vært tett og vi har opplevd dem som engasjert og villig til å ofre tid selv om de har lite tid til overs med mange pågående prosjekter. Vi vil da rette en spesielt stor takk til daglig leder Vegard Evjen Hovstein og prosjektutviklere på deres ROC; Eirik Evjen Hovstein og Arild Hepsø. Vi vil også takke dem for å være lærevillig og villig til å gjøre endringer i systemet basert på våre erfaringer som navigatører.

Oppgaven er tiltenkt å leses av personer med grunnleggende kunnskap innenfor Navigasjon. De bør kjenne til navigasjonsprinsipper, navigasjonssystemer og ha erfaring med manøvrering av fartøy.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 28-Mai-2018

---

Aksel Bergstrøm

---

Jonathan Gade Utne

## Oppgaveformulering

Oppgaven vil være rettet mot utformingen av Sjøforsvarets ROC i fremtiden. Vi ønsker å spisse oppgaven mot noe mer spesifikt, men dog med hensyn til at dette er et felt som er i forskningsstadiet. Vi valgte da å se på den fysiske utformingen, ergonomi og transmisjon i all hovedsak. Dette er et forholdsvis vidt tema, men vi mener dette er nødvendig da ROC er et komplekst, sammensatt system hvor disse tre fokuspunktene er av høy relevans. Videre ønsker vi at dette skal rettes mot effektiv navigasjon for å kunne sette det i kontekst. Problemstillingen er:

«Hvilke egenskaper bør en ROC ha for å understøtte Sjøforsvarets behov for effektiv navigasjon?»

## Sammendrag med konklusjoner

Fjernstyring og autonomi blir stadig mer aktuelt i det maritime domenet. Konseptet åpner for mer kosteffektiv skipsfart med mindre risiko for liv og helse. For Sjøforsvaret kan dette potensielt ha store innvirkninger på hvordan oppdrag kan løses, men dette fordrer at utstyret er tilpasset Sjøforsvarets behov. Ved fjernstyring av et fartøy vil man kunne navigere fartøy fra et Remote Operating Centre (ROC) på land, men når man fjernes fra fartøyet er det en risiko for at man går glipp av sanseinntrykk og viktig informasjon. Med nye konsepter er det vanskelig å finne fasitsvar. Derfor skal denne oppgaven se nærmere på følgende problemstilling:

«Hvilke egenskaper bør en ROC ha for å understøtte Sjøforsvarets behov for effektiv navigasjon?»

I oppgaven er det gjennomført et forsøk ved Maritime Robotics i Trondheim med deres ROC. Her ble det testet hvordan Sjøforsvarets metodikk for navigasjon fungerte i praksis fra en ROC. Testen ble gjennomført med forskjellig hastighet og varierende antall sensorer tilgjengelig. Fokus i testene var å se hvordan situasjonsbevisstheten (SB) til navigatøren blir ivaretatt fra et kontrollrom.

Oppgaven avdekker noen viktige prioriteringer for videre utvikling av ROC for Sjøforsvarets bruk. Fysisk utforming, ergonomi og transmisjon. Disse tre punktene er avgjørende for å ivareta SB for operatøren. På lik linje med utforming av brosystem, vil utvikling av ergonomi og fysisk utforming i ROC være avhengig av hva den skal brukes til. Videre ser man at transmisjon er en utfordring. Begrenset datamengde har store konsekvenser for operatørens SB. Derfor vil det være til stor fordel å kunne justere og prioritere hvilken informasjon som blir sendt til land samt at den blir fremstilt på en enkel og forståelig måte.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forkortelser .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn for valg .....	8
1.2 Bakgrunn om tema .....	9
1.3 Problemstilling .....	10
1.4 Begrensninger .....	11
<b>2 Struktur .....</b>	<b>12</b>
<b>3 Teori.....</b>	<b>13</b>
3.1 Navigasjon i Sjøforsvaret .....	13
3.2 Maritime Robotics .....	14
3.3 Remote Operating Centre .....	14
3.3.1 Telemetron.....	14
3.3.2 Operatørstasjonen .....	15
3.3.3 Datalink .....	16
3.4 Menneskelige faktorer .....	16
3.5 Situasjonsbevissthet.....	17
3.5.1 Hva er situasjonsbevissthet?.....	17
3.5.2 SB-demoner.....	18
3.5.3 Informasjonsoverbelastning .....	18
3.5.4 Situasjonsbevissthet i Remote Operating Centre .....	19
3.5.5 Overvåking av tekniske systemer .....	19
3.6 Ergonomi .....	20
3.6.1 Bildefremstilling .....	20
3.6.2 Operatørens plassering.....	25
<b>4 Metode .....</b>	<b>27</b>
4.1 Eksplorerende metode .....	28
4.1.1 Fordeler og ulemper med eksplorerende metode .....	28
4.2 Induktiv versus deduktiv datainnsamling .....	29
4.3 Kvalitativ metode .....	29
4.4 Validitet .....	30
4.5 Alternative metoder .....	30

<b>5</b>	<b>Forsøk</b> .....	<b>31</b>
5.1	Om forsøket .....	31
5.2	Fase 1 – Alle hjelpemidler, 12 knop.....	33
5.3	Fase 2 – uten GPS, 24 knop.....	33
5.4	Fase 3 – RADAR, 12 knop.....	33
5.5	Oppsett under forsøket .....	34
<b>6</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>35</b>
6.1	Transmisjon. ....	35
6.2	Presentasjon av bildet. ....	35
6.2.1	Vidvinkelformat.....	36
6.2.2	Optisk presentasjon av låring.....	36
6.3	Fartøysopdagelse .....	36
6.4	Erfaringer fra et teknisk ståsted. ....	36
<b>7</b>	<b>Drøfting</b> .....	<b>37</b>
7.1	Transmisjon .....	37
7.1.1	Bildefrekvens.....	37
7.1.2	Bildeoppløsning.....	38
7.1.3	Sammenheng mellom bildefrekvens og bildeoppløsning.....	38
7.1.4	Komprimering av RADAR-data .....	39
7.1.5	Forsinkelse.....	39
7.1.6	Transmisjon.....	40
7.2	Presentasjon av bilde .....	40
7.2.1	Kontrast, farge og fargemetning.....	40
7.2.2	Vidvinkelformat.....	41
7.3	Optiske peilinger .....	43
7.4	Overvåkning av tekniske system .....	44
<b>8</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Forslag til videre forskning</b> .....	<b>46</b>
	<b>Bibliografi</b> .....	<b>47</b>

## **Forkortelser**

AIS - Automatic Identification System

ECDIS – Electronic Chart and Display Integrated System

FPS – Frames per second

GNSS – Global Navigation Satellite System

GPS - Global Positioning System

Mbps – Megabits per sekund

MBR - Maritime Broadband Radio

MBS – Moored Surface Balloon System

MR – Maritime Robotics

MUNIN - Maritime Unmanned Ship through Intelligence in Networks

Navkomp – Navigasjons kompetansesenter

NTNU – Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet

RADAR – Radio Detection and Ranging

RGB – Red Green Blue

RHIB - Rigid Haul Inflatable Boat

ROC - Remote Operating Centre

SA/SB - Situation Awareness/ Situasjonsbevissthet

UAS- Unmanned Aircraft System

USV – Unmanned Surface Vehicle

VTC – Vessel Traffic Centre

NM – Nautisk mil



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg

Her vil vi kort oppsummere bakgrunn for valg av emne.

Desember 2016 fikk Sjøkrigsskolen besøk av Maritime Robotics (MR) i forbindelse med et seminar som blant annet omhandlet autonomi. Leder av MR, Vegard Evjen Hovstein holdt et generelt foredrag om deres prosjekter. Et av prosjektene omhandler Remote Operating Centre (ROC). Etter samtaler mellom vår veileder, Odd Sveinung Hareide og Hovstein om videre samarbeid, kom de frem til at de ønsket å tilby en bacheloroppgave om ROC hvor kadettene kunne teste denne ut. Da vi skulle velge tema fikk vi presentert en rekke tema som vi kunne velge mellom. Disse temaene var allerede pågående prosjekt på Navigasjonskompetansesenter (Navkomp) og skulle bidra til å gjøre et dypere dykk i disse emnene. Formuleringen for forslaget om ROC lyder som følger:

*Begrunnelse: Navkomp ønsker sammen med Maritime Robotics (MR) å teste ut MR sin ROC. Sjøforsvaret skal ha ubemannede kapasiteter i fremtiden, og vi trenger derfor bedre forståelse for bruk og design av ROC.*

Vi synes dette virket interessant da mye av navigasjonstreningen vi har hatt gjennom utdanningen har foregått i Sjøkrigsskolens simulator. Vi så fort at en ROC kunne sammenlignes med en simulator og vi hadde umiddelbart mange innledende tanker om emnet og forslag til utforming. Med bakgrunn i høy interesse valgte vi dette emnet. Motivasjonen for valget er at vi begge er interessert i droner, fjernstyring og generell teknologi på feltet. Vi har begge vært glad i å spille dataspill som ved første øyekast virker overførbart til temaet. I tillegg synes vi dette er et spennende og et aktuelt felt som kan gi oss en indikasjon på hva fremtiden i Sjøforsvaret vil bringe.

## 1.2 Bakgrunn om tema

Hva er en ROC? En ROC har som hovedhensikt å erstatte brokontroll om bord med ekstern fjernstyring. For å gjøre dette, kreves en operatørstasjon som kan gi operatøren best mulig oversikt over fartøyet med de hjelpemidler som kreves.

I 2014 skrev visepresident i det nylig fusjonerte Det Norske Veritas og Germanischer Lloyd (DNV GL), Bjørn Haugland at ubemannede fartøy har potensiale til å fullstendig endre hvordan shippingbransjen fungerer. Haugland mener dette vil tilnærmet eliminere mannskapskostnader, fare for liv og helse og redusere CO<sub>2</sub>-utslipp (Bjørn K. Haugland, 2014).

Fra tidsskriftet *Necesse*, er det fra deres kontekst to hovedgrunner for å redusere menneskelig tilstedeværelse om bord i Sjøforsvarets fartøy:

1. Å redusere risiko for mennesket
2. at mennesket ikke skal være en restriksjon på operasjonen (utmattelse, sløvhet, behov for mat/drikke etc.)

(Hareide et. al., 2018a)

Fra de overnevnte punktene kan det tenkes at når fare for tap av liv ikke lenger er et tema, kan fartøyene operere med høyere risikovillighet i områder som ellers ville vært uaktuelle. I tillegg vil det være mulig å bygge mer kosteffektive fartøy der hensyn til personell ikke trengs å tas i betraktning. Dette er et konsept som allerede er i utvikling på det sivile markedet, men for å dekke Sjøforsvarets behov vil det være nødvendig å gå i en litt annen retning. Sjøforsvarets fartøy skal kunne operere utenfor hovedledene i mer navigasjonsmessig krevende områder. Dette stiller andre og kanskje større krav til både sensorpakker, ROC og personell. Man kan risikere å operere fartøy i trangt farvann i høy hastighet og ofte med dårlig sikt. Dette krever mye av operatøren og vil således kreve mer av en ROC. Det vil også være utfordringer i forbindelse med utsendelse og mottak av informasjon da dette bidrar til å øke operasjonens signatur.

Her er åpenbart mange fordeler og ulemper som må tas i betraktning, men forfatterne ønsker å se på spillet mellom ROC og operatør med fokus på hvordan fjernstyring påvirker operatørens SB. Når man fjernes fra en situasjon og må oppleve den gjennom en monitor, er det lett å gå glipp av viktig informasjon. I henhold til Sjøveisreglene om utkikk, skal man blant annet bruke syn og hørsel for å innhente informasjon jf. Sjøveisreglene, regel 5 (Sjøveisreglene, 2018). Dette er sanseintrykk som lett kan forringes ved fjernstyring. I tillegg vil man gå glipp av muligheten til å reagere på lukt og evnen til å føle fartøyets bevegelser, enn så lenge.

### 1.3 Problemstilling

Tanken bak ROC er at navigasjonsdetaljen til et skip skal kunne fjernstyre fartøyet. Dette vil si at et hvilket som helst fartøy kan bli ubemannet og samtidig monitorert fra land eller andre fartøy. Fjernstyrte Brosystemer kan være fremtiden for shipping. Det kan føre til lavere dødstall ved ulykker til sjøs og generelt mindre utgifter for rederne. På den andre siden har man ikke den samme fysiske kontrollen over skipet. Havari og andre problemer i seilasen må håndteres eksternt og krever eventuelt å sende mennesker om bord på det fjernstyrte fartøyet. Det er mange fordeler og ulemper med ROC, men vi har valgt å se på hvordan fjernstyring av et fartøy påvirker SB til operatøren spesifikt mot navigasjon. Problemstillingen er:

«Hvilke egenskaper bør en ROC ha for å understøtte Sjøforsvarets behov for effektiv navigasjon?»

Egenskaper er valgt som ordlyd og skal dekke den fysiske utformingen av operatørstasjonen, ergonomi og transmisjon mellom operatørstasjon og fartøy som hovedtema. Herunder, hvordan disse bør fungere. Under effektiv navigasjon vil man finne en del momenter. Effektiv navigasjon må ikke sammenlignes med sikker navigasjon da dette er to forskjellige prinsipp. Effektiv navigasjon handler om å utnytte fartspotensialet til fartøyet for rask og sikker oppdragsløsning. Sikker navigasjon er definert som navigasjon med fokus på å unngå ulykker. Det vil si at man navigerer uavhengig av fart, så lenge man ikke grunnstøter eller kolliderer (Hareide og Ostnes 2017a, 2).

Hensikten med problemstillingen er at leseren skal sitte igjen med et inntrykk av hvilke egenskaper en fremtidig ROC i Sjøforsvaret bør ha for å understøtte effektiv navigasjon.

## 1.4 Begrensninger

I denne delen av oppgaven vil det presenteres hvilke begrensninger oppgaven setter og hvilke emner den gjelder for. Undersøkelsen, altså forsøket begrenser seg til Maritime Robotics med grunnlag i hvilken type navigasjon man kan drive i deres ROC. Det har blitt opprettet forbindelse med andre bedrifter som har lignende systemer, men de tilfredsstill ikke kravene til hva forfattere anser som effektiv navigasjon i Sjøforsvaret. En ROC vil opereres som en fjernstyrt bro som ikke skal forveksles med autonomi eller overvåking av autonome fartøy. Derfor skal oppgaven, så godt det gjøres, avgrenses til manuell fjernstyring av et fartøy.

Problemstillingen avgrenser oppgaven til Sjøforsvarets behov som skiller seg fra sivil skipsfarts behov. For eksempel krav til å kontrollere posisjonen manuelt med høy nøyaktighet, begrenset bruk av sensorer og utsendelse er typisk for Sjøforsvaret. I tillegg avgrenses oppgaven til effektiv navigasjon. Det vil si at det krever en del mer av systemet enn ved sikker navigasjon. Oppgaven avgrenses til navigasjon innaskjærs da det krever at navigatøren utøver høy årvåkenhet og rask beslutningstaking.

## 2 Struktur

Oppgavens oppbygning vil i denne del beskrives.

Første del av oppgaven er en innledning med Bakgrunn for emnevalg, bakgrunnskunnskap, problemstilling og begrensninger. Struktur er kapittel to og kapittel tre er hovedsakelig teori om fjernstyring, SB og ergonomi. Metoden presenteres i kapittel fire og forsøket står beskrevet i kapittel fem hvor man finner en oversikt over hva som skulle testes ut. Dette bygger videre til resultatdelen, kapittel seks, som ser på hvilke resultater som ble oppnådd i forhold til det som skulle testes ut. I kapittel syv er det ønskelig at teorien skal bygge oppunder resultatdelen slik at sammenhengen kan drøftes og dermed svare på problemstillingen. I de to siste kapitlene, kapittel åtte og ni finnes konklusjon samt anbefaling til videre forskning.

### 3 Teori

Dette kapitlet skal presentere teorien samt introdusere Maritime Robotics og deres ROC for å gi leseren innsikt i hvordan denne ser ut og fungerer.

Etter å ha sett gjennom tidligere forskning på emnet fjernstyrt brosystem, ser man at det meste er forskning rettet mot sivil bruk. Den gjentakende litteraturen omhandler ofte autonomi som er viktig å skille fra fjernstyring. I tillegg er det sjeldent fokus på effektiv navigasjon innaskjærs, men heller oversjøisk seilas hvor fremdriftslinjer og tekniske systemer er det som krever mest overvåking. Norges kyst er særegen og krever ekstra fokus når det kommer til navigering. Dette gjelder spesielt for Sjøforsvarets fartøy som skal kunne navigere i alle typer farvann. Oppgaven vil inneholde teori om fjernstyring, SB, skjermers egenskaper og påvirkning på mennesker og ergonomi.

Slik man ser fra MUNIN-prosjektet og det Thomas Porathe skriver om Human factors knyttet til Sea Management finner man prosjekter som omhandler handelstrafikk (Porathe 2015a, 306). Det er da viktig å skille mellom oversjøisk seilas hvor aktsomhetsnivået er senket og arbeidet går i hovedsak ut på å monitorere fartøyet, og innaskjærs seilas hvor det krever hyppig kontroll av posisjon (Porathe, Prison og Man 2014b, 4). Dette krever ikke det samme av operatøren som i militær navigasjon. Det som ofte konkluderes med er at ROC skal være en slags back-up (fail-to-safe), slik at de kan overstyre fartøyet dersom det er nødvendig (MUNIN 2016, 14).

#### 3.1 Navigasjon i Sjøforsvaret

Sjøforsvaret ser på to typer navigasjon hvor den ene er optisk navigering og den andre er blindnavigering. Optisk navigering utføres uten hjelp av elektroniske hjelpemiddel. Dette er i fokus i Sjøforsvaret av taktiske, sikkerhetsmessige og pedagogiske årsaker (SNP 2013, 8). En av årsakene til dette er at navigatøren skal kunne kontrollere informasjonen som kommer fra de elektroniske systemene (SNP 2013, 9).

Som nevnt fra innledningen skiller man gjerne mellom sikker og effektiv navigasjon. Sikker navigasjon handler om å unngå ulykker, mens effektiv navigasjon handler om å utnytte fartspotensialet til fartøyet samtidig som man unngår ulykker (Hareide og Ostnes 2017a, 2).

## 3.2 Maritime Robotics

Maritime Robotics AS utvikler og leverer systemløsninger innen ubemannede robotfarkoster. Med et team av ingeniører utvikles systemløsninger i tett samarbeid med sivile og militære brukere. Virksomhetsområder kan deles i tre hovedgrener; Unmanned Aircraft Systems (UAS), Unmanned Surface Vehicles (USV) og Moored Balloon Systems (MBS).

## 3.3 Remote Operating Centre

I denne del presenteres MR sin ROC for å gi leseren best mulig forståelse ved videre lesning. Data som nevnes i denne del kommer fra MR sine egne utviklere av ROC.

### 3.3.1 Telemetron



**Bilde 1: Polarcirkel 845 Rød rhib (sintef.no)**

Fartøyet, Telemetron som ble styrt fra land er en Polarcirkel 845 som er spesialtilpasset med 250 cm bredde. På taket har den montert fem linser som dekker 360 grader rundt båten i tillegg til RADAR og GPS-mottaker som kontinuerlig sender informasjon til ROC. Til enhver tid må det være en person i fartøyet dersom det er nødvendig at noen overtar. Maks operasjonshastighet er ca. 30 knop. Båten benyttes ofte til kartlegging av havbunn og har derfor mulighet for rask og enkel tilkøpling av sonar.

### 3.3.2 Operatørstasjonen



**Bilde 2: Operatørstasjonen til Maritime Robotics (Eirik Hovstein) Merk: her er låringen ikke presentert.**

ROC-en er oppsatt med tre skjermer som presenterer det visuelle bildet. Dette dekker 360 grader da man får presentert bildet fra styrbord låring til akterut og videre til babord låring på de samme skjermene (Se bilde 3). Videre finner man tre mindre monitører, plassert lavere som representerer et eget utvalg. Her blir det tatt i bruk kart, RADAR og innstillinger for ruteplanlegging. Monitoren lengst til venstre ble vanligvis brukt til sonarinnstillinger. Selve setet til operatøren er plassert midt i stasjonen med et armlene på hver side. På disse finner man flere forskjellige datamus med hvert sitt formål. F.eks. en til zoom og en til innstillinger.



**Bilde 3: Monitor lengst til høyre med styrbord låring (Fotograf: J.G.Utne).**



### 3.3.3 Datalink

Informasjon sendes over en link med en hastighet på 7 Megabits per sekund (Mbps). Dette setter begrensninger for hvor store datamengder som kan overføres. Det sendes for eksempel med en bildefrekvens på 8 FPS, bildeoppløsning på 1080p og forsinkelse på 1 sekund. For å få all informasjon over denne linken med 7 Mbps må MR gjøre en del prioriteringer for hvilken informasjon de ønsker at skal kommuniseres til ROC. Alt kan ikke sendes med full kvalitet og all rådata, derfor må noe data komprimeres eller nedprioriteres. Oppgaven kommer nærmere inn på hvordan dette fungerte praksis i kapittel 6, Resultater.

Etter en gjennomgang av ROC dagen før forsøket ble det forklart hvordan MR prioriterer dataoverføringen. RADAR-data blir komprimert før det sendes til ROC. Det er heller ikke mulig å betjene verktøy som for eksempel EBL/VRM og ARPA. Kommunikasjonsforholdet mellom fartøy og ROC er 95 % utsendelse fra fartøyet og 5 % mottak. Selve styringen av fartøyet eller kursendring blir styrt i form av track-styring der man sender en bestemt kurs til en autopilot om bord. Dette betyr at operatøren ikke har direkte kontroll over rorutslag på båten. Man kan velge om fartøyet skal følge en forhåndsplanlagt rute, eller om man ønsker å endre kurs underveis.

## 3.4 Menneskelige faktorer

Et fjernstyrt brosystem, eller en ROC, har til hensikt å utføre arbeid som er kjent fra robotindustrien som *Dull, Dirty and Dangerous* (Kjedelig, Skittent, Farlig) (Hareide et al. 2018a, 15). Tanken bak dette er at mennesket skal unngå operasjoner som dette da konsentrasjon og yteevne fort kan avta i slike situasjoner. Andre fordeler med dette er unntakelse av sjøsyke, fysisk skade på mannskapet i tøffe værforhold og muligheten til funksjonell spesialisering. Sistnevnte vil si muligheten for at noen kan spesialisere seg på f. eks. oversjøisk seilas og kan dermed utføre dette på flere fartøy. Fjernstyring av fartøy vil medføre en del utfordringer. Informasjonsoverbelastning og kjedsomhet kan bli et større problem når man er distansert fra fartøyet. Videre kan dette føre til ulykker og avvik i forbindelse med vaktoverlevering, mangel på fartøysfølelse, konstant omorientering og forsinkelser i kontroll og overvåking. Det vil også oppstå et annet behov for menneskelig forståelse av lokalkunnskap og det å kunne skille mellom f.eks. hjelpesøkere og pirater (Wahlstrøm, Hakulinen, Karvonen, Lindborg 2015, 1038).

### 3.5 Situasjonsbevissthet

Situasjonsbevissthet (SB) danner en grunnpilar for hvordan vi som mennesker oppfatter en situasjon og forstår hva den har å si i nåtid og i fremtiden (Endsley et. al. 2003a, 13).

Noen vil mene at Endsley sin beskrivelse av SB er for fokusert på det fysiske domenet. Flere forskere vil påstå at modellen går glipp av essensielle momenter som cyberdomenet bidrar med til SB (Alcaraz og Lopez, 2013). Til tross for dette vil Cyberdomenet ikke være en del av oppgavefokuset.

#### 3.5.1 Hva er situasjonsbevissthet?

SB handler om hvilken informasjon som er viktig for hvilken jobb. Det defineres av Mica R. Endsley som: «Persepsjonen av elementer i et miljø i et volum av tid og rom, forståelsen dets mening og beregning av dets status i fremtiden». (Endsley 1988b).

Typisk vil dette være gjeldende for operasjonelle situasjoner som for eksempel bilkjøring, flygeledelse eller pasientbehandling. SB skal bidra til beslutningstaking (Endsley et. al. 2003a, 14).

Man deler SB inn i tre nivå ut ifra definisjonen over:

1. Persepsjon av elementene i et miljø
2. Forståelse av situasjonen
3. Beregning av fremtidig status

##### 3.5.1.1 Nivå 1: Persepsjon av elementene i et miljø

Persepsjon av informasjon kan man få ved hjelp av de fem sanser; syn, hørsel, lukt, smak og berøring. I militære operasjoner er man ofte preget av omstendigheter som gjør det vanskelig å få et overblikk. En offiser må prøve å fastslå situasjonen samtidig som en fiende prøver å ødelegge dette for ham/henne (Endsley et. al. 2003a, 15). I de fleste domener hvor man finner avanserte systemer, opplever man ofte at informasjonen «konkurrer» for å fange oppmerksomheten til operatøren. Dette gjør det svært krevende å sortere og persipere viktig informasjon (Endsley et. al. 2003a, 16).

##### 3.5.1.2 Nivå 2: Forståelse av situasjonen

Det neste nivået for å få god SB er å forstå det man har persipert og sette det i kontekst med oppdraget. Mer beskrivende, er dette basert på en syntese av usammenhengende elementer fra Nivå 1 og en sammenligning mellom dette og oppdraget (Endsley et. al.

2003a, 16). Det vil for eksempel for en offiser bety at når han/hun får etterretning om bevegelser må det vurderes om dette er fiendtlige troppeforflytninger (Endsley et. al 2003a, 16). Dette er den forståelsen basert på persepsjoner.

### **3.5.1.3 Nivå 3: Beregning av fremtidig status**

Når en person har persipert elementer og forstått deres mening i sammenheng med oppdraget, vil Nivå 3 i prosessen fastslå hvordan disse elementene oppfører seg i fremtiden. Offiseren vil nå få mulighet til å forutse troppens forflytning basert på Nivå 1 og 2.

### **3.5.2 SB-demoner**

Den største utfordringen med å skaffe seg SB kan kalles «SB-demoner» Disse er blant annet tunnelsyn som et resultat av angst, utmattelse og andre stressorer og informasjonsoverbelastning. For å lage et system som er godt rustet for å ivareta brukerens SB, er det essensielt at disse faktorene blir redusert så mye som mulig. (Endsley et. al. 2003a, 35)

### **3.5.3 Informasjonsoverbelastning**

En av kildene til reduksjon av SB er informasjonsoverbelastning. I en ROC vil informasjonen ikke presenteres naturlig, men gjennom skjermer fra eksterne sensorer. I tillegg har man ikke fartøysfølelse som kan gjøre at informasjonen tar lengre tid å prosessere enn om det hadde vært en bemannet bro. Dette er fordi bevegelsene ses naturlig, men kan ikke føles naturlig. Når en operatør sitter i et kontrollrom og har kontroll over flere skip eller sensorer og får flere sanseintrykk enn mulig å sortere, vil sannsynligheten for informasjonsoverbelastning øke (Wahlstrøm 2015, 1040).

Mica R. Endsley skriver om informasjonsoverbelastning i en cockpit. Frem til 1970-tallet ble det utviklet cockpiter med flere og flere skjermer etter som tiden gikk. Disse skulle bistå navigatøren med informasjon som var nødvendig for flyturen (Endsley, Boltè, Jones 2003, 3). Overflødig informasjon som ikke bidrar til en bedre SB bør filtreres bort. I flere moderne system er nettopp denne filtreringen et hjelpemiddel for å bidra til bedre SB (Endsley et. al. 2003a, 87).

### 3.5.4 Situasjonsbevissthet i Remote Operating Centre

ROC er under stadig utvikling. Man kan gjerne sammenligne en ROC som kontrollstasjon med en cockpit, Vessel Traffic Service (VTS) og et kontrollsenter i et kraftverk. Alle disse er komplekse miljøer hvor situasjoner med lite informasjon kan føre til menneskelige feil. Menneskelige feil som er ute av menneskets kontroll er ofte et resultat av dårlig design av et system (Ottesen 2014, 2). En operatør kan ivareta og manipulere 5-9 informasjonskilder på en gang (Miller 1955, 6). Slik er mennesket oppbygget og for å kompensere for denne begrensningen må systemets design tilrettelegge for effektiv og forståelig presentasjon av data (Ottesen 2014, 2).

Det er allerede utfordrende å opprettholde aktsomhetsnivået i en langvarig operasjon om bord et bemannet fartøy. Ekstern monitorering av et fartøy vil føre til et fravær av impulser og kan følgelig redusere operatørens evne til å opprettholde SB (Hareide et. al. 2018b, 17). Hareide et. al. (2018b) skriver også om en av tre grunnpillarer for å oppnå SB. Av romforståelse, oppgaveforståelse og systemforståelse, trekker de frem systemforståelse som en av delene av SB. Dette handler om menneskets forståelse av systemet og bevisstheten rundt deres status (Hareide et. al. 2018b, 6)

Porathe, Prison og Man (2014b) skriver om navigatørens skipsfølelse og hvorfor den er viktig. De skiller blant annet mellom oversjøisk og innaskjærs seilas. Når man som operatør skal kontrollere et fartøy i nærheten av hindringer, påpeker de viktigheten av operatørens skipsfølelse. Som et forslag til utvikling har de foreslått et gyroskop som forteller noe om skipets bevegelser, ikke ulikt det man finner om bord på fly. Dette skal gi operatøren et inntrykk av skipets rull, stamp og hiv-bevegelser, samt vibrasjoner og andre bevegelser som kan gjøre skade på skipet (Porathe 2014b, 5).

### 3.5.5 Overvåking av tekniske systemer

I tillegg til å ivareta navigasjonsmessig sikkerhet, må man også kunne overvåke resten av fartøyet. Dersom man skal få utnyttet fordelene med et fjernstyrt fartøy, må man også sette i land teknisk personell. Dette betyr at det må utarbeides en form for overvåking av tekniske systemer på lik linje med navigasjon. Det vil også være nødvendig å overvåke fartøyet i forbindelse med brann og havari. David A. Monroe (2011) har laget et forslag til hvordan dette kan fungere for lufttrafikk, men viser også til at dette er teknologi som er overførbart til andre transportmiddel, inklusive fartøy. Monroe foreslår en sensorpakke bestående av en rekke kameraer i fartøyet. I tillegg til sensorer for

temperatur, fuktighet, røykutvikling og andre sensorer som kan si noe om systemets tilstand (Monroe 2001, 11).

## **3.6 Ergonomi**

Navigasjonssystemene om bord er til for å øke navigatørens SB på en god måte. Ved å tilføre høy grad av SB, skal systemet forbedre navigasjonssikkerheten ved å integrere informasjon fra sensorer og gi utvidede funksjoner for å unngå ulykker (Hareide og Ostnes, 2017b). Kognitiv ergonomi handler om samspillet mellom menneske og elementer i et system. I et system er det ikke bare viktig å finne feil, men også å forstå systemet for å kunne øke produksjon og kvalitet (Hollnagel 1997, s. 1).

### **3.6.1 Bildefremstilling**

En viktig del av ROC er selve bildeframstillingen. Denne skal erstatte en av de viktigste kildene til informasjon på en bro, utkikk. For at dette skal fungere godt er det viktig at monitorene klarer å gjengi et tydelig og forståelig bilde for operatøren.

#### **3.6.1.1 Bildefrekvens**

I ROC-en brukes det monitorer for å presentere bildet. Bildet sendes via datalink og det presenteres med en bildefrekvens på 8 bilder per sekund.

Når menneskets øye ser en film, oppfatter man det som bevegelse. Filmen er sammensatt av flere stillbilder som vises i en sekvens med en viss frekvens. For at øyet skal kunne oppfatte hvert bilde individuelt, må frekvensen være 10-12 bilder per sekund (FPS) eller lavere (Read og Meyer 2000, 24). Andre mener at 15 FPS er den høyeste frekvensen man kan oppfatte hvert bilde (Wang, Claypool, Zou 2001, 9)

Artikkelen, *Perspectives, Frame Rates and Resolutions: It's all in the Game* skrevet av Mark Claypool og Kaja Claypool (2009a) beskriver effektene av verdiene på FPS og oppløsning i et skytespill med fokus på skyting og navigering (Claypool 2009a, s. 1). I et forsøk hvor de sammenligner poengscore med verdien på bildefrekvensen som ble testet av deltakere som spilte videospill, konkluderer de med at poengscoren reduseres raskest dersom man spiller med en bildefrekvens på under 15 FPS. En hvilken som helst økning over 15 FPS vil være mindre utslagsgivende. (Claypool 2009a, s. 7).

### 3.6.1.2 Oppløsning

Hvert bilde presenteres med en oppløsning. Bildet er en sammensetning av pixler. Disse pixlene representerer et kvadrat med en farge. Når man setter alle disse pixlene sammen får vi et bilde med en oppløsning avhengig av hvor mange pixler det er. Oppløsningen er som regel oppgitt i hvor mange pixler det er i lengde og bredde. For eksempel vil 2073600 pixler eller 2,1 megapixler være oppgitt som 1920\*1080p eller bare 1080p (Wikipedia 2018)

Fra Claypool (2009a) sitt forsøk skriver de også om effekten av oppløsning. Forsøket ble utført på samme måte som nevnt tidligere, men med fokus på oppløsningens effekt. De konkluderer med at oppløsningen har liten effekt på resultatene på verken skyting eller navigering (Claypool 2009a, 7)

### 3.6.1.3 Transmisjon

Forholdet mellom bildefrekvens og oppløsning viser seg som relevant i forbindelse med datakapasitet. Dette er i stor grad sammenlignbart med videospill på PC. Her vil man ta hensyn til bildefrekvens, datakapasitet, oppløsning, internetthastighet osv. Man kan kombinere mange komponenter som yter sitt, men man må se hvilken verdi en økning i oppløsning har å si for spillopplevelsen (Claypool, Claypool, Damaa, 2006c, 1). Det vil for eksempel være stor forskjell mellom å spille et høyintensivt førstepersons skytespill i motsetning til et trekkbasert strategispill som krever lavere hastighet.

### 3.6.1.4 Forsinkelse

Videospillindustrien har lenge hatt muligheten for å arrangere konkurranser på nett hvor spillere fra hele verden kan møtes. Som nevnt tidligere er det en tidsforsinkelse på dataoverføring mellom fartøy og ROC. Dette er også et kjent problem i videospillindustrien. I en studie hvor de undersøkte effekten forsinkelsen hadde på prestasjonene konkluderte de med at et strategispill ble lite påvirket. På den andre siden påpeker de at et strategispill ikke blir påvirket i like stor grad som et førstepersons skytespill (Sledon, Girard, Borg, Claypool og Agu 2003, 10). I motsetning til strategispill vil førstepersons skytespill kreve lav reaksjonstid og følgelig liten forsinkelse for å prestere optimalt (Claypool og Claypool 2006b, 2).

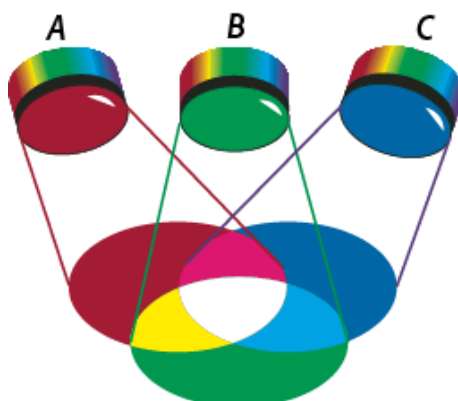
### 3.6.1.5 Kontrast, fargetone og fargemetning

#### 3.6.1.5.1 Kontrast

Kontrast i forbindelse med bildefremvisning handler om fargekontrast og forskjellen på sort og hvitt i et bilde. Den sterkeste fargekontrasten finner vi mellom primærfargene rødt, gult og blått. Dersom man øker fargekontrast, vil man få en økt differanse mellom primærfargene (bilde 7). I et sort-hvitt-bilde med lav kontrast vil det være liten forskjell mellom sort og hvit. Et sort-hvitt-bilde vil i denne situasjonen fremstå som grått med udefinerte linjer (bilde 5). Dersom man justerer opp kontrasten, vil differansen mellom sort og hvit bli større. Dette vil si at lyse gråtoner vil gå mot å bli helt hvite, og mørkere gråtoner vil gå mot å bli helt sorte. Til slutt vil man ende opp med et bilde med et klart skille der objekter eller skygger enten er helt sorte eller helt hvite (Adobe 2017). (bilde 6)

#### 3.6.1.5.2 Farge

Farge (engelsk: hue) betyr ganske enkelt hvilken farge som er fremstilt. En monitor bruker farget lys for å fremstille et bilde, Rødt, Grønt og Blått, altså RGB. Man kan fremstille hele fargespekteret ved å sette sammen forskjellige kombinasjoner av RGB. Dersom man bruker maksimalt av like deler RGB vil dette oppfattes som hvitt lys og om man ønsker å fremstille noe som sort, bruker man ingen farge. Som vist i figur 1 er gult lys en kombinasjon av rødt og grønt lys. Ved å endre forholdene mellom RGB, kan man endre hvilke farger som skal skille seg ut og totalt fjerne en farge i et bilde. Bilde 8 viser denne effekten hvor 60 % av blåfargen i bildet er fjernet (Adobe 2018).



**Figur 1: RGB-system (Adobe 2018)**

### 3.6.1.5.3 Fargemetning

Fargemetning sier noe om hvor ren en farge er. Det vil si hvor mye sort eller hvitt som er blandet inn i fargen. Dersom man har høy fargemetning vil man få en skarp og tydelig farge. Det vil si at for eksempel mørk rød vil gå mot å være primærrød, altså reneste rødfarge uten innblanding av sort, hvitt eller farger. Reneste gulfarge på en monitor betyr fravær av blått og maksimalt like deler rødt og grønt (bilde 9) (Adobe 2017).





**Bilde 4: Originalfoto KNM Roald Amundsen Fotograf Vegard Grøtt, Forsvaret**



**Bilde 5: Lav kontrast, ingen farge**



**Bilde 6: Høy kontrast, ingen farge**



**Bilde 7: økt kontrast**



**Bilde 8: Fjerning av blå**

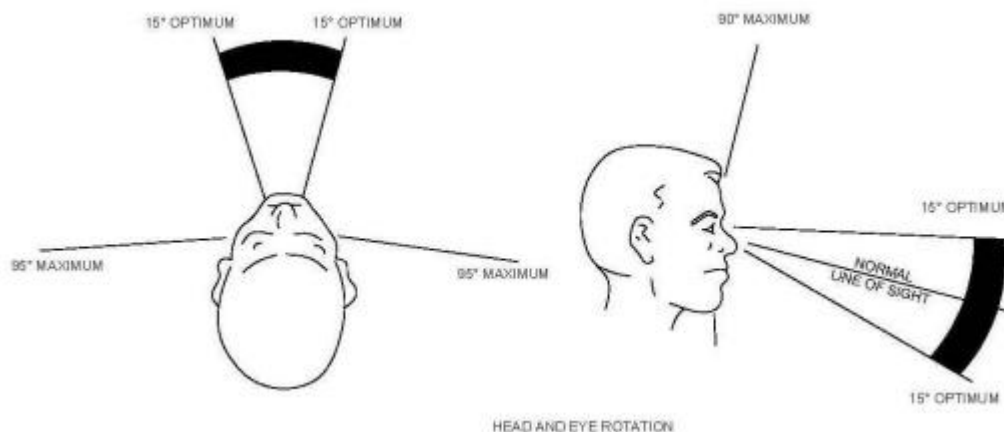


**Bilde 9: Fargemetning**

### 3.6.2 Operatørens plassering

Et annet viktig emne som er relevant for utformingen av en ROC er hvor de forskjellige komponentene er plassert i forhold til operatørens posisjon. Denne del tar for seg komponenters plassering i forhold til operatørens øye. Videre kommer operatørens plassering for å tilrettelegge for best mulig ergonomi.

#### 3.6.2.1 Optimal synsvinkel



**Bilde 10: Optimale synsvinkel (MIL-STD-1472G)**

Øyets optimale synsvinkel er presentert på Bilde 10. Dette er ifølge det Amerikanske forsvarsdepartementet fra deres militære standard om «Human Engineering». Øyet har en vertikal hvilevinkel på 15° under horisontal synsvinkel. Fra normal synsvinkel og 15 grader opp og ned får man den optimale synsvinkel på 30°. I henhold til deres standard om plassering av komponenter i en styrekonsoll, skal de komponentene som øynene oftest ser til være plassert i den optimale synsvinkelen. Således er det også med andre komponenter som nyttes hyppig. Sammen med øyets rotasjon og dets optimale stilling, tas også hodets vinkel i betraktning for plassering av komponenter slik som presentert på Bilde 10. Bildet viser med svart felt øyets optimale synsvinkel og hodets maksimale rotasjon i ytterkantene. Plasseringen av komponenter som tas i bruk sjelden, skal befinne seg innen hodets maksimale rotasjon (MIL-STD-1472G 2012, 88).

### 3.6.2.2 Operatørens sittestilling

Man skiller gjerne mellom flere typer ergonomi. Etter å ha gått gjennom effekten av kognitiv ergonomi, skal effekten av klassisk ergonomi presenteres. Klassisk ergonomi eller fysisk ergonomi som det heter i dag, har blitt mer relevant de seneste årene i videospillindustrien. Fysisk ergonomi innebærer elementers plassering i et system som skal bidra til å gi operatøren en naturlig og sunn kroppsholdning (Luján 2016, s. 1).

Standarden fra det amerikanske forsvarsdepartementet er basert på hvordan man skal gi operatøren den viktigste informasjonen basert på komponentenes plassering (MIL-STD-1472G 2012). Flyging er en aktivitet som ikke krever samme type utholdenhet som navigering til sjøs. Derfor skal det også inkluderes teori om utholdenhet i sammenheng med det å sitte lenge fremfor en skjerm. Fra teori om sittestilling fremfor en PC kan man lære mye av profesjonelle videospillere. De sitter ofte lenge fremfor en monitor hvor det som skjer på skjermen ofte er høyintensit.

Rolls Royce har lenge vært aktive når det kommer til utvikling av ROC. Fra deres egen hjemmeside hvor de skriver om utfordringer med design av en bro påpeker de viktigheten av ergonomi og brukervennlighet. De skriver blant annet at bromannskapets komfortnivå er ekstremt viktig for å opprettholde god konsentrasjon og utholdenhet. Når det gjelder sikkerheten om bord, nevner de blant annet at bromannskap ofte er utsatt for dårlig design som fører til at operatører må motstride de begrensningene broen setter. Deres ønske er da at brosystemer skal designes slik at operatøren skal bruke minst mulig tid på å tolke inntrykk fra omgivelsene. Når dette er oppnådd vil operatøren kunne reagere raskt og i tide i viktige oppdrag (Rolls Royce 2018).

## 4 Metode

Metodekapitlet har til hensikt å beskrive fremgangsmåten for forsøket, dette for å strukturert kunne formidle empirien til leseren. Statsviteren James G. March (1991) påpeker at det finnes to typer kunnskap. Den ene er ny kunnskap som vi ikke har visst om, mens den andre er kunnskap som har som mål å utvikle allerede eksisterende kunnskap. Det vil da fungere supplerende (Jacobsen 2005, 15).

Oppgaven har ikke til hensikt å kartlegge ny kunnskap, men problemstillingen defineres som eksplorerende som i korte trekk betyr at den skal utdype det man vet lite om. For oppgavens tema finnes det en del nylig utført forskning. Men, for å svare på problemstillingen er det ingen referanser som kan brukes for å svare direkte på hvilke funksjoner en ROC skal ha for å understøtte effektiv navigasjon.

Den tidligere forskningen som har blitt gjort er for eksempel MUNIN-prosjektet som utvikles av NTNU, Rolls Royce som har demonstrert verdens første fjernstyring av et kommersielt skip og Wartsila som har utført kryssing av Atlanterhavet ved fjernstyring av skip.

For å besvare oppgaven på best mulig måte er det ønskelig å kombinere flere metoder. Delvis vil denne oppgaven bestå av en feltstudie der det undersøkes og prøves ut bruk av ROC ved Maritime Robotics. Videre, ved hjelp av kilder, skal det innhentes informasjon fra produktutviklere for å lære mer om hvordan de utvikler ROC, hvilke sensorer som brukes og hvordan de tenker at informasjonen skal fremstilles. En utfordring med denne undersøkelsen er at det ikke er mulighet for å gjennomføre repeterbare tester i nevneverdig grad og således vil man ha problemer med å samle inn håndfaste data på hva som fungerer og hva som eventuelt ikke fungerer. Dette betyr at metoden tilnærmer seg en eksplorerende undersøkelse.

## 4.1 Eksplorerende metode

En eksplorerende eller utforskende studie er ikke et undersøkelsesdesign som nødvendigvis skal benyttes for å gi et konkret svar på en problemstilling, men heller gi forståelse og innsikt om en uklar problemstilling (Babbie 2012, 91). Dette er en metode som ofte brukes på tema som ikke er klart definert (Shields og Rangarjan 2013, kap. 5). Når man benytter denne metoden må man være forberedt på å endre problemstillingen etter hvert som ny informasjon dukker opp. Metoden vil som regel ikke kunne ut i et endelig svar, men utforsker et tema med varierende dybde. Resultatet av en undersøkelse med eksplorerende design er at det kan danne et grunnlag for videre forskning med mer dybde i tema.

Motpolen til en eksplorerende metode er en konkluderende metode. Forskjellen mellom disse to er i hovedsak at den konkluderende metoden gir et konkret svar på en problemstilling (Sandhusen 2008, 189)

### 4.1.1 Fordeler og ulemper med eksplorerende metode

Fordeler med eksplorerende design er at det er en fleksibel metode og den gir mulighet for å tilpasse seg forandringer underveis. Den vil som sagt danne grunnlag for videre studier og i tillegg vil man spare tid og ressurser ved å avgjøre hvilke undersøkelser som er verdt å gå videre med på et tidlig stadium (Sounders, Lewis og Thornhill 2012, 140)

Ulemper med eksplorerende design er at den genererer kvalitative data som kan sette resultatene i fare for å bli fremstilt subjektivt. I tillegg vil de få målingene som utføres i en eksplorerende undersøkelse nødvendigvis ikke være dekkende for generelle tilstander. Resultater fra undersøkelsen vil ofte ikke være brukbare til videre forskning.

På grunn av tema og problemstilling blir det utfordrende med et kvantitativt forsøk. Utstyret som skal benyttes er i et tidlig forskningsstadium noe som betyr at tilgangen er svært begrenset. Det vil derfor være mer effektivt bruk av tid som er til rådighet med informasjonsinnhenting fra individer som jobber med ROC til dagen. Dette vil gi mer nøyaktige svar. Dette betyr at det rettes fokus mot utforming av en spesifikk ROC for å få mer inngående kunnskap om hvordan denne fungerer. Mye av informasjonen som hentes her kan sannsynligvis overføres til andre settinger, men det er også viktig å ta høyde for at det finnes andre måter å gjøre dette på. Man får ikke dekket alle alternativer med denne fremgangsmåten. Samtidig gir et tett samarbeid med MR en unik mulighet til å teste ut scenario som kan være relevant for Sjøforsvaret.

## 4.2 Induktiv versus deduktiv datainnsamling

Et viktig tema for valg av metode er hvordan tilnærming til forsøket var utarbeidet. Det forelå forventninger, men det var samtidig et ønske å samle inn uforutsette data.

Den deduktive innsamlingen baserer seg på at forskerne skaper seg forventninger om hvordan virkeligheten ser ut og sammenligner teori med virkelighet. Ulempen med denne tilnærmingen er at forskeren muligens kun leter etter den informasjon som kan støtte opp om de forventningene som ble innledet med. Motsetningen til deduktiv datainnsamling kalles induktiv datainnsamling. Dette skjer ved at forskeren har en tilnærming til empirien med åpent sinn. Resultatet systematiseres i etterkant og teoriene dannes (Jacobsen 2005, 29).

Når det gjelder i hvilken grad det ble gjort deduktiv innsamling var det en del preferanser. Med tanke på tidsrommet som ble satt av til å utføre forsøket, var det lite rom for å møte uforberedt og med et åpent sinn. Det krevde en god del forberedelser for å gjøre forsøket mest mulig effektivt. Hva gjelder den induktive datainnsamlingen har det åpnet opp for diskusjon for flere ulike tema i etterkant. Dette gjelder for eksempel viktigheten av transmisjonens egenskaper.

## 4.3 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode er en metode for generering av kunnskap, mer enn bare innsamling av data. Den prinsipielle forskjellen på kvalitativ og kvantitativ metode er at man i kvalitativ metode fokuserer på en mindre gruppe eller fenomen og henter detaljert informasjon i dybden. I kvantitativ metode henter man inn data fra en større gruppe i form av for eksempel spørreskjema og mer kontrollerte forsøk med færre variabler. Bruken av kvalitativ metode er omstridt da det av mange er ansett som en lite nøyaktig og inhabil tilnærming til et problem. Det er lett for at den som gjennomfører forsøket sitter igjen med et resultat som egentlig bare er denne personens egen oppfatning av virkeligheten (Jacobsen 2005, 31).

## 4.4 Validitet

Hvordan påvirkes forsøket? Validitet handler om oppfattelsen av om resultatene er riktige. Riktige i den forstand at de innebærer sannhet og kan fremstilles mest mulig objektivt (Jacobsen 2005, 214). Dette virker mer relevant for forsøk på mennesker der man kan stå i fare for å påvirke forsøket. I dette tilfellet er det forfatterne som omtales som menneskene i forsøket. Således blir dette et forsøk med nærhet, som sier noe om forskernes påvirkning på forsøket (Jacobsen 2005, 40).

I utarbeidelsen av dette forsøket er det nødvendig med et stort fokus på validitet og videre forfatterens objektivitet. Det har krevd tett oppfølging av både MR i forhold til hva som er mulig og ikke mulig å gjennomføre. Forsøket skal utføres ved hjelp av et produkt som er under utvikling. Dette setter begrensninger og er med på å utforme forsøket. Andre momenter som kan påvirke eller har påvirket forsøket er ulik forberedelse før hver fase. At forsøket skal gjennomføres i en planlagt rute gjentatte ganger vil føre til et nytt utgangspunkt før hver fase og dette vil påvirke undersøkelsens validitet.

Andre moment som vær -og vindforhold vil påvirke forsøket. Dette vil i hovedsak ha størst virkning dersom været endrer seg, men ved et gitt værforhold ender man gjerne opp med et annet resultat enn ved et annet værforhold.

Ikke minst vil faktumet at det er forfatterne selv som utfører forsøket påvirke undersøkelsens validitet. Med tanke på at det fokuseres på ergonomi vil det påvirke hvordan forfatterne samspiller med systemet og konklusjonen vil være basert på forfatterens oppfattelse av hvordan man oppnår best mulig ergonomi.

## 4.5 Alternative metoder

Alternative metoder har blitt diskutert for å gi et større grunnlag til diskusjon. Som nevnt er den ROC som ble nyttet i forsøket optimal for den forskning problemstillingen legger opp til. I telefonsamtaler med andre utviklere på området, konkluderes det med at deres fokus ikke retter seg mot den optiske navigasjonen, slik retningen til oppgaven er. Derfor rettes alt fokus mot forsøket med MR.

## 5 Forsøk

I denne delen av oppgaven skal det presenteres hvordan forsøket ble utarbeidet og hva som ble endelig forsøksdesign.

### 5.1 Om forsøket

Det var opprinnelig planlagt med åtte forskjellige faser, men på grunn av lite tid og tekniske problemer måtte det kuttes ned til tre faser. Opprinnelig var det planlagt med disse fasene (Tabell 1):

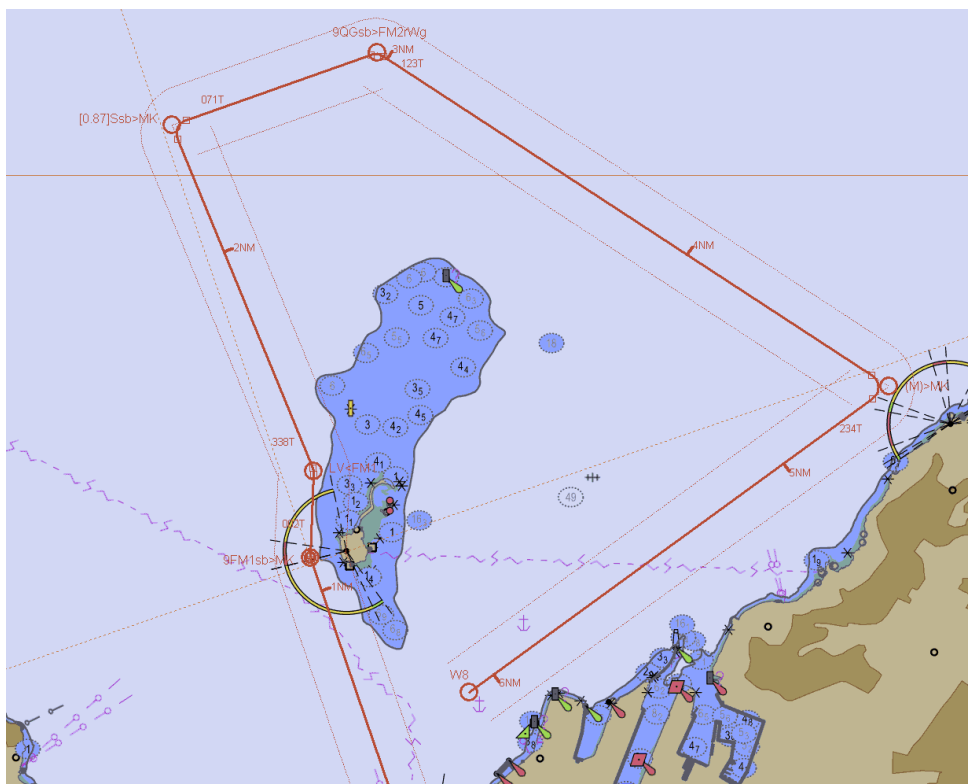
Fase	Aktivitet	Input/sensor	Fart
1	Navigere langs en planlagt rute	Alle	12 Kn
2	Navigere langs planlagt rute	Alle	24 Kn
3	Navigere langs en planlagt rute	Uten GPS	12Kn
4	Navigere langs en planlagt rute	Uten Visuelt Bruker kun RADAR	12Kn
5	Navigere langs en planlagt rute	Bruker kun visuelt (DR)	12Kn
6	Kutte all forbindelse	---	12Kn
7	Navigere langs en planlagt rute	Alle	Full fart
8	Shiphandling	Alle	

**Tabell 1: Planlagt forsøk**

Da det måtte kuttes ned til tre forskjellige gjennomføringer krevde det prioriteringer for hva som var viktigst. Fase 1, fase 2 og fase 4 er å anses som de viktigste erfaringene man kunne få fra forsøket. Fase 3 er relevant opp mot en eventuell jammetrussel, men dette var ikke gjennomførbart fra MR sin side da båten er (per forsøkets dato) ikke utrustet for å kunne operere uten GNSS-input. Dermed vil fase 1 være slik som planlagt. Fase 2 vil være slik som planlagt, men navigatøren får ikke brukt GNSS som



hjelpemiddel. Dette var den beste måten å simulere bortfall av GNSS-signal. Fase 4 fra «Planlagt forsøk» (se tabell 1) omtales som fase 3 og vil utføres som fase 4 er beskrevet i tabell 1.



**Bilde 11: Ruten for forsøket (K-bridge ECDIS)**

Waypoint List

Route Name: TRD test Close Save Route not validated.

W.	Name:	Lat.	Lon.	Crs:	Dist:	Leg:	TDist:	RDist:	Spd(...)	ETA:
1		63°26.306'N	010°23.775'E	232.0	0.2NM	RL	0.0NM	6.1NM	12.0	00:00
2	9FRsb>(0.1)FM1sb	63°26.172'N	010°23.392'E	341.0	0.9NM	RL	0.2NM	5.9NM	12.0	00:00
3	9FM1sb>MK	63°27.036'N	010°22.726'E	002.4	0.2NM	RL	1.1NM	5.0NM	12.0	00:05
4	LV<FM1	63°27.278'N	010°22.749'E	337.7	1.0NM	RL	1.3NM	4.8NM	12.0	00:06
5	[0.87]Ssb>MK	63°28.241'N	010°21.865'E	070.6	0.6NM	RL	2.3NM	3.8NM	12.0	00:11
6	9QGsb>FM2rWq	63°28.443'N	010°23.145'E	123.1	1.7NM	RL	3.0NM	3.1NM	12.0	00:14
7	(M)>MK	63°27.513'N	010°26.338'E	234.0	1.5NM	RL	4.6NM	1.5NM	12.0	00:23
8		63°26.662'N	010°23.717'E			RL	6.1NM	0.0NM	12.0	00:30
A...										

SelectAll Mark Insert Delete Copy Paste Reverse Undo GoTo Validate Critical Points Tides

Datum:  WGS-84  Local Set ETD... Total: 6.10NM, time: 00:30

Layout:  Entry  Validation  Full

**Bilde 12: Kursnotasjoner (K-bridge ECDIS)**

## **5.2 Fase 1 – Alle hjelpemidler, 12 knop.**

Forsøket ble planlagt to uker i forkant av utførelsen. Ruten er som vist på bilde 6 og skulle gjennomføres i 12 knop med alle de hjelpemidler som var tilgjengelig. Dette var ønskelig å prioritere for å teste ut hvordan en ROC fungerer under optimale forhold. Det skulle avdekkes erfaringer ved bruk av følgende prinsipp:

- 4 strek
- Stevn
- Akterstevn
- Stevne av (halvstrek passering)
- Avstand baug i RADAR

Andre erfaringer som skulle avdekkes:

- Objekt og fartøysidentifikasjon.
- Fartøysfølelse
- Manøvrering

## **5.3 Fase 2 – uten GPS, 24 knop**

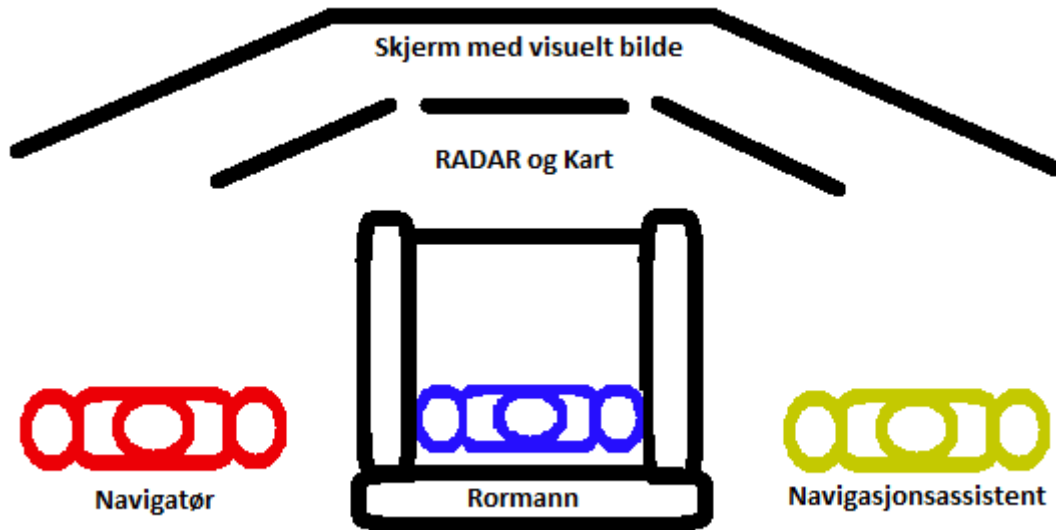
Fase 2 ble utført som en blanding mellom opprinnelige fase 2 og fase 5. Navigatøren stilte seg slik at han ikke kunne se ned i kartet og navigere kun på det som ble presentert av assistenten. Denne fasen ble gjennomført i 24 knop for å avdekke forskjellene som oppleves ved ulik hastighet. De samme navigasjonsprinsippene som ved fase 1 skulle testes for å skaffe erfaring.

## **5.4 Fase 3 – RADAR, 12 knop**

Fase 3 ble gjennomført som en RADAR-seilas og skjermene som presenterer det visuelle bildet ble skrudd av. Navigatøren skulle kun navigere etter RADAR hjelpemidler.

## 5.5 Oppsett under forsøket

ROC-en er tiltenkt for én operatør. Det skulle testes ut navigasjonsprinsipp og det ble derfor ansett som mest hensiktsmessig å utføre forsøket med en navigatør, en assistent og en rormann.



Figur 2: Oppsett for broteam under forsøket (J. G. Utne)

## **6 Resultater**

Resultatene vil nå presenteres samlet da det er mange av de samme erfaringene fra alle fasene. Målet er å presentere resultatet i form av erfaringer for å danne grunnlag for å svare på problemstillingen. All data og alle erfaringer er enten basert på det forskerne har opplevd eller fått av informasjon fra MR.

### **6.1 Transmisjon.**

I systemet som ble testet finnes det en del begrensninger i form av utsendelse av data. Den maksimale bitraten ligger på 7 Mbps og all data skal overføres gjennom denne linken.

Bildefrekvensen opplevdes som tilstrekkelig for den type navigasjon som ble utført under forsøket, men ikke tilstrekkelig i trangt farvann som for eksempel i Pirterminalen, havnebassenget utenfor Maritime Robotics hvor shiphandling var i fokus.

Ved objektidentifikasjon opplevdes ikke bildeoppløsningen på 1080p som tilstrekkelig i åpent farvann. På lang avstand krevde det at fartøyet hadde lite bevegelse i form av rull, stamp og hiv. Testbåten til MR var av typen Polarcirkel 845 Sport. Dette er en planende skjærgårdsjeep som lett får brå bevegelser som konsekvens av bølger og vind. Ved for eksempel stevn av Østmarktangen lykt og akterstevn av Munkholmen lykt ble disse i beste fall identifisert på en avstand av 0,5 nm.

Komprimeringen av RADAR-bildet ble ikke vurdert som en utfordring underveis i seilasene, men det var utfordrende å ikke ha RADAR-verktøy tilgjengelig for å utføre en RADAR-seilas. Dette kan programmeres inn i operatørstasjonen.

Bildeforsinkelsen hadde ingen påvirkning på seilasen. Det ble brukt en link via et nett som stod på taket av MR's lokaler. Navnet på kommunikasjonsnettverket er Maritime Broadband Radio (MBR) fra Radionor og har en forsinkelse på et sekund.

### **6.2 Presentasjon av bildet.**

I denne del skal skjermenes oppsett og innstillinger settes i kontekst med hvilken effekt dette hadde på broteamet i forsøket.

### **6.2.1 Vidvinkelformat**

En av de største forskjellene fra en simulator var at bildet er presentert som vidvinkel, også kjent som «fisheye». Det vil si at man får et vidt bilde på en smal skjerm. Dette førte til at den relative bevegelsen rundt fartøyet presenteres på en måte som gjorde at f. eks. relativ 45 grader i ROC ikke samsvarte med relativ 45 grader i virkeligheten. Dette krevde en del omstilling av navigatøren og det førte til unøyaktige posisjonsoppdateringer i seilassen. Som konsekvens av et bilde som presenteres i vidvinkel opplever man at objekter som trekker har en relativ bevegelse som er ca. halvparten så rask som den ville vært i virkeligheten. Dette førte også til at fartsfølelsen ble redusert.

I fortsettelse av presentasjon av bildet var det ikke lagt til rette for å peile objekter, noe som gjorde det utfordrende å utføre nøyaktige optiske beregninger av posisjon. Det ble testet ut fire-strek flere ganger med varierende nøyaktighet. Det var et tydelig referansepunkt for hva som var tvers på fartøyet og optiske målinger gjort tvers av fartøyet så ut til å stemme bra.

### **6.2.2 Optisk presentasjon av låring**

Fra ca. 120 grader relativt på begge sider til akterut er det ingen dedikerte skjermer. Bildet fra låring og akterut ble presentert som en liten skjerm slik som vist på Bilde 3, hvor denne representerer 1/12 av skjermen (Markert med rødt). Dette opplevdes ikke som tilstrekkelig for å identifisere objekt i akterstevn.

## **6.3 Fartøysoppdagelse**

Som nevnt ble objektidentifiseringen opplevd som vanskelig. Dette er med bakgrunn i bildeoppløsningen, fargemetning og kontrast. Eksempelvis ble et slepefartøy med rødt skrog og hvitt overbygg oppdaget optisk på en avstand av kun 80 meter, dette til tross for at fartøyet var oppdaget på AIS og RADAR god tid i forkant. Fartøyet gikk i ett med en tilsynelatende sort og hvit bakgrunn som besto av snødekt fjell og skog.

## **6.4 Erfaringer fra et teknisk ståsted.**

Før første fase skulle iverksettes ble det utført en test. Under denne testen ble det avdekket vanninntrenging på grunn av høy hastighet. Dette ble ikke oppdaget fra operatørstasjonen, men fra sikkerhetsmannskap om bord.

## 7 Drøfting

I drøftingskapitlet beskrives det hvilke erfaringer og resultater som er tatt med fra forsøket i Trondheim. Hva som kan endres og tas med videre for utvikling av ROC i Sjøforsvaret vil være resultatet av drøftingen. Problemstillingen skal svares på slik at denne oppgaven gir en oversiktlig beskrivelse av hvilke egenskaper forfatterne mener at en ROC skal ha for å sikre effektiv navigasjon.

Strukturen for drøftingskapitlet vil være oppbygd slik at det tar for seg hvert emne slik det ble gjort i resultatdelen. Erfaringer fra forsøket vil bli drøftet opp mot teori for videre å konkludere med hva forfatterne mener bør forbedres til en ROC i Sjøforsvaret. Mye av drøftingen vil ta utgangspunkt i forfatterens kunnskap og erfaring innen navigasjon fra Sjøkrigsskolen.

### 7.1 Transmisjon

#### 7.1.1 Bildefrekvens

Som nevnt i resultatdelen, var det ingen utfordringer med bildefrekvensen (FPS) som oppdaterte seg 8 ganger i sekundet. Dette gjaldt for det forsøket som ble utført. Det anses å være en lett gjennomførbar seilas i åpent farvann. Skulle seilassen utføres i trangere farvann ville det vært ønskelig med en høyere bildefrekvens. Dette kan sammenlignes med dataspill hvor mange spill krever en høy frekvens (opp mot 60 FPS) for å kunne prestere optimalt. Som nevnt i teorikapitlet, klarer ikke øyet til mennesket å oppfatte individuelle bilder dersom man har en bildefrekvens på over 10-12 FPS (Read 2000, 24). I tillegg er det vist fra tidligere forskning innenfor spillindustri at enhver økning i bildefrekvens opp til 15 FPS er veldig utslagsgivende (Claypool 2009a, s. 7). Basert på erfaring fra forsøket ses det som hensiktsmessig at man skal kunne regulere bildefrekvensen for hvilke typer farvann man opererer i. Dette er for å prioritere den visuelle fremstillingen på skjermene når det kreves optisk nøyaktighet.

Dersom bildefrekvensen endres til 15 FPS eller høyere, kan det føre til mindre støy hos operatøren da bildet vil oppfattes som dynamisk og mer naturlig. Dette gjør at hjernen slipper å prosessere et stillbilde av gangen som kan føre til informasjonsoverbelastning. Ved høy bildefrekvens kan man få en kontinuerlig oppdatering av miljøet rundt fartøyet som videre kan føre til at operatøren får bedre SB og overskudd.

### 7.1.2 Bildeoppløsning

Bildeoppløsningen under forsøket var 1080p. Oppløsningen viste seg å spille en essensiell rolle for objektidentifisering. Den vil også være påvirket av forhold som snø, regn og bølger. Ved store avstander ville det vært ønskelig med høyere oppløsning da det blir færre pixler per objekt når avstanden øker.

0,1 nm unna Østmarktangen lykt, som er en ordinær lykt, var oppløsningen ikke tilstrekkelig for å skille ut lykten. Dette førte til at hele broteamet brukte unødvendig mye tid på å separere lykten fra omgivelsene. Ergonomi, altså samspill mellom menneske og system (Hollnagel, 1997, 1) er viktig for å danne et beslutningsgrunnlag. Informasjonen bør derfor presenteres enklest mulig for operatøren slik at det danner et grunnlag for hurtig beslutningstaking. Oppløsningen påvirket operatørens SB på grunn av dårlig presentasjon av informasjon.

Som ved høy FPS, vil også oppløsningen spille en viktig rolle for operatørens SB. Omgivelsene blir ikke kartlagt og man får ikke brukt tiden til å orientere seg. Som konsekvens vil dette påvirke navigasjonens effektivitet. Stevn som skal sette klar og andre objekter omkringliggende som er farer må identifiseres. Følgelig mister operatøren overskudd og må sette ned farten. Dette vil påvirke operasjonen i sin helhet på grunn av lite effektiv navigasjon.

### 7.1.3 Sammenheng mellom bildefrekvens og bildeoppløsning

Basert på erfaring og diskusjon finnes det en sammenheng mellom farvannets beskaffenhet, bildefrekvens og bildeoppløsning. Når man ønsker en høy bildefrekvens, altså i trangt farvann, er det tilstrekkelig med lavere oppløsning. I åpent farvann er det tilstrekkelig med lav bildefrekvens, men høyere oppløsning for å kunne identifisere objekter. På denne måten kan man spare datamengden. Det som motstrider dette argumentet er at i henhold til studier utført i forbindelse med spillteori, sies det at bildefrekvens over 15 FPS er nødvendig for å navigere effektivt, mens effekten av høyere oppløsning ikke er nevneverdig (Claypool 2009a, s. 7). Forskjellen mellom forsøket i forbindelse med denne oppgaven og forsøket til Claypool er at de ikke har behov for å oppdage objekter på lang avstand. I tillegg navigerer man i et plan, men må ta hensyn til farer man ikke ser visuelt. F.eks. Grunner, skjær eller lav brohøyde. Derfor krever navigering om bord høy oppløsning og vil føre til sikker navigasjon som igjen fører til mulighet for å navigere effektivt. Det kan også være mulig å bruke forskjellig

oppløsning i forskjellige deler av bildet og således bruke datamengden mer effektivt. F.eks. kan man bruke høyere oppløsning i øvre del av bildet hvor avstandene er store, og lavere oppløsning på bildet som er nærmere fartøyet.

#### **7.1.4 Komprimering av RADAR-data**

Komprimeringen av RADAR-bildet hadde liten effekt på oppfattelsen av situasjonen. Men, når data som oppfattes av en RADAR ikke overføres til operatørstasjonen og dets RADAR-display, mister operatøren informasjon. RADAR-en var for eksempel programmert til å overføre data på ekko dersom den fikk returnert 3 eller flere pulser fra. I situasjoner hvor det er grov sjø og man kan oppleve å få tre eller færre pulssvar på små objekter, vil det føre til at operatøren kan gå glipp av informasjon. På en annen side bør en RADAR alltid være tilpasset slik at det ikke blir informasjonsoverbelastning for operatøren. I hovedsak er poenget at ved komprimering av data til en ROC er det kritisk at operatøren ikke går glipp av nødvendig informasjon fra omgivelsene. Dette kan føre til redusert SB og følgelig mindre effektiv navigasjon.

#### **7.1.5 Forsinkelse**

Forsinkelsen mellom utsendelse fra fartøy til ROC er opprinnelig 2-3 sekund, men forsøket ble gjennomført i et område med dårlig kommunikasjon mellom sender og mottaker som førte til at det måtte benyttes MBR fra Radionor. Med denne kommunikasjonslinken var forsinkelsen 1 sekund. Det opplevdes som nevnt ingen utfordringer med dette i forsøket. Men, når forsinkelsen er 2-3 sekunder og man følgelig tørner 2-3 sekunder for sent vil dette gi en konsekvens i form av at fartøyet havner til styrbord eller babord for kurslinjen etter tårn. Ved seilas innaskjærs i trangt farvann kombinert med høy hastighet vil konsekvensen være enda større enn ved ytterskjærs seilas. I et 90 graders tårn med en hastighet på 36 knop vil dette sette fartøyet 40-60 meter til siden for kurslinjen dersom man tørner 2-3 sekund for sent. Dette er et tilfelle satt på spissen, men for å poengtere ytterste konsekvens. Setter man det i kontekst med en operasjon hvor det kreves av fartøyet å navigere effektivt, kan det også påvirke navigatørens overskudd. Dette er fordi det kreves, etter erfaring, mindre kapasitet å navigere langs kurslinjen enn om man ofte befinner seg til siden for den.



### **7.1.6 Transmisjon**

I forhold til transmisjon, ser man at det vil være fordelaktig med en form for justering av datamengden. I likhet med hvordan man justerer en RADAR, er det nødvendig å kunne justere oppløsningen, bildefrekvensen og om mulig forsinkelsen. Tanken er da at man har en gitt datamengde tilgjengelig og kan prioritere hvilke innstillinger som er de viktigste. På lik måte som man tilpasser bildefrekvens og oppløsning i f.eks. et dataspill (Claypool 2006c, 1), kan man tilpasse dette i en ROC etter forholdene. Med bakgrunn i dette, for å sikre effektiv navigasjon, er det ønskelig at man kan være fleksibel med justeringen. Dette er for å slippe å sette lav fart hvor oppløsning, bildefrekvens eller forsinkelse bidrar til informasjonsoverbelastning for navigatøren. Man vil da kunne bruke datamengden på en effektiv måte.

## **7.2 Presentasjon av bilde**

Innledningsvis opplevdes bildekvaliteten i ROC som tilstrekkelig, men som sagt, etter hvert i forsøket ble det erfart at objektidentifisering generelt sett var en utfordring. Slik det er argumentert for, er det mulig at en kontinuerlig justering av bildet kunne bidra til bedre oversikt på samme måte som man justerer et RADAR-bilde. Dette delkapittelet skal ta for seg hvilke funksjoner en bør ha for å gjøre at bildeframstillingen bidrar til bedre SB for operatøren. For å skille dette fra delkapitlet om transmisjon vil presentasjon av bildet ikke være påvirket av dataoverføringskapasitet, men heller utforming og innstillinger i ROC.

### **7.2.1 Kontrast, farge og fargemetning**

Under forsøket var det noen situasjoner der bildet som ble vist i ROC fremsto som tilnærmet fargeløse. Dette påvirket sannsynligvis operatørens oppdagingssevne. Som nevnt i resultatkapittelet, var der et slepefartøy med rødt skrog og hvitt overbygg som ikke ble identifisert optisk før det hadde en avstand på 80 meter. Som demonstrert i teorikapittelet, er det mulig at justering av kontrast, fargemetning og farge(hue) kan bidra til å forbedre oppdagelse og identifikasjon av objekter, men på lik linje med justering av en radar, er det viktig å ha forståelse for hva man gjør med bildet. Når man endrer på de nevnte parameterne, vil det også være en risiko for å miste informasjon i form av at noen objekter drukner i f. eks overeksponering av en farge. Viktigheten av fargeegenskaper til det visuelle bildet bør ikke neglisjeres, men er en funksjon som det foreslås her vil føre med seg utfordringer.

En operatør i en ROC vil ha større problem med å opprettholde god SB enn om han/hun er om bord (Hareide et. al. 2018a, 17). En funksjon som dette vil kreve mer kapasitet fra operatøren og evne til å håndtere flere elementer dersom justering av fargeegenskaper innføres som en del av faser i navigasjon. En ny funksjon krever mer systemforståelse til å bygge opp under operatørens SB (Hareide et. al. 2018b, 6). Dette kan føre til informasjonsoverbelastning da det kan være for mange elementer i spill (Wahlstrøm 2015, 1040). På den andre siden kan dette fungere som et alternativt hjelpemiddel dersom det skal være behov, slik forøket beviste at det var.

### 7.2.2 Vidvinkelformat

At bildet ble fremstilt i en form for vidvinkel der relative peilinger ikke stemmer overens, krever som nevnt en del omstilling av operatøren. Det er mulig at det vil være en fordel om den visuelle fremstillingen i ROC var så lik virkeligheten som mulig. Dette for at metodikken for navigatøren skal være tilnærmet uendret.

Argumentet for å presentere bildet med vidvinkel over tre monitorer er at navigatøren skal slippe å snu seg for å ha oversikt i 360 grader. Som nevnt i teori om hodets og øyets rotasjon vil man ha de mest brukte komponentene nær den optimale synsvidden (MIL-STD-1472G, 89, 2012). Fordelen med å presentere i vidvinkel vil være at man får mer informasjon innenfor denne synsvidden eller plassert nærmere.

Dette kan sees i kontrast med en 180 graders dekning av skjermer hvor man må rotere hodet i forhold til sitteposisjon opptil 90 grader. Dette er kun 5 grader ifra hodets og øyets maksimale rotasjon. Problemet med dette er at man ønsker, som nevnt, å plassere sjeldent brukte komponenter i området nærmere hodet og øyets maksimale rotasjon, 95° til venstre og høyre (MIL-STD-1472G, 89, 2012). Dersom man utformer en ROC med skjermer overensstemmende med virkeligheten og 180 graders synsvidde vil tverrskips presenteres akkurat i området rundt den maksimale rotasjonen til en av sidene. Med bakgrunn i erfaring fra navigering både i simulator og om bord, er dette retninger man ofte vender hodet mot. Men, vidvinkelformatet går på bekostning av nøyaktighet i forbindelse med posisjonering og man minster potensielt viktige detaljer i bildet.

Basert på hvordan Sjøforsvaret har utformet broene på fartøy som Skjold-klasse korvett og Stridsbåt 90, kan man sammenligne dette med utformingen av en ROC.

Navigatørens posisjon på disse fartøyene er i seg selv et argument for hvorfor man bør presentere bildet overensstemmende med virkeligheten og ikke i vidvinkelformat. Dette

med bakgrunn i at det er slik man navigerer på disse to fartøystypene. Derfor bør bildet presenteres som om man satt om bord i fartøyet, altså med 180 graders skjermdekking for innaskjærs navigering, men ved lite behov for presis navigering bør det være mulig å endre til vidvinkelformat.

I likhet med den horisontale betraktningen til skjermenes plassering, må man ta hensyn til skjermens høyde, altså vertikal plassering. Man må ta hensyn til øyets optimale synsvinkel som er fra horisontal retning og 30 grader ned. Øyets normale synsretning ligger midt i slik som illustrert på bilde 10 og man må ha et bevisst forhold til hva man ønsker å plassere i denne retningen (MIL-STD-1472G, 88). Dette betyr at man må prioritere hvilke komponenter som bør være i dette området. Som nevnt navigerer man med mesteparten av fokus på optiske inntrykk. Da vil det være lett å konkludere med at skjermer for visuell fremstilling bør befinne seg i øyets normale synsretning.

På den andre siden, skal operatøren ha kontroll over hele fartøyet og vil dermed få mange oppgaver som krever oppmerksomhet rettet mot andre konsoller som RADAR, SONAR, ECDIS, Conning station, maksinkontroll osv. dersom operatøren er alene. I forsøket ble det testet ut navigering med et team bestående av romann, assistent og navigatør selv om MR sin ROC er designet for kun én navigatør. Fra operatørens posisjon er øvre sjikt i den optimale synsvidden midt på skjermene. Dette gjør at øverste halvdel av skjermen ikke er innenfor den optimale synsvidden. Erfaringer fra forsøket tyder på at skjermenes vertikale plassering bør avhenge av antall personer i kontrollrom. Hvis man kun tar hensyn til navigasjonen vil det være tenkelig at de optiske skjermene bør være innenfor den optimale synsvidden, altså plassert lavere enn slik de er hos MR.

Under bildeframstilling har MR valgt å presentere låringen som 1/12 av skjermen i ytterkanten. Dette gir en mindre oversikt over farvann akterut. Konsekvensen av dette kan være at operatøren ikke får med seg hendelser som skjer akterut. F.eks. det å bli innhentet av en småbåt fra låringen. Det ville heller vært ideelt å ha dedikerte skjermer som viser bildet akterut, basert på at identifisering av akterstevn ikke var tilstrekkelig i forsøket.

Konsekvensen av å presentere bildet med 360° når farvannets beskaffenhet skulle kreve det, er at operatøren kan lettere ta til seg informasjon fra omgivelsene. Dette vil føre til et overskudd som gir mulighet for å navigere mer effektivt.

### 7.3 Optiske peilinger

På de fleste av marinenes fartøy blir det benyttet peilesøyle som en del av navigasjonsutrustningen. Peilesøylen er et hyppig brukt verktøy for å fastslå fartøyets posisjon. Dette kan brukes til krysspeilinger, kontroll av stevn, men også for å kontrollere relativ bevegelse av fartøy og andre objekter. Dette betyr at peilesøylen er et godt verktøy for å oppdatere fartøyets posisjon når GNSS ikke er tilgjengelig, men det blir også benyttet for å kontrollere at en GNSS-posisjon er riktig. Når man ikke har mulighet til å peile, tar man avgjørelser basert kun på det man ser på skjermene. Det har blitt diskutert flere muligheter for å kunne peile fra ROC.

En av metodene som ble diskutert er å presentere loddrette streker på skjermene som hver representerer en peiling. Da vil man kunne befinne seg hvor som helst i operatørstasjonen når man utfører peilingene. Tanken er da at man selv kan bestemme intervallet på strekene for å kun ha så mange streker som nødvendig. Ulempen med disse strekene er at de vil kunne oppfattes som forstyrrelser på skjermen. En annen viktig faktor for å kunne gjennomføre dette er at man skal kunne skru disse av og på.

Det andre forslaget er at man har en peilesøyle i operatørstasjonen på lik linje med en bro. Ulempen med dette er at den vil oppta mye plass i selve operatørstasjonen og man må sitte på samme plass i rommet for å betjene den. Forslaget er da at man implementerer en peilefunksjon i programvarene for ROC slik at man kan bevege musepekeren over skjermen som presenterer det visuelle bildet. Da vil musepekeren, avhengig av hvor den er på skjermen, representere en peiling som vises. Fordelen med dette er at det er relativt lett å programmere og krever ingen ekstra utrustning samt at det er en effektiv måte å presentere informasjon.

Når forslagene om peilemuligheter sammenlignes er det å betrakte sistnevnte, altså musepeker på monitorene som den totalt sett beste. Dette med bakgrunn i brukervennlighet og lite forstyrrelser på monitorene. Fordelen med å ha streker på skjermen er at peilingene tas ut på øyemål og ikke med en musepeker. Derfor bør man ha mulighet for begge metodene.

## 7.4 Overvåkning av tekniske system

Under første prøvetur ble det erfart viktigheten av å ha et overvåkingssystem i fartøyet. Når man styrer fartøyet fra land er det mye informasjon man kan gå glipp av. Lyd, lukt og unormale vibrasjoner kan avsløre graverende feil med et fartøy (Monroe 2001, 11). Dette er informasjon som bør implementeres i en sensorpakke for å kunne avdekke utfordringer som vanninntrenging, brann, men også mer uskyldige problemer som kavitasjon. I følge MUNIN-prosjektet er dette en av de mer komplekse funksjonene å implementere i et system for fjernstyring av fartøy, men også helt avgjørende for å kunne navigere trygt (MUNIN 2016, 13). Monroes forslag til løsning er en rekke kamera i fartøyet i tillegg til andre sensorer (Monroe 2001, 11). Dette vil gi en god, visuell indikasjon på fartøyets tilstand, men det vil også kreve mye overføring av data. Til gjengjeld er dette video som ikke krever høy bildefrekvens da man ikke er avhengig av en kontinuerlig dynamisk oppdatering. Annen informasjon om tekniske systemer trenger heller ikke sendes ofte. Her er det muligheter for å etterspørre informasjon fra fartøyet og heller sende med lengre intervaller. Da vil det være mulig å analysere data fra sensorpakken og eventuelt bruke videooverføring for å få bedre kontroll på en situasjon.

## 8 Konklusjon

Hvilke egenskaper bør en ROC ha for å understøtte Sjøforsvarets behov for effektiv navigasjon? Med bakgrunn i at dette er et enkeltstående forsøk utført på en av verdens mange ROC-er, er det viktig at det fremkommer en skepsis til validiteten av resultatene. Dette er derfor ikke en konklusjon til hvordan en ROC skal se ut i Sjøforsvaret, men heller en konklusjon til hva forfatterne mener er viktig å fokusere på. Dette er basert på den informasjonen som er hentet inn i forsøket og funnet fra tidligere forskning.

Etter et relativt kort, men opplysende forsøk ved MR, kan det fastslås at de tre fokusområdene fysisk utforming, ergonomi og transmisjon vil være sentrale under utvikling av ROC for Sjøforsvaret.

Transmisjonen vil være den største utfordringen med å navigere fra en ROC. Dataoverføringskapasiteten i systemet er liten i forhold til det man som operatør måtte ønske for å ha tilstrekkelig SB. Derfor må det gjøres prioriteringer for hvilke data man ønsker. Det bør være en måte å justere dette på slik at man kan tilpasse seg forskjellige situasjoner der det kreves.

Av oppgaven konkluderes det med at utformingen av en ROC i Sjøforsvaret, med hensyn til ergonomi og bildeframstilling, bør i stor grad baseres på en vanlig bro. En 360 graders skjermdekning, mulighet for å justere fargeegenskaper på skjermene og mulighet for å foreta raske peilinger er momenter som bør ligge til grunn for å bistå operatøren med best mulig SB. Når alle disse funksjonene skal gi operatøren informasjon er det kritisk at operatøren har inngående systemforståelse for ROC.

## 9 Forslag til videre forskning

Vi som forfattere av denne oppgaven anbefaler følgende til videre forskning:

1. Et dypere dykk i hvordan en kan utnytte lav datakapasitet bedre for at operatøren sitter igjen med bedre SB. Dette kan rettes både mot et teknisk, nautisk og operativt fokus. Det fremkommer av drøftingskapitlet at dette er en av de største hindringene for å kunne drive effektiv navigasjon. Derfor bør dette forskes mer på.
2. ROC sin funksjon i krise/krigs- situasjoner. Dette vil være Sjøforsvarets store mål når man snakker om dette temaet. Derfor vil det være til Sjøforsvarets fordel, først og fremst å kartlegge hvilke egenskaper en ROC bør ha for å drive effektiv oppdragsløsning. Dette åpner muligheter for å se på fartøyets sensorpakke og våpensystemer som bør implementeres og eventuelt se på forskjellige konsepter. Dette kan inkludere rekognosering, fjernstyring av større fartøy eller fjernstyring av flere fartøy fra én ROC. Denne forskningen vil kunne bidra til et operativt fokus på fjernstyring.
3. Fremstilling av skipstekniske data til operatøren. Det har blitt konkludert med at operatøren bør få presentert informasjon slik at det bidrar til best mulig SB. Om en operatør kontrollerer fartøyet alene bør han/hun ha skipsteknisk kunnskap da han/hun er ansvarlig for alle detaljer om bord. Hvordan skal den skipstekniske dataen presenteres best mulig for å gi operatøren best mulig SB?

## Bibliografi

**Alcaraz, C. Lopez, J.**

2013 **Alcaraz, C. Lopez, J.** *Wide-Area Situational Awareness for Critical Infrastructure Protection*. Malaga: Univeristy of Malaga

**Babbie, R.E**

2012 **Babbie, R.E** *The practice of Social Research*. Belmont: Wadsworth

**Claypool, M**

2009a **Claypool, M** *Perspectives, Frame Rates and Resolutions: It's all in the Game* ,  
Orlando: Polytechnic Institute Worcester

2006b **Claypool, M Claypool, K** *On Latency and Player Actions in Online Games*  
Worcester Polytechnic Institute

2006c **Claypool, M Claypool, K Damaa , F**

*The Effects of Frame Rate and Resolution on Users Playing First Person Shooter Games*

Worcester: Worcester Polytechnic Institute

**Endlsey, M, Debra G. Jones**

2003a **Endlsey, M, Boltè, B. Jones, D.G.** *Designing for Sitation Awareness*. London:  
Taylor & Francis

1988b **Endsley, M.** *Design and evaluation for situation awareness enhancement.*

Hawtorne



**George A. Miller**

1955 **George A. Miller** *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information* Harvard University

**Hareide, O.S.**

2018a **Hareide, O.S, Relling, T Pettersen, A Sauter, A Mjelde, F.V Ostnes, R** *Fremtidens autonome ubemannede kapasiteter i Sjøforsvaret*. Bergen: Sjøkrigsskolen Necesses vol 3 issue 1 juni 2018.

2018b **Hareide, O.S., Øyvind Jøsok, Mass Soldal Lund, Runar Ostnes og Kirsi Helkala.** *Enhancing Navigator Competence by Demonstrating Maritime Cyber Security*. Bergen: Royal Norwegian Naval Academy

**Hareide, O.S. Ostnes, R**

2011a **Hareide, O.S. Ostnes, R** *Validation of a Maritime Usability Study with Eye Tracking Data*. Bergen: Royal Norwegian Naval Academy

**Haugland, B.**

2014 **Haugland, B.** *ICT Will make shipping safer, smarter and greener*. Blogs from DNV GL

**Hollnagel, E**

1997 **Hollnagel, E** *Cognitive ergonomics: its all in the mind*. Halden Reactor Project

**Jacobsen, D**

2005 **Jacobsen, D** *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Kristiansand: Høyskoleforlaget

**Luján, C**

2014 **Luján, C** *Ergonomics and videogames: Habits, diseases and health perception of gamers.* Universidad de La Laguna

**Monroe, D.A.**

2001 **Monroe, D.A.** *Ground Link With On-Board Security Surveillance System for Aircraft and Other Commercial Vehicles.* San Antonio: Lincoln Center

**Ottesen, A.E**

2014 **Ottesen, A.E** *Situation Awareness in Remote Operation of Autonomous Ships.*  
ntnu.no

**Porathe, T**

2015a **Porathe, T** *Human Factor Aspects in Sea Traffic Management.* Trondheim: NTNU

2014b **Porathe, T, Prison, J Man, Y** *SITUATION AWARENESS IN REMOTE CONTROL CENTRES FOR UNMANNED SHIPS.* London: The Royal Institution of Naval Architects

**Read, P**

2000 **Read, P Mark Meyer, M** *Restoration of Motion Picture Film*. Butterworth-Heinemann

**Sandhusen, R**

2008 **Sandhusen, R** *Marketing*. Business review books

**Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A.**

2012 **Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A.** *“Research Methods for Business Students” 6<sup>th</sup> edition*, Pearson Education Limited

**Shields, P Rangarajan, N**

2013 **Shields, P Rangarajan, N** *A Playbook for Research Methods: Integrating Conceptual Frameworks and Project Management*. Stillwater: New Forums Press

**Sledon, N**

2003 **Sledon, N Girard, E Borg, S Claypool, M Agu, E** *The Effect of Latency on User Performance in Warcraft III*. Worcester Polytechnic Institute

**Wahlströma, M.**

2015 **Wahlströma, M., Jaakko Hakulinenb , Hannu Karvonena , Iiro Lindborgc** *Human factors challenges in unmanned ship operations – insights from other domains*. Rauma: Technical Research Centre of Finland

**Wang, Y Claypool**

2001 **Wang, Y Claypool, M Zuo, Z** *An Empirical Study of RealVideo Performance Across the Internet*. Worcester Polytechnic Institute

**Yanco, A.H.**

2006 **Yanco, A.H., Michael Baker, Robert Casey, Brenden Keyes, Philip Thoren.** *Analysis of Human-Robot Interaction for Urban Search and Rescue*. Massachusetts: University of Massachusetts Lowell One University Ave, Olsen Hall Lowell, MA, USA

**Adobe.com**

2017 ([https://helpx.adobe.com/in/photoshop/using/color-modes.html#rgb\\_color\\_mode](https://helpx.adobe.com/in/photoshop/using/color-modes.html#rgb_color_mode))

2018 (<https://helpx.adobe.com/no/photoshop/using/color.html>)

1999 *DEPARTMENT OF DEFENSE DESIGN CRITERIA STANDARD HUMAN ENGINEERING*. Department of Defence, USA

**Muning Project** 2016 *Maritime Unmanned Navigation through intelligence in networks* unmanned-ship.org

*Sjøveisreglene 2018* Sjøfartsdirektoratet

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1975-12-01-5>

## **Rolls Royce**

2018 <https://www.rolls-royce.com/innovation/unified-bridge.aspx#challenge>

## **Wikipedia**

2018 [https://en.wikipedia.org/wiki/Display\\_resolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Display_resolution)

