



Forsuaret

Bacheloroppgave

OPG3301

Predefinert informasjon

Startdato:	26-11-2021 09:00	Termin:	2021 HØST
Sluttdato:	10-12-2021 20:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Oppgave		
Flowkode:	1627 OPG3301 1 O 2021 HØST		
Intern sensor:	Frode Voll Mjelde		

Deltaker

Naun:	Kristine Lyssand
Kandidatnr.:	
FHS-id:	klyssand@mil.no, krislyssand@mil.no

Gruppe

Gruppenavn:	Brunstrøm & Lyssand
Gruppenummer:	8
Andre medlemmer i gruppen:	Benedicte Klungseth Brunstrøm



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Nytteverdi av systemlikhet mellom simulator og fartøysbro

– Må en simulator være identisk for å få optimalt treningsutbytte? –

Av

Kristine Lyssand

&

Benedicte Klungseth Brunstrøm

Levert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LEDELSE –
MARINEINGENIØR VÅPENSYSTEMER, ELEKTRONIKK OG DATA

Innlevert: Desember 2021

Godkjent for offentlig publisering

I. Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene 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 kadettene har godkjent publisering.

Opgaver 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"/>	<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: 10.12.2021

Kristine Lyssand

Kadett, navn

Kristine Lyssand

Kadett, signatur

Benedicte Klungseth Brunstrøm

Kadett, navn

Benedicte K. Brunstrøm

Kadett, signatur

II. Forord

Denne bacheloroppgaven er utført og skrevet av Benedicte Klungseth Brunstrøm og Kristine Lyssand i tidsrommet oktober 2021 til desember 2021. En forelesning om Human-Machine Interface i faget «ING3304 Skipsteknisk styring, regulering og HMI» ble inspirasjon til valg av oppgave. Forelesningen omhandlet ulykken som involverte KNM Helge Ingstad i 2018.

Oppgaven er skrevet som en del av bachelor i militære studier med fordypning i ledelse - marineingeniør våpensystemer, elektronikk og data ved Sjøkrigsskolen. Den tar for seg om det er viktig at fartøystypene har en identisk simulator å trene i.

Vi vil benytte anledningen til å takke OK Frode Voll Mjelde ved Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter for god faglig veiledning og innspill. Takk til KK Atle Mølholm for veiledning i skriveprosessen av oppgaven. Til slutt vil vi også rette en takk til utvalgte besetninger i Korvett- og Fregattskvadronen, samt ansatte ved Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter, for deltagelse i spørreundersøkelser og intervju. Denne oppgaven bygger på deres erfaringer med daglig bruk av systemene på bro og i simulator.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 10.12.2021

Kristine Lyssand

Kristine Lyssand

Benedicte K. Brunstrøm

Benedicte Klungseth Brunstrøm

III. Sammendrag

I etterkant av ulykken med KNM Helge Ingstad la Statens havarikommisjon fram en etterforskningsrapport av årsakene til skipskollisjonen og grunnstøtingen. I rapporten kom det blant annet fram at navigatørene som var på bro under ulykkesforløpet ikke hadde tilstrekkelig kompetanse hva gjaldt brosystemene (Statens Havarikommisjon, 2019, p. 112). Som en del av Sjøforsvarets etterarbeid av ulykken ble det utsendt et behov om å videreutvikle treningssimulatoren som nyttes av Fregattskvadronen, for å gi navigatørene mulighet til å trene enda mer realistisk, men uten risiko. Gjennom dialog med Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenteret (NavKomp), 1. Korvettskvadron og 1. Fregattskvadronen vil oppgaven forsøke å finne ut hva den operasjonelle nytteverdien av en 1:1 simulator er, og besvare problemstillingen:

Er systemlikhet mellom simulator og fartøy en viktig forutsetning for trening og operativ evne?

Med utgangspunkt i Skjold-klassens 1:1-simulator ser oppgaven nærmere på om brosystemene som finnes på Storbroen¹ bør være lik de faktiske brosystemene ombord på fregattene. Studien baserer seg på intervjuer gjennomført med ansatte på NavKomp og navigatører fra Korvett- og Fregattskvadronen. I tillegg til intervjuet, har nåværende og tidligere navigatører ved disse avdelingene i tillegg gjennomført en spørreundersøkelse. Resultatene fra disse ble analysert og diskutert i lys av Human Systems Integration (HSI), som er et fagfelt innenfor ingeniørarbeid hvor brukeren av et system er i fokus.

Oppsummert er det flere faktorer som spiller inn når vi ser på om det er viktig med systemlikhet. Av oppgaven kommer det blant annet fram at det er kompleksiteten av rollen som skal trenes på og systemene som skal opereres, som hovedsakelig vektlegger hvor viktig det er med likhet mellom simulator og fartøysbro. Det er dog viktig å bemerke seg at teknologien i seg selv ikke øker stridsevnen, men heller hvordan man anvender den (Sjøforsvarsstaben, 2015).

¹Treningssimulatoren som benyttes av 1. Fregattskvadron

IV. Innholdsfortegnelse

II.	Forord	II
III.	Sammendrag.....	III
IV.	Innholdsfortegnelse.....	IV
V.	Figurer og diagrammer	VI
VI.	Nomenklatur.....	VII
1	Introduksjon.....	1
1.1	Bakgrunn og mål.....	1
1.2	Problemstilling.....	3
1.3	Avgrensing.....	3
1.4	Struktur	3
2	Teori	5
2.1	Hva er et system?.....	5
2.2	Human Systems Integration.....	5
2.2.1	Bemanning.....	7
2.2.2	Seleksjon.....	7
2.2.3	Trening.....	8
2.2.4	Human Factors Engineering	8
2.3	Simulator.....	10
2.3.1	Sjøforsvarets Navigasjonssimulator.....	12
3.	Metode.....	16
3.1	Valg av metode	16
3.2	Studiens totale gyldighet.....	17
4.	Resultater	20
4.1	Kvalitative data	20

4.1.1	NavKomp	20
4.1.2	Korvett.....	25
4.1.3	Fregatt.....	27
4.1.4	Oppsummering av kvalitative data	29
4.2	Kvantitative data.....	30
4.2.1	Spørsmål 4	30
4.2.2	Spørsmål 5	33
4.2.3	Spørsmål 6	34
4.2.4	Spørsmål 7	35
4.2.5	Oppsummering av kvantitative data	36
5.	Drøfting	37
5.1	Bemanning.....	37
5.2	Seleksjon.....	39
5.3	Trening	41
5.4	HFE.....	44
6.	Avslutning	47
6.1	Konklusjon	47
6.2	Anbefaling til videre forskning	48
6.2.1	HSI-analyse av HMI på fartøysbro.....	48
6.2.2	Økonomisk perspektiv	48
7.	Bibliografi.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
7.1	Bøker	Feil! Bokmerke er ikke definert.
7.2	Artikler, rapporter og militære dokumenter	Feil! Bokmerke er ikke definert.
7.3	Internett.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
7.4	Respondenter og informanter	Feil! Bokmerke er ikke definert.
8.	Vedlegg	52

V. Figurer og diagrammer

Figur 1: HSI-modellen.....	6
Figur 2: HSI-domener.....	7
Figur 3: Oversikt over simulatoranlegget ved NavKomp.....	12
Figur 4: Skjoldsimulatoren, sett fra inngangen	13
Figur 5: Skjoldsimulatoren, sett forfra	14
Figur 6: Skjoldsimulatoren, midtre konsollpanel.....	14
Figur 7: Storbroen.....	15
Figur 8: Storbroen, under simulatortrening.....	15
Figur 9: Elementer i undersøkelsens totale gyldighet.....	17
Diagram 1: Resultat spørsmål 4C.....	30
Diagram 2: Resultat spørsmål 4F.....	31
Diagram 3: Resultat spørsmål 4G.....	32
Diagram 4: Resultat spørsmål 5A.....	33
Diagram 5: Resultat spørsmål 6A.....	34
Diagram 6: Resultat spørsmål 7, viktigste instrumenter.....	35
Diagram 7: Resultat spørsmål 7, minst viktige instrumenter.....	36

VI. Nomenklatur

Ordforklaringer

1:1	Tilnærmet identisk
Degraderte systemer	Feil på et system, f.eks. GPS eller rader ikke virker etc.
Display	Display tilsvarende verktøy for visuell presentasjon av informasjon og data, eksempelvis skjermer og monitorer.
FDMO	Forkortelse for: Forsvarets Doktrine for Maritime Operasjoner
Gain	Engelsk for: forsterkning
HMI	Forkortelse for: Human-Machine Integration
HSI	Forkortelse for: Human Systems Integration
IPMS	Forkortelse for: Integrated Platform Management System Engelsk for: Skipskontrollsystem
Konsoll	Et panel eller enhet som rommer et sett med kontroller for elektronisk eller mekanisk utstyr.
Kontroll	En kontroll er f.eks. en knapp, bryter, spak etc.
MFD	Forkortelse for: Multi Function Display
NavKomp	Forkortelse for: Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter
Operativ evne	Evnen til å løse sine oppgaver, herunder planforberedelser og beredskap. En funksjon av styrkenes evner og kapasiteter, tilgjengelighet, deployerbarhet og utholdenhet (Forsvarsstaben, 2019)
PLC	Forkortelse for: Programmable Logic Controller Engelsk for: Programmerbar Logisk Kontroller

Respons-seleksjon	En prosess som innebærer å måtte velge riktig handling basert på ett eller flere stimuli (McPeck, 2014)
VHF	Forkortelse for: Very High Frequency
VTO	Forkortelse for: Våpenteknisk offiser
Software	Engelsk for: Programvare
UHF	Forkortelse for: Ultra High Frequency
Å drifte	Her menes det å operere og bruke et system

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn og mål

Høsten 2018 kolliderte KNM Helge Ingstad med tankskipet Sola TS i Hjeltefjorden. Like etterpå grunnstøtte marinefartøyet. I etterkant av hendelsen har det blitt sett på hva som var årsakene til kollisjonen og grunnstøtingen. I Statens havarikommisjon sin rapport kommer det fram at deler av grunnen til at KNM Helge Ingstad grunnstøtte var manglende kompetanse hva gjaldt brosystemene. Del 1 av rapporten setter lys på at flere av systemene om bord på fregatten fungerte, til tross for at broteamet var av motsatt oppfatning under havarisituasjonen. Av denne rapporten kommer viktigheten av et brodesign utformet med fokus på brukeren fram:

“Navigatørene innhentet ikke annen tilgjengelig informasjon på bro som kunne endret deres oppfatning om at rorene ikke fungerte til tross for degraderinger på enkelte system. (...) Flere av systemene på bro som viste status og informasjon om styringen var enten dimmet ned eller dekket over for å bevare nattsynet under den forutgående seilasen. Brobesetningen måtte fysisk fjerne de midlertidige lokkene for å se at pumpene var i drift. Det samme ville vært tilfelle for dekselet på MFD for å kunne hente nødvendig informasjon om styringen (...). Dersom broteamet hadde kunnet nyttiggjort seg denne informasjonen om rorkontrollsystemet på bro, kunne dette bidratt til å korrigere den feilaktige oppfattelsen av at styringen ikke fungerte etter kollisjonen.” (Statens havarikommisjon, 2021, p. 5)

Det fremkommer av sitatet over at dagens brodesign på fregattene ikke er tilstrekkelig i henhold til de krav som stilles til et godt design – et design for brukeren av systemet. Her sies det blant annet at kravene til lyssensitivitet i forbindelse med nattseilas ikke er møtt, og at broteamene derfor må ty til egne løsninger for å dempe belysningen fra utstyr på bro. Disse løsningene kan man i etterkant av hendelsen anse som ikke ideelle fordi at flere av systemene som broteamet dekket til, gav viktig informasjon. Her kunne blant annet tilstrekkelig lysdimming ha vært en del av designet ettersom at nattsyn er essensielt for

seilas i mørket. Av sitatet over kan man tolke det som at det var mulig å operere systemene, men uten at brotemaet var klar over det. Dette kan vise til mangel på kompetanse og forståelse for designet av brosystemene. Viktig informasjon befant seg under tildekkede skjermer, og dermed hadde navigatørene tilgang til mye av informasjonen de trengte for å avverge grunnstøtingen, men uten å være klar over det. Det er flere tilfeller hvor systemer ble antatt å ikke virke, men som senere har vist seg å fungere som de skulle. Kommunikasjonen mellom bro og styremaskinrom under havarisituasjonen er et eksempel på dette, og blir belyst i sitatet under som er hentet fra Forsvarsmateriell sitt vedlegg i Statens Havarikommisjon sin rapport:

“Besetningen har meldt at det var utfordringer med å oppnå kontakt mellom bro og styremaskinrom. (...) Systemene har hatt midlertidige degraderinger grunnet bortfall av strøm og permanente degraderinger grunnet kabelbrudd, men undersøkelsene av kommunikasjonssystemene har konkludert med at systemene likevel virket som forutsatt. Systemene som ble degradert hadde redundans i sekundærsystemet. Undersøkelsen viser at det var teknisk mulig å kommunisere mellom posisjonene.” (Forsvarsmateriell Maritime kapasiteter, 2020)

Viktigheten av at operatøren integreres i systemet kommer tydelig fram av Havarikommisjonens rapport. Dette er derimot ikke et tema som først kom på dagsordenen i etterkant av hendelsen. Mjelde skrev i 2016 at «Anskaffelse av ny teknologi som fokuserer på integrasjonen mellom mennesket og systemet vil øke systemets overlevelsessevne, sikre interoperabilitet, redusere behov for bemanning og trening, balansere bredde og dybde i strukturen, optimalisere operativ evne og redusere livssyklus kostnader.» (p. 46)

Like etter ulykken ble det utsendt et behov om å “videreutvikle eksisterende løsning [Storbroen på Navigasjonskompetansesenteret] slik at deler av navigasjonsmønstring og klarering av vaksjefer på fregatt effektivt kan gjennomføres i simulator” (Høknes, 2018). Navigasjonskompetansesenteret ble dermed gitt i oppdrag å videreutvikle navigasjonssimulatoren. På bakgrunn av dette er målet med oppgaven å analysere hvorfor det er viktig å ha treningssimulatorer med tilnærmet identiske systemer som i virkeligheten. Oppgaven

vil benytte teori fra fagfeltet Human Systems Integration og ta utgangspunkt i Skjolds-simulatoren på NavKomp. Sett i sammenheng med denne analysen vil vi diskutere om systemlikhet er viktig for trening og den operative evnen til Sjøforsvaret.

1.2 Problemstilling

NavKomp har en simulator som er tilnærmet identisk til broen på korvettene. Oppgaven tar utgangspunkt i brosystemene på korvettene og hva som gjør at Skjolds-simulatoren er viktig for å opprettholde operativ evne og hvorfor. Videre diskuteres det hvilke momenter som bør overføres til Fregattskvadronen sin nye simulator som er under planlegging. Oppgaven vil benytte Fregatt- og Korvettskvadronen sine erfaringer med systemlikhet mellom bro og simulator for å besvare problemstillingen:

«Er systemlikhet mellom simulator og fartøysbro en viktig forutsetning for trening og operativ evne?»

1.3 Avgrensing

Denne oppgaven avgrenser seg til å fokusere på fagområdet Human Systems Integration (HSI). Oppgaven kommer ikke til å gå noe nærmere inn på Systems Engineering (SE), selv om dette ville ha vært naturlig da SE og HSI henger svært tett sammen. I drøftingen avgrenser oppgaven seg til å gå inn på fire av HSI-områdene: Bemanning, seleksjon, trening og HFE. Oppgaven vil ikke gå nærmere inn på det økonomiske aspektet ved problemstillingen, men anbefaler heller dette til videre forskning.

1.4 Struktur

Oppgaven består av 6 kapitler hvor hvert kapittel inneholder ulike delkapitler. Til å begynne med gjør oppgaven rede for teori som vil gi leseren inngangsverdier til resten av oppgaven. Videre vil valg av metode og studiens gyldighet begrunnes og drøftes. Deretter presenteres resultater og funn før de blir diskutert opp mot utvalgt teori og problemstilling. Til slutt kommer oppgaven med en konklusjon og videre anbefalinger til forskning.

Introduksjon

Referanser vil følge APA6 sitt referansesystem. Referansene vil bli lagt til fortløpende i oppgaven, etterfulgt av en referanseliste i kapittel 7. Vedlegg finner leseren i kapittel 8.

2 Teori

2.1 Hva er et system?

Et system er et sett med gjenstander som skal virke sammen for å oppnå et spesifikt mål. Det kan være alt fra det endokrine systemet som styrer kroppens hormonproduksjon, til et enkelt transporteringsystem. Disse systemene har helt forskjellige retninger og mål, men fellesnevneren er at de er en kombinasjon av funksjonelt relaterte elementer som danner en enhet (Gundersen, 2021).

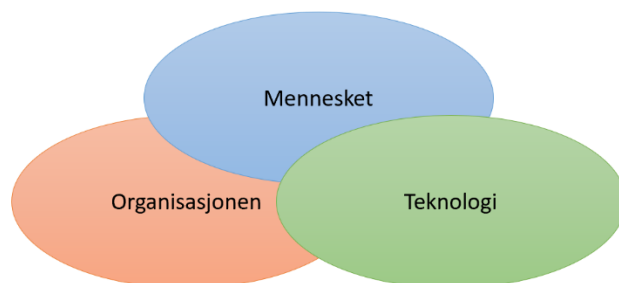
Når man skal designe et system må man sørge for at systemets formål er definert. På denne måten kan elementene i systemet konstrueres for å gi ønsket funksjon. Systemets funksjon er den målrettede handlingen som utføres av systemet (Blanchard & Fabrycky, 2011).

2.2 Human Systems Integration

Human Systems Integration (HSI) representerer fagfeltet innenfor ingeniørarbeid som setter brukeren i fokus. Fagfeltet setter søkelys på integrasjonen av det menneskelige elementet i design, anskaffelse og drift av komplekse teknologier og systemer for å redusere livssyklus kostnader, sikre interoperabilitet med andre enheter og systemer, og optimalisere operativ ytelse (Mjelde, 2016). HSI er svært forenelig med fagfeltet Systems Engineering (SE), til tross for at de tar forskjellige utgangspunkt. Forskjellen er i all hovedsak at HSI har fokus på den som opererer systemet, mens SE har fokus på selve oppbygningen av teknologien og systemet (Eide, 2016). Fellesnevneren for de to fagfeltene er at de presenterer metoder og teorier som kan benyttes for å definere, utvikle og sette i gang systemer.

Utviklingen av HSI startet så sent som på 1960-tallet. Etter blant annet suksess i den amerikanske hæren i 1986 (Sage & Rouse, 2009), har HSI utviklet seg til et fag som kan

benyttes av de fleste typer sosiotekniske systemer. Filosofien bak HSI er at menneskene som skal jobbe er inkludert i hele utviklingsprosessen, fra systemet designes til det settes i drift. Dette kan medføre at levetiden til systemet øker og at risikoen for alvorlige feil og ulykker reduseres. I tillegg kan man oppnå økonomiske besparelser.



Figur 1: HSI-modellen

I et komplekst system utgjør mennesket, teknologien og organisasjonen de tre hovedfaktorene. HSI benyttes som metode for å påvirke samspillet mellom disse (figur 1). Ved å implementere HSI anvender man kunnskap om forutsetninger for menneskelige prestasjoner slik at det totale systemet kan prestere som helhet. Man tar hensyn til sikkerhet, krav til operatørens kunnskapsnivå, samt hvilke helserisikoer som er forbundet med å operere systemet. Bakgrunnen for dette er at unnlattelse av å ta hensyn til menneskelige begrensinger gjentatte ganger har vist seg å være årsaken til at et system ikke fungerer optimalt (Eide, 2016). HSI deles inn i ni ulike domener; bemanning, seleksjon, trening, human factors engineering (HFE), systemsikkerhet, overlevelsessevne, helse, ergonomi og miljø. Samtlige domener fokuserer på brukeren av et system, men på ulike områder. Teoridelen kommer videre til å ta for seg de fire første domenene da det er disse oppgaven fokuserer på.



Figur 2: HSI-domener (Mjelde, 2016)

2.2.1 Bemanning

I vedlegg G står bemanning beskrevet som antall og kombinasjon (sivile, militære, kontraktører) av personell som trengs for å drifte, vedlikeholde, reparere og støtte systemer som anskaffes. Krav til bemanning baserer seg på hvilke operasjoner som skal utøves av systemet, og må ta hensyn til både vedvarende operasjoner og høyrisikosituasjoner. Bemanning må sees i sammenheng med seleksjon, trening og HFE, ettersom disse til sammen vil maksimere systemets effektivitet når de er fullt integrerte (Humanproof, 2021).

2.2.2 Seleksjon

Det er en nær sammenheng mellom bemanning og seleksjon. Der bemanningsdomenet ser på hvor mange mennesker det er behov for, ser seleksjon på hvilke kriterier for kunnskaper, ferdigheter, evner og erfaring som er nødvendig for å utføre arbeidsoppgaver

knyttet til å drifte, vedlikeholde og støtte et system (Vedlegg G). For å finne hvilket bemanningsbehov et system krever, analyseres den totale arbeidslasten og de nødvendige ferdighetene personellet trenger. Personellkarakteristikker påvirker både bemannings- og treningsdomenet. Gjennom funksjonsanalyse er målet å sikre at alle funksjonelle og fysiske grensesnitt er kompatible, operative og integrerte (Humanproof, 2021).

2.2.3 Trening

Trening defineres i Vedlegg G som instruksjoner og ressurser som trengs for å tilføre personellet nødvendig kompetanse til å drifte, vedlikeholde og støtte et system. Trening er altså en læringsprosess som tillater personell å tilegne seg denne kompetansen. Læringsprosessen inkluderer bruken av ulike “verktøy”, eksempelvis simulator, for å tilføre personellet relevant erfaring. Treningssystemene må sørge for at personellet sine ønskede treningsmål blir møtt.

2.2.4 Human Factors Engineering

Alle systemer inkluderer mennesker og det er derfor ingeniører og designere sitt mål å møte brukernes behov. Human factors engineering (HFE) har som mål å sikre brukervennlighet i design av systemer ved å sørge for at de er tilpasset brukerens mentale og fysiske karakteristikk. Ved å se på krav til systemets sikkerhet, utførelse og ytelse skal HFE forbedre menneskelige interaksjoner ved at den teknologiske utformingen er forenelig med menneskelige kapasiteter og begrensinger (Lee, et al., 2017) Foreningen mellom mennesket og maskinen skjer gjennom et brukergrensesnitt, også kalt human-machine interface (HMI)

Human-Machine Interface

“Human-machine interface (HMI) beskriver et brukergrensesnitt eller et dashbord som knytter en bruker til en maskin, et system eller en enhet” (Inductive automation, 2018). Hensikten med HMI er å få en oversikt over hvilke mekaniske utførelser og progresjoner et system har. HMI sørger for kommunikasjon mellom operatør og system ved å få tak i

og fremstille informasjon til brukeren av systemet. Kommunikasjonen går via en Programmable Logic Controller (PLC) og input-/output-sensorer. HMI kan brukes til alt fra å skru av/på et system til å overvåke verdier. Eksempler på et brukergrensesnitt kan være en innebygd skjerm, et tastatur eller en monitor.

“It’s the le... It’s the right one.”

I 1989 krasjet et British Midland-fly. Mannskapet endte opp med å stanse feil motor som respons på co-pilot David McClellands uttalelse: “It’s the le... It’s the right one.” Sitatet gir dessverre et godt eksempel på en konsekvens av respons-seleksjonsfeil. Slike feil kan ikke unngås fullstendig, men riktig design kan bidra til at operatøren kan ta mer nøyaktige og raskere avgjørelser. Dersom det er forventet at en person skal operere et maskineri hurtig og effektivt, så må også maskineriet være designet for å kunne optimalisere effektiviteten mellom dem (Proctor & Van Zandt, 2008).

Design av HMI

Ved design av HMI er det viktig å tenke på hva oppgavene til systemet er og hvilke oppgaver som har høyest prioritet. Oppgavene er utgangspunkt for hvilken informasjon det skal stilles krav til i designet av brukergrensesnittet. Designet bør i tillegg ta hensyn til brukerne, deres behov og persepsjon, ettersom det er de som skal tolke informasjonen. De fleste industrielle organisasjoner bruker i dag en filosofi som ser på sammenhengen mellom ulike systemer og teknologi. En stilguide tar for seg detaljer om koder, farger, teksttype og objekter som er konsistente med designet. Inkonsistent plassering av objekter og koblinger er en motvirkende faktor for menneskelige gjenkjenningsferdigheter, og er derfor noe man ønsker å unngå (Johnsen & Porathe, 2021).

HMI-designet er blant annet viktig for display og konsoller. Et display er bindeleddet mellom et system og mennesket som opererer systemet; det viser et systems tilstand i forhold til menneskets mål med systemet. Den beste koblingen mellom displayets fysiske form og systemets krav til oppgaver avhenger av menneskelig tolkning og informasjonsprosessering. (Lee, et al., 2017). En konsoll fungerer som en direkte tilknytning mellom operatøren og oppgaven som skal utføres av systemet. Det er derfor opp til mennesket

som skal bruke systemet å bestemme hvilke konsoller som er best egnet til hvilke oppgaver. En konsoll fungerer som en direkte tilknytning mellom mennesket som bruker et system og oppgaven som skal utføres av systemet. Det er derfor viktig å tenke på menneskets behov ved hver enkelt oppgave. Hvilken konsoll som vil være best egnet til hvilke oppgaver er opp til mennesket som skal bruke systemet å bestemme. Nøye utvalgte konsoller kan redusere kompleksiteten og resultere i raskere og mer nøyaktige responser (Lee, et al., 2017, p. 286).

2.3 Simulator

Simulatorer benyttes for å gjenskape virkeligheten i en virtuell verden. I en simulator kan man trene på situasjoner som ikke er gjennomførbare å trene på i virkeligheten, med akseptabel risiko. Målet med å trene i en simulator er å utvikle en atferd som er overførbart til det operative systemet som simuleres, men med lavest mulig kostnad (Proctor & Van Zandt, 2008). Særlig innenfor militære organisasjoner, helse, luftfart og sjøfart er virtuelle systemer mye brukt som verktøy for opplæring og trening.

Militæret er en bransje som er dypt investert i simulatorer. De aller fleste land bruker simulatorer til utdanning, trening og øving av sine soldater for å øke sin operative evne samtidig som sikkerhet blir ivaretatt og kostnader holdes nede (Frotvedt, et al., 2019). Simulatorsystemer er hele tiden i forandring og utvikling. De blir stadig mer avansert og kan i stor grad skape realistiske scenarioer. I kombinasjon med erfarne instruktører gir dette verdifull og realistisk trening på en kostnadseffektiv måte. Teknologien behøver ikke alltid å være ny for å gi et godt treningsutbytte så lenge det operatøren trener er overførbart til virkeligheten (Frotvedt, et al., 2019).

“Bruk av simulator til utdanning og trening er kosteffektiv utnyttelse av teknologi for å skape mest mulig kampkraft. (...) Det er viktig å bemerke at det er anvendelsen av simulatorsystemer som øker stridsevnen, ikke teknologien i seg selv” (Sjøforsvarsstaben, 2015, pp. 210-211)

En simulator er kostnadseffektiv fordi man får mye ut av tiden og ressursene man legger ned i treningen (Hareide, 2016). Ved bruk av navigasjonssimulatorer kan treningen spises og ressursbruken er mer effektiv enn ved sjøgående seilas da det er et mindre team som kreves under simulatorentrening. Dersom en navigatør ønsker å trene på fartøysklarening, men det er lite trafikk i området hvor fartøyet befinner seg, vil ikke navigatøren få ønsket treningsutbytte. I en simulator derimot kan operatøren skreddersy scenarioer etter egne behov og da programmerer flere fartøy inn i scenarioet dersom det er fartøysklarering som skal trenes på. Simulatorer kan dog ikke bli sett på som en erstatning for sjøgående seilas fullt og helt, og må derfor sees på som et verktøy (Ulseth, 2017).

Ved utvikling av flysimulatorer er målet å utforme en duplisert versjon av cockpiten og det er stort fokus på troverdig gjengivelse av virkeligheten. Det benyttes omsluttende visuelle display slik at utsynet fra cockpit er reelt, samt at tilsvarende audiosignal er tilgjengelig om bord i flyet. Dersom det oppstår endringer i kreftene som påvirker konsollene i scenarioet, simuleres også dette (for eksempel “force feedback” i ratt og hendler). (Proctor & Van Zandt, 2008). En flysimulator er altså en eksakt kopi av cockpiten, noe som i dagligtale ofte blir omtalt som en 1:1-simulator.

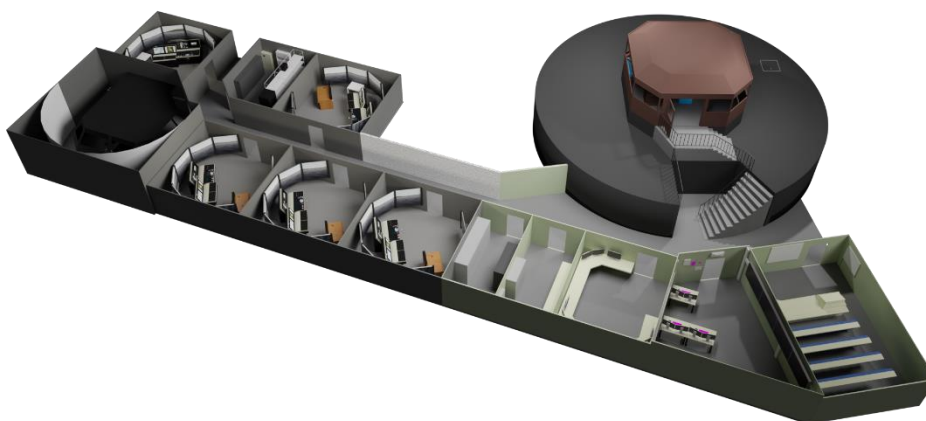
En helt realistisk simulator er meget kostbar, både i innkjøp, vedlikehold og drift. I tillegg er den ofte avhengig av proprietære løsninger fra enkeltstående leverandører. At en simulator bør ligge så tett opp mot virkeligheten som mulig for å kunne utnyttes optimalt for brukerens treningsutbytte, er en “*etablert sannhet*”. Utviklere av simulatorer er også av den oppfattelse at fysisk likhet til det virkelige systemet er viktig (Proctor & Van Zandt, 2008), men det er samtidig vist at effektiv simulatorentrening kan oppnås selv uten høy gjengivelseskvalitet (Mjelde, et al., 2016). Så lenge prosedyrene som skal gjennomføres er de samme i simulatoren og det operasjonelle miljøet, til tross for at spesifikke stimuli- og responselementer ikke er identisk, kan du som øvende oppnå god overføringsverdi (Proctor & Van Zandt, 2008). Generelt sett kan man si at designet av simulatorer er avhengig av brukerens behov.

En simulator trenger verken å være kostbar eller avansert, så lenge den kan tilfredsstille treningsbehovet. De siste årene har det blitt relativt enkelt å utvikle mindre kostbare simulatorer hvor brukergrensesnittet er en enkel datamaskin. Eksempelvis kan man kjøpe

Microsoft Flight Simulator og X-plane på sin egen datamaskin. Dette er kraftige flysimulatorer som er tilstrekkelige dersom målet er å trene grunnleggende perseptuelle motoriske ferdigheter, romorientering eller lære seg å lese flyinstrumenter (Proctor & Van Zandt, 2008).

2.3.1 Sjøforsvarets Navigasjonssimulator

På NavKomp er det syv ulike navigasjonssimulatorer. Fire av disse er små, generiske fartøysbroer hvor blant annet kadetter på Sjøkrigsskolen kan trene på å navigere ulike fartøystyper. Bro Golf, bedre kjent som Storbroen, er større enn småbroene og minner mer om fartøysbroen på fregatt og kystvakt. Her kan man trene et større navigasjonsteam. Til slutt har vi Bro Delta, bedre kjent som Skjoldbroen eller Skjoldsimulatoren, som i all hovedsak benyttes av besetninger fra Korvettskvadronen til hurtigbåtsnavigasjon.



Figur 3: Oversikt over simulatoranlegget ved NavKomp

Skjoldsimulatoren er 1:1 med fartøysbroen på korvett, mens det er sendt inn et behov om å gjøre Storbroen mer virkelighetsnær fartøysbroen på fregatt. Av den grunn vil kapitlet gå nærmere inn på Skjoldsimulatoren og Storbroen da det er disse oppgaven tar utgangspunkt i.

2.3.1.1 Skjoldsimulatoren

Skjoldsimulatoren ved NavKomp er en navigasjonssimulator levert av Kongsberg Digital og brukes innenfor undervisning og trening. Miljøet i simulatoren er 1:1 bromiljøet på Skjold-klasse korvettene. På denne måten kjenner navigatørene seg igjen da utstyret er plassert på samme sted som om bord for å gi mest mulig realistisk trening (NavKomp, Ukjent)

“Hensikten med Skjoldsimulatoren er å tilegne navigatørene ferdigheter og holdninger i Skjold navigasjon til et så godt nivå at sikkerhet for personell og materiell er ivaretatt ved virkelige seilas” (NavKomp, Ukjent). Skjoldsimulatoren ble designet slik at alle knapper, armlener, lys, funksjoner på alle instrumenter og avstand til ting skulle være likt som i virkeligheten. Simulatoren har syv prosjektorer som sammen danner den virtuelle virkeligheten man trener i (Mjelde, oktober 2021).



Figur 4: Skjoldsimulatoren, sett fra inngangen (kilde: M. Frotvedt, NavKomp)



Figur 5: Skjoldsimulatoren, sett forfra (kilde: M. Frotvedt, NavKomp)



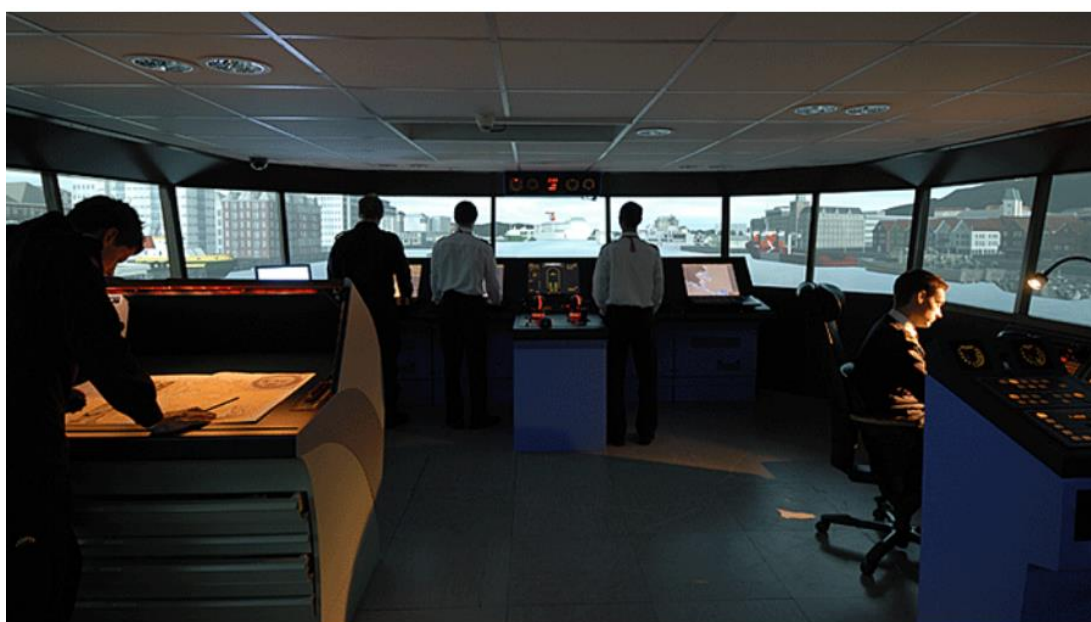
Figur 6: Skjoldsimulatoren, midtre konsollpanel (kilde: M. Frotvedt, NavKomp)

2.3.1.2 Storbroen

Storbroen er den største broen i simulatorparken på NavKomp. Den er 14,2 meter i diameter og har 360 graders utsyn med 12 prosjekterer, hvor hver prosjektor dekker 30 grader av lerretet. Storbroen er blant annet utstyrt med to radarer, to ECDIS, en styrekonsoll, to VHF, GPS og log. Det er en navigasjonssimulator som hovedsakelig blir benyttet av 1. Fregattskvadron i navigasjonstrening, men fordi den er generisk blir den også benyttet av andre store fartøy, som Kystvakten. Til nød kan mindre marinefartøy som eksempelvis minefartøy også trene der, men dette er mindre optimalt (Frotvedt, desember 2021).



Figur 7: Storbroen (kilde: M. Frotvedt, NavKomp)



Figur 8: Storbroen, under simulatortrening (Mjelde, 2013, p. 53)

3. Metode

3.1 Valg av metode

For å besvare problemstillingen i denne oppgaven har vi benyttet oss av kvalitativ og kvantitativ metode. Kvalitative og kvantitative metoder utfyller hverandre og ved bruk av begge i en oppgave kalles det metodetriangulering. Metodetriangulering oppveier for svakheter forbundet med å bare benytte én metode (Jacobsen, 2005, p. 124). Der kvalitativ metode kan gi innsikt i individuelle tilnæringer til simulatorens nytteverdi, kan kvantitativ metode avklare hvor utbredt de ulike synspunktene er hos eksempelvis erfarne og uerfarne navigatører (Grønmo, 2020).

Som kvalitativ metode har vi brukt intervju. For å svare på problemstillingen har vi behov for navigatørens synspunkt da det er de som opererer systemene. I tillegg til dette har vi intervjuet ansatte på NavKomp som har meget god kjennskap til systemene og nytteverdien av simulator. Vi har gjennomført intervju med to fra Fregattskvadronen, tre fra Korvettskvadronen og tre fra NavKomp. Totalt har vi intervjuet 8 personer med ulikt erfaringsnivå og tjeneste.

Vi valgte å gjennomføre individuelle intervju for å få den enkeltes inntrykk av simulatorens nytteverdi, sett opp imot likheten til egen fartøysbro. Vi benyttet oss ikke av gruppeintervju som metode, da det i en gruppe som regel vil være en som er mer erfaren enn andre. Dette kan føre til at den mindre erfarne i gruppen ikke får komme til ordet, og dermed ikke ytret sine erfaringer eller tanker om temaet. Et gruppeintervju ville sannsynligvis ha skapt en god diskusjon, men grunnet ønsket om nyanserte data og den enkeltes meninger, besluttet vi å gjennomføre individuelle intervju.

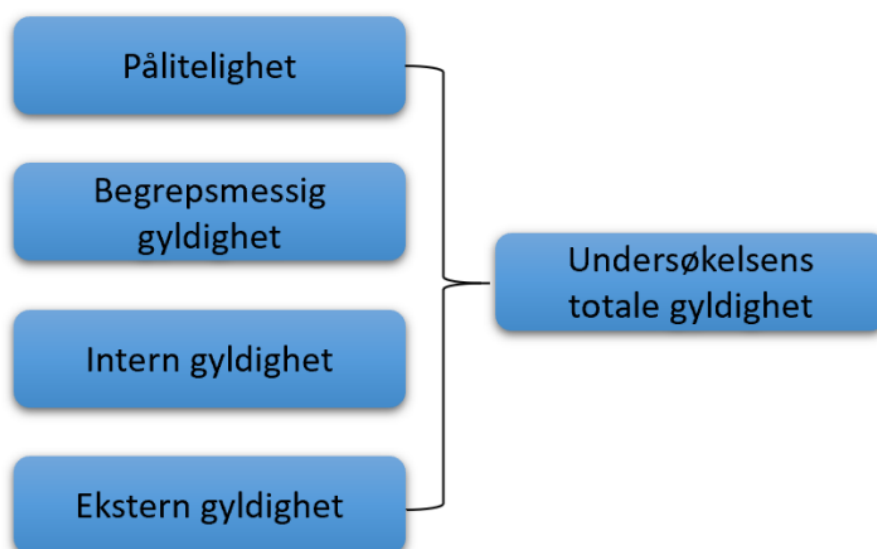
Ansatte ved NavKomp er i denne sammenheng naturlige intervjuobjekt. Enkelte av dem innehar mye kompetanse innenfor fagfeltet HSI, spesielt knyttet opp mot simulator da de har vært med å designe Skjoldsimulatoren og Storbroyen. Videre intervjuet vi både erfarne

og mindre erfarne navigatører i 1. Fregattskvadron og 1. Korvettskvadron for å nyansere datainnsamlingen.

Når det kommer til den kvantitative metoden benyttet vi oss av et spørreskjema. Disse ble naturligvis delt ut til de ulike besetningene i 1. Fregattskvadron og 1. Korvettskvadron. På denne måten kan vi sammenlikne i hvor stor grad navigatørene på fregatt og korvett er fornøyd med designet av sin simulator med tanke på systemlighet i forhold til egen fartøysbro. Totalt har 34 navigatører som har tjenestegjort eller tjenestegjør ved Fregattskvadronen og Korvettskvadronen besvart spørreskjemaet. Da antall tjenestegjørende navigatører i de ulike avdelingene er gradert informasjon, kan vi ikke informere om hvor stor svarprosent dette tilsier i denne ugraderte oppgaven.

3.2 Studiens totale gyldighet

Hvor god en studie er avhenger av fire forhold: pålitelighet, begrepsmessig gyldighet, intern gyldighet og ekstern gyldighet (Jacobsen, 2005, p. 387).



Figur 9: Elementer i undersøkelsens totale gyldighet (Jacobsen, 2005, p. 387)

En studies pålitelighet tar utgangspunkt i om andre forskere ville ha kommet fram til de samme resultatene (Jacobsen, 2005, pp. 213-214). Man stiller seg spørrende til om det er noen trekk ved studien som ligger til grunn for resultatene som har blitt presentert. For den kvalitative studien i denne oppgaven er påvirkning under intervjuprosessen, ledende spørsmål og mistolking av funn mulige feilkilder. Vi har imidlertid valgt å ta lydopptak under samtlige intervjuer for å kvalitetssikre den informasjonen vi har fått, og på den måten sikre korrekt analyse av innhentet data.

I den kvantitative studien er respondenten sin tolkning av måleapparatene² en feilkilde da vi har flere fortolkningsnivå. Et fortolkningsnivå kan forstås som en prosess i undersøkelsen hvor en person må tolke et utsagn (Jacobsen, 2005, p. 36). Dersom vi hadde omformulert måleapparatene er det en mulighet for at vi hadde fått andre resultater. Da den totale studien består av et begrenset antall navigatører er det trolig at en annen forsker ville ha kommet fram til omtrent de samme resultatene. Dette styrker studiens pålitelighet.

Hvor god den begrepsmessige gyldigheten er omhandler hvorvidt vi har lyktes med å måle det vi påstår at vi har målt i undersøkelsen (Jacobsen, 2005). Dette har vært en utfordring i den kvantitative studien da dette er en relativt lukket metode hvor informasjonen som skal samles inn er predefinert (Jacobsen, 2005, p. 235). Vi kan stille oss spørrende til om måleapparatene i spørreundersøkelsen var egnet for å få inn ønsket informasjon. Ifølge intervjuobjekt 8 avhenger viktighetene av at systemet er 1:1 av hva som skal trenes på; om det er ren navigasjonsteknisk trening eller trening på rollen som vaktsjef (2021). Her er det da mulighet for at deltakerne har tatt ulike standpunkt i besvarelsen av spørreskjemaet. Igjen kan vi trekke inn problemet med at vi har flere fortolkningsnivå.

Den interne gyldigheten går på hvor godt grunnlag vi har for å trekke de slutningene vi gjør, ut ifra de dataene vi har fått. En fallgrube for de kvalitative funnene er nivåfeilslutning. Dette går ut på å for eksempel tilegne en hel skvadron verdier og meninger som vi finner på individnivå (Jacobsen, 2005, p. 381). Dette stemmer i vårt tilfelle, da vi valgte

² Spørsmål stilt i spørreskjemaet

Metode

å intervju 2-3 navigatører per skvadron. Dette gjelder derimot ikke de kvantitative funnene da en stor andel navigatører fra både Fregatt- og Korvettskvadronen besvart spørreundersøkelsen.

En måte å sikre studiens interne gyldighet på er å gjennomføre en respondentvalidering. Respondentvalidering er en måte å validere funnene på ved å konfrontere respondentene angående funnene, i den hensikt å undersøke i hvilken grad respondentene kjenner seg igjen i de resultatene vi presenterer (Jacobsen, 2005, pp. 214-215). Under arbeid med en oppgave vil det alltid være begrenset med tid og ressurser, men dersom vi hadde hatt mer av dette ville vi ha gjort ulike tiltak for å forbedre den interne gyldigheten. Vi har tiltro til at ved å bruke lengre tid på å utbedre spørreundersøkelsen og intervjuguiden, i tillegg til å intervju enda flere navigatører, ville den interne gyldigheten blitt bedre. Vi hadde oppnådd et bredere spekter med tanke på erfaringsnivå og opplevelser av simulatorene.

Om den eksterne gyldigheten er god henspiller seg på om resultatene vi har kommet fram til gjelder for en større gruppe enn den vi har undersøkt (Jacobsen, 2005, p. 387). Før vi konkluderer med om den eksterne gyldigheten er god eller ikke er det viktig å definere hva som er rammene for undersøkelsen: Alt som befinner seg utenfor det norske Sjøforsvaret defineres som eksternt. Da kan vi konkludere med at studien som er gjort i denne oppgaven ikke kan generaliseres utenfor undersøkelsens rammer. Bakgrunnen for denne påstanden baserer seg på at vi gjennom studien ikke kan konkludere med følgende: "Dersom det viser seg at identiske navigasjonssimulatorer øker Sjøforsvarets operative evne, vil det også øke Equinor³ sin operative evne."

Den kvalitative studien har sikret en større andel utdypende data enn den kvantitative studien har. Derfor anser vi den kvalitative metoden som god nok til å alene kunne svare på problemstillingen. På bakgrunn av dette kunne vi med fordel ha spisset spørsmålene enda mer i retning av problemstillingen, da de var meget generelle. Vi ser dog at den kvantitative metoden har vært med på å underbygge svarene intervjuene ga oss, noe som har gjort det mulig å trekke slutninger for hele skvadronene og besvare problemstillingen.

³ Equinor er et olje- og energiselskap

4. Resultater

4.1 Kvalitative data

I dette delkapittelet presenteres de kvalitative dataene. I studien har det blitt gjennomført individuelle intervju med navigatører om bord på korvett og fregatt, og med ansatte på NavKomp. Navigatørene om bord på korvett og fregatt har hatt ulik fartstid om bord som varierer fra omtrent 6 måneder til 3 år. Det er forskjell på spørsmålene vi har stilt navigatørene og de ansatte på NavKomp. Grunnen til dette er at navigatørene fra fartøyene har erfaring med brukeropplevelsen, mens de ansatte på NavKomp har kompetanse på det faglige området når det kommer til bruk av simulator og fagfeltet HSI. Da intervjuobjektene svarte mye forskjellig under hvert spørsmål har vi valgt å kategorisere svarene deres istedenfor å gjengi spørsmålet og deretter deres svar. Se vedlegg B for intervjuguide.

4.1.1 NavKomp

Nytteverdi av simulator

Respondentene fra NavKomp omtaler nytteverdien til navigasjonssimulatorene som stor; man kan trene få personer, mange personer og man kan trene på nøyaktig det en har behov for, gitt at funksjonaliteten finnes i simulatoren. Det fremheves også at navigasjonssimulatoren ved NavKomp kan konfigureres slik du ønsker med vær og vind, natt og dag, og at vanskelighetsgraden kan økes eller senkes ved behov. Simulatoren sin tilgjengelighet er et annet moment som trekkes fram som en nytteverdi. Det krever ikke mye å fullføre en seilas i simulator i motsetning til en seilas med et virkelig skrog.

Når et marinefartøy går fra kai kreves det at flere funksjoner er bemannet. Dette er svært lite kostnadseffektivt dersom intensjonen med å gå fra kai kun er å trene navigatørene på bro. Da er det mer besparende å sende navigatørene i simulator for å trene. I simulator kan du designe situasjonene du ønsker å trene på og kun fokusere på det navigasjonstekniske uten å måtte forholde deg til for eksempel maskindetaljen (Intervjuobjekt 1, 2021).

For Korvettskvadronen er det en fordel å ha en simulator hvor de kan trene på ting med høy risiko; for eksempel å trene i høy fart med degraderte systemer. Det samme gjelder fregattene og ferdsel gjennom trange og ukjente led. Å skulle trene på dette ute i virkeligheten medfører økt risiko og kan gå utover sikkerheten til de om bord (Intervjuobjekt 2, 2021).

Høsten 2021 ble flere av prosjektorene i Skjoldsimulatoren ødelagt som konsekvens av et strømbrudd. Det tok ikke lang tid før det ble omfordelt penger til å fikse dem: “Da dette ble meldt inn fikk vi se hvor utrolig viktig Skjoldsimulatoren er for operativ evne. Det gikk veldig kort tid fra omfordeling av penger i marinestaben, til innkjøp av nye skjermer. Normalt ville dette tatt lang tid. Det er definert som et høyt operativt krav å ha Skjoldsimulatoren oppe.” (Intervjuobjekt 1, 2021). Av dette sitatet kan man forstå hvor viktig Skjoldsimulatoren er for Marinen sin operative evne.

Atferd i simulator

Innunder spørsmålene som omhandler navigatørenes atferd i simulator trekkes det fram at flere besetninger ofte møter opp for å trene, men med en begrenset plan for hva og hvordan. Intervjuobjekt 1 påpeker at dette nødvendigvis ikke har noe med utstyret i simulator å gjøre, men heller innstillingen til hva navigatørene egentlig skal trene på. Av intervjuobjektene er det slik å forstå at dette er noe som varierer fra besetning til besetning, både på korvett og fregatt.

Korvettskvadronen omtales som gjennomgående ryddig på hva de skal trene. Det understrekes at de kommer kjapt og enkelt i gang fordi de vet hvor utstyret befinner seg og hva som skal settes opp for å få det utbyttet de ønsker. Fregattskvadronen derimot, fremstilles som mindre målbevisste i treningen. Ifølge intervjuobjektene kommer de ikke like enkelt i gang, noe som kan sees i sammenheng med at de ikke har en 1:1 simulator. Det belyses at Fregattskvadronen dog har forbedret seg. De har blitt mye mer spisset i treningen og bedre på å definere treningsmålene sine. Denne endringen kan være en grunn til at de nå ønsker en mer virkelighetsnær bro. fordi de stadig møter på hindringer i treningen hvor de innser at simulatoren gjerne skulle hatt flere funksjoner.

Designet

Designet av simulatorene ansees av intervjuobjektene som veldig allsidig. Alle simulatorene, bortsett fra Skjoldsimulatoren, kan fungere i samme scenario. På denne måten kan flere besetninger trene sammen. Kadettene på SKSK har også muligheten til å trene på forskjellige fartøystyper da småbroene er designet som generiske fartøysbroer.

Med tanke på Fregattskvadronens ønske om å designe Storbroen som en fregattbro (vedlegg H) setter intervjuobjektene lys på flere faktorer som argumenterer for og imot hvorfor den bør designes slik. På den ene siden er det en fare for at Storbroen blir vanskelig å bruke for andre, for eksempel KV Svalbard som også benytter seg av den. Slik Storbroen ser ut nå kan den brukes av flere, men dersom det skal se helt likt ut som på fregatt blir det lite gunstig for andre å trene der. På den andre siden trekker intervjuobjektene fram at det er utrolig dyrt å ta ut en fregatt bare fordi enkelte skal trene på bro, og at Storbroen av den grunn bør designes som en fregattbro for å kunne trene realistisk.

Intervjuobjektene sier seg generelt sett enig i at de er fornøyde med designet av simulatorene, men en av dem setter lys på at alle broene kunne ha trengt nyere teknologi og da spesielt den visuelle teknologien. Noen av prosjektorene fungerer utmerket til å seile med på dagtid, men i mørket gir prosjektorene mye hvitt bakgrunnslys som gjør det vanskelig å få ordentlig nattsyn.

Likhet mellom Skjoldsimulator og virkeligheten

Skjoldsimulatoren er såkalt 1:1, noe som vil si at den er tilnærmet lik fartøysbroen i virkeligheten. Ifølge intervjuobjektene ble den designet slik at knapper, armlener, avstand til ting, lys og funksjoner på alt av instrumenter er likt. Det er eksempelvis montert inn vindusviskere, så dersom navigatøren seiler i snøvær så fjernes snøen fra den visuelle scenen akkurat i området hvor vindusviskerne er.

En fordel som trekkes fram med tanke på Skjoldsimulatorens likhet til virkeligheten er muligheten til å teste ut nye programvarer før de installeres på fartøysbroen. Da det stadig kommer nye oppdateringer på ECDIS og radar er dette en stor fordel. Oppdateringene

baserer seg på ting som må endres, sikkerhetsrapporter fra fartøy, teknologiske nyvinninger osv. Man kan da installere den nye versjonen i simulatoren først, trene på den, luke ut eventuelle feil for å gjøre programvaren bedre for så å installere den nye versjonen på fartøyene dersom den viser seg å være tilfredsstillende.

Navigatorers utvikling

Da et av intervjuobjektene på NavKomp ble spurt om hvordan vedkommende har oppfattet navigatørens utvikling etter trening i simulator trekkes fort Fregattskvadronens utvikling inn.

“Vi har sett en betydelig forbedring hos fregatt. De har blitt flinkere til å utnytte simulatorens muligheter til sin fordel. De ønsker dog å ta dette til neste nivå, og dermed må simulatoren på Storbroen videreutvikles slik at den møter deres krav og ønsker.” (Intervjuobjekt 1, 2021).

Hos kadettene på SKSK trekker intervjuobjekt 1 fram at kombinasjon mellom simulator-trening og seiling med skolefartøyene løfter deres evne og ferdigheter til et høyt nivå. Nivået er såpass høyt at når de kommer ut på skolefartøyene så har de allerede med seg veldig mye kunnskap. Intervjuobjektet setter videre lys på at bare det å kunne trene på hvilke knapper som er hvor i simulator er en stor fordel når du kommer ut og alt begynner å riste og slå. Siden simulatoren er så lik skolefartøyene vil kadettene hele tiden forsterke læringen og det går mer over til automatikk som igjen gjør at du kan frigjøre mental kapasitet. Da kan navigatøren heller fokusere på miljøet rundt som ofte er mye vanskeligere ute på fartøyet enn i simulator.

Vaktsjefskurs og klareringer

Korvettskvadronen gjennomfører store deler av sine vaktsjefskurs i simulatoren. Tidligere foregikk hele dette kurset på sjøen, men etter hvert har bruken av simulator blitt mer og mer integrert i kurset.

“Tidligere ble vaktsjefskurs gjennomført i løpet av tre uker på sjøen. Etter å ha regnet på drivstoff- og lønnskonstanter fant de vi ut at hver gang man gjennomfører vaktsjefkurs to uker i simulator og én uke på sjøen, sparer man litt over 3 millioner. Det Korvettskvadronen brukte disse pengene på før kan de nå bruke på å ha flere fartøyer ute og mer ammunisjon under øvelse. På denne måten når Korvettskvadronen et høyere kampkraftnivå tidligere, men for den samme summen som tidligere” (Intervjuobjekt 1, 2021).

Intervjuobjekt 1 hevder at Korvettskvadronen sin opplevelse ved bruk av dagens modell, som er to uker i simulator og én uke på sjøen, er at vaktsjefskurset blant annet har blitt mer familievennlig da andre ansatte om bord kan avspasere. De slipper også slitasje på skroget og elevene er mer motiverte. Det har seg også slik at når klareringen gjennomføres i simulator vil kandidatene bli testet på samme måte, ettersom de vil få samme forutsetninger med tanke på værforhold og trafikk. I tillegg vil de bli sensurert av samme person. Ifølge intervjuobjekt 1 er sluttresultatene de samme ved bruk av dagens modell, som da alle tre klareringsukene ble gjennomført ute på sjøen.

Slike klareringer er lettere å gjennomføre i Skjoldsimulatoren, da alt er likt, men intervjuobjekt 1 påpeker at alt ikke nødvendigvis må være likt i simulatoren for å kunne kjøre klareringer og mønstringer. De gjennomfører deler av vaktsjefklarering også for andre fartøyer i Marinen enn bare korvett. Da fokuserer de på atferd og om kandidaten evner å ha fokus på både sikkerhet og indre anliggender på fartøyet. Ettersom det er mulig å tilpasse og degradere navigasjonssystemene har de i tillegg muligheten til å mønstre fartøyene i simulatoren. Med degradering av systemer mener intervjuobjekt 1 at de kan fjerne GPS eller legge til ulike feil som besetningen i simulator må forholde seg til. Siden simulatoren ikke er 1:1 må navigatørene fortelle hvordan de ville ha håndtert de ulike situasjonene.

På den måten får de reflektert rundt hva de ville ha gjort på bro, selv om de ikke fysisk får utført handlingen.

4.1.2 Korvett

Nytteverdien

Samtlige intervjuobjekter fra Korvettskvadronen sier seg enig i at Skjoldsimulatoren er en god treningsplattform med mulighet til å trene så realistisk som mulig. Intervjuobjekt 3 utdyper at det er en læringsarena for å teste og feile, uten at det medfører konsekvenser. Dersom man er ny eller skal seile med et nytt team så er trening i simulator i forkant av seilas en ypperlig arena for å trene på utfordrende situasjoner, slik at man er i trygge omgivelser dersom det skulle oppstå uønskede hendelser. Intervjuobjekt 4 påpeker at dette gir større muligheter til å trene mer ekstremt i simulatoren enn i virkeligheten, men poengterer at det ikke betyr at de tar større risiko av den grunn. Videre forteller vedkommende følgende om Skjoldsimulatoren sin nytteverdi:

“Vi hadde ikke klart oss uten muligheten til å trene i simulatoren. Da måtte vi ha økt seilingsbudsjettet. Hele den organisasjonen som skal til for å støtte to personer som øves om bord er stor; du må blant annet ha maskinmester, VTO, medisinsk personell og kokker. Simulatoren er av den grunn uvurderlig» (2021).

Likhet mellom Skjoldsimulatoren og virkeligheten

“Det er så likt at jeg kan lukke øynene på bro og finne fram til de samme tingene som jeg gjorde i simulator da det aller meste av det jeg bruker stemmer overens” (Intervjuobjekt 3, 2021)

Sitatet over illustrerer Skjoldsimulatoren sin likhet til fartøysbroen på korvettene. Videre kan man stille seg spørrende til om det er nødvendig at det er så likt som intervjuobjekt 3 gir uttrykk for. Likevel handler det mye om hvilken innstilling man går inn med, noe Korvettskvadronen videre ga uttrykk for i intervjuene: “hvis du aksepterer at du går inn i en ny virkelighet i simulatoren, så er det faktisk identisk” (Intervjuobjekt 4, 2021)

Uten å vite om det er vedkommende sin innstilling til simulatorentreningen eller simulatorens likhet til virkeligheten som ligger til grunn for utsagnet, forteller navigatøren om opplevelsen av å ha gått ut av simulator med en skrekkslagen følelse fordi de var nær å grunnstøte. Enkelte ganger er det til og med bedre å trene i simulator enn ute da det er mulig å sette opp scenarioer etter treningsbehov (Intervjuobjekt 4, 2021).

Flere av navigatørene fra Korvettskvadronen påpeker at en av de største forskjellene mellom simulator og bro er internsambandet. Det finnes ikke i simulator, og løsningen der er bruk av UHF-er. Videre nevnes det at det i tillegg er enkelte statusskjermer om bord som gjør det mulig å snakke med andre deler av båten, men som ikke finnes i Skjoldsimulatoren. Dette har dog ikke den største innvirkningen på navigasjonsteamets ytelse, men det går heller på vaktstjef sine ekstra oppgaver som vedkommende ikke får gjennomført i simulator.

Med tanke på navigasjon er det, ifølge intervjuobjekt 5, ulike referansepunkt i simulator og i virkeligheten. Vedkommende hevder at “i virkeligheten er stevnet i forhold til et punkt på kanonen, men i simulatoren blir dette referansepunktet i midten av skjermen” (2021). Bildet på skjermene i simulator vil aldri være like realistisk som i virkeligheten. Denne fjernheten til virkeligheten påvirkes blant annet av at du ikke kan se 360 grader utover fordi skjermene bare dekker 180 grader og at avstandsbedømmelse er vanskeligere i simulator enn i virkeligheten (Intervjuobjekt 3, 2021).

Et moment som forsvinner i Skjoldsimulatoren, er fartøyets bevegelse. Intervjuobjekt 4 fremhever at under radarseilas eller seiles med nedsatt sikt er det lettere å ha en følelse på hvordan båten beveger seg, men i simulator vil alt være statisk. Påstanden underbygges av intervjuobjekt 3, som sier at det som følger av dette ikke er mulig å oppnå den samme finmanøvreringen i simulator. Det understrekes dog at forskjellene er små og ikke av særlig stor betydning da det øves på prosedyrer

Designet

En del av utformingen på bro er lite hensiktsmessig med tanke på når du skal bruke konsollene. Et helt konkret eksempel som både intervjuobjekt 4 og 5 nevner, er at reservepanelet til vannjeten befinner seg langt bak navigatørstolen. Dette gjør at navigatøren blir nødt til å strekke seg eller gå ut av stolen for å operere reservepanelet. Det kommer også fram av intervjuobjekt 4 at det ikke tas høyde for lyssensitivitet i designet av brosystemet. Det har ikke blitt satt krav til lysstyrke ved bestilling av utstyr og instrumenter slik at provisoriske løsninger som tape, plexiglass og 3D-printede lokk må til for å dempe belysningen. Disse detaljene er også tatt med i simulatoren, da det er ønskelig å trene så realistisk som mulig.

Navigatørene opplever at når ingeniørene kommer om bord på fartøyet er de mer opptatt av hvordan det ser ut under konsollpanelet. Ting plasseres slik at det ser bra ut under med tanke på vedlikehold og ledninger som skal trekkes. Intervjuobjekt 4 setter lys på at det for eksempel er veldig mange trykk som må gjøres for å få én enkelt ting til å skje, noe vedkommende ser for seg at et spillerselskap kunne ha effektivisert. Intervjuobjekt 5 sier at designet ikke er intuitivt, men at det fungerer bra når man først har satt seg inn i det. Av Korvettskvadronen kan man tolke det slik at grensesnittet burde ha vært utviklet av noen andre som har mer fokus på brukeren, men at systemet fungerer bra når du først har satt deg inn i det.

4.1.3 Fregatt

Nytteverdi

Innunder spørsmålet om simulatorens nytteverdi uttrykker samtlige intervjuobjekt fra Fregattskvadronen at den er en viktig del av navigasjonstreningen, og derfor er nytteverdien stor. En norm er å seile områder i simulator før man gjør det i virkeligheten (Intervjuobjekt 6, 2021). Det er ikke alltid navigatørene har mulighet til å være med på gjesteseilas, eller har det seilingsprogrammet de ønsker i forhold til hva de helst vil trene på. Likevel vil det mest optimale være å ha en simulator som er identisk til fregattbroen.

Likhet mellom Storbroen og virkeligheten

Simulatoren som Fregattskvadronen benytter seg av, Storbroen, omtales som tilnærmet virkelighetsnær av intervjuobjektene fra Fregattskvadronen. Systemer som går på ren navigasjon, slik som radar og ECDIS, er veldig likt i simulatoren som på bro, men det er en del andre systemer og konsoller som ikke er like. Dette gjelder blant annet rorindikatoren som er plassert ulikt i forhold til hvor den befinner seg på fregattbroen og manglende IPMS. Sambandet i simulatoren er også annerledes og intervjuobjekt 7 presiserer at “det er mye samband som går på bro mellom operasjonsrom og maskin som man ikke får dekket under simulatortrening. Vi benytter en simulert VHF som samband og det er ikke optimalt” (2021). Videre legges det også vekt på at ekko blir mye større og tydeligere i simulator enn de blir i virkeligheten, noe som forstyrrer den realistiske treningen.

Utover i intervjuene med navigatørene fra Fregattskvadronen trekkes det stadig inn ting som er annerledes mellom simulator og fartøysbroen, som resulterer i at de ikke får trent optimalt. På et oppfølgingsspørsmål om forskjellene skaper forvirring svarer intervjuobjekt 7 følgende: “Det er mer en omstilling når man skal ut å seile; da må man sette deg inn i flere momenter som må tas hensyn til ved sjøgående seilas. Å gå fra fartøy til simulator er ikke et problem, for da fokuserer man kun på de navigasjonstekniske delene ved seilassen” (2021).

Et av fokusområdene innen navigering på fregatt er å seile i trange områder. Dette trenes det mye på i simulator, men en utfordring her er værinnstillingene. Intervjuobjekt 6 trekker fram at strømmen i virkeligheten gjerne endrer retning ut ifra hvor og hvordan du ligger i sjøen, samt hvilken kurs man har. Videre påstås det at i simulatoren må du fysisk skru på vind og strøm, og da er de kontinuerlige helt til de blir skrudd av igjen. Det vil si at man ikke kan sette strøm i et spesifikt geografisk område, eller sette vinden til å dreie når du skifter kurs eller kommer lengre syd etc., noe som ville ha vært gunstig for treningen sin del.

Designet

Samtlige av intervjuobjektene fra Fregattskvadronen er enig i at designet av Storbroen kunne vært bedre med tanke på plasseringen av utstyr og konsoller, i tillegg til at en del utstyr mangler. Når de blir spurt om designet i simulator trekker de i stor grad fram svakhetene med designet fremfor hva som er bra. Disse svakhetene har blitt kartlagt tidligere i kapitlet. Likevel trekker de fram at brukergrensesnittet er intuitivt.

4.1.4 Oppsummering av kvalitative data

NavKomp, Fregattskvadronen og Korvettskvadronen omtaler nytteverdien av navigasjonssimulatorene som stor og som en viktig del av navigasjonstreningen. De trekker spesielt fram hvor tilgjengelig den er og at man kan trene uten risiko og med lavere kostnader. Korvettskvadronen fremhever hvor virkelighetsnær Skjoldsimulatoren er, og illustrerer dette med å fortelle at det er mulig å lukke øynene på bro, se for seg simulatoren og på den måten finne fram til korrekte instrumenter. Dette kan imidlertid ikke Fregattskvadronen si seg enig i, og trekker fram flere forskjeller mellom Storbroen og fregattbro.

Da Korvettskvadronen har en simulator som er tilnærmet identisk, foregår store deler av blant annet vaksjefklareringen i simulator. Til tross for at Storbroen ikke er identisk med fregattbroen, setter NavKomp lys på at deler av klareringer kan foregå i simulator, men ikke i like stor grad. NavKomp understreker at Fregattskvadronen er flink til å utnytte simulatoren så godt det lar seg gjøre, som igjen kan være grunnen til at de nå ønsker å videreutvikle den.

4.2 Kvantitative data

Gjennom spørreundersøkelsen (vedlegg C) spurte vi både erfarne og mindre erfarne navigatører om deres forhold til simulator, og hvordan de ser på viktigheten av likhet mellom simulator og bro på fartøyene. De tre innledende spørsmålene i spørreundersøkelsen er av ren demokratisk art hvor tjenestested og erfaringsnivå kartlegges. Spørsmål 1, 2 og 3 vil derfor ikke bli presentert i dette kapittelet. Spørsmål 4 til 7 er imidlertid direkte knyttet til studien da disse spørsmålene ber respondenten svare på flere problemstillinger knyttet til viktigheten av likhet mellom simulator og fartøysbro. Spørsmål 8 og 9 er åpne spørsmål hvor respondenten får mulighet til å utdype svaret sitt fra spørsmål 7 samt fremheve andre forhold som de mener er viktig, men ikke har fått muligheten til å ytre tidligere i spørreskjemaet.

4.2.1 Spørsmål 4

Spørsmål 4 presenterte syv ulike påstander hvor hver deltaker ble bedt om å krysse av for hvorvidt den enkelte påstanden passet deres tilfelle.

I hvilken grad mener du påstanden under stemmer overens med hvordan simulatorsystemet for din fartøystype ser ut i dag?

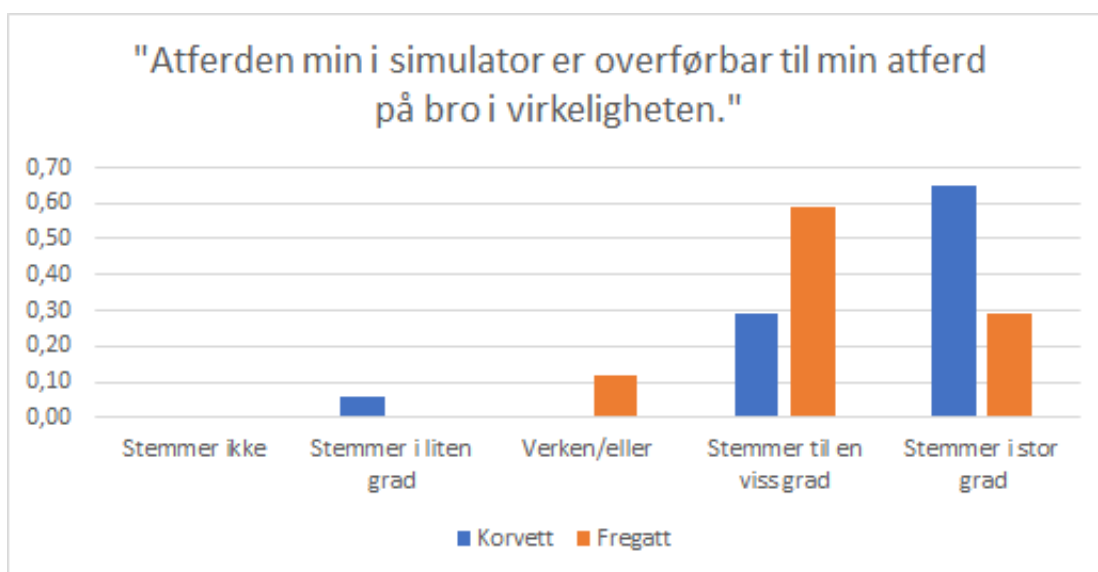


Diagram 1: Resultat spørsmål 4C

Resultatet fra spørreundersøkelsen bekrefter at de fleste i besetningene fra Korvettskvadronen mener deres atferd i 1:1 simulatoren er overførbart til virkeligheten, da 65% har svart at påstanden “stemmer i stor grad”. Vi ser dog at nærmere 60% fra Fregattskvadronen mener at denne påstanden “stemmer til en viss grad”, til tross for at deres simulator ikke er 1:1. Se vedlegg D for prosentutregning.

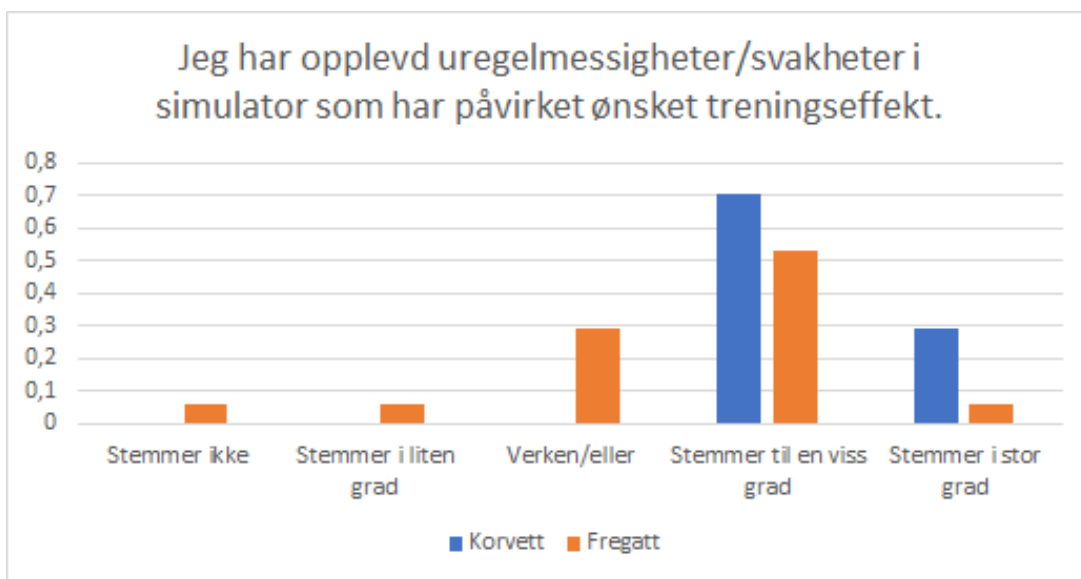


Diagram 2: Resultat spørsmål 4F

Diagrammet fra spørsmål 4F viser et ganske samlet resultat fra Korvettskvadronen. Data fra Fregattskvadronen derimot tyder på mer uenighet. Som et resultat av kvantitativ metode er det usikkerhet rundt hva som er årsaken til disse resultatene. Av den grunn ba vi alle som svarte “stemmer til en viss grad” eller “stemmer i stor grad” om å utdype svaret sitt i spørsmål 8 (se vedlegg E).

Deltakerne fra Korvettskvadronen setter spesielt lys på prosjektorene sin nedetid. Dette medførte manglende sikt aktenfor 45 grader på både babord og styrbord side, noe som har påvirket ønsket treningseffekt i simulator. På fregattsiden blir radarbruken nevnt flere ganger. På Storbroen gir radaren tilnærmet perfekt bilde, noe som gjør at man kan pålegge

Resultater

seg uvaner ved å for eksempel ikke justere på gain⁴ for å skape et godt bilde på radar-skjermen. Slik resultatene tolkes ønsker fregattvåpenet å trene med “like dårlig” utstyr som de har om bord for å trene mest mulig realistisk.

I ettertid har vi imidlertid sett at spørsmål 4F burde ha vært formulert annerledes. Det vi ønsker å få svar på er om respondenten har opplevd uregelmessigheter/svakheter i simulator som har påvirket treningseffekten på en *negativ* måte. Av svarene kan det likevel virke som at respondentene har tolket spørsmålet på denne måten og derfor benyttes resultatene i oppgaven.

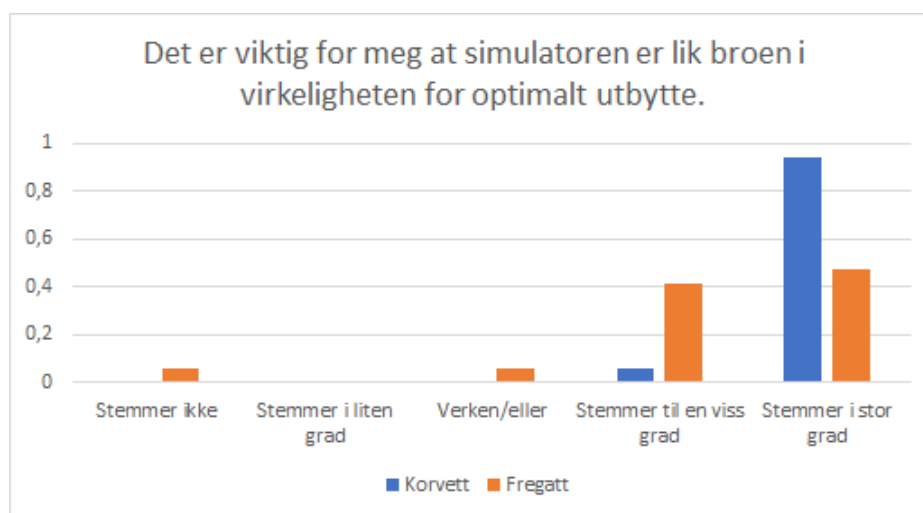


Diagram 3: Resultat spørsmål 4G

Her kan man se at over 90% av Korvettskvadronen mener at det er viktig for dem at simulatoren er lik fartøysbroen i virkeligheten. Besetningene fra Fregattskvadronen er derimot mer spredt i sine meninger, men flertallet heller likevel mot at dette er ganske viktig.

⁴ Ved å justere på gain så justerer du på forsterkningen til et bilde på en skjerm

4.2.2 Spørsmål 5

Spørsmål 5 presenterte seks ulike navigasjonsinstrumenter, hvor deltakerne ble bedt om å krysse av for hvor lik de mener disse instrumentene er i deres respektive simulatorer, Skjoldsimulatoren og Storbroen.

Gitt instrumentene nedenfor; hvor lik er disse i simulatorsystemet for din fartøystype i dag som på bro? (Utseende, håndtering, plassering etc.)

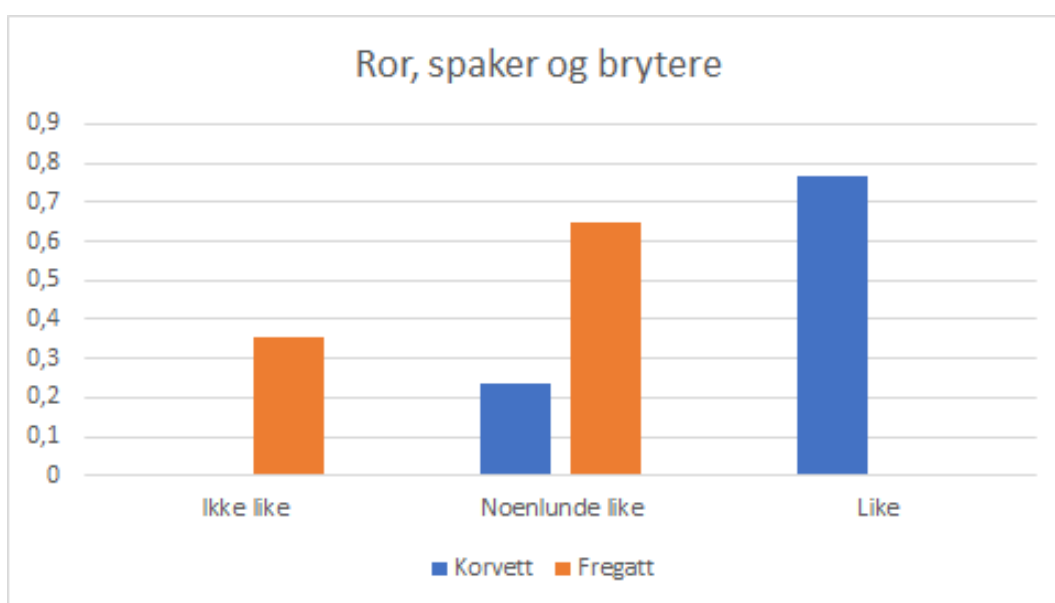


Diagram 4: Resultat spørsmål 5A

Dataene fra dette spørsmålet viser at ror, spaker og brytere er ganske like i Skjoldsimulatoren, noe som også er intensjonen med den. Fregattskvadronen bekrefter derimot at Storbroen er generisk med noen likheter til Fregattbroen.

4.2.3 Spørsmål 6

Spørsmål 6 spinner videre på spørsmål 5 og spør deltakerne hvor viktig det er med likhet mellom de ulike instrumentene i simulator og på bro. Her har vi valgt å se på resultatet fra spørsmålet om hvor viktig det er at ror, spaker og brytere er like på bro og i simulator da dette igjen er interessant å sette opp mot resultatene fra spørsmål 7.

Gitt instrumentene nedenfor; I hvor stor grad er det viktig at de er lik i simulator som på bro, for å kunne trene realistisk i simulator? (Utseende, håndtering, plassering, etc.)

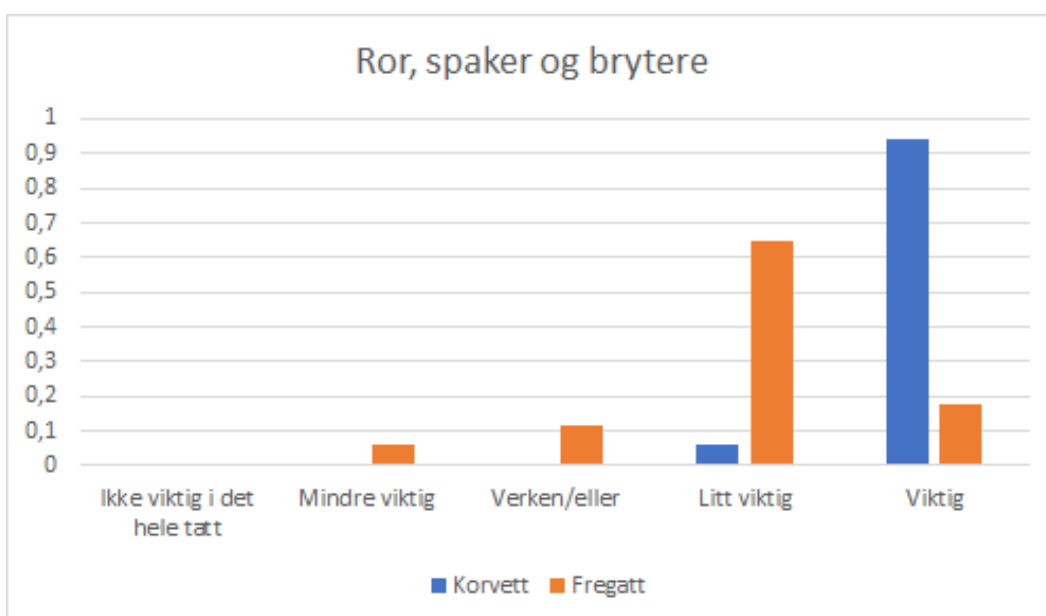


Diagram 5: Resultat spørsmål 6A

Av resultatene kommer det tydelig fram at Korvettskvadronen mener dette er viktig for treningsutbyttet i simulator. Fregattskvadronen ser derimot ikke på dette som like viktig, da over 60% har svart at de mener det er "litt viktig".

4.2.4 Spørsmål 7

I dette spørsmålet ble deltakerne bedt om å prioritere alle instrumentene fra viktigst til minst viktig, fra 1 - 6. Her har vi valgt å analysere ytterpunktene, altså det respondentene ser på som de viktigste instrumentene og de minst viktige instrumentene.

Prioriter fra 1-6 hva som bør være likt i simulator som på bro, for å kunne trene realistisk i simulator. 1 = mest viktig, 6 = minst viktig.

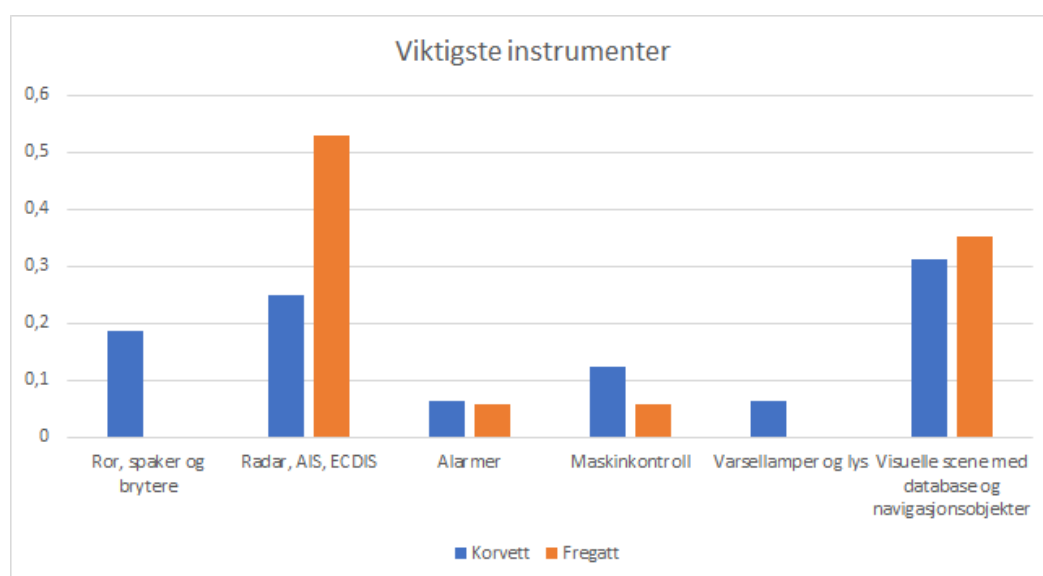


Diagram 6: Resultat spørsmål 7, alle som har prioritert de ulike instrumentene som nr. 1 (viktigst)

Diagrammet viser en splittet mening mellom hvilke instrumenter navigatørene synes er viktigst at er like. Det er tilnærmet 50% av Fregattskvadronen som mener at radar, AIS og ECDIS er viktigst, mens cirka 30% heller mot at det er visuell scene med database og navigasjonsobjekter som er viktigst. Korvettskvadronene ser ut til å være mer dratt mellom “ror, spaker og brytere”, “radar, AIS og ECDIS” og “visuell scene med mer”.

Resultater

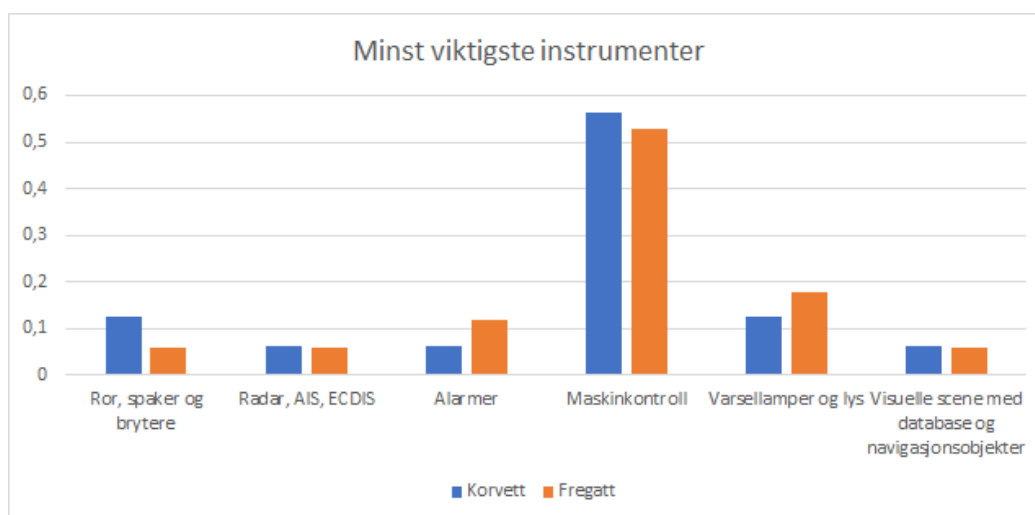


Diagram 7: Resultat spørsmål 7, alle som har prioritert de ulike instrumentene som nr. 6 (minst viktig)

Her er det felles enighet om at maskinkontroll er det minst viktige instrumentet å ha likt i simulator som på bro. Dette kommer tydelig fram av diagrammet.

4.2.5 Oppsummering av kvantitative data

De kvantitative dataene har gjort det enklere å sette skvadronene opp mot hverandre og sammenligne dem. Bakgrunnen for dette er en antakelse om at de kan ha tatt ulike utgangspunkter for besvarelsene, og/eller vært påvirket av nylige opplevelser i simulator da de besvarte spørreundersøkelsen. Sammenhengen mellom spørsmål 5A og 6A er direkte knyttet til likhet mellom simulator og fartøysbro, og kan dermed bli sett på som viktig i studien for å besvare problemstillingen. Det samme gjelder spørsmål 4C og 4F da resultatene var uventet og utfordrer problemstillingen. En av grunnen til dette er at skvadronene sier seg omtrent like enige i hvor overførbar atferden fra simulator til fartøysbro er.

5. Drøfting

I dette kapitlet skal innhentet data drøftes opp mot det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Resultatene vil i all hovedsak bli drøftet opp mot fire HSI-domener som er mest relevant for denne oppgaven: Bemanning, seleksjon, trening og HFE. Beskrivelse av domeneene finnes i vedlegg G og teorikapitlet. Da oppgaven har til hensikt å sammenlikne 1. Fregattskvadron og 1. Korvettskvadron for å besvare problemstillingen, vil kapitlet også sette resultatene fra de respektive skvadronene opp mot hverandre.

5.1 Bemanning

Som nevnt i kapittel 2.2.1 handler HSI-domenet «bemanning» om hvor mye personell som trengs for å blant annet drifte, støtte, reparere og vedlikeholde systemer. I intervjuene påpekes det hvor mange funksjoner som må bemannes når et marinefartøy skal gå fra kai. Det kreves blant annet en maskinmester, våpenteknisk offiser, medisinsk personell, kokker osv. Dette er en stor organisasjon å sette i sving hvor lønnsutgifter, eventuelle skader på fartøyet og ikke minst vedlikehold, som følger av slitasje på fartøyet, er faktorer som må tas høyde for. På den ene siden vil det være mer besparende å sende navigatørene i simulator for å trene, men på den andre siden vil som oftest alle om bord ha utbytte av et seilas. Da har alle detaljer muligheten til å trene på sine spesifikke mål, samtidig som de kan samtrene med andre detaljer.

En annen utfordring er at mengdetrening er viktig for navigatører. Et marinefartøy vil ikke være operativt til enhver tid, og må etter en viss periode inn til vedlikehold. Da vil det være færre muligheter for besetningen å trene. Til sammenlikning er for eksempel ikke maskindetaljen og våpenteknisk detalj nødvendigvis avhengig av å seile for å kunne få trent på enkelte momenter. Av den grunn er simulatortilbudet på NavKomp en stor fordel for navigatørene i Marinen, spesielt når fartøyet ligger til kai.

“Vi hadde ikke klart oss uten simulatoren. Muligheten til å dra og trene når vi ligger til kai er uvurderlig” (Intervjuobjekt 4, 2021).

Av sitatet kan det tolkes dithen at Korvettskvadronen ser på bruken av simulator som viktig for å opprettholde et visst treningsnivå. Dette gir dog ikke grunnlag for å konstatere om det er likheten eller ikke som står til grunn for dens “uvurderlige” verdi. En simulator er altså både mer tilgjengelig enn en ekte fartøysbro, og man behøver særdeles færre personer for å gjennomføre seilas i simulator.

Når man ser på fordelene med bemanning i simulator kan det være enkelt å trekke konklusjonen om at all trening og øving av navigatører bør foregå i simulator. Dette er en skummel slutning å trekke da det er flere forhold som må vurderes og tas hensyn til.

“Vi må vise tilstedeværelse. Det kan vi ikke gjøre i simulator!”

- Kontreadmiral Rune Andersen
Sjef Sjøforsvaret

Sjøforsvaret har viktige ansvarsområder for å hevde Norges suverenitet til havs. Ny teknologi som simulatortrening muliggjør nye måter å løse militære oppgaver på som ivaretar hensyn som personellsikkerhet, økonomi, miljø etc. Innunder disse militære oppgavene finner vi imidlertid ikke oppgaven om å vise tilstedeværelse, slik som Sjef Sjøforsvaret understreker i sitatet over. Det bør tilrettelegges for en balansegang mellom trening i simulator og trening i virkeligheten slik at Marinens navigatører kan ivareta treningsnivået samtidig som Sjøforsvarets oppgaver blir ivaretatt.

Oppsummert krever et marinefartøy samspill mellom flere detaljer og avdelinger for å kunne driftes, vedlikeholdes og støttes. Mengdetrening er spesielt viktig for navigatørene, men når fartøyet ligger til kai har de ikke mulighet til å trene om bord. En simulator er mer tilgjengelig enn et fartøy og er av den grunn et viktig verktøy for navigasjonstrening. All trening kan likevel ikke foregå i simulator da tilstedeværelse er en viktig del av Sjøforsvarets oppgaver.

5.2 Seleksjon

Innenfor HSI beskrives domenet «seleksjon» som kriterier for kunnskap, ferdigheter, evner og erfaring som er nødvendig for å blant annet utføre arbeidsoppgaver til å drifte et system. Dette står nærmere beskrevet i kapittel 2.2.2. Da beskrivelsene av HSI domeneene er oversatt fra engelsk, definerer vi her “å drifte et system” som å kunne operere og bruke systemet.

Som vakt sjef om bord på et marinefartøy stilles det en del krav til kompetanse, og ifølge NavKomp blir simulatorer stadig hyppigere benyttet for å klarere vakt sjefer. Vakt sjefskurset på korvett har en varighet på tre uker. Her foregår de to første klareringsukene i simulator, mens den siste uken foregår på den virkelige fartøysbroen langs norskekysten. Tidligere ble hele kurset gjennomført ombord på korvettene, men det har dog vist seg at bruk av simulator er mindre ressurskrevende, samtidig som at resultatene er like gode som da hele kurset ble gjennomført på fartøyet (Intervjuobjekt 1, 2021).

Utviklere av simulatorer er også av den oppfattelse at fysisk likhet til det virkelige systemet er viktig (Proctor & Van Zandt, 2008), men det er samtidig vist at effektiv simulator-trening kan oppnås selv uten høy gjengivelseskvalitet (Mjelde, et al., 2016). Så lenge prosedyrene som skal gjennomføres er de samme i simulatoren og det operasjonelle miljøet, til tross for at spesifikke stimuli- og responselementer ikke er identisk, kan du som øvende oppnå god overføringsverdi (Proctor & Van Zandt, 2008). Generelt sett kan man si at designet av simulatorer er avhengig av brukerens behov.

Av spørsmål 4C i spørreundersøkelsen kan man se at Korvettskvadronen mener at deres atferd i simulator i stor grad er overførbar til atferden på den virkelige fartøysbroen. I delkapittel 2.3 presenteres teorien som sier at målet med å trene i simulator er å utvikle en atferd som er overførbar til det operative systemet som simuleres. Dette kan tolkes i lys av at alt av systemer og brukergrensesnitt som navigatørene opererer på bro er identisk i simulator. At atferden man utviser i simulator er overførbar til virkeligheten kan man se på som en viktig faktor i utnyttelsen av simulator som en klareringsplattform for vakt sjefer. Her selekteres det blant annet på kjennskap til- og erfaringer med systemene om bord. Dersom systemene i simulatoren ikke er like de som opereres ute, vil det være feilaktig å

skulle selektere på om kandidaten har god nok kunnskap til systemene i simulator. Majoriteten i Fregattskvadronen svarer dog at deres atferd bare til en viss grad er overførbart, noe som kan sees i sammenheng med at de ikke har en 1:1 simulator.

Av de utdypende svarene fra spørreundersøkelsen kan vi tolke systemlikhet mellom simulator og fartøysbroen som viktig i perioden når nye vaksjefer skal klareres. Det settes lys på at under klarering av vaksjefer er det navigasjonstekniske mindre viktig, men at momenter som eksempelvis nødprosedyrer krever mer likhet. Dette kan sees i sammenheng med at en simulator bør være utformet for brukerens behov (Proctor & Van Zandt, 2008): Kandidaten behøver en virkelighetsnær tilnærming av flere brosystemer ved vaksjefklarering. Ved å kunne trene realistisk på nødprosedyrer i simulator eliminerer man risiko for skade på materiell og personell (Intervjuobjekt 1, 2021). Likevel får man muligheten til å evaluere om kandidaten oppfyller kriteriene for kunnskap, ferdigheter og evner til å utføre arbeidsoppgavene nødvendig for å drifte systemene på bro. Under utførelse av skarpe nødprosedyrer vil man trolig falle tilbake på treningsnivå. Å trene i simulator med for eksempel et annet type samband, slik som både Fregattskvadronen og Korvettskvadronen gjør, er en motvirkende faktor for menneskelig gjenkjenningssferdighet (Johnsen & Porathe, 2021). For Korvettskvadronen gjelder dette i hovedsak kun sambandet i simulator, men for Fregattskvadronen gjelder dette flere brosystemer.

På bakgrunn av at Fregattskvadronen ikke har en identisk simulator gjennomfører de ikke vaksjefklareringer i simulatoren i like stor grad som Korvettskvadronen. I behovsskrivet tilsendt av KK Lars Ole Høknes legges det vekt på at navigasjonsmønstring og vaksjefklarering ikke lar seg gjennomføre realistisk i dagens simulator uten å lukke avvik innenfor samband, IPMS, navigasjonssystemer, kontroll av fremdrift og styring, konsoller og plassering (Høknes, 2018). Likevel bruker de simulatoren aktivt i treningen av rollen som vaksjef, men da med fokus på atferd (Intervjuobjekt 1, 2021). Dette tyder på at Fregattskvadronen utnytter simulatoren utover hva teknologien kan tilby ved å tilpasse anvendelsen av den (Sjøforsvarsstaben, 2015).

Oppsummert stilles det en rekke kriterier til rollen som vaksjef om bord på et marineskip. Disse kriteriene må oppfylles for å sikre sikker drift av fartøyet. Dersom det er store avvik i likheten mellom simulator og fartøy vil det ikke være mulig å bruke simulatoren

som en del av klareringer. Systemlikhet påvirker i hvor stor grad atferden i simulator har en overføringsverdi til virkeligheten. Å trene på noe som ikke stemmer overens med virkeligheten kan være en motvirkende faktor for treningsutbyttet, da det for eksempel kan gå utover menneskelige gjenkjenningsferdigheter. Fregattskvadronen har ikke mulighet til å gjennomføre vaktsjefklarering i simulator, men de får likevel utnyttet den godt nok til å trene på deler av rollen som vaktsjef.

5.3 Trening

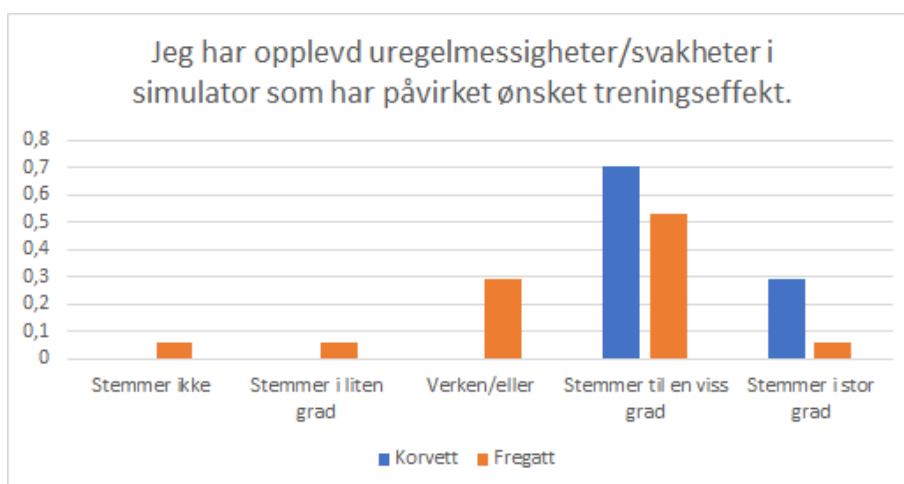
Som beskrevet i delkapittel 2.2 er HSI viktig i drift av komplekse teknologier for å blant annet sikre interoperabilitet med andre enheter og systemer, men HSI er vel så viktig i anskaffelsen av teknologi. I delkapittel 2.2.3 beskrives trening som instruksjoner og ressurser som trengs for å tilføre personellet nødvendig kompetanse for å drifte, vedlikeholde og støtte et system. Ifølge teorien i kapittel 2.3.1 er simulator et eksempel på en slik ressur.

I delkapittel 4.1.1 uttaler NavKomp viktigheten av å legge en plan og sette seg mål for treningen før man skal inn i simulator: “Vi har sett en betydelig forbedring hos fregatt. De er nå mye flinkere til å utnytte simulatoren til det nivået den kan gi de” (Intervjuobjekt 1, intervju, 19. oktober 2021). Mer spisset og økt trening har ført til at fregattpersonell møter begrensninger i ønsket trening vs. mulig trening. Dette kan ha hatt betydning for det uttalte behovet om at Storbroen må bli mer virkelighetsnær broutrustningen om bord på fregattene (Høknes, 2018). Dette henger igjen sammen med Proctor og Van Zandt sin teori om at når brukeren av et system setter seg inn i dets funksjoner optimaliseres den operative ytelsen av systemet (2008).

Korvettskvadronen har derimot allerede oppnådd slik familiarisering, og utnyttelse av sitt simulatorsystem, og har god kjennskap til mulighetene i Skjoldsimulatoren. De påstår at i noen områder får de mer ut av å trene i simulatoren enn ute, ettersom de har mulighetene til å tilpasse utfordrende scenarioer i simulatoren etter ønske og treningsmål. NavKomp ytrer sin opplevelse av Korvettskvadronen sin atferd i simulator slik:

“Når besetninger fra Korvettskvadronen ankommer NavKomp er de ryddige på hva de skal trene på og operatørene kommer raskt og enkelt i gang. Grunnen til dette er at de vet hvor utstyr befinner seg og hvordan de skal få det utbyttet de ønsker. Fregattskvadronen derimot er mindre målbevisste i treningen og kommer ikke like enkelt i gang. En mulig grunn er at de ikke har en 1:1-simulator” (Intervjuobjekt 1, 2021).

Likevel kommer det fram av spørsmål 4F i spørreundersøkelsen at Korvettskvadronen har opplevd svakheter i simulatoren som påvirker treningsutbyttet “til en viss grad” og “i stor grad”. Samtidig belyser spørreundersøkelsen at Fregattskvadronen er mindre samsstemt i besvarelsen, hvor noen til og med har sagt at den presenterte påstanden «stemmer ikke».



Her var forventningen at majoriteten av respondentene fra Fregattskvadronen hadde opplevd svakheter «i stor grad», som følge av at de har færre muligheter på Storbroen enn Korvettskvadronen har i Skjoldsimulatoren. Som vi ser av diagrammet over stemte ikke denne forventningen. Resultatene kan tolkes dithen at Korvettskvadronen er godt vant med en simulator som er 1:1, og at ethvert avvik dermed kan bli sett på som en svakhet. Det skal også nevnes at da denne spørreundersøkelsen ble besvart var fire av prosjektorerne i Skjoldsimulatoren ødelagt, som mest sannsynlig har påvirket resultatene da flere av respondentene begrunnet sin besvarelse med dette.

Resultatene fra spørsmål 4F kan sees i sammenheng med teorien som er presentert i kapittel 2.3 hvor det presiseres at målet med å trene i en simulator er å utvikle en atferd som er overførbart til det operative systemet som simuleres (Proctor & Van Zandt, 2008). Fregattskvadronen er ikke utrustet med en 1:1 simulator, noe som sannsynligvis ligger til grunn for hvordan de har besvart spørsmålet. Resultatene kan tyde på at et avvik på Storbroyen ikke vil ha like mye å si for Fregattskvadronen da de har ikke en bedre standard å gå etter.

Et interessant funn er at enkelte fra Fregattvåpenet som har svart “stemmer til en viss grad” eller “stemmer i stor grad” på spørsmål 4F kategoriserer radaren på Storbroyen som en svakhet, fordi den er tilnærmet perfekt innstilt. Dette viser til at svakhetene i simulator ikke nødvendigvis betyr at systemene er dårlige eller manglende, men at de i noen tilfeller er bedre enn brosystemet på fartøyet og dermed fører til urealistisk trening. Likevel er det ikke teknologien alene som sørger for en positiv eller negativ overføringsverdi fra simulator til fartøysbro, men anvendelsen og den mentale innstillingen er også to faktorer (Sjøforsvarsstaben, 2015).

Intervjuobjektene ved NavKomp underbygger hverandres påstander om at plan og mål for trening i simulator er viktigere enn selve teknologien, noe som vi også ser igjen i FDMO⁵. Et av intervjuobjektene sier at selv om simulatoren som vedkommende benyttet da han var om bord ikke var 1:1, fikk de likevel meget godt utbytte av simulatortreningen da de trente med spesifikke mål:

“Simulator gir uante muligheter så lenge man går inn og trener med spesifikke mål. Om bord gav vi navigatørene spesifikke oppdrag som skulle være i fokus under trening i simulator, samt oppgaver i forkant av simulatortreningen. På den måten spilte vi inn en større grad av realisme og likhet til virkeligheten. Det gjorde at vi fikk en god effekt av treningen, og de som kom for å trene var mye mer engasjert i det de skulle gjøre.” (Intervjuobjekt 8, 2021).

⁵ Forsvarets Doktrine for Maritime Operasjoner

Dette gjelder derimot ikke samtlige besetninger i Fregattskvadronen. NavKomp uttrykker felles enighet om at flere besetninger møter uforberedt med for eksempel ufullstendige broteam, som igjen har gått utover utbyttet til de som skal trenes i det navigasjonstekniske. Mulighetene i simulator er der, men utbyttet av dem baserer seg på hvilken innstilling man går inn med. De som velger å bruke tid på å sette seg inn i simulatorsystemene får mer igjen for treningen.

Oppsummert kan simulator anses som en ressurs for å tilføre navigatører nødvendig kompetanse for å drifte brosystemene. Da Fregattskvadronen har blitt flinkere til å spisse sin trening utover det utbyttet simulatoren kan gi dem, innfrir ikke Storbroen lengre deres treningsbehov. Korvettskvadronen opplever derimot at de på noen områder får bedre treningsutbytte i simulatoren enn i virkeligheten. Begge skvadronene opplever former for svakheter i simulator, men besvarer trolig dette spørsmålet med utgangspunkt i ulike standarder, i tillegg til at nylig opplevde hendelser kan ha hatt en innvirkning. NavKomp legger vekt på at planlegging og målsetting for treningen i simulator ofte er nøkkelen for et godt treningsutbytte.

5.4 HFE

Som beskrevet i kapittel 2.2.4 handler mye av prinsippet bak HFE om å inkludere brukeren av et system i utviklings- og designprosessen av systemet. “I Skjoldsimulatoren har brukeren mulighet til å teste ut nye versjoner av software før de installeres på fartøyene, fordi simulatoren er 1:1” (Intervjuobjekt 1, 2021). Eksempelvis må radar og ECDIS ofte oppdateres ettersom det oppstår endringer i sikkerhetsrapporter fra fartøy og at teknologiske nyvinninger finner sted. Ved å installere den nye versjonen i simulator før det installeres på fartøyene kan den nye programvaren bli testet, fikset og deretter installert – alt etter man har fått tilbakemelding fra brukerne i simulatoren. På denne måten blir navigatørene inkludert i utviklingsprosessen, som skal sikre et tilfredsstillende design hvor brukeren er i fokus (Lee, et al., 2017).

HMI knytter en maskin, enhet eller et system til mennesket som skal bruke den/det (Inductive automation, 2018). I et intervju med NavKomp blir det nevnt at plassering og

design av konsoller er viktig dersom det skal trenes på rollen som vaktsjef i simulator. Denne uttalelsen begrunnes i Proctor og Van Zandt sin teori som påpeker at inkonsistent plassering av objekter og koblinger er en motvirkende faktor for menneskelige gjenkjenningsferdigheter (2008). Ettersom konsollene på Storbroen ikke er identiske til de som er om bord på fregattene, har de ikke mulighet til å trene på blant annet nødprosedyrer, som er en del av vaktsjefklareringen. Spesielt nødoperering av fremdrift og styring krever at konsollene er så like som mulig, da det er viktig å automatisere bruken av dem. I tillegg blir det nevnt at nødoperering av fremdrift og styring medfører en viss risiko for skader på personell og materiell dersom man skal trene på det i virkeligheten. I simulatoren kan man trene og fokusere på selve prosedyrene i trygge omgivelser, slik at man får redusert risikoen som oppstår når man drar fra kai (Intervjuobjekt 2, 2021). Dette forutsetter dog at simulatoren er tilrettelagt for denne bruken.

Navigering av fregatt og korvett er svært ulikt, derav er også brodesignet på de to fartøystypene forskjellig. Som beskrevet i delkapittel 2.2.4 må et system være designet for systemets formål. På korvett er hurtig navigering et viktig fokusområde, og det er derfor naturlig at besetningene Korvettskvadronen har behov for en identisk treningssimulator med spesielt hensyn til ror og spaker etc. Ettersom det med hurtig navigering følger med at man må skifte fokus raskt fra en ting til en annen, er det en stor fordel å kunne trene med konsoller som er plassert på samme sted og designet likt i simulatoren som på bro. Resultatene av spørsmål 5A bekrefter at Korvettskvadronen har tilnærmet identiske konsoller i simulatoren. For fregatt derimot har man i de fleste tilfeller bedre tid til å orientere seg på bro, og derfor er det nødvendigvis ikke like viktig at alt er 1:1. Dette kan sees i sammenheng med resultatet fra spørreundersøkelsens spørsmål 6A som skisserer hvor viktig likheten mellom konsoller på bro og i simulator er for fregatt og korvett. Korvettskvadronen ser en større grad av viktighet ved identiske konsoller på bro enn det Fregattskvadronene gjør. Likevel fremkommer det av spørsmål 7B at det ikke er en felles oppfattelse innad i Korvettskvadronen om at likhet knyttet til konsollene er aller viktigst, da meningene om hvilket instrument som er viktigst er spredt.

Prinsippet med en simulator er at den skal gjenskape virkeligheten (Proctor & Van Zandt, 2008). Et av spørsmålene som ble stilt under intervjuene var om de er fornøyde med designet av simulator og bro. Fregattskvadronen poengterte at det var ønskelig med blant

annet forbedringer på værinnstillingene på Storbroen, ettersom det ikke er mulig å stille inn diverse værforhold til å være dynamiske. Under et intervju med intervjuobjekt 8 fra NavKomp kom det derimot fram at disse innstillingene faktisk er tilgjengelige. Vedkommende fra NavKomp uttalte at hans tidligere besetning i Fregattskvadronen benyttet disse hyppig. For å kunne utnytte et system til sitt fulle potensiale må brukeren være integrert og bli satt inn i systemets funksjoner (Lee, et al., 2017). Av Fregattskvadronen sin respons på spørsmålet kan det tyde på at dette ikke var tilfelle hos dem, noe som igjen tyder på manglende kunnskapsoverføring. Intervjuobjekt 8 sin besetning derimot, gikk aktivt inn for å bli kjent med simulatorens muligheter, og fikk på den måten et større utbytte av treningen i simulatoren. Her ligger det også et ansvar på systemets leverandør og instruktører, NavKomp. De må sørge for at kunden, Fregattskvadronen, får korrekt og tilstrekkelig innføring i systemets funksjoner for å ha muligheten til å oppnå et positivt treningsutbytte (Frotvedt, et al., 2019).

Oppsummert vil en 1:1-simulator tilrettelegge for muligheten til å installere nye programvarer i simulatoren slik at de kan testes og utvikles, før en eventuell installering om bord på fartøyet. Som følger av at korvettene og fregattene har ulike fokusområder innenfor navigering vil de ha ulike behov i forbindelse med brodesign. Felles for dem er at identisk design og plassering av konsoller på bro vil gjøre det mulig for besetningene å gjennomføre deler av vaktsjefklarering i simulator, da dette er en forutsetning for menneskelige gjenkjenningsferdigheter i forbindelse med for eksempel nødprosedyrer. For at navigatørene skal kunne utnytte simulatoren til dens fulle potensiale ligger det et ansvar på navigatørene selv om å sette seg inn i simulatorens muligheter, men også instruktørene deler dette ansvaret.

6. Avslutning

6.1 Konklusjon

I denne oppgaven har vi jobbet med å kartlegge **om systemlikhet mellom simulator og fartøysbro er en viktig forutsetning for trening og operativ evne**. Problemstillingen ble utformet på bakgrunn av ulykken med KNM Helge Ingstad og et utsendt behov for en mer virkelighetsnær navigasjonssimulator for Fregattskvadronen. Med tanke på at Korvettskvadronen allerede har en 1:1 navigasjonssimulator så vi det som naturlig å inkludere deres meninger rundt dens nytteverdi for å svare på problemstillingen. I tillegg til dette inkluderte vi navigatører fra Fregattskvadronen for å kartlegge deres tanker om simulatoren de benytter i dag og om de opplever et behov for en mer virkelighetsnær simulator.

Av resultatene tolker vi viktigheten av systemlikhet som varierende avhengig av hva som skal trenes på. Hovedsakelig er systemlikhet av særlig betydning under trening av vakt-sjefrollen, da trening på nødprosedyrer er en viktig del av denne klareringen og krever at spesielt konsoller er identiske i design og plassering. Dessuten tyder resultatene fra spørsmål 4F i spørreundersøkelsen på at desto mer likhet det er mellom simulator og bro, jo mer overførbar er navigatørens atferd mellom dem. Dette henger igjen sammen med at systemlikhet fordrer menneskelige gjenkjenningsferdigheter, som for eksempel muskelminne. Det viser seg dog å være mer viktig for Korvettskvadronen enn Fregattskvadronen, ettersom korvettene driver hurtig navigasjon.

På bakgrunn av vår forskning kan vi konkludere med at systemlikhet mellom simulator og fartøysbro er en viktig forutsetning for å oppnå best mulig treningsutbytte, samtidig som det i høyere grad bidrar til å opprettholde og øke den operative evnen til Sjøforsvaret. Ren navigasjonsteknisk trening krever nødvendigvis ikke at simulatordesignet er identisk til fartøysbroen, men for å operere komplekse systemer i sammenheng med komplekse roller om bord vil systemlikhet være viktig. Trening av nødprosedyrer og liknende stiller høye krav til likhet for å la seg gjennomføre i simulator. Det vil si at dersom navigatørene

ikke har mulighet til å ta i bruk simulator for å dekke disse behovene, må all trening foregå ute på fartøyene. En simulator lar navigatørene trene mer ekstremt, men i trygge omgivelser hvor risiko for skade på materiell og personell ikke er en faktor, og bør av den grunn utnyttes til sitt fulle potensiale.

6.2 Anbefaling til videre forskning

6.2.1 HSI-analyse av HMI på fartøysbro

Underveis i vårt arbeid med denne oppgaven har vi oppdaget flere ting som preger navigatørene som opererer systemene på bro. Herunder ble det gjentatte ganger påpekt hvordan designet på fartøysbroen er utformet, og at dette ikke er optimalt. Anbefaling til senere oppgave er å se på designet på bro, i lys av HSI eller HMI, og hvordan dette kan utbedres til fordel for brukeren.

6.2.2 Økonomisk perspektiv

I oppgaven blir det lagt mindre fokus på hvor kostnadsnyttig det er å benytte Skjoldsimulator til trening og øvelse av navigatørene. Forslag til oppgave er å se på det økonomiske perspektivet ved simulatorene og belyse hvor mye Sjøforsvaret sparer ved å benytte simulatorer. Det har tidligere blitt skrevet en oppgave om hvor mye Sjøforsvaret sparer på å bruke Skjolds simulatoren, så her er det mulighet for å se på hvor mye Sjøforsvaret kan spare på en fregattsimulator. Da sjef Sjøforsvaret påpekte at man ikke kan vise tilstedeværelse i simulator, kan en annen vinkling være å sette det økonomiske perspektivet opp mot operativ evne. Her er det mange muligheter.

7. Bibliografi

7.1 Bøker

- Blanchard, B. S. & Fabrycky, W. J., 2011. *Systems Engineering and Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jacobsen, D. I., 2005. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*. 2. red. Kristiansand: Høyskoleforlaget AS.
- Johnsen, S. O. & Porathe, T., 2021. *Sensemaking in Safety Critical and Complex Situations*. s.l.:CRC Press.
- Lee, J. D., Wickens, C. D., Liu, Y. & Ng Boyle, L., 2017. *Designing for people*. 3. red. Charleston: CreateSpace.
- Proctor, R. W. & Van Zandt, T., 2008. *Human Factors in Simple and Complex Systems*. Boca Rato: CRC Press.
- Sage, A. P. & Rouse, W. B., 2009. *Introduction to Systems Engineering*, John Wiley & Sons, Inc: New Jersey.

7.2 Artikler, rapporter og militære dokumenter

- Eide, A., 2016. *Bacheloroppgave: En Human Systems Integration analyse av maskinkontrollrom Nansen-klasse fregatt*. Bergen: FHS/Sjøkrigsskolen.
- Forsvarsmateriell Maritime kapasiteter, 2020. *Vedlegg G1: Forsvarsmaterielle tekniske undersøkelser etter ulykken med KNM Helge Ingstad*, Oslo: Forsvarsmateriell.
- Forsvarsstaben, 2019. *Forsvarets fellesoperative doktrine*. 1 red. Oslo: Forsvarsstaben.
- Frotvedt, M., Haukenes, J., Jørgensen, S. & Sognnes, E., 2019. *Necesse. Teknologitrender i simulatormarkedet*, pp. 85-89.
- Hareide, O. S., 2016. *Necesse. Effektiv bruk av simulator*, pp. 50-52.

Bibliografi

- Høknes, L. O., 2018. *Behov for navigasjonssimulator tilpasset Fridtjof Nansen klasse fregatt*. Bergen: Sjøforsvaret/KNMT.
- Mjelde, F. V., 2013. *Thesis: Performance assessment of military teams in simulator and live exercises*. Monterey, California: Naval Postgraduate School.
- Mjelde, F. V., 2016. Oppnåelse av Forsvarets oppgaver gjennom teknologisk integrasjon. *Necesses*, vol 1(1), pp. 46-49.
- Mjelde, F. V., Lunde, P., Espevik, R. & Smith, K., 2016. Military teams - A demand for resilience. I: K. Jacobs, red. *Work*. Amsterdam: IOS Press, pp. 283-294.
- NavKomp, Ukjent. *Trainings objectives Skjold High Speed Simulator*. Bergen: NavKomp.
- Sjøforsvarsstaben, 2015. *Forsvarets doktrine for maritime operasjoner*. 1 red. Bergen: Forsvarsstaben.
- Statens Havarikommisjon, 2019. *Delrapport 1 om kollisjonen mellom fregatten KNM Helge Ingstad og tankbåten Sola TS utenfor Stureterminalen i Hjeltefjorden, Hordaland, 8. november 2018*, Lillestrøm: Statens Havarikommisjon.
- Statens havarikommisjon, 2021. *Vedlegg H: Utnyttelse av kapasiteter og tekniske tiltak for å forhindre grunnstøting*, Lillestrøm: Statens havarikommisjon.
- Ulseth, N. F. T., 2017. *Bacheloroppgave: Oppgradering av Skjoldsimulatoren: kostnadseffektivt på lang sikt?*. Bergen: Sjøkrigsskolen.

7.3 Internett

- Grønmo, S., 2020. *Kvalitativ metode*. [Internett]
Available at: https://snl.no/kvalitativ_metode
- Gundersen, D., 2021. *Store Norske Leksikon*. [Internett]
Available at: <https://snl.no/system>
[Funnet 19 november 2021].
- Humanproof, 2021. *Humanproof*. [Internett]
Available at: <http://humanproof.com/services-and-programs/hsi-domains/>
[Funnet 07 desember 2021].

Bibliografi

- Inductive automation, 2018. *Inductive automation*. [Internett]
Available at: <https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>
[Funnet 23 november 2021].
- McPeck, R., 2014. *Springer Link*. [Internett]
Available at: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-7320-6_320-1
[Funnet 23 november 2021].

7.4 Respondenter og informanter

- Intervjuobjekt 1, 2021. *Intervju NavKomp* [Intervju] (19 oktober 2021).
- Intervjuobjekt 2, 2021. *Intervju NavKomp* [Intervju] (25. oktober 2021).
- Intervjuobjekt 3, 2021. *Intervju 1. Korvettskvadron* [Intervju] (2. november 2021).
- Intervjuobjekt 4, 2021. *Intervju 1. Korvettskvadron* [Intervju] (2. november 2021).
- Intervjuobjekt 5, 2021. *Intervju 1. Korvettskvadron* [Intervju] (2. november 2021).
- Intervjuobjekt 6, 2021. *Intervju, 1. Fregattskvadron* [Intervju] (9. november 2021).
- Intervjuobjekt 7, 2021. *Intervju, 1. Fregattskvadron* [Intervju] (10. november 2021).
- Intervjuobjekt 8, 2021. *Innspill til oppgaven* [Intervju] (16. november 2021).

8. Vedlegg

- Vedlegg A_Informasjonskriv og samtykkeerklæring.pdf
- Vedlegg B_Intervjuguide.pdf
- Vedlegg C_Spørreskjema.pdf
- Vedlegg D_Resultater fra spørreskjema.pdf
- Vedlegg E_Resultater fra spørreskjema, utdypende svar.pdf
- Vedlegg F_HSI domener.pdf
- Vedlegg G_Beskrivelse av HSI domener.pdf
- Vedlegg H_Behovsskriv for navigasjonssimulator.pdf