



Norwegian University of
Science and Technology

Master's degree thesis

TS500713 MSc Thesis, professional master

**Dynamiske posisjonerings- og integrerte
automasjonssystemer som beslutningsstøtte.**

Kandidat 10009, Finn Tore Holmeset

Kandidat 10010, Jo Even Tomren

Number of pages including this page: 132

Aalesund, 15.06.2018

Mandatory statement

Each student is responsible for complying with rules and regulations that relate to examinations and to academic work in general. The purpose of the mandatory statement is to make students aware of their responsibility and the consequences of cheating. **Failure to complete the statement does not excuse students from their responsibility.**

Please complete the mandatory statement by placing a mark <u>in each box</u> for statements 1-6 below.		
1.	I/we hereby declare that my/our paper/assignment is my/our own work, and that I/we have not used other sources or received other help than is mentioned in the paper/assignment.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	I/we hereby declare that this paper <ol style="list-style-type: none"> 1. Has not been used in any other exam at another department/university/university college 2. Is not referring to the work of others without acknowledgement 3. Is not referring to my/our previous work without acknowledgement 4. Has acknowledged all sources of literature in the text and in the list of references 5. Is not a copy, duplicate or transcript of other work 	Mark each box: 1. <input checked="" type="checkbox"/> 2. <input checked="" type="checkbox"/> 3. <input checked="" type="checkbox"/> 4. <input checked="" type="checkbox"/> 5. <input checked="" type="checkbox"/>
3.	I am/we are aware that any breach of the above will be considered as cheating, and may result in annulment of the examination and exclusion from all universities and university colleges in Norway for up to one year, according to the Act relating to Norwegian Universities and University Colleges, section 4-7 and 4-8 and Examination regulations at NTNU.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	I am/we are aware that all papers/assignments may be checked for plagiarism by a software assisted plagiarism check.	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	I am/we are aware that The Norwegian University of Science and Technology (NTNU) will handle all cases of suspected cheating according to prevailing guidelines.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	I/we are aware of the University's rules and regulations for using sources.	<input checked="" type="checkbox"/>

Publication agreement

ECTS credits: 30

Supervisor: Frøy Birte Bjørneseth

Agreement on electronic publication of master thesis

Author(s) have copyright to the thesis, including the exclusive right to publish the document (The Copyright Act §2).

All theses fulfilling the requirements will be registered and published in Brage with the approval of the author(s).

I/we hereby give NTNU the right to, free of

charge, make the thesis available for electronic publication: yes no

Is there an [agreement of confidentiality](#)? yes no

(A supplementary confidentiality agreement must be filled in)

Date: 15.06.2018

Sammendrag

Oppgavens hovedmål er å se på hvordan datateknologi har utviklet seg de siste årene og finne ut om denne gir beslutningsstøtte for operatører av sikkerhetskritiske systemer. Undersøkelse av empiri fra to slike systemer installert ombord i et moderne og avansert offshorefartøy dannet grunnlaget for å vurdere om det er tilstede beslutningsstøtte i den grad som kreves for å utføre en sikker krevende maritim operasjon. Ved å foreta et dokumentstudie, analysere og systematisere opplysninger om et *Dynamisk Posisjoneringsystem* og et *Integrert Automasjonssystem*, har en fått etablert en forståelse om temaet. Svar og resultater er presentert med tall i tabellform for å visualisere forskjellen på graden av støtte til operatørene.

Fokuset har vært å se på hvordan mennesket får presentert informasjonen fra systemene og hvordan den kan implementeres for beslutningstaking. Kommunikasjonen mellom systemene og samhandling mellom operatørene har også blitt sett på. I prosessen ble det avdekket flere relevante funn som er av interesse og som blir diskutert med forankring i problemstillingen og teorier. For å forsøke å knytte funn og teorier sammen ble det brukt teorier og metoder som er kjente innen temaene situasjonsbevissthet, beslutningstaking, beslutningsstøtte og menneskelige faktorer med flere.

Ut i fra det som presenteres i tilgjengelig materiale fra systemene, er det rimelig å stille kritiske spørsmål til utviklingen og graden av beslutningsstøtte til operatørene. Svarene rangerer fra negative til positive. Sett i lys av datateknologien kan en si at utviklingen er funnet ulik for de to systemene det er forsket på. Dette gir grunnlag for å studere temaet mer inngående og etablere videre forskning. Det er identifisert et behov for å øke og forbedre graden av beslutningsstøtten til mennesker som beslutningstakere i slike sikkerhetskritiske systemer.

Forord

«Så lenge skuta kan gå», sang den nå avdøde og folkekjære artisten Erik Bye, med klare referanser til livets seilas. Det å skrive en masteroppgave er også en reise, en seilas, og for forfatterne som er landbaserte sjømenn, ble utformingen av problemstillingen en prosess der begge var klare på at skuta *skulle* gå, også i fremtiden. Hvordan den går - og hvordan den kommer til å gå, ble diskutert i akademiske ordelag, godt ispedd maritim terminologi. Å blande dette virker kanskje litt underlig for en leser, men bakgrunnen for oppgaven er et treårig masterstudie ved NTNU i Ålesund: *Ledelse av krevende maritime operasjoner* og der er koblingen. Det nostalgiske, mentale bildet av en seilskute i sakte fart over glitrende hav man kanskje danner seg ved å høre sangen «Så lenge skuta kan gå», reflekterer nok ikke dagens situasjon. Fartøyene i dag er utrustet med avansert teknologi og kraftforsyning, blant annet for å hjelpe menneskene involvert til en bedre, sikrere og kanskje enklere hverdag ombord. For at skuta skal gå inn i fremtiden, må interaksjonen mellom teknologi og mennesket tas hensyn til. Denne oppgaven *gjør* nettopp det og forsøker å belyse beslutningstøtte til utvalgte ledere av krevende maritime operasjoner.

Det er mange som må takkes for at forfatterne har fått fullført denne seilasen. Først og fremst de nærmeste og familie, men også venner og arbeidsgivere. Uten de hadde denne reisen blitt foretatt med minst en brukket åre og hatt betydelige skjær i sjøen.

De ulike bransjefolkene som har bidratt har vært uvurderlige for arbeidet og da spesielt spesialistene i Rolls-Royce Marine AS og SkanEl AS. Tusen, tusen takk!

Å holde stø kurs i oppgaven har vår kjære veileder, Frøy Birte Bjørneseth, hatt ansvar for. Det fortjener mye ros. Å korrigere kursen når den til tider var i feil himmelretning, har nok ikke vært enkelt, men det klarte du virkelig. Takk skal du ha.

«Klare jobben med glans», er innledningen til siste vers i sangen. Resultatet er klart. Forfatterne legger til kai, fortøyer, leverer lasten og går i land. Men skuta vil gå.

Ålesund/Manila 13. juni 2018

Finn Tore Holmeset

Jo Even Tomren

Innhold

Mandatory statement.....	I
Publication agreement	II
Sammendrag.....	III
Forord.....	IV
Innhold	V
Figur og tabell liste	VIII
Forkortelser og terminologi	X
1 Innledning	1
1.1 Krevende maritime operasjoner	5
1.2 Problemstilling	7
1.3 Avgrensing	10
1.3.1 Operasjon og type fartøy	10
1.3.2 Språk og oversettelser	11
2 Systembeskrivelser.....	13
2.1 Dynamisk posisjonering	13
2.1.1 Konsekvensanalyse	16
2.2 Integreerte automasjonssystem	17
2.2.1 Power Management System.....	18
3 Teorier.....	19
3.1 Situasjonsforståelse	24
3.1.1 Utgangspunkt for situasjonsforståelse.....	25
3.1.2 Kritikk av situasjonsforståelse	28
3.1.3 Situasjonsforståelse i samarbeidssystemer.....	28
3.1.4 Bruken av situasjonsforståelse	29
3.1.5 SA i forskning	30

3.2	Kommunikasjon	32
3.2.1	Personlig kommunikasjon	32
3.2.2	Systemkommunikasjon	35
3.3	Beslutningsstøtte	36
3.3.1	Definisjon av beslutningsstøtte	36
3.3.2	Beslutningsstøtte i systemer	40
3.3.3	Beslutningsstøtte og menneskelige reaksjoner	42
3.3.4	Kritikk av beslutningsstøtte	47
3.3.5	Beslutningsstøtteverktøy	48
3.4	Analyseteknikker	50
3.4.1	Pålitelighetsblokkdiagram	51
3.4.2	Strukturert Analyse og Design Teknikk (SADT)	53
4	Metode	55
4.1	Valg av metode	55
4.1.1	Metode og oppgaveskriving	55
4.1.2	Dokumentstudier	55
4.2	Metode som verktøy	56
4.2.1	Oversiktsstudier	56
4.3	Kritikk	57
4.3.1	Kvalitative forskningsintervjuer	57
4.4	Validitet	58
4.5	Reliabilitet	58
5	Innhold og analyse av empirien	60
5.1	System- og dokumentasjonsgrunnlag	60
5.1.1	User Manual ACON	61
5.1.2	ACON Power Management System User Manual	63

5.1.3	Icon DP Operating & Maintenance Manual	67
5.1.4	Failure Mode Effect Analysis	74
5.1.5	Redundancy test procedure	76
5.2	Systematisert fremstilling	76
5.2.1	Redundansgrupper.....	76
5.2.2	Pålitelighetsblokkdiagram.....	80
5.2.3	Valg av feiltilstand	81
5.2.4	Fremstilling av feiltilstand ved hjelp av SADT-skjema.....	82
5.2.5	Informasjon fra IAS ved feiltilstand	86
5.2.6	Informasjon fra DPS ved feiltilstand	91
6	Resultat.....	99
6.1	Presentasjon og vurdering av resultatet.....	99
6.2	Resultattabell	101
7	Diskusjon	102
7.1	Innledning til diskusjon	102
7.2	I hvilken grad gir IAS beslutningstøtte	103
7.2.1	Normalsituasjon	103
7.2.2	Alarmsituasjon	103
7.2.3	Kommunikasjon i IAS ved normalsituasjon	104
7.2.4	Kommunikasjon i IAS ved alarmsituasjon	104
7.3	I hvilken grad gir DPS beslutningstøtte	105
7.3.1	Normalsituasjon	105
7.3.2	Alarmsituasjon	106
7.3.3	Kommunikasjon i DPS ved normalsituasjon	107
7.3.4	Kommunikasjon i DPS ved alarmsituasjon	107
7.4	Beslutningsstøtte for operatørene i samhandling	108

8	Oppsummering og konklusjon	112
8.1	Oppsummering	112
8.2	Konklusjon	113
8.3	Videre forskning	114
	Referanser	116
	Vedlegg 1. Pålitelighetsblikkdiagram	119
	Vedlegg 2. Fremstilling av feiltilstand i SADT-skjema	120

Figur og tabell liste

Figur 1.	Parallell tidslinje ved feiltilstand og samhandling maskinist/styrmann.	6
Figur 2.	Systemintegrasjon, (Illustrasjon fra Rolls-Royce Marine).	13
Figur 3.	Six degrees of freedom ship motions, (www.researchgate.net).	14
Figur 4.	Eksempel på målhierarki med mål og begrensinger for en operasjon.	22
Figur 5.	Sammensatt bilde av situasjonsforståelse nivå 1-2-3, (Endsley & Jones, 2004)...	26
Figur 6.	Illustrasjon av Endsleys 3-nivå modell, (Aarset & Glomseth, 2018).	27
Figur 7.	Illustrasjon av delt situasjonsforståelse, (Aarset & Glomseth, 2018).	28
Figur 8.	Illustrasjon av kompatibel situasjonsforståelse, (Aarset & Glomseth, 2018).	29
Figur 9.	Neisser (1976) perceptual cycle, (Aarset & Glomseth, 2018).	32
Figur 10.	Sosioteknisk systemmodell for teknologi og individ, (Grech, et al., 2008).	36
Figur 11	Thinking, Fast and Slow, (https://lloydmelnick.com/2017/05/03/).	44
Figur 12.	Causes and Consequences of Cognitive Ease, (Kahneman, 2011).	45
Figur 13.	The 360 degrees seamless integrated bridge, (Hukkelås, 2015).	50
Figur 14.	Enkel fremstilling av pålitelighetsblokkdiagram.	51
Figur 15.	Enkel fremstilling av serie- og parallellstruktur i pålitelighetsblokkdiagram.	52
Figur 16.	Startsignal for parallellstruktur i pålitelighetsblokkdiagram.	53
Figur 17.	Aktivitetsboks med ICOM-piler for SADT-skjema.	53

Figur 18. Eksempel på aktivitet i SADT-skjema.	54
Figur 19. IAS systembeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017b).	62
Figur 20. IAS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2015).	63
Figur 21. PMS systemkonfigurasjon, (Rolls-Royce Marine, 2015).	65
Figur 22. PMS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2015).	67
Figur 23. DPS systembeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017a).	69
Figur 24. DPS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2017a).	70
Figur 25. DPS nettverksbeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017a).	71
Figur 26. Fartøyets drivstoffsystem, (SKANEL, 2016a).	75
Figur 27. Fartøyets redundansgrupper, (SKANEL, 2016a).	77
Figur 28. Fartøyets kjølevannssystem, (SKANEL, 2016a).	78
Figur 29. Oversikt redundansgrupper, (SKANEL, 2016a).	79
Figur 30. Pålitelighetsblokkdiagram, (Vedlegg 1).	80
Figur 31. Feilkilder i drivstoffsystem, (SKANEL, 2016a).	82
Figur 32. Fremstilling av feiltilstand i SADT-skjema, (Vedlegg 2).	83
Figur 33. Aktivitet «A0» i SADT-skjema.	85
Figur 34. Aktivitet «A1» i SADT-skjema.	86
Figur 35. IAS hovedskjerm bilde for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).	87
Figur 36. IAS oversikt over symbol og tegn, (Rolls-Royce Marine, 2017b).	88
Figur 37. IAS oversiktsside for alarm, varsel og historikk, (Rolls-Royce Marine, 2015). ..	89
Figur 38. IAS motorskjerm bilde for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).	90
Figur 39. IAS Alarmtekst for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).	90
Figur 40. IAS gruppestatus for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).	90
Figur 41. IAS detaljer for drivstoff for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).	91
Figur 42. DPS skjerminndeling, (Rolls-Royce Marine, 2017a).	91
Figur 43. DPS eksempel på hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2017a).	92

Figur 44. DPS symbolbetydning, (Rolls-Royce Marine, 2017a).....	93
Figur 45. DPS normalsituasjon 1, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	93
Figur 46. DPS konsekvensanalyse, normal situasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	94
Figur 47. DPS statusinformasjon normalsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	94
Figur 48. DPS normalsituasjon 2, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	95
Figur 49. DPS alarmsituasjon 1, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	96
Figur 50. DPS konsekvensanalyse, alarmsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	96
Figur 51. DPS statusinformasjon, alarmsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	97
Figur 52. DPS alarmsituasjon 2, (Rolls-Royce Marine, testlab).....	97

Forkortelser og terminologi

ACON	Rolls-Royce Marine sin forkortelse på automasjon og kontroll
AHTS	Anchor Handler/Tug/Supply (Ankerhånderingsfartøy)
BS	Beslutningstøtte
BSS	Beslutningsstøttesystem
DG	Dieselgenerator
DNV	Det Norske Veritas
DP(S)	Dynamisk posisjonering (system)
DSS	Decision Support System
DSV	Dive Support Vessel (Dykkerfartøy)
FMEA	Feil Mode Effekt Analyse
HE	Human Error (menneskelig feil)
HF	Human Factor (menneskelig faktor)
IAS	Integrert Automasjons System
IMCA	International Marine Contractors Association
IMO	Internasjonale maritime organisasjon

KM	Kongsberg Maritime
MPSV	Multi Purpose Support Vessel (Forsyningsfartøy)
OCV	Offshore Construction Vessel (Konstruksjonsfartøy)
PMS	Power Management System
RRM	Rolls-Royce Marine
SA	Situational Awareness
SSDR	Semi Submersible Drilling Rig (halvt nedsenkbar borerigg/flyterigg)
STCW	The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers

1 Innledning

Industriell utvikling har alltid vært viktig for fornyelse og tilpassing til den verdenssituasjonen mennesker er i. Den må også tilpasses menneskene som er involvert i den. Noen ganger går utviklingen raskt og er fremtredende, andre ganger går den i takt med behovet vi har og noen ganger kan det virke som den har stagnert. I denne oppgaven tar en for seg en utvalgt del av en bransje for å forsøke å se om utviklingen har gått for raskt fremover for menneskene som er involvert i den.

Den maritime skipsfartsnæringen er kjent for å være konservativ på mange måter, men aktørene her har også vært innovative og nytenkende. Det har blant annet ført til en hurtig utvikling av maritime kontrollsystemer (integreerte systemløsninger) for moderne fartøyer.

Skal en ta ut et segment som skiller seg ut, vil det være den store, og moderne flåten av offshorefartøyer som nå er i operasjon over hele verden. De har blitt kontrahert og bygget i løpet av en relativ kort periode. På bakgrunn av de avanserte operasjonene de utfører, og med et stort potensiale for ulykker, har det ført til et økende behov for å få på plass utstyr og systemer som kan gjøre dem i stand til å gjøre eksisterende, nye og krevende operasjoner på en sikker måte. I ulike mediekanaler observerer en at de ledende utviklingssekapene i industrien konkurrerer, til tider aggressivt, om å være *først med det siste*. Teknologitviklerne i de samme selskapene kommer frem med stadig ny teknologi og bedre løsninger, som skal hjelpe operatørene til å gjøre en mer effektiv og ikke minst sikker jobb. Disse systemene krever ulike former for kunnskap, kompetanse og erfaring for å utnyttes til det fulle.

En kan lese om den raske utviklingen og revolusjonerende løsninger som skal bidra til å øke sikkerheten, øke effektiviteten og redusere mulighetene for menneskelige feil. Det som ofte går under samlebenevnelsen *menneskelige faktorer*, er overordnet og de faktorene som påvirker mennesket kan igjen føre til menneskelige feilvurderinger, på engelsk kalt «human errors».

Operatørene av systemene har muligens en annen oppfatning av bruksområdene enn de som utvikler systemene og driver teknologien fremover. Det er også en mulighet for at sluttbrukerne av systemene ikke oppfatter at det gis et bedre beslutningsgrunnlag for å vurdere og handle i situasjoner som krever hurtig reaksjon. Forskning på operatørene som brukere av systemene, og de vurderingene de tar, er ikke med i denne oppgaven, men vil kunne være noe en kan forske videre på.

Begrunnelsen for valg av oppgave er todelt forankret. Den ene delen forankres i et personlig ønske om å bidra til en næring og bransje der forfatterne har hatt mye av sin yrkesaktive

karriere. Den andre delen forankres i studiet oppgaven er skrevet til og som har vært med på å synliggjøre en potensiell mangel på forskning innen valgt tema. Ved søk etter lignende eller tilsvarende forskning, ble det ikke funnet noe av nyere dato.

I prosessen med å komme frem til en måte å forske på temaet, ble flere tilnærminger og vurderinger gjort på hva som *faktisk* kan finnes av relevant empiri. Det viste seg å være mer utfordrende og krevende enn først antatt. Den første idéen var å bruke fjernstyrte, automatiserte fartøyer i en kollisjonssituasjon. Operatøren(e) i et kontrollrom på land skulle ta avgjørelser i en krisesituasjon, basert på systemdata og overvåking via eksempelvis satellittbaserte tjenester. Undersøkelser ble foretatt og sentrale aktører i bransjen som Kongsberg Maritime og Rolls-Royce Marine ble kontaktet, men bare for å måtte forkaste planene med bakgrunn i tilbakemeldinger fra de overnevnte bransjeledende aktørene at «dere er for tidlig ute». Kontrollrommene for å gjøre simuleringer var heller ikke er laget ennå. De figurerer kun som animasjoner og presentasjoner til salgsbruk. Det har vært flere andre idéer i prosessen og de har vært nøye vurdert, før de ble forkastet.

Forfatterne av denne oppgaven er begge innehavere av de to høyeste maritime sertifikatene en kan ha innen fagfeltet: Maskinoffiser klasse *M1*, og Sjøkaptein klasse *D1*. Forklaringen på hva som må til for å få utstedt sertifikatene finner en i «Lovdata: Forskrift om kvalifikasjoner, og sertifikater for sjøfolk». Avsnitt 4, § 28 *Kompetansesertifikat dekksoffiser klasse 1* og avsnitt 5, § 41 *Kompetansesertifikat maskinoffiser klasse 1*, er gjeldende for de to skipsoffiserssertifikatene¹. Fotnoter brukes videre i oppgaven for utfyllende forklaring eller henvisning til relevant kilde.

Oppgaven er basert på studert empiri, men er også på mange måter erfaringsbasert. Den faglige kompetansen og tyngden forfatterne har, gir muligheten til å vurdere materialet og komme med innspill, kommentarer og synspunkter. Kompetansen og den faglige erfaringen er fra tjenestetid ombord i fartøyer som har tilsvarende systemer, og som er brukt i tilsvarende operasjoner som her studeres og beskrives. En kort oppstilling av reell kompetanse:

¹ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-22-1523>

Finn Tore Holmeset, Maskinsjef

- Kompetansesertifikat:
Maskinoffiser klasse 1, utstedt av Sjøfartsdirektoratet.
IGF LNG Advanced, utstedt av Sjøfartsdirektoratet.
Fagbrev: Automatiseringsmekaniker.
- 5 år som Maskinsjef, 16 yrkesaktive år som seilende.
- Fartøystyper (i stillingen som offiser): Bøyelastere².
Offshorefartøyer: PSV, AHTS, MPSV, OCV, DSV.
- Fartsområde: Worldwide.
- IAS-erfaring: Alle fartøy har hatt IAS: Wärtsila, Høglund, Kongsberg.
- DP-erfaring: Alle fartøy har hatt DPS.

Jo Even Tomren, Kaptein

- Kompetansesertifikat:
Sjøkaptein klasse 1, utstedt av Sjøfartsdirektoratet.
Ubegrenset DP-sertifikat (ingen begrensninger) utstedt av «The Nautical Institute»
- 11 år som Kaptein, 23 yrkesaktive år som seilende.
- Fartøystyper (i stillingen som offiser):
Offshorefartøyer: PSV, AHTS, MPSV, OCV, DSV, SDDR
- Fartsområde: Worldwide.
- DPS-erfaring: Over 10.000 loggførte klokketimer på ulike DPS.
- IAS-erfaring: Alle fartøy har hatt IAS.

Utdannelsene er basert på den internasjonale modellen for maritime sertifikater, som er IMO sitt utdannelsesløp. For å få utstedt et maritimt sertifikat, må en oppfylle internasjonale krav, som er et minimum nedfelt i det som i maritime miljø refereres til som STCW-konvensjonen. Det står for: «The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers», eller: «Den internasjonale konvensjon om normer for opplæring, sertifikater og vakthold for sjøfolk». Denne konvensjonen setter et minimumskrav til kompetanse for å få utstedt et maritimt sertifikat, men legger ikke begrensninger for å legge til mer - eller tilpasse utdanning og krav for det enkelte land som har ratifisert konvensjonen.

² <https://snl.no/bøyelasting>

Detaljene i konvensjonen blir ikke beskrevet her, men utfyllende informasjon finnes på hjemmesiden deres (STCW)³.

Norge, som en ledende sjøfartsnasjon, har gjort flere tilpasninger til konvensjonen. De er kontrollert, forvaltet og administrert av Sjøfartsdirektoratet (SDIR). Detaljer om det finner en blant annet på nettsiden til stiftelsen *Lovdata* som er opprettet av Justisdepartementet og Det juridiske fakultetet i Oslo⁴. SDIR er Norges forvaltnings- og tilsynsmyndighet når det gjelder maritime anliggende, underlagt Nærings- og fiskeridepartementet og Klima- og miljøverndepartementet. I følge SDIR sin egen hjemmeside er deres oppgave følgende:

Sjøfartsdirektoratet er forvaltnings- og tilsynsmyndighet for arbeidet med sikkerhet for liv, helse, miljø og materielle verdier på fartøy med norsk flagg og utenlandske fartøy i norske farvann. Direktoratet har også ansvar for å sikre rettsvern for norskregistrerte skip og rettigheter i disse. Aktivitetene blir bestemt av nasjonalt og internasjonalt regelverk, avtaler og politiske beslutninger (Sjøfartsdirektoratet, 2018).

Alle Forente Nasjoner (FN) sine medlemsland har ratifisert denne konvensjonen, samt at den er akseptert og brukt av mange ikke-medlemmer i tillegg. På regjeringen sin hjemmeside *Statsministerens kontor* finner vi denne informasjonen: «Pr. 31. mars 2005 var STCW-konvensjonen ratifisert av 149 stater. Disse representerer totalt 98.51 % av verdensflåtens tonnasje» (Regjeringen, 2018). Norge ratifiserte konvensjonen i 1985.

Forfatterne har flere års erfaring, kompetanse og fartstid på noen av verdens mest system-avanserte offshorefartøy. Det ble bakgrunnen for valg av en mulig angrepvinkel når en aktuell problemstilling å forske på skulle utredes og bestemmes.

Etter flere runder med idémyldring, diskusjoner og konkretisering ble valget tatt. To sikkerhetskritiske systemer, som er viktige for en sikker operasjon av et fartøy innen krevende maritime operasjoner, ble valgt ut til videre forskning. Dette er et manøvreringssystem for dynamisk posisjonering og et maskinerisystem med integrert automasjonssystem. Systemene er forklart i detalj i kapittel 2.1 og 2.2. For å forske på potensielle feilkilder i de to systemene, ble det innhentet empiri fra leverandør og en underleverandør av dataverifikasjonstjenester. Dette ble så satt i system ved hjelp av teorier som er tilegnet fra studiet *Ledelse av krevende maritime operasjoner* tatt ved NTNU i Ålesund.

³<http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/TrainingCertification/Pages/STCW-Convention.aspx>

⁴https://lovdata.no/info/om_lovdata

I forbindelse med den daglige, normale driften av moderne offshore-fartøyer, er det spesielt tre viktige faktorer som *må* oppfylles for å kunne utføre en effektiv og sikker operasjon:

1. Et integrert automasjonssystem (IAS), funksjonelt og feilfritt.
2. Et dynamisk posisjoneringssystem (DPS), funksjonelt og feilfritt.
3. Operatører med kunnskap og forståelse i bruken av disse systemene, samt situasjonsforståelse av operasjonen som utføres.

Interaksjonene mellom operatørene kan sies å være avgjørende for en trygg, sikker og effektivt utført operasjon:

- En operatør (navigator/styrmann) som har sin oppfatning av hvordan DPS virker ombord i et fartøy. Vedkommende har også en oppfatning av hvordan IAS ombord i samme fartøyet virker.
- En operatør (maskinist), som har *sin* oppfatning av hvordan DPS virker ombord i fartøyet. Vedkommende har også en oppfatning av hvordan IAS ombord i samme fartøyet virker.

Denne oppgaven er skrevet med referanser til Olav Dalland (2012) sin bok «Metode og Oppgaveskriving», som blir beskrevet mer inngående i kapittel 4 om metode. Boken gir retningslinjer og råd i praktisk oppgaveskriving på bachelor- og masternivå.

1.1 Krevende maritime operasjoner

For å beskrive og synliggjøre en krevende maritim operasjon for leserne av oppgaven, er et tenkt, spesifikt scenario utarbeidet. Dette er forankret i problemsstillingen og forsknings-spørsmålene. Operasjonsscenarioet er en *kritisk operasjon* og den er definert som kritisk basert på forfatterens egne erfaringer. Fartøyet som brukes i oppgaven er per i dag et av verdens mest avanserte offshore konstruksjonsfartøy⁵ og innehar de systemene en trenger for å forsøke å finne svar på spørsmålene til oppgaven. Det er et *redundant dynamisk posisjoneringssystem* og et *integrert automasjonssystem*.

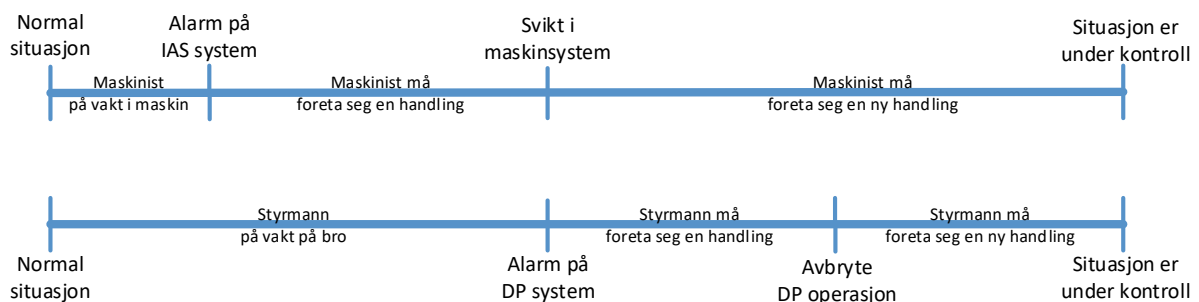
Operasjonsscenarioet:

- Fartøyet er i DP-modus klasse 2, med alle systemer operative og 100% funksjonalitet. Ingen registrerte feilkilder eller planlagte, interne fartøyssoperasjoner er meldt inn via

⁵ Eksempel på offshore konstruksjonsfartøy: <http://maritimstartside.no/lengre-djupare-og-kaldare-med-sx121/>

arbeidstillatelsessystemet ombord som kan påvirke operasjonen i større eller mindre grad. Alt av hovedmaskineri (alle maskinrom) er i gang og alle thrustere er startet og opererer som forventet.

- Fartøyet er engasjert i en tungløftoperasjon der ombordkranen blir brukt. Løftet skal plasseres og installeres på en undervannskonstruksjon som er operativ og aktiv.⁶
- Tungløftet⁷ (vekt over 20 tonn) henger i krankroken, utenfor skutesiden og over selve undervannskonstruksjonen.
- Vær- og vindpåvirkning er innenfor de normale operasjonskriteriene dersom alt av kraftkilder (hovedmaskineri) er i gang og er tilgjengelig for operatøren av DPS.
- På fartøysbroen for å overvåke DPS er det en DP-operatør. I tillegg er en vakthavende styrmann tilstede for å overvåke operasjonssonene rundt fartøyet. Vedkommende skal også påse at fartøyet utfører sikker navigasjon og skal varsle om noe uforutsett skjer, som kan påvirke DP-operasjonen.
- For å overvåke de tekniske systemene, inkludert kraftforsyningen, er det en maskinist i maskinkontrollrom som betjener IAS (operatør). I tillegg er det en patruljerende motormann i maskinrommene som overvåker og varsler om uforutsette hendelser og feiltilstander som kan påvirke driften.
- Noe uforutsett skjer som setter systemene (gradvis og over en begrenset tidsperiode) i ubalanse og operatørene av DPS og IAS må ta flere viktige beslutninger i løpet av kort tid. (Illustrert i figur 1, og beskrevet i kapittel 5.)



Figur 1. Parallell tidslinje ved feiltilstand og samhandling maskinist/styrmann.

⁶ <https://www.equinor.com/no/magasin/the-final-frontier.html>

⁷ <http://www.ptil.no/ord-og-uttrykk/ord-og-uttrykk-i-petroleumsvirksomheten-bokstav-t-article2878-38.html>

Dette er en veldig enkel fremstilling av et komplisert operasjonsscenario. Det anses for å være tilstrekkelig til å forklare hvordan tanken er for å forske videre på oppgavens problemstilling, ved å belyse forskningsspørsmålene.

1.2 Problemstilling

Oppgavens problemsstilling er ikke et nytt tema, og det har vært gjenstand for mange diskusjoner og studier. Det kan vurderes som om omfanget er stort og økende, basert på studier og lesing av ulike fagartikler, men også på bakgrunn av tilbakemeldinger fra de som har sitt daglige virke i denne typen industri. De fleste har nok en oppfatning og persepsjon rundt temaet. En hører også ofte at teknisk utstyr kan være en utfordring å bruke. Ta for eksempel en ny bil, fullstappet av elektronikk og data, som er en fornøyelse og problemfri å bruke når alt er ok. Eller en smarttelefon. De aller fleste har i dag en (eller flere) og det ligger jo en føring i navnet smart, som skal gjøre operasjonene, og kanskje livene våre, enklere. Dette er vel og bra når alt er i orden, men vi ser hva som skjer når de *ikke* virker. Da er brukeren, eller operatøren, blitt prisgitt blant annet «help desk» og hjelpesider på nett for å løse de tekniske utfordringene.

Med et så omfattende tema å vurdere, er denne oppgaven begrenset til å se på et miljø innen det temaet som omhandler studiet oppgaven er tenkt til. Fokuset er på ledelse av krevende maritime operasjoner. Det er valgt en fartøytype som er avansert og krevende på teknologi, der operatørene (heretter fellesbetegnelsen på styrmenn og maskinister) til enhver tid må være bevisst på hva de gjør og med forholdsvis korte tidsfrister på å bestemme eller ta avgjørelser. Beslutninger tas gjerne på bakgrunn av teknisk informasjon, erfaring, prosedyrer og regelverk. De må ofte utføres øyeblikkelig på grunn av fasen operasjonen er i, men kan også være med tanke på liv og død. Marginene er ofte små og konsekvensene kan være katastrofale og fatale. Med så avansert datateknologi, og med flere høyteknologiske systemer som skal jobbe sammen, blir beslutningsstøtten til operatøren viktig. Det kan stilles spørsmål om den er tilstrekkelig. Likeledes kan det være aktuelt å stille spørsmål ved relevant utdanning, og om operatørene har kunnskap og kompetanse til å vurdere og forstå hele situasjonsbildet, for så å ta *livsviktige* avgjørelser på sekunder. Dette er dramatisk formulert, men er hverdagen til de som har sin arbeidsplass ombord på denne type fartøyer.

Forfatterne har begge lang erfaring med bruk av disse spesifikke systemene (DPS og IAS), som er selvstendige systemer, men som også jobber sammen for å gi beslutningsstøtte til operatørene. De to systemene har stor betydning for operasjonene denne typen fartøyer utfører, og er engasjert i. Ut i fra de to hoveddepartementene en har på et fartøy (dekk og maskin) kan

oppfatningen og kunnskap om de to systemene være ulik. Det tas høyde for i forskningen i denne oppgaven.

Målsetningen for oppgaven er å gå inn i detaljene på de to viktige og sikkerhetskritiske systemene for å kunne komme frem til svar, eller en konklusjon på om denne teknologien gir beslutningsstøtte til operatørene.

Beskrivelsen av krevende maritime operasjoner med de utfordringer operatørene har, gir følgende problemstilling og forskningsspørsmål i oppgaven:

Datateknologi brukes som beslutningsstøtte i krevende maritime operasjoner for operatører av moderne og avanserte offshorefartøy. Integrerte automasjons- og dynamiske posisjoneringssystemer (IAS og DPS) er sikkerhetskritiske systemer som bruker denne teknologien. Hvor stor, eller liten grad, av beslutningsstøtte gir systemene til operatørene, individuelt og i samhandling?

Følgende forskningsspørsmål er utarbeidet for å besvare problemstillingen:

- 1. I hvilken grad gir IAS beslutningsstøtte til operatøren i normal- og alarmsituasjon?*
- 2. I hvilken grad gir DPS beslutningsstøtte til operatøren i normal- og alarmsituasjon?*
- 3. I hvilken grad gir IAS og DPS beslutningsstøtte for operatørene i samhandling?*

Videre i dette kapittelet beskrives det som forfatterne har funnet av empiri som har relevans til oppgavens problemstilling.

Noe av det materialet som er brukt har bakgrunn fra masterstudiet: *Ledelse av krevende maritime operasjoner* på NTNU i Ålesund, og er således godt kjent fagstoff. Ytterligere informasjon og materiale er funnet frem til via søk på internett og i bibliotek. Tips og god støtte fra faglærere og ressurspersoner innen fagfeltene som ligger til oppgaven, har gitt nyttige henvisninger til mulig støttende litteratur og materiale.

Det er skrevet, forsket på og publisert en god del om beslutningsstøtte, situasjonsforståelse, menneskelige faktorer, menneskelig svikt og mental kognitiv begrensning. Dette utredes i kapittel 3, som omhandler teorier. Det er også enkelt å få tilgang til materialet på internett eller i et bibliotek. Om tidligere forskning knyttes direkte til oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål, kan det oppfattes som det er begrenset materiale tilgjengelig. Det innbefatter også forskning. Forskning på datateknologi og beslutningsstøtte i det maritime miljøet, sett fra oppgavens ståsted, er vanskelig å finne. Å kunne forankre oppgavens

problemstilling til litteratur er utfordrende, men Grech et al. har et kapittel i boken som omhandler menneskets interaksjon med teknologi (Grech, et al., 2008).

Når en snakker med bransjeledende prinsipaler i både Rolls-Royce Marine (RRM) og Kongsberg Maritime (KM), får en et inntrykk av at det har vært gjort en del arbeid og forskning på dette internt. Ikke alt av dette kan deles fritt blant annet av konkurransehensyn.

Ved søk som er rettet direkte mot oppgavens problemstilling og som er avgrenset til beslutningsstøtte til operatører av DPS og IAS, finnes lite av relevans. Den eneste artikkel/forskningsrapporten som ble funnet ved å søke, og som omhandler deler av forskningsspørsmålene og oppgavens tema er et prosjekt kalt, *SITUMAR*⁸. Det er utført av KM med partnere i perioden 2014-2016. Det blir beskrevet og referert til mer i kapittel 3. Det vil bli vist til både funn og konklusjoner, og siteres også at det foreligger en lang rekke forskjellige initiativer og idéer internt i bedriften for hvordan funnene skal utnyttes. Dette utdypes ikke i rapporten og det understøtter deres interne politikk om å være forsiktige med å dele med tanke på forretningsmessig konkurranse.

At en ved søk ikke finner mer som støtter oppgavens problemstilling, betyr ikke at det *ikke* finnes mer. Det har blant annet blitt gjort grundige søk på internett med søkeord på norsk⁹ og engelsk¹⁰. Både norske- og utenlandske biblioteker og bokhandlere har vært konsultert og besøkt i jakten på litteratur, uten å finne mer med direkte relevans. Likevel ved søk finner en studier og litteratur på lignende problemstillinger fra andre bransjer, som kan ses i lys av egen forskning. Funnene som er gjort der har ikke noe direkte med det maritime å gjøre, men felles for alt som er funnet er at det er *mennesker* og deres *behov* for å ha beslutningsstøttesystemer som er bakgrunnen for forskningen og artiklene. Igjen refereres det til kapittel 3 for en mer inngående forklaring. Ved søk og leting blir det heller ikke klart, eller identifisert, om det er samarbeid mellom de bransjene som har kommet lenger på området som omhandler beslutningsstøtte og systemer, og den maritime industrien. Synergien mellom de er ikke synlig i søket etter dokumentasjon. Det som kan sies er at det i den maritime næringen av og til refereres til flyindustrien. Her snakkes det om at de har kommet mye lenger og at en bør se på hva de gjør, og har gjort, for å bedre sikkerheten blant annet med beslutningsstøttesystemers.

⁸ Situation Awareness and Decision Support tool for demanding marine operations

⁹ Eksempel på søkeord: Beslutningsstøttesystemer, dynamisk posisjonering, integrert automasjonssystem.

¹⁰ Eksempel på søkeord: Decision support systems, dynamic positioning, integrated automation systems.

Før forskningen på problemstillingen hadde forfatterne en oppfatning av systemene. Det ble diskutert, og uttrykket i bastante ordelag i enkelte sammenhenger, at *slik er det og slik fungerer det*. Ved å forske på empiri og se på systemene i sammenheng med anerkjente teorier har dette endret seg. Nå kan det fastslås at noe av det som ble sagt og hevdet, faktisk ikke er slik som førforståelsen tilsa det skulle være.

1.3 Avgrensing

Det kan være mye å skrive om, forske på og vurdere innen oppgavens valgte tema, men det blir avgrenset til å gjelde segmentet som er valgt og tidligere beskrevet. For helheten i oppgaven er det viktig å få frem det som er relevant. Avgrensingen skal bidra til at det kommer frem. Avgrensingen gjør hovedpoengene synligere og kan gi en enklere forståelse av oppgavens hovedmålsetting.

1.3.1 Operasjon og type fartøy

For å avgrense oppgaven er det tatt utgangspunkt i et kjent maritim miljø der begge forfatterne har erfaring og har en forståelse for hva som kan være utfordringer. Forskningen vil være fokusert på beslutningsstøtte til operatører og en eventuell mangel på det.

Utgangspunktet er et moderne bygget, og utstyrmessig i toppklasse godt utrustet offshore-fartøy, med DPS og IAS fra samme leverandør. Samarbeidet med RRM har vært nært og godt, noe som har gjort det relativt uproblematisk og enkelt å få tak i nødvendig materiale, dokumentasjon og reell kompetanse fra kilder innad i systemet.

Det er mange relevante systemer ombord som kan brukes for forskning, men for å ta et som finnes ombord i alle fartøyer av denne typen, brukes en problemstilling som er basert på erfaring.

Selv om det er Maskinsjefen og Kapteinen som har hovedansvaret for alle operasjoner og er de som tar beslutningene på overordnet nivå, er det i all hovedsak maskinister og styrmenn som er de som er i praktisk operasjonsmodus i daglig normalt virke. Både maskinsjefen og kapteinen vil bli varslet og tilkalt dersom noe skjer, men operatørene er de som må ta beslutninger og avgjørelser, og ofte hurtig. Det er en vakthavende maskinist i maskinrommene og to vakthavende navigatører på broen. Den ene navigatøren er til enhver tid systemoperatør (DP). Det er utgangspunktet for denne oppgaven. I analysen vil det bli brukt *maskinist* og *styrmann*, ikke maskinsjef og kaptein.

1.3.2 Språk og oversettelser

Det internasjonale maritime miljøet har en lang tradisjon for å bruke engelsk som hovedarbeidsspråk. Det kommer kanskje naturlig i og med at det i generasjoner ombord i fartøyene har vært mannskaper fra flere land samtidig. En multikulturell sammensetting vil ha et behov for et felles språk. I tillegg har operasjonene og fartsområdene vært på verdensbasis og behovet for å kommunisere mellom redere og andre forretningspartnere gjennom et felles språk, har vært med på å gjøre de største maritime miljøene engelskspråklige. Det opereres også med andre språk der det er naturlig og vi kan nevne spansk, fransk og kinesisk som de store språkene som kommer etter engelsk.

Det meste av oppgavens data- og forskningsmateriale er på engelsk, samt det aller meste av litteraturen som er brukt. I oppgaven vil det bli brukt oversettelser til norsk der det er naturlig å gjøre det. Noen referanser og litteratur, samt teknisk materiale faller seg ikke naturlig å gjøre om til norsk. Det er steder hvor det oppleves at det norske språket ikke passer helt inn i sammenhengen. Det kommer til kort og terminologien er ikke tilstede i tilstrekkelig grad. Noen eksempler er der det ikke er en naturlig god oversettelse til norsk og der det i noen tilfeller ikke eksisterer tilsvarende ord på norsk. Det vil da være unaturlig å lage en oversettelse, som kanskje ikke er like forklarende som det engelske hovedbegrepet er, eller som gir de originale setningene samme mening som på hovedspråket. Typiske eksempler er fra operasjonsmanualer og tekniske dokumenter, men også fra sitater og tekst i artikler. Det presiseres at oversettelsene er gjort av forfatterne og dermed ikke er kvalitetssikret på annen måte enn at en har utført korrektur for hverandre. Korrekturen er basert på oppfatninger av setningsoppbygginger som gir mening og er erfaringsbasert innen avgrensingen av oppgaven.

STCW-konvensjonen er referert til i innledningen og også i denne konvensjonen finner referanser til viktigheten av engelsk som arbeidsspråk. I 1995-tillegget til STCW-konvensjonen av 1978 introduseres spesifikke krav til engelskspråklig sertifisering:

Under STCW-konvensjonen må alle offiserer med vakthavende ansvar (navigasjon eller teknisk) ha en god fremstilling av muntlig og skriftlig engelsk. Senioroffiserer med funksjoner på ledernivå må også snakke og skrive engelsk siden dette er påkrevet for stillingens ansvarsnivå. Underordnet personell som inngår i navigasjonsvaktordningene må kunne utføre og overholde ordrer som er utstedt på engelsk. Besetningsmedlemmer som bistår passasjerer i nødsituasjoner, skal kunne kommunisere sikkerhetsrelaterte problemer på engelsk eller på det språket som passasjerene og annet personell ombord bruker. I dagens situasjon med multinasjonale og flerspråklige mannskap, kan betydningen av å dele et felles språk ikke undervurderes. Det vil ikke bare forbedre sikkerheten og operasjonell effektivitet, men vil også gjøre livet lettere og behageligere (Bardu & Apoyol-Mates, 2016).

Dette er informasjon tatt i fra en vitenskapsartikkel, som vi kommer tilbake til i kapittel 3. Her sies det:

Sakene ovenfor er den perfekte illustrasjonen om at menneskelig faktor er den viktigste årsaken til maritime ulykker, og at i de fleste tilfeller er språkbarrieren som fører til ulykker. Det er klart at engelsk må bli morsmål for folk ombord på fartøy for å eliminere problemet med multikulturalisme i ombordkommunikasjon (Bardu & Apoyol-Mates, 2016).

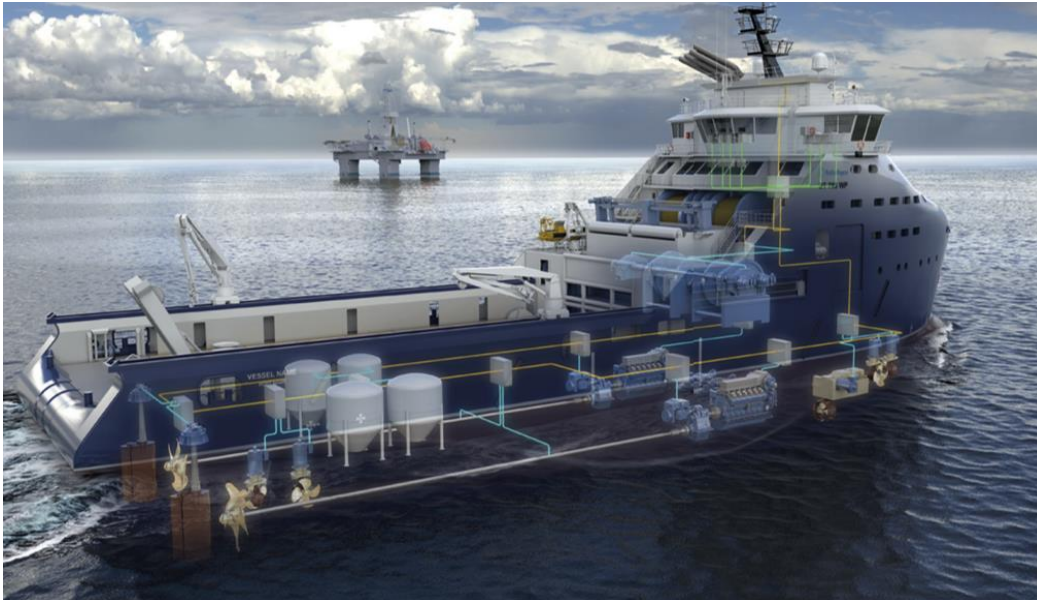
I en masteroppgave skriver Benedikte Homme Holstad om: «Språk i et globalisert næringsliv - Bruk av norsk og engelsk i maritim industrisektor». Det er historien om hvordan det internasjonale språket ble anglifisert. Hun hevder videre at det engelske språket vil være verdensledende innen industri, av flere årsaker (Holstad, 2012). En av de er globaliseringsprosessene som skjer innen bedriftene og om dette sier hun følgende:

Globaliseringen av verdens markeder og økonomier innebærer at utviklingen av nye teknologier og løsninger i stor utstrekning foregår via internasjonale samarbeid – det kan være noe av årsaken til at mange av respondentene i denne studien sa seg enige i at teknologiens språk først og fremst er engelsk (Holstad, 2012).

Beskrivelsen i dette avsnittet underbygger forfatterens oppfatning av at tilgjengelig dokumentasjon, i all hovedsak er på engelsk. Det tilsier også at engelsk er det mest utbredte arbeidsspråk i den maritime industrien.

2 Systembeskrivelser

I forbindelse med krevende maritime operasjoner, som det refereres til i oppgaven, vil det i dette kapitlet bli gitt en innføring i de ulike systemene og funksjonene som inngår i DPS og IAS ombord. I figur 2 ser en hvordan et fartøy kan være sammensatt av ulike systemer og komponenter.



Figur 2. Systemintegrasjon, (Illustrasjon fra Rolls-Royce Marine).

Primæroppgaven til navigatørene på en fartøysbro er å utføre sikker manøvrering og navigeringen av selve fartøyet. Dette gjøres ved bruk av skyvekraften som propeller og thrustere gir og utføres ved hjelp av de tilhørende systemer som er til for å overvåke og kontrollere denne aktiviteten. I maskinrommene er primæroppgaven å overvåke og vedlikeholde maskineriet og nødvendige hjelpesystemer som behøves for å generere den kraften som skal til for å operere fartøyet i sin helhet.

2.1 Dynamisk posisjonering

Opprinnelig kommer dynamisk posisjonering (DP) fra et behov om å utvikle mer treffsikre våpen, og da nærmere bestemt Penguinraketten.¹¹ Det reguleringstekniske miljøet på NTH (nå NTNU) ble engasjert av Kongsberg Våpenfabrikk (KV) til å utvikle algoritmer for å kunne

¹¹ <https://www.tu.no/artikler/pingviner-kan-fly/264807>

styre missilet mot målet, uavhengig av vær og vind. Veien til å styre fartøyer var ikke lang og KV utviklet det første maritime DPS under navnet *Albatross*.¹²

For å forklare et DPS, slik det er kjent fra et maritimt perspektiv, vil en definisjon fra et anerkjent skipsklassifiseringsselskap Germanischer Lloyds SE (nå DNV-GL), være hensiktsmessig. I deres «Rules for Classification and Construction, Ship Technology» er dette definisjonen (Germanischer Lloyd SE, 2013):

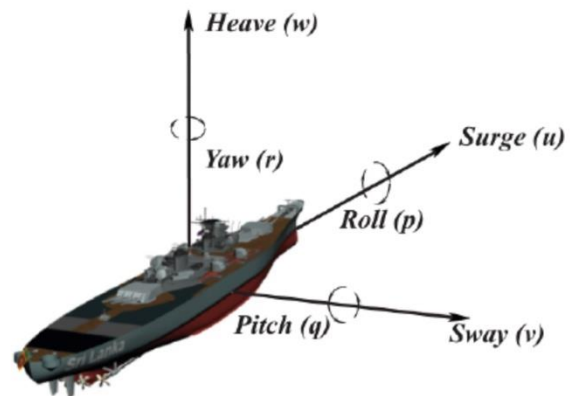
Et DP-system består av komponenter og systemer som virker sammen for å oppnå tilstrekkelig pålitelig posisjon holdeevne. Den komplette installasjonen som er nødvendig for dynamisk posisjonering av et fartøy, omfatter:

- Kraftsystem
- Thruster system
- DP-kontrollsystem
- Uavhengig joystick (ikke for DP 0)

Videre sier samme dokument i avsnitt B 8 at et «Dynamisk posisjonert fartøy» (DP-fartøy) er: En enhet eller et fartøy som automatisk opprettholder sin posisjon (fast sted eller forhåndsbestemt spor) eksklusivt ved hjelp av kontrollert thrust.

DP-systemene har seks frihetsgrader som inngår i beregningene når skipet skal holdes i posisjon eller skal kjøres etter en gitt kurs (figur 3)¹³:

- Bølger/Surge (sjø i baug eller fra akterskip)
- Slingring/Sway (bevegelse mot styrbord eller babord)
- Løft/Heave (vertikalbevegelse i skipet)
- Rulling/Roll (rotasjon i bølgeaksen)
- Stamping/Pitch (rotasjon slingreaksen)
- Giring/Yaw (rotasjon rundt vertikalaksen)



Figur 3. Six degrees of freedom ship motions, (www.researchgate.net).

Også andre elementer, som vindens og strømmens styrke og retning, tas med i beregningen.

¹² <https://www.tu.no/artikler/dynamisk-posisjonering/259386>

¹³ https://www.researchgate.net/figure/Six-degrees-of-freedom-ship-motions_fig1_262046990

DP-systemene er inndelt i fire hovedklasser, men kan ha tilleggsnotasjoner. De blir utstedte og brukt om det er spesielle operasjoner fartøyet utfører. For denne oppgaven er de ikke relevant. De fire hovedklassene som er internasjonalt anerkjente og definerte av skipsklasse-selskaper og DP-organisasjoner tas med for å gi en innføring. De er som følger og er tatt fra samme klaseselskap (Germanischer Lloyd SE, 2013):

- DP klasse 0: Kan som et minimum holde posisjon i automatisk modus (auto-posisjon og retningskontroll)
- DP klasse 1: Kan som et minimum holde posisjon i automatisk modus og joystick modus
- DP klasse 2: Må opprettholde kravene til DP klasse 1 og som et minimum holde posisjon etter en «single failure» i en aktive komponent
- DP klasse 3: Må opprettholde kravene til DP klasse 2 og som et minimum holde posisjon etter en «single failure» i en aktiv eller statisk komponent. Dette gjelder også om en mister alt utstyr i et departement som følge av vanninntrenging eller brann.

DP er altså et avansert posisjoneringssystem som gjør at blant annet offshorefartøyer er i stand til å kunne utføre arbeid og operasjoner som krever svært nøyaktig presisjon når det gjelder å holde en posisjon og fartøysretning. For å sikre nøyaktig posisjon har DPS ett eller flere referansesystemer tilgjengelig, noe som avhenger av kravene i DP-klassen. Noen eksempler på referansesystemer (Rolls-Royce Marine, 2017a):

- GPS(D): Satellittbasert posisjoneringssystem, med differensiell landreferanse for bedre nøyaktighet.
- HPR: Hydroakustisk referansesystem, som ved hjelp av en eller flere transpondere gir posisjoningsstøtte
- Laser: Retningsstyrte laserstråler mot fastmonterte reflektorer som gir nøyaktig distanse
- Tautwire: Vekt (et lodd) og vinkelbasert referanse plassert på havbunnen fra moderfartøy, som kommuniserer via telemetri.

Posisjonen er ikke nødvendigvis statisk og kan være en posisjon og fartøysretning som er bevegelig. Et typisk scenario der et fartøy ligger *statisk* og i samme posisjon er en dykkeroperasjon. Her har en mennesker som arbeider ut i fra eksempelvis en dykkerklokke hengende i en vaier under skipet. Da er en avhengig av at fartøyet ligger helt i ro og er posisjonert *optimalt* i forhold til vær, vind og det som er definert for operasjonen. Det vil si at en ligger i samme, forhåndsdefinerte posisjon og at en orienterer fartøyet slik at det blir minst mulig (og effektivt) utsatt for ytre påvirkning og krefter som følge av vær og vindsituasjonen. Et annet typisk

scenario der en er i *DP-bevegelse* er når en har en miniubåt (ROV)¹⁴ i arbeid ut i fra fartøyet. Den er tilkoblet fartøyet via en telekommunikasjonskabel og kan operere i et forhåndsdefinert område på sjøbunnen. Da må fartøyet til enhver tid *følge etter* ROV's bevegelser. I en slik operasjon er en avhengig av å kunne optimalisere posisjonen og fartøysretningen for å kunne følge etter *målet*, som er ROV, ved å bruke minst mulig av tilgjengelig kraft. Det gjøres ved å plassere fartøyet i en gunstig posisjon der ytre krefter som vær, vind og strøm blir fordelsaktiv og kan bidra til at fartøyet drives fremover i ønsket retning.

2.1.1 Konsekvensanalyse

«*DP online konsekvensanalyse*-funksjonen» er et klassekrav for IMO DP-klasse 2 og DP-klasse 3 operasjoner. Funksjonen er deaktivert om DP-klassen er satt til 1. Basert på de rådende miljømessige kondisjoner, tilstand, konfigureringen av kraftsystemet og de aktiverte thrusterne gjennomgår funksjonen de mulige «worst case single failure»-feilsenario en kan få. Disse scenarioene kan være tap av en av to hovedtavler (bus bars) eller lignende. For hvert feilsenario vil funksjonen kalkulere maksimal skyvekraft som kan bli generert imot den rådende skyvekraftretningen. Operatøren vil få en alarm om den kraften som trengs, justert med en dynamisk reserve, er større enn den maksimale tilgjengelige skyvekraften (fra thrustere) etter en «worst case single failure»-feil. Konsekvensanalysealarmene gir informasjon om maksimalt generert skyvekraft, etter en feiltilstand, vil være begrenset av thrustere eller kapasiteten av tilgjengelig kraft (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Resultatene av konsekvensanalysekalkulasjonene er i RRM sitt system tilgjengelige som trender som kan sees i «power trending view». De vises også på «power» og «thrust»-bildene på DP-operatørskjermen. Selv med ulike DPS-leverandører, der de alle har sine selskapsspesifikke oppsett, er dette med konsekvensanalyse ganske standardisert når det gjelder presentasjon av kalkulasjonene i trendvisning. Det baserer forfatterne på egne erfaringer fra andre og ulike DPS som: Kongsberg, Alstom, ABB, Marine Technologies for å nevne noen. Av de nevnte har samtlige hatt konsekvensanalysen i nettopp *trendvisning*.

Germanischer Lloyd SE har følgende definisjon på konsekvensanalyse: «En overvåkingsfunksjon i DP-kontrollsystemet som utløser en alarm hvis fartøyet (i sin nåværende

¹⁴ Remotely Operated Vehicle: forkortet ROV

driftsmodus) i de nåværende værforholdene ikke vil kunne holde kurs og posisjonen i tilfelle at den forhåndsdefinerte 'worst case'-feilen skulle oppstå» (Germanischer Lloyd SE, 2013, p. 2).

2.2 Integrerte automasjonssystem

Ifølge RRM er et *integrert automasjonssystem* (IAS) et system som er designet for å kontrollere- og overvåke fartøyets systemer og utstyr. Det har integrasjonsmuligheter mot flere andre undersystem ombord i et fartøy og brukes som et overordnet system når det kommer til overvåking og kontroll (Rolls-Royce Marine, 2017b).

IAS vil ha innebygde muligheter for å styre og overvåke ulike funksjoner som:

- Alarm og overvåking.
- Kontroll av motorer.
- Kontroll av lastning/lossing.
- Nivåpeiling av tanker.
- Kraftfordelingen og ulike operasjonsmodus for skipet.

Dette er noen funksjoner som et IAS kan dekke. Det er ikke begrenset til punktene over, og kan variere fra produsent til produsent.

Ved hjelp av IAS kan en få en bedre og samlet oversikt over skipets utstyr, komponenter og system. På den måten får en tilgang til mer informasjon samlet på et felles system. Når et parameter for en enkeltkomponent, sammensatte komponenter eller for et system kommer utenfor sine gitte kriterier, vil IAS generere et varsel til operatøren av systemet. Operatøren kan da gjøre nødvendige tiltak i forhold til hva som varsles. Et slikt varsel kommer i form av et lydsignal og visuell informasjon i det grafiske brukergrensesnittet,¹⁵ som er skjermbildet som operatøren får sin systeminformasjon fra. Eksempler på et slikt varsel kan være når kjølevannstemperaturen til en motor blir høyere enn hva som er normalt, eller hvis nivået på dieseltanken til motor blir for lavt. I begge disse tilfellene vil operatøren få et varsel via IAS (Rolls-Royce Marine, 2017b).

¹⁵ https://no.wikipedia.org/wiki/Grafisk_brukergr%C3%A8nse

2.2.1 Power Management System

Et «Power Management System» (PMS), er *kraftfordelingssystemet* ombord i fartøyet. Det styrer kraftfordelingen mellom de ulike produserende kraftkildene og fordelingen av dette ut til forbrukerne av denne kraften. PMS kan være en integrert del av et IAS. Det vil si at operatøren får informasjon fra, og kan operere PMS via skjermbildet til IAS. På den måten trenger operatøren bare å forholde seg til IAS sitt skjermbilde.

Hovedoppgaven til systemet er å sikre at fartøyet har tilstrekkelig elektrisk kraft tilgjengelig for å utføre fartøyets operasjoner på en sikker måte. Eksempler på slike operasjoner er: *Transitt*, som kan være en seilas mellom to havner eller to punkter (A til B). *DP-operasjon*, som er en operasjon hvor en holder fartøyet posisjonert etter gitte kriterier eller prosedyrer. *Ankerhåndtering*, som er arbeid med å flytte på, sette ut eller ta inn anker som holder eksempelvis borerigger fast i bestemt posisjon. *Offshore standby*, som er vaktberedskap rundt og ved plattforminstallasjoner ute på oljefeltet (Rolls-Royce Marine, 2015).

Måten dette systemet fungerer på er at det overvåker den elektriske kraftfordelingen om bord i fartøyet. Det er den elektriske kraften som dieselmotorens generator¹⁶ (DG) genererer inn til hovedtavlen¹⁷ (HT). På engelsk kalles den «Bus Bar»¹⁸.

PMS måler det *faktiske* strømforbruk ut fra HT. Det blir sammenlignet med kraftkapasiteten som de tilkoblede DG'er maksimalt kan levere ved full belastning. Blir differansen (sikkerhetsmarginen) mellom tilført kraft og forbrukt kraft mindre enn de satte kriteriene, vil PMS ivareta fartøyets sikkerhet. Det gjøres enten ved å aktivere flere DG'er eller redusere kraften som trekkes ut av HT. PMS vil også kunne gi startsignal til DG som er i standby¹⁹ om det skulle bli behov for mer kraft. Tilfeller hvor slikt behov kan oppstå, er hvis en får en feiltilstand med DG, eller hjelpesystemene til DG, mens den er operativ. Dette kalles redundans og bli beskrevet senere i oppgaven (kapittel 3.4.1.3.).

I oppgaven blir de to ovenfor nevnte systemene sett under ett og får samlebetegnelsen IAS. Det er da underforstått at PMS er en integrert del av IAS.

¹⁶ https://snl.no/generator_-_energiomformer

¹⁷ Hovedtavle kan sammenlignes med sikringsskapet i et hus

¹⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/Busbar>

¹⁹ Diesलगeneratorer som ikke går, men er klar for start ved behov

3 Teorier

Dette kapittelet omhandler teorier knyttet til situasjonsforståelse (SA), kommunikasjon og beslutningsstøtte (BS). Først blir det redegjort for søk etter kilder og referanser i forhold til disse temaene. Deretter blir de relevante teoriene for oppgaven utdypet nærmere. Interaksjonen mellom mennesket og systemer (datamaskiner) blir viktig å få en bedre forståelse av i oppgaven. Utfordringen i oppgavens problemstilling skal besvares av de valgte forsknings-spørsmålene.

I maritim industri er «human error» (HE) eller *menneskelig svikt*, et godt innarbeidet begrep og ofte forklaringen og konklusjonen når noe går, eller har gått galt. Et annet uttrykk som er mye brukt er «Human Factor», oversatt til *menneskelig faktor*. De to uttrykkene blir ofte samlet under forkortelsen «HF», og for enkelthetsskyld blir forkortelsene HE og HF brukt videre i oppgaven. Tallene på delaktighet av HE eller HF i ulykker varierer fra 70-95% i rapporter fra ulike maritime organ. Et eksempel på dette er en artikkel, som er et sammendrag av en forskningsrapport, publisert i Naval Academy Scientific Bulletin, der Bardu og Apoyol-Mates kommer med følgende utsagn om skips-industrien:

- En studie utført i Nederland, av 100 marine skadesaker, viser at menneskelig svikt bidro i 96 av 100 ulykker.
- Menneskelig svikt koster den maritime industrien 541 millioner dollar per år, ifølge United Kingdom Protection and Indemnity (UK P&I) Club.
- Menneskelig svikt er medvirkende årsak i 84-88 % av alle ulykker i tankbåtflåten.
- Menneskelig svikt er medvirkende årsak til 79 % av grunnstøting i taubåtflåten.
- Over 80 % av maritime ulykker er forårsaket, eller er påvirket av mennesker og organisasjonsfaktorer.
- Menneskelig svikt er medvirkende årsak i 89 – 96 % av skipskollisjoner (Bardu & Apoyol-Mates, 2016).

I en artikkel av Dr. Nippin Anand adresserer han nettopp dette med menneskelige faktorer og menneskelig feil inn mot design og systemer på en kritisk måte. Med referanser til store og fatale maritime ulykker som *Titanic* og *Prestige*, setter han fokus på flere interessante utfordringer og problemstillinger. Han sier blant annet dette om *menneskelige faktorer og sosial struktur*:

Når en Kaptein kommer noen få hundre meter for nært land/landkjenning, er de selverklærte menneskelige faktor-spesialistene (og der er mange!) raske med å tilegne og tillegge dette problemet til menneskelige faktorer. Det første spørsmålet er hvem sin feil det var? Hvor nært var fartøyet til landkjenning og hvordan i alle dager kunne kapteinen prøve på å utføre en slik vanvittig manøver? Vi er overbevist om at problemet ligger hos det irriterende mennesket og dets oppfatning og persepsjon av risiko og sikkerhet. Men selv om vi tar denne holdningen til

problemet: hvorfor designer vi- og operer vi slike kapitalintensive systemer på en slik måte at katastrofale feil kan bli resultatet av feilpotensialet hos et enkelt individ (menneske), med vitende vilje- eller ikke? (Anand, 2016).

Han kritiserer her prosessen og stiller spørsmål om hvorfor vi lar dette skje når vi kjenner til svakhetene til mennesket. I hans neste avsnitt stiller han et kritisk spørsmål til bransjen. Han spør: «Lærer vi de riktige tingene»? Dette følges opp med:

Storulykker kan gi oss enorme muligheter til å lære av feil. Men denne muligheten til å lære blir enkelt borte om menneskelig svakhet og evne til å gjøre feil blir sett som grunnen til og bakenforliggende årsak til ulykker. Dette er en skjerpene, over-simplifisert og naiv forståelse av menneskelige faktorer. Deler av problemet er at, i motsetning til andre høyrisiko industrier, gir ikke den (tilegner ikke) maritime industrien like mye verdi til mennesket og adferdsvitenskap på samme måte som ingeniørvitenskap (Anand, 2016).

Han hevder altså at vi *vet* om denne problemstillingen, men gjør lite, eller ikke nok for å løse den. Hele artikkelen er ganske nådeløs i kritikken av det vi *vet* og for denne oppgaven underbygger dette problemstillingen.

I et anerkjent internettbasert maritimt magasin *Marine Insight*, som selv hevder de er «World`s No. 1 Complete Maritime Information Website»²⁰, er de ikke beskjeden på store ord når de i en artikkel skriver om «The Relation between Human Error and Marine Industry». Der sier de følgende:

Så enormt store som havene er og med så store som skip som seiler på dem, er sannsynligheten for at ulykker skjer på disse skipene, også enorme. Men det som er utrolig er årsakene på feilene som fører til disse ulykkene i de fleste tilfeller. Sjøulykker som oppstår på grunn av naturens faktorer, som når et skip som blir fanget i en uventet storm, ugunstige tidevann, sterk vind osv., er helt utenfor menneskelig kontroll og utgjør også en liten del av årsakene til maritime ulykker. Årsakene som topper listen, som kollisjoner, branner, eksplosjoner, skip som går tapt, tankerulykker osv., er alle resultater av menneskelige feil på en eller annen måte. Dette er det ganske utrolige resultatet av studier som gjennomføres ved å se på maritime ulykker og deres årsaker. Disse studiene var rettet mot å finne frem til grunnårsakene/-bakenforliggende årsaker til ulykkene, for å kunne forbedre maritim sikkerhet. Resultatene viste at i de fleste tilfeller (nesten 96%), var årsaken til maritime ulykker menneskelig feil (Marine Insight, 2016).

De har ikke kildereferanser i artikkelen, men det er ordbruken i konklusjonene som er interessant og viser kanskje hvordan maritim industri selv ser på årsaken til ulykker.

I boken «Human Factors in the Maritime Domain» viser Grech et al. også til samme utfordring og igjen er det et forholdsvis høyt prosentvis tall som er presentert. De refererer til en rapport

²⁰ <https://learn.marineinsight.com/about-us/>

utgitt av United States Coast Guard (USCG) i 1993 der de fastslår at 80 % av maritime ulykker var forårsaket av menneskelig svikt (Grech, et al., 2008).

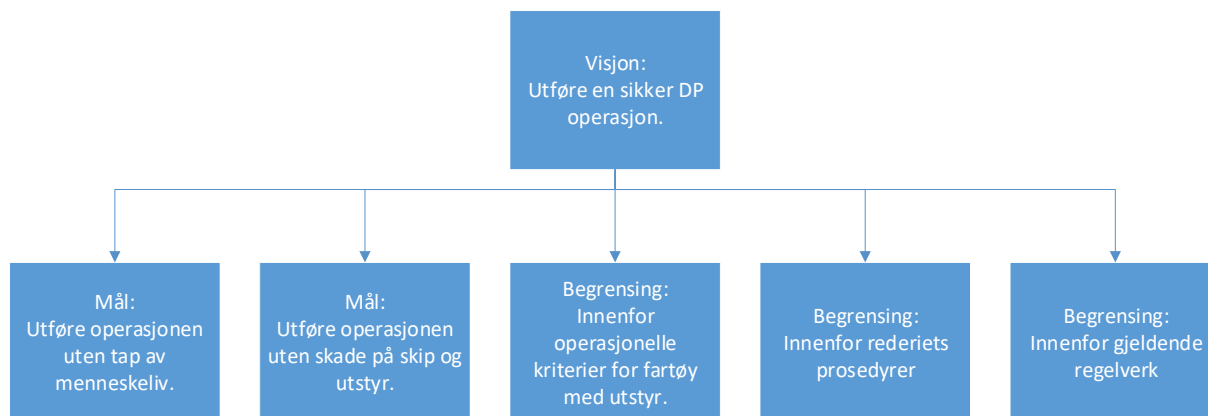
Dette er bare noe av tallmaterialet en finner på internett og i offentlige tilgjengelige rapporter om HF, HE og prosentvis medvirkende- eller direkte årsak til ulykker. Forfatterne har egne erfaringer med slikt tallmateriale, resultater og konklusjoner fra HMS-avdelingene i de rederiene de har arbeidet i. Oppfatningen av å bruke HE som konklusjon i ulykkes-sammenhenger ser ut til å løse problemet, finne årsaken og tilfredsstille kunde og eier. Ved å ha deltatt i intern-granskningskommisjoner og ved å ha innehatt posisjoner der en har måttet vurdere og gradere nettopp HE i ulike typer rapporter, kan det bekreftes at det har vært mye brukt som årsak og konklusjon.

Men er det slik at menneskelig svikt (HF og HE) er årsakene til det som skjer, og i så mange tilfeller? Det er et spørsmål det ikke tas stilling til i denne oppgaven, men som er verdt å dvele litt ved når en fortsetter med problemstillingen innen oppgavens avgrensinger. Grech et al. referer til Sidney Dekker, en australsk professor som har forsket på HF og skrevet flere bøker om temaet, som et innspill i debatten om hva som faktisk *er* menneskelig svikt. Dekker sier følgende om det han kaller et «nytt syn på menneskelig svikt», om konseptet HE (Dekker, 2002, referert i Grech, et al., 2008):

- Menneskelig svikt er ikke en årsak til feil/feiltilstand. Det er effekten eller symptomene på større og dypereliggende problemer.
- Menneskelig svikt er ikke tilfeldig. Den er systematisk koblet til funksjoner av menneskelig verktøy, oppgaver og miljøet det blir operert eller arbeidet i.
- Menneskelig svikt er ikke konklusjonen i en undersøkelse. Det er utgangspunktet.

Det oppfattes som at Dekker her kommer med kritikk om den *godtatte* sannheten om at menneskelig svikt er årsaken til ulykker i de aller fleste tilfeller.

Denne oppgaven er begrenset til å gjelde to sikkerhetskritiske systemer som begge er overvåket av en operatører hver, og som har ulik faglig bakgrunn. Felles for operatørene er det overordnede målet, som er en sikker operasjon. På den måten unngår en ulykker, tap av menneskeliv, skader på utstyr og påvirkning av det ytre miljø (figur 4).



Figur 4. Eksempel på målhierarki med mål og begrensinger for en operasjon.

De to operatørene har en interaksjon med systemene (også kalt *maskiner* i en slik sammenheng) og det er viktig å ha en forståelse om menneskelige faktorer og ergonomi for å se helheten i oppgaven.

I boken «Human factors in the maritime domain» sies det:

I tidens løp har det oppstått noen misforståelser i bruken, definisjonen og terminologien når det gjelder menneskelig faktor (HF) og ergonomi, som essensielt har samme betydning. Dette er greit å være oppmerksom på når en leser videre i oppgaven. De sier at begrepet menneskelige faktorer er mer vanlig brukt i USA, mens ergonomi, som kommer fra de greske ordene *ergon* (arbeid) og *namos* (naturlov) blir foretrukket i Europa. For å unngå forvirring og tvetydighet valgte de Forente Nasjoners Internasjonale maritime organ (the International Maritime Organization, (IMO)) å introdusere begrepet menneskelig element, som et alternativ. Tidligere i innledningen har det blitt definert med forkortelsen HE, som «human error», men element og error blir her begge samlet som HE (Grech, et al., 2008).

Grech et al. antyder videre at IMO kanskje oppfatter dette som et hjelpsomt alternativ uten å skape for mye problemer for amerikanerne og europeerne. De sier også at:

Uavhengig av betegnelse så er det vitale elementet her at notasjonen passer mellom person(er) og de omkringliggende miljø(er). Det vil si å tilpasse oppgaven (jobben), utstyr og miljø til de evner og begrensninger personen(e) i motsetning til å prøve å tilpasse personen(e) til oppgavene der du får risikoen ved at du tvinger dem til å bruke/operere uegnet eller dårlig designet utstyr eller arbeidssystemer (Grech, et al., 2008).

Referert til i samme boken, sier forsker og professor i maskinteknikk, Kim Vicente (2006), forfatter av boken: *The human factor: «Revolutionizing the Way We Live with Technology»* følgende om menneskelige faktorer og teknologi: «Om den menneskelige faktor er tatt med i betraktningen, kan en tett sammenstilling mellom personer og design oppnås, og teknologien har en større sannsynlighet for å virke som tenkt» (Vicente, 2006, referert i Grech et al., 2008).

I sitatet over refereres det til IMO. Ut ifra det en kan lese kan en tolke det dit hen at de velger å

ta HF på alvor og arbeider for en forbedring innen feltet. I en artikkel fra IMO, om «Maritime Human Factors and IMO policy», skriver de følgende om IMO sin *nye* rolle i forkant av introduksjonen i artikkelen:

Utviklingen av HF-relaterte forskrifter innen IMO har ofte kommet som en konsekvens og som et resultat av en reaksjon/respons på maritime ulykker. Den typiske reaksjonen på en ulykke har vært en kombinasjon av (i hovedsak tekniske) forskrifter, nye eller forbedrede prosedyrer og trening. Systematiske evalueringer og forandringer tilhører sjeldenhetene. IMO sine egne uttalelser de senere år hevder å gjøre en forandring til en mer proaktiv tilnærming innen maritim sikkerhet. Nøkkeldokument, som IMO sitt «Human Element vision», underbygger en slik påstand. Denne artikkelen tar for seg og analyserer dokumenter innsendt til IMO sin Maritime Sikkerhetskomité (MSC) for at de skal kunne evaluere «mekanismene» i beslutningstaking og de foreta de prioriteringer som er nødvendig for å sette en agenda innen MSC når det gjelder menneskelige faktorer. Gjennomgangen og analysen bekrefter at IMO sitt arbeide innen HF var reaktivt på 90-tallet (Schröder-Hinrichs, et al., 2013).

Her sier de også at det er for tidlig å hevde en total proaktiv tilnærming i regelverksprosesser, selv om det nå er flere eksempler innen IMO på nyere forskrifter som kan forstås til å være proaktive (Schröder-Hinrichs, et al., 2013). Det kan forstås slik at IMO, med sin klare rolle som et myndighets- og beslutningsorgan for maritim industri, her innrømmer at de har hatt en feilaktig tilnærming til HF inntil nylig. Men fra nå av hevder de at de er proaktive for å gjøre beslutningstaking enklere. Denne oppgaven tar ikke stilling til det, men registrerer det som noe som kan tas med videre til diskusjonen. Innledningsvis i oppgaven ble det referert til STCW-konvensjonen. Det kan være verdt å nevne at STCW-konvensjonen var det første IMO-regelverket som befattet seg med HF-betydningen («the human element») for sikkerheten til sjøs.²¹

Mica R. Endsleys studier på situasjonsforståelse (SA) er vesentlig for denne oppgaven og hennes teorier er kanskje de som er mest anerkjent innen forskning på SA. I boken: «Designing for Situation Awareness: An Approach to user-centered design» (Endsley & Jones, 2004), finnes teorier som kan være av nytte for forskningen i oppgaven.

Når det kommer til beslutningsstøtte (BS) vil den anerkjente og nobelprisvinnende forskeren, psykologen og økonomen Daniel Kahneman og hans bok: «Thinking, Fast and Slow» (Kahneman, 2011), være en kilde til forskning i oppgaven. I søket etter litteratur og støtte for å

²¹ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2005-14/id154924/sec5>

studere BS, er det tydelig at Kahneman er en foretrukket kilde i de fleste sammenhenger for dette temaet.

Det er foretatt et bredt søk etter materiale å forske på via internett, i biblioteker (norske og utenlandske), hos leverandører av avansert teknologi i maritim industri (med relevans til oppgavens problemstilling) og gjennom forfatternes profesjonelle nettverk av bransjespesialister. Der finnes noe materiale og dokumentasjon, men en får en oppfatning av at det ikke foreligger så mye forskning på dette området innen den maritime industrien. Det kan ikke fastslås med sikkerhet da det ikke er noen garanti for at søkene som har vært gjennomført gir en fullverdig oversikt over alt av tilgjengelig litteratur. De søkene etter litteratur til støtte eller kritikk som har vært gjort har gitt få positive svar. Men det som finnes demonstrerer en høy kvalitet og kan være til nytte og hjelp i arbeidet videre. Her kan det som eksempler nevnes en forskningsrapport fra Kongsberg Maritime, en studie fra «Federal Aviation Administration» (USA), en rapport fra helsevesenet i Norge og en analyserapport fra University of Missouri med mer. Noe av det blir referert til senere og brukes videre i arbeidet med oppgaven.

3.1 Situasjonsforståelse

Som tidligere beskrevet er det valgt å se på SA, kommunikasjon og BS. Begrunnelsen er for å se på hvordan de faktorene kan påvirke operasjonen oppgaven er begrenset til. Systemene som blir brukt til dette formålet er DPS og IAS. For å forsøke å forstå hva SA er, og for å finne en god definisjon, har det vært naturlig å studere litteratur med referanser til maritime operasjoner og forfatternes yrkeserfaring.

Endsley og Jones' bok: «Designing for Situation Awareness. An approach to User-Centered Design», er en kilde som brukes (Endsley & Jones, 2004). Med referanse til masterstudiet denne oppgaven er laget for og litteratur brukt i det, er det også fordelaktig å bruke boken «Human Factors in the Maritime Domain», som en kilde (Grech, et al., 2008).

Oppgaven er avgrenset til å gjelde to sikkerhetskritiske systemer. Hvert system er individuelt operert av en operatør i enhver fase av de maritime operasjonene. De må også samarbeide på tvers av systemene. Da kan SA i samarbeidssystemer være noe å studere nærmere, og i kapittelet «Police Leadership during Challenging Times» av Magne Aarset og Rune Glomseth, finner en noe om nettopp dette temaet (Aarset & Glomseth, 2018). I tillegg blir det brukt utdrag fra forskningsrapporten *SITUMAR* fra Kongsberg Maritime (KM) (Hukkelås, 2015). En annen aktuell kilde, som ikke er så innlysende og godt kjent innen den maritime bransjen, er britiske myndigheter og deres HSE Department (Leadership and Worker Engagement Forum, 2012).

De har i mange år arbeidet med dette temaet og det aller meste av materiale er fritt tilgjengelig på deres hjemmeside på internett.²²

Videre i søket etter definisjoner på SA var det fordelaktig å se på flyindustrien, som etter forfatternes mening og forståelse, er foran den maritime industrien når det gjelder SA, BS, og beslutningsstøttesystemer (BSS). Et utdrag dedikert til det globale luftfartsmiljøet, er gjengitt som en artikkel publisert av den britiske *non-profit* organisasjonen *The Royal Aeronautical Society (RAeS)*²³. Rapporten inneholder oppsummering av 21 ulike definisjoner av SA som de har funnet og beskriver i korthet. Det vitner om et stort engasjement rundt temaet og en ser blant annet at Endsley sine bøker fra 1988 og 1995 er med på listen over referanser. Hver og en av de 21 definisjonene blir ikke tatt med i oppgaven, men de har blitt gjennomgått for å se etter sammenligninger og likheter (The Royal Aeronautical Society, u.d.).

Det finnes altså noe materiale om SA, men er avgrenset til Endsley & Jones (2004), Grech et al. (2008), Aarset (2010), Aarset & Glomseth (2018), UK HSE og KM i denne oppgaven. Det har også vært søkt andre kilder via internett og det vil komme relevante innspill om funn som kan støtte opp temaet SA.

3.1.1 Utgangspunkt for situasjonsforståelse

Endsley og Jones sin bok: «Designing for Situation Awareness», er en god kilde til å forstå SA. De gir sin definisjon på SA på følgende måte: «I utgangspunktet er SA å være oppmerksom på hva som skjer rundt deg og å forstå hva den informasjonen du får betyr for deg nå og i fremtiden» (Endsley & Jones, 2004). De følger opp med at denne typen forståelse normalt er definert basert på hva slags informasjon som er viktig for å kunne utføre en spesifikk jobb eller nå et spesifikt mål. Konseptet SA er normalt sett anvendt i operasjonelle situasjoner der mennesker har behov for SA for- eller av en spesiell grunn. Her blir eksempler fra dagliglivet nevnt (kjøre bil), helsevesenet (pasientbehandling) og flyindustrien (lufttrafikkontroll), men i denne oppgaven vil det bli brukt i en maritim kontekst for maritime operasjoner og rettet mot DPS og IAS. Endsley og Jones oppsummerer at SA *normalt* er definert som tilhørende til de mål og målsettinger en har til en spesifisert jobb/arbeidsoppgave, eller til en funksjon.

²² <http://www.hse.gov.uk>

²³ https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Aeronautical_Society

Endsley kom i 1988 med en definisjon på SA, som er gjengitt i 2004: «Oppfattelsen av elementene i et miljø innen et volum av tid og rom, forståelsen av deres mening, og projeksjonen av statusen i nærmeste fremtid» (Endsley & Jones, 2004).

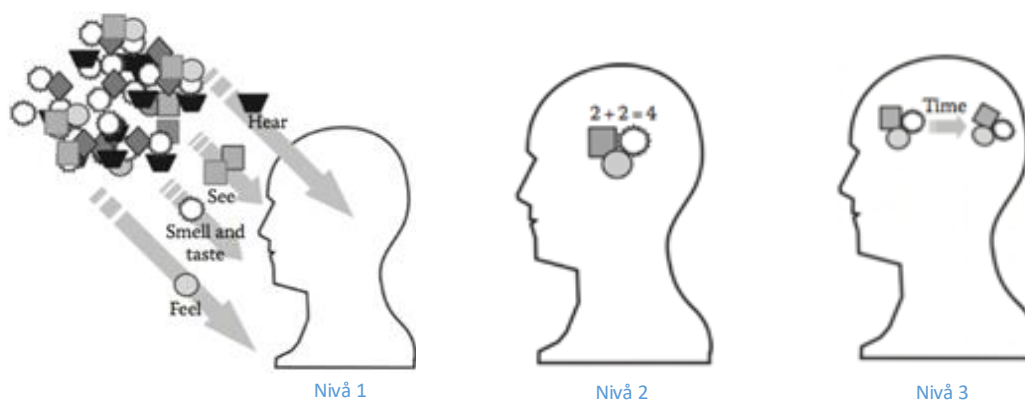
Endsley og Jones definerer tre nivåer på SA.

- Nivå 1 – persepsjonen/oppfattelsen av elementene i området/miljøet
- Nivå 2 – forståelsen av nåværende situasjonsbilde
- Nivå 3 – projeksjon/beregning av fremtidig status

Om *Nivå 1* skriver de at persepsjon/mottak av informasjon kan komme visuelt, via hørsel (auditivt), ved berøring (taktilt), via smak eller olfaktoriske sanser, eller som en kombinasjon. De fremhever også at fortroligheten til informasjonen (basert på sensorer, organisasjoner eller individet som fremskaffer det), like mye som informasjonen selv, danner en kritisk del av Nivå 1 SA på de fleste områder (Endsley & Jones, 2004).

Om *Nivå 2* sier de at forståelsen er basert på syntesen av usammenhengende «Nivå 1»-elementer og en sammenligning av den tilgjengelige informasjonen mot sin egen målsetting. Det involverer integrasjon av flere deler av data for å lage informasjon. Prioriteringen av den kombinerte informasjonens viktighet og mening har relevans til å oppnå det nåværende mål. Nivå 2 SA er analogt når det gjelder å ha et høyt nivå av leseforståelse i motsetning til det å bare lese ord. Den mentale modellen er viktig her og erfaring spiller inn som en viktig brikke for å kunne forstå informasjonen en har tilgjengelig (Endsley & Jones, 2004).

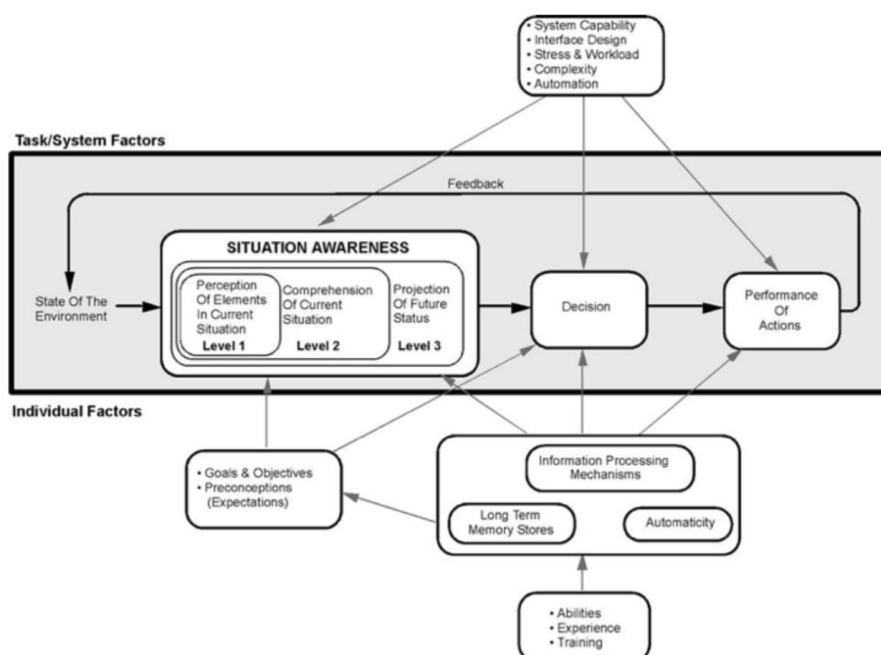
Om *Nivå 3* sier de at en person kun kan oppnå Nivå 3 SA om en har en god forståelse av situasjonen (Nivå 2 SA) og de funksjonene og dynamikken i de systemene de samarbeider med (figur 5). Ekspertene på mange områder bruker mye tid på å forme «Nivå 3 SA» for å kunne være bedre forberedt til å håndtere situasjoner som oppstår (Endsley & Jones, 2004)



Figur 5. S sammensatt bilde av situasjonsforståelse nivå 1-2-3, (Endsley & Jones, 2004).

Forberedelser for å kunne håndtere kritiske situasjoner bedre er noe forfatterne kjenner godt til, basert på egne erfaringer. Ombord på et fartøy må en hele tiden være forberedt på å takle uforutsette situasjoner og ved å være mentalt forberedt kan det bety forskjellen på liv og død. Et eksempel er at både Maskinsjef og Kaptein om bord på et fartøy har det største og overordnede ansvar for mannskap (passasjerer), fartøy og miljø og derfor må ha et «Nivå 3 SA» klart til bruk til enhver tid. Det blir da relevant og viktig å vite om det Endsley & Jones sier videre om overbelastning av informasjon, som igjen kan redusere evnen til å oppnå tilstrekkelig «Nivå 3 SA» (Endsley & Jones, 2004). Dette tas igjen i diskusjonskapittelet.

Senere i kapittelet (3.1.3), der Aarset og Glomseth tar for seg SA i samarbeidssystemer, viser de sin 3-nivå modell (figur 6) for å illustrere hva Endsley sier om prosessen der flere tilleggsforhold påvirker både prosessen med innsamling av informasjon, forståelse og prognoser, samt beslutningstaking og oppførsel (Aarset & Glomseth, 2018). Denne modellen viser til at individuelle faktorer som mål, forventninger og evner påvirker tilegning og vedlikehold av SA. Det gjør også oppgave- og systemfaktorer som arbeidsbelastning og kompleksitet. Aarset og Glomseth viser til Endsley og sier: «SA er et kognitivt produkt som følger av en egen prosessmerket situasjonsvurdering som omfatter oppfatningen av elementene i miljøet innenfor et tidsrom og romvolum, forståelsen av deres betydning og en projeksjon av deres status i nær fremtid» (Endsley, 1995, refererte i Aarset & Glomseth, 2018).



Figur 6. Illustrasjon av Endsleys 3-nivå modell, (Aarset & Glomseth, 2018).

3.1.2 Kritikk av situasjonsforståelse

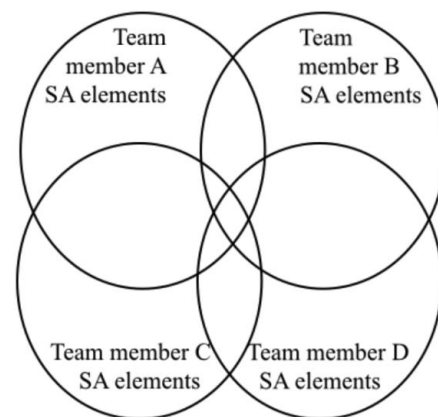
Grech et al. tar også for seg SA i boken «Human Factors in the Maritime Domain». De referer til Endsley og hennes kjente SA-modell, som illustrert i figur 6. De har også gitt kritikk, blant annet fra Sarter and Woods, som stiller spørsmål ved systemer og SA. De siterer på følgende måte: «SA har blitt en allestedsnærværende frase. Bruken av uttrykket SA er oftest basert på en intuitiv forståelse og en allment akseptert definisjon mangler fremdeles» (Sarter and Woods, 1991, referert i Grech, et al., 2008). De referere også til at ni år senere skrev Sidney Dekker en artikkel hvor han diskuterer lignende problemer: «Selv om det er ansett som en viktig ingrediens for en sikker og effektiv operasjon, så er SA fremdeles dårlig definert og resultater som omhandler demonstrasjoner eller manipulasjoner, ofte er ubekreftede og mangelfulle» (Dekker, 2000, referert i Grech, et al., 2008).

Kritikk av begrepet, og forståelsen av SA inn mot det maritime miljøet, er ikke enkelt å finne. Så Grech et al. har et viktig poeng ved å belyse det. Men referansene er ikke av ny årgang, og ved videre søk finner en noe nyere forskning som også vil bli belyst.

3.1.3 Situasjonsforståelse i samarbeidssystemer

I kapittelet «Police Leadership during Challenging Times» tar Aarset og Glomseth for seg SA i samarbeidssystemer (Aarset & Glomseth, 2018). I denne oppgaven er det tidligere beskrevet hva operatørene av de to ulike sikkerhetskritiske systemene i en operasjon har som felles hovedmål. De skal drive en krevende maritim operasjon på en så sikker måte som mulig. De to operatørene har muligens ulik persepsjon og SA av situasjonen når noe uforutsett skjer, men må samtidig håndtere dette i samarbeid. Det vil si i *samarbeidssystemer*.

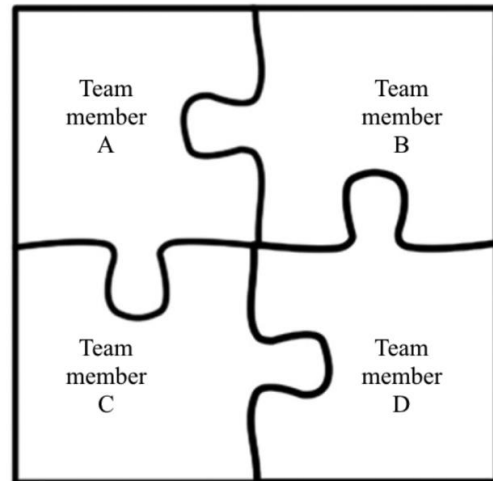
Aarset og Glomseth bruker Salas et al. når de henter en definisjon på et team: «En gruppe mennesker som er klart definert som forskjellige, som samhandler dynamisk, med en gjensidig avhengighet av hverandre og adaptivt mot et felles mål, som har blitt gitt en spesifikk rolle eller funksjon de skal utføre og som har en tidsavgrenset team-medlemskapsperiode» (Salas, et al., 1995, referert i Aarset & Glomseth, 2018). Det Aarset og Glomseth her skriver og refererer til, treffer godt i oppgavens problemstilling. For å



Figur 7. Illustrasjon av delt situasjonsforståelse, (Aarset & Glomseth, 2018).

mulig oppnå en bedre forståelse blir også det de skriver om team og SA tatt med her. Det sies videre at: «Når forskere har forsøkt å definere SA for team, så har et typisk fokus vært på det som kalles *delt situasjonsforståelse*. Idéen bak formuleringen er en del av den nåværende situasjonen som alle (eller noen) i teamet forstår på samme måte» (Aarset & Glomseth, 2018). En typisk illustrasjon på dette er vist i figur 7.

Endsley har også sin definisjon på *delt SA*, som Aarset og Glomseth referer til: «Graden av hvorvidt hvert team-medlem har den samme situasjonsforståelsen av delte situasjonsforståelseskrav» (Endsley, 1995, referert i Aarset & Glomseth, 2018). Aarset og Glomseth poengterer at SA er avhengig av både individets startpunkt og tidligere kunnskap, og at den individuelle aktøren medvirker og typisk har en ulik bakgrunn og erfaring. Dette indikerer at *delt SA* er svært vanskelig å oppnå og opprettholde, om i det hele tatt mulig.



Figur 8. Illustrasjon av kompatibel situasjonsforståelse, (Aarset & Glomseth, 2018).

En kan også ta med Stanton et al. sin kompatible SA (figur 8). Her kan en se og forstå ut av figuren hva som skal til for et team til å oppnå kompatibel SA. Det er tilstrekkelig at de ulike aktørene har en forståelse av det som skjer som er konsistent med den forståelsen de andre har (Stanton, et al., 2006, referert i Aarset & Glomseth, 2018).

For denne oppgaven har *delt SA* en viktig betydning. Det beskrevne scenarioet og det som det prøves å belyses i oppgaven har elementer av dette i seg. Det er, som tidligere beskrevet, to operatører som jobber og er ansvarlige for to sikkerhetskritiske systemer. Når noe uforutsett skjer, jobber de mot et felles mål. Men operatørenes SA er kanskje veldig ulik, og da kommer forskningen på SA i samarbeidende systemer inn som en interessant faktor å ta med videre til diskusjonen.

3.1.4 Bruken av situasjonsforståelse

Begge forfatterne har i sine aktive karrierer som sjømenn i perioder arbeidet med maritime operasjoner i olje- og gassindustrien på britisk kontinentalsokkel. Erfaringer og kompetanse er anskaffet på operasjonsnivå til sjøs, men også i landorganisasjoner. Britiske myndigheter har,

spesielt etter ulykken med gassplattformen Piper Alpha (6.juli 1988)²⁴, hatt et sterkt fokus på helse, miljø- og sikkerhet for alle som arbeider i den maritime olje- og gassnæringen. Ansvaret for dette arbeidet ligger hos den avdelingen britiske myndigheter har kalt «Health and Safety Executive», i dagligtalen forkortet til HSE. De har mye godt materiale og relevant informasjon fritt tilgjengelig på sine nettsider²⁵. HSE har også laget sin egen definisjon på SA. Den tas med her, for å gi en bredere forklaring på hva SA blir definert som. I deres brosjyre: «Leadership and worker involvement toolkit: Key tool and Further tools» stilles spørsmålet: Hva er situasjonsforståelse? De beskriver det slik: «SA er å være oppmerksom på hva som skjer rundt deg i sammenheng med hvor du er, hvor du er tenkt å være og hvorvidt noen eller noe rundt deg er en trussel for din helse og sikkerhet» (Leadership and Worker Engagement Forum, 2012).

Som tidligere påpekt, selv om ordlyden er ulik, så har betydningen av ordet SA flere likhetstrekk i definisjonene fra de ulike bransjene forfatterne har sett på.

3.1.5 SA i forskning

Prosjekt 217503, SITUMAR

I tidligere nevnte artikkel/prosjektrapport, *SITUMAR*, har KM i sitt arbeid spurt noen av sine egne operatører av maritime systemer om hva som er galt med dagens situasjon på en moderne fartøysbro. Det er viktig å forstå at et DPS vil være en hovedkomponent på en fartøysbro dersom fartøyet er involvert i krevende og avanserte maritime operasjoner. Svaret KM kom frem til angående HMI (Menneske–maskin interaksjon) er: «Operatørene blir overeksponert med for mye informasjon og mister kontrollen og oversikt på situasjonene». Om alarmer fra systemet på broen sier rapporten: «Når det oppstår en situasjon/alarm så begynner flere av knappene og indikatorer på systemene å blinke. Pulsen og hjerteslagene stiger og en blir usikker på hva en skal gjøre» og: «Når skjermen er dekket av alarmer, må operatøren bare plukke ut noen basert på sin egen magefølelse» (Hukkelås, 2015).

Daniel Kahneman refererer i sin bok «Thinking, Fast and Slow» til psykologen Gary Klein sin historie om en gruppe brannmenn som kommer seg helskinnet ut av et brennende hus like før

²⁴<http://www.ptil.no/artikler-i-sikkerhet-status-og-signaler-2012-2013/piper-alpha-marettet-article9136-1094.html>

²⁵ <http://www.hse.gov.uk>

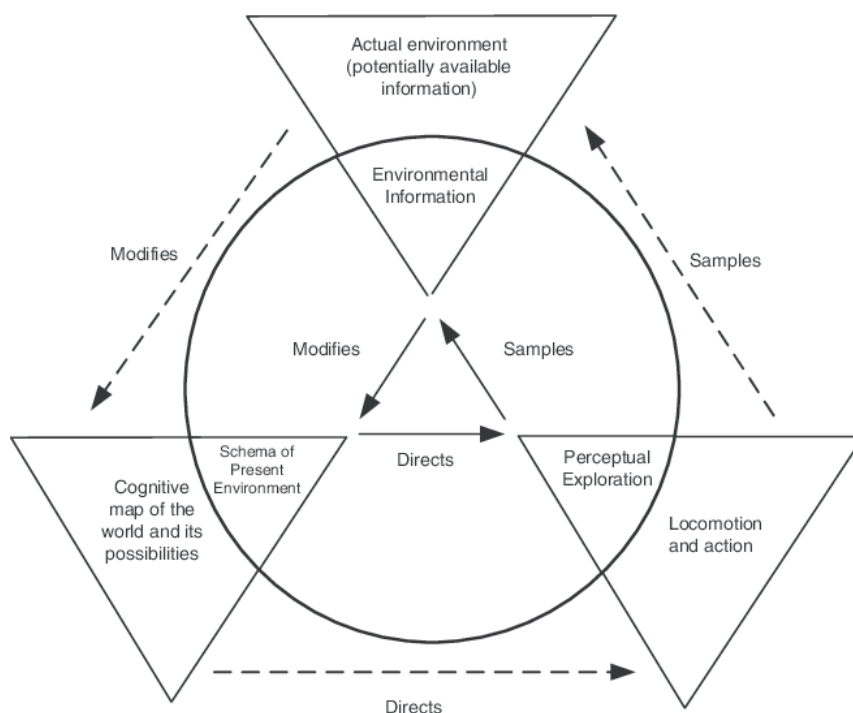
gulvet de sto på kollapset. Det klarte de basert på at lederen for gruppa brukte sin ekspertises intuisjonsfølelse, altså *magefølelse*, på at noe var galt (Kahneman, 2011). Så her er det igjen viktig å forstå at utdanning og erfaring spiller en rolle når operatører av avanserte automasjonssystemer skal ta avgjørelser hurtig i en situasjon der kanskje mengden av informasjon er overveldende.

Det siste spørsmålet en ønsket svar på i *SITUMAR*-rapporten var overordnet fra KM. Her blir det svart: «Vi tenker med ryggmargen og vi leser ikke manualer» (Hukkelås, 2015). Utfordringen blir å få hurtig og relevant systemstøtte til SA.

Som en kontrast til Endsleys modell av SA, tar Aarset og Glomseth i kapittelet sitt opp temaet *skjemateori*. Dette ble først introdusert tidlig på 1900-tallet av Head (1920) og Piaget (1926) og beskriver hvordan individet innehar mentale maler av tidligere erfaringer som blir kombinert med informasjonen fra den virkelige verden som grunnlag for handling. Skjemaene er de aktive kunnskapsstrukturer som styrer våre forventninger, utforskning og tolkning av tilgjengelig informasjon, som igjen blir oppdatert som grunnlag for videre utforskning. (Aarset & Glomseth, 2018) sier, basert på teksten over:

Våre forventninger om hva som kan skje er førende for hva vi bestemmer oss for å gjøre, hvilken informasjon vi søker og hvilken informasjon vi faktisk blir oppmerksom på. Vi prøver å forstå hva vi føler i lys av tidligere forståelse, og vi oppdaterer denne forståelsen kontinuerlig. Skjema-baserte teorier antar at den kognitive prosessen ikke bare er syklisk (istedenfor lineær), men også parallell (i motsetning til å prosessere en strøm av data på en gang). Skjemaet blir modifisert av nye opplevelser/erfaringer, mens de selv affekterer informasjonsmottak og tolkning. Dette ser ut til å være i kontrast til Endsley sin modell av situasjonsforståelse.

Dette tas med i oppgaven med en enkel innføring. Alle referansene Aarset og Glomseth har i sitt kapittel nevnes ikke, men *skjemateori* illustreres under (figur 9). Dette er modellen Neisser presenterer basert på skjema, tidligere kunnskap og selektiv persepsjon.



Figur 9. Neisser (1976) perceptual cycle, (Aarset & Glomseth, 2018).

3.2 Kommunikasjon

Kommunikasjon og måten den blir brukt på, er relevant for begge systemoperatørens arbeidssituasjon. Den er en del av en helhetlig SA og er viktig for å kunne ta beslutninger. Men det er ikke bare på det menneskelige nivå kommunikasjonen er viktig. Måten systemene kommuniserer med hverandre på er også viktig for den overordnede SA, samt hvordan informasjonen presenteres. I denne oppgaven vil en derfor se nærmere på begge deler og forsøke å finne teorier som kan gi grunnlag for videre diskusjon.

3.2.1 Personlig kommunikasjon

3.2.1.1 Kommunikasjon i team

Forfatterne har begge erfaring med den typen kommunikasjon som er vesentlig for å kunne ha en god SA og ha muligheten for å ta gode beslutninger innen den operasjonsrammen som er definert i oppgaven. Potensielle støykilder og påvirkningskilder kan det være mange av i operasjonsrommene (lyd, lys, bevegelser i form av ytre påvirkning, mennesker med flere) og det kan ha stor betydning dersom noe uforutsett skulle skje. Det kan også være potensielle påvirkende kilder til feiloperasjon. Dersom operatøren mister fokus kan det føre til uønskede

hendelser. Om en refererer til støy²⁶, så viser egen erfaring at det til tider kan være høyt volum i kontrollrommene, med flere ulike kilder. Radiokommunikasjon (intern og ekstern), telefoner inn/ut, PA-system, alarmer fra ulike systemer og mennesker som konverserer er noen eksempler.

Grech et al. tar opp dette med lyd som en kilde til interferens i kommunikasjon. Blant annet så sier de at støy kan skjule alarmer og advarsler. Når lydnivået stiger, så hever mennesker stemmen automatisk for å overdøve andre, som de beskriver som «the masking effect». Dette kan, ifølge dem, både være irriterende og distraherende, og vil i de fleste tilfeller føre til ytterligere belastning. Det kan være konsentrasjonsproblemer, utmattelse, stress, redusert arbeidskapasitet, misforståelser og problemer i personlige relasjoner. «Optimal kommunikasjon og teamarbeid er essensielt for sikkerheten ombord, for sammenbrudd i kommunikasjon eller teamarbeid, kan føre til ulykker» (Grech, et al., 2008). Her er det mulig å forske mer og potensielt flere ting en kan ta med. Her tas det med for å demonstrere en faktor som kan påvirke, men blir ikke utdypet videre.

I denne oppgaven er det i tillegg til systemkommunikasjonen, en personlig kontakt mellom de to operatørene av DPS og IAS. I for- og etterkant av operasjonene kan de være både i direkte kontakt med hverandre (for eksempel oppstartsmøter eller avslutningsmøter) eller via internkommunikasjon. Under selve operasjonen vil det stort sett være kommunikasjon via interntelefon. Det kan være korte beskjeder om forandringer som må gjøres, eller generell info om hva som faktisk skjer i operasjonen. Erfaring tilsier at denne typen kommunikasjon har mye med personlighetstyper å gjøre, samt relasjonene som er bygget mellom operatørene. Her kan en ta inn både kulturelle modeller, språk, erfaring og flere andre menneskelige faktorer som kan påvirke graden av kommunikasjon. Terskelen for å informere er nok lavere dersom systemoperatørene kjenner hverandre og er trygge på hverandre på det personlige plan, enn om de har motstridende interesser og er ukjente for hverandre. Forfatterne har selv erfart det og vet det kan være en utfordring. Ideelt sett ville det være hensiktsmessig å bygge sitt eget *team* slik at en kunne sikre en bedre kommunikasjonsflyt, men erfaring viser at det er vanskelig i praksis. En må altså bruke det en har av ressurser og utnytte de til det beste.

Ringstad et al. (2013) sin publikasjon «Teamkompasset - Teambygging med typeforståelse» tar for seg dette og hvordan en setter sammen det *perfekte* team for å blant annet å kunne

²⁶ <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/stoy/>

kommunisere mer riktig. De bygger sine teorier på blant annet Jungs typepsykologi²⁷, som er av interesse for å se på kommunikasjonen for de involverte i maritime operasjoner i denne oppgaven. Skal en være kritisk til tenkesettet bak *Teamkompass* så må det være at et team også kan være kun to personer, som i denne oppgaven, og da er det vanskelig å fylle de åtte teamrollene de har definert. Ringstad et al. sier at *teamkompasset* er et verktøy som er spesielt egnet for et teams utvikling når det gjelder tre momenter: «arbeidsfordeling, arbeidsmåter og menneskelige-mellommenneskelige forhold» (Ringstad, et al., 2013). Her kan en tenke seg at de to første momentene for systemoperatørene er klart definerte i og med det er to ulike departementer (bro og maskin). Det tredje momentet kan være utfordrende i denne kontekst og kan være en potensiell kilde til redusert SA. Oppgaven vil ikke belyse dette, men noterer det som et mulig forslag til videre forskning.

3.2.1.2 Interkulturell kommunikasjon

Interkulturell kommunikasjon og utfordringer med å få til den kan også være med på å redusere SA. I den maritime bransjen har det alltid vært et stort innslag av ulike nasjonaliteter som arbeider sammen og offshorebransjen er intet unntak. Skal en avgrense det til denne oppgavens problemstilling så er det helt vanlig med eksempelvis en polsk DP-operatør og en filippinsk maskinist. Det er bare en av flere mulige konstellasjoner. En kan trekke paralleller til teamkompasset med tanke på kommunikasjon, men i studiet denne oppgaven bygger på, ble Scollon et al. (2012) sin bok «Intercultural Communication: A Discourse Approach» introdusert. Denne boken gir innspill til *hvorfor* det kan være vanskelig med interkulturell kommunikasjon, men også til å forstå bedre hvorfor dette kan være med på redusere SA. De forklarer ordet diskurs med «språket over setningsnivået». Noe som her blir oppfattet til å bety at det er individuelt hvordan en leser og tolker en setning og forstår kommunikasjon. Alt er influert av ulike faktorer som er drøftet i boken. Scollon et al. tar også for seg «the concept of face» og i den sammenhengen «the interpersonal identity of the individual in communication». Å finne en god norsk oversettelse på begrepet «face» er vanskelig, men en kan dra sammenligninger med ordet «image», som igjen kan være det bilde en vil at andre skal ha av en selv, omdømme eller inntrykk. I denne sammenhengen refererer de til «Three Face System»: *Deference* (respekt/aktelse), *Solidarity* (solidaritet) and *Hierarchy* (hierarki), som et «høflighetssystem» innen kommunikasjon mellom mennesker. Her blir en subjekt for ulike

²⁷ <https://www.coachteam.no/om-coachteam/metodikk/hva-er-mbti-ji-jungs-typepsykologi/>

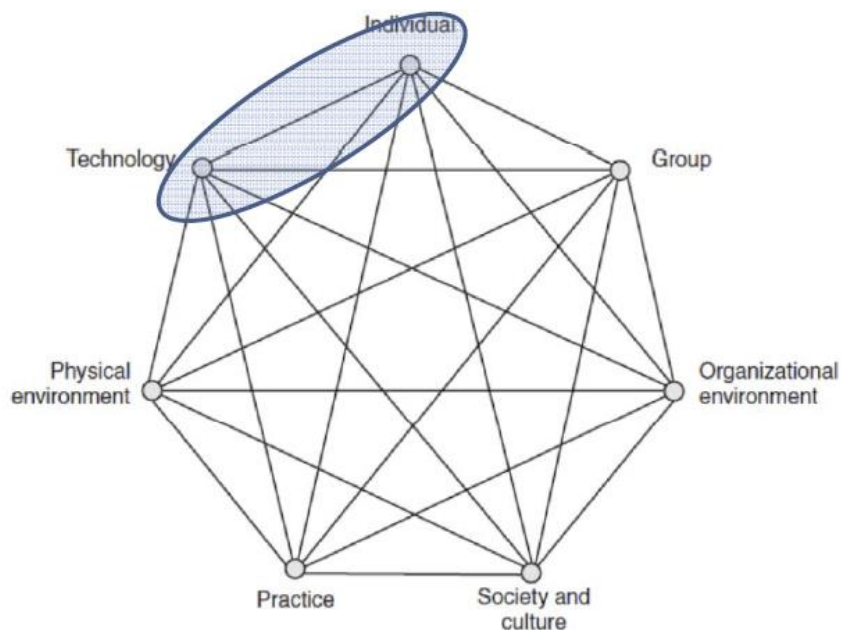
nivåer av kommunikasjon, basert på posisjon og tittel i samfunnet. Det handler om makt og hvor en står i hierarkiet (Scollon, et al., 2012).

I avsnittet «Miscommunication» understreker de at dette kun er tommelfinger-regler og at forskjellige typer mennesker, som er deltagere i ulike diskurssystemer, kan ha ulike oppfatninger av innholdet og derfor kan ha ulike forventninger om kommunikasjonsstrategiene (Scollon, et al., 2012). For denne oppgaven er dette viktig å forstå i sammenheng med SA og som igjen vil ha betydning for forskningsspørsmålene. Det tas med videre i diskusjonskapittelet.

3.2.2 Systemkommunikasjon

Systemkommunikasjonen trenger en å utdype for å forstå både SA og BS. Kommunikasjonen systemene gir operatørene, og innholdet i informasjonen som blir presentert, er viktig for at en operatør skal ha best mulig SA. Dette gir operatørene mulighet til å kunne ta gode beslutninger med den BS informasjonen gir. Det blir sett nærmere på dette i oppgaven. Måten systemene kommuniserer på vil bli beskrevet i analysedelen, kapittel 5.2.5 (IAS) og 5.2.6 (DPS).

Den sosiotekniske systemmodellen, også kalt «Septigon-modellen», er presentert i boken til Grech et al. Furnham beskriver denne til «å være et sett med inter-relaterte elementer som fungerer som en enhet for et spesifikt formål» (Furnham, 1997, referert i Grech, et al., 2008). Uten å gå i dybden på bakgrunn og utvikling av modellen, så tas den med her og med referanse til Grech et al. som sier at det er innlysende at organisasjoner innen det maritime domene er sammenfallende med et sosioteknisk systemperspektiv. Ser en videre inn i modellen får en et scenario som er menneskets interaksjon med teknologien (figur 10). Her er det mye en kan diskutere med henvisninger til SA og BS, men for problemstillingen i oppgaven er det spesielt det som omhandler «operator overload» og «technology and situation awareness» som er av hovedinteresse (Grech, et al., 2008). Her presenteres det faktiske tall som viser flere årsaker til tap av SA i kommunikasjonsprosessen mellom mennesker og maskiner (systemer), som kan føre til degradering av BS-forståelsen. Basert på sin forskning uttaler de at hovedmengden av SA-feil som blir gjort er på bakgrunn av at operatørene feiler i å overvåke eller observere data. Det er 10 år siden denne boken kom ut og forfatterne sa da at videre forskning på SA i det maritime miljøet er verdt å satse på (Grech, et al., 2008). Ved å søke etter forskning på området kan en få en forståelse av at det har vært gjort noe, men kanskje ikke i tilstrekkelig grad.



Figur 10. Sosioteknisk systemmodell for teknologi og individ, (Grech, et al., 2008).

3.3 Beslutningsstøtte

I oppgaven blir det bli brukt kjente teorier til støtte opp om hvordan forfatterne forstår BS. Siden oppgaven er avgrenset til å gjelde to systemer (DPS og IAS), vil det være fordelaktig å forsøke å finne ut av hva leverandører av slike sikkerhetskritiske systemer *selv* definerer som BS. Den ene produsenten (RRM) er leverandør av de faktiske systemene som forskes på. Den andre (KM) kan regnes for å være verdens største og mest anerkjente leverandør av de to samme systemene i den maritime næringen. I *SITUMAR*-rapporten oppgir KM at de på verdensbasis har levert slike systemer til rundt 15.000 fartøyer. Cirka 3000 av de fartøyer er med DPS, med DP-klasser fra 0-3 (se forklaring i kapittel 2.1 om DP-klasser).

3.3.1 Definisjon av beslutningsstøtte

For å prøve å finne en etablert bransjedefinisjon på BS, som kan kobles til selskapenes egen dokumentasjon, har flere sentrale aktører innen DP-segmentet blitt kontaktet. Det ble stilt et enkelt spørsmål om BS og BSS og et oppfølgingsspørsmål om svaret på første spørsmål krevde det (se forklaring senere i avsnittet). De ble sendt via epost. I forkant av utsendelsen ble det foretatt flere telefonsamtaler med ulike aktører om det samme temaet. Svarene som ble gitt varierte i større - og mindre grad. Behovet for å ha dette skriftlig, og helst med referanser til deres egen selskapsspesifikke dokumentasjon, ble viktig for det videre arbeid med oppgaven. Mulige kilder til denne typen dokumentasjon kan være tekniske manualer, eget kvalitetssikringssystem (QA-system), eget intranett og muligens salgsmateriale/presentasjoner

tilgjengelig for kunder og offentligheten. Det understrekes at det kun blir spurt om DPS`ene til selskapene og ikke IAS`ene. Grunnen er at selskapene har fagpersoner med forskjellige oppgaver for de to systemene, og selv om de på mange områder samarbeider, så er ansvarsområdene ulike i fagfeltene. For å prøve å identifisere en definisjon på BS blir bare det ene systemet undersøkt her. Det kan være variasjoner på systemene, men det har forfatterne ikke forsøkt å få identifisert i denne sammenhengen. Det vurderes til at det har liten relevans for resultatet. Selskapenes egen *beste praksis*, internkontroll på dokument skriving og personalets internkunnskap om selskapets rutiner legges til grunn for vurderingen.

De samme identiske spørsmålene ble sendt til RRM og KM sine utvalgte spesialister innen sine felt. For å gjøre det enkelt blir *leverandøren* brukt i spørsmålet i oppgaven. Tilleggsspørsmålet er beskrevet i samme utsendelse, og begge ble sendt samtidig for å forenkle kommunikasjonen. Får en et negativt svar på første spørsmål, blir spørsmål to relevant. Ved et *ja* på første spørsmål, kan en se bort fra det andre spørsmålet.

Spørsmålene:

1. Anser *leverandøren* sitt DP-system, inkludert konsekvensanalysene, som et «Decision Support System»?
2. Tilleggsspørsmål: Om det ikke blir definert som et «Decision Support System»: Hva mener *leverandøren* det må til for at det skal være et BSS?

Responsen kom først fra to sentrale spesialister innen DPS og IAS i KM-systemet. Begge sier at de ikke kjenner til noen definisjoner i systemene. De har snakket med andre spesialister innad i KM og kan ikke finne noen skrevet og definert om klassifisering av systemene, og heller ikke noen definisjoner på BS og BSS. De ene av de to har en personlig mening som er interessant, med referanse til BSS. Sitatet er direkte kopiert fra epost: «Slik jeg ser det kan all data presenteres som informasjon, der operatør selv må sette sammen data for å se konsekvensene. Da ser jeg på data presentert som et Informasjon System. Men siden vi bearbeider data, og gir en alarm med anbefaling til å starte thrustere eller generatorer, mener jeg det er et beslutningsstøttesystem». Her mener altså den ene bransjespesialisten personlig at det er et BSS, men sier også at det ikke er noe *skrevet* om dette i KM sin eget system. Her kan vi kanskje se konsekvensene av ulike oppfatninger, mellom disiplinene, innen eget selskap og domene.

Den hele korrespondansen er ikke ordrett gjengitt i oppgaven og kildene er heller ikke identifisert med hensyn til anonymisering og personvernloven (Dalland, 2012). Hoved-essensen er gjengitt av forfatterne.

RRM er hovedkilden til empiri for forskningen. Deres assistanse og hjelp vil være av betydning for arbeidet med oppgaven. Det har vært en god dialog og kommunikasjon (møter, telefoner, uformelle samtaler, epost-utveksling) mellom sentrale DPS- og IAS-aktører innad i deres organisasjon. De to samme spørsmålene KM fikk, ble også sendt til en sentral person i RRM. Tilbakemeldingen var at vedkommende ville ta en intern undersøkelse blant sine ansatte for å kartlegge hva de hadde i sin dokumentasjon med relevans til spørsmålstillingen. Svaret som kom i retur er sammenfallende med hva KM svarte. Her er et sitat som er direkte klippet fra svaret mottatt på epost: «Vi har diskutert dette, men finner det vanskelig å gi noen klare ‘statements’». Det gir grunnlag for å anta at det ikke finnes noen gode definisjoner eller forklaringer på BS eller BSS, verken hos KM eller RRM.

På samme måte som i fremstillingen av svarene fra KM blir ikke noen navngitt her. Korrespondansen er heller ikke ordrett sitert eller gjengitt fra svarene som kom fra RRM.

I den innledende fasen av oppgaven ble det, som tidligere skrevet, foretatt samtaler (uformelt og personlig), møter og telefonsamtaler med flere av aktørene i de to selskapene. I tillegg har et 3.parts verifikasjonsselskap, SkanEl AS²⁸, vært involvert i noe av empirien oppgaven bygger på. Dette selskapet har på oppdrag fra eier (reder) av fartøyet foretatt en «Failure Mode Effect Analysis» (FMEA), som er presentert i kapittel 5.1.4. Gjennom samarbeidet med dem, og det som har blitt bekreftet fra RRM og KM, virker det som det kanskje ikke eksisterer en eksplisitt og kjent definisjon på BS og BSS innen DP-miljøet. På bakgrunn av informasjonen som er gjort tilgjengelig fra fagfolkene og spesialistene, er det ikke sannsynliggjort eller funnet et godt svar på hvilke definisjoner de har på systemene i forhold til BS. Uten at det har direkte relevans til oppgavens problemstilling er det interessant for totalforståelsen å registrere at det er heller ikke gjort rede for hva systemene gir av operatørstøtte i forhold til et BS.

For å finne ut hva andre bransjer tenker og vurderer rundt definisjoner på BS og BSS, ble det gjort søk på internett med søkeord relevante for mer enn maritim industri, både på norsk og engelsk. Mye stoff om dette temaet dukket opp, men lite med relevans for å finne en definisjon. Søket ble utvidet og en søkte bredere. Blant treffene en da fikk kan nevnes: en rapport fra flyindustrien, en forskningsrapport fra et universitet og en rapport fra helseindustrien, for å ta noen eksempler. Ved å filtrere de opplysningene og se på essensen i de eksemplene nevnt over, så har de definert BS og BSS på følgende måte:

²⁸ <http://www.skanel.no>

1. Fra flyindustrien: I en rapport fra United States Federal Aviation Administration om «Decision Support Systems (DSS)», sier de følgende: «Et BSS hjelper flygeledere å maksimere effektiviteten og å redusere forsinkelser gjennom hver fase av flyreiser over det nasjonale luftrommet (National Airspace System)». Videre sies det at: «Flygeledere er avhengige av BSS'er for å kunne håndtere og kontrollere flyvningene gjennom det nasjonale luftrommet» (Federal Aviation Administration, 2016) I sitt nyutviklede DSS har de linket sammen tre systemer, som de refererer til som de tre T'er. «Three Ts comprise DSSs» er:
 - i) Traffic Flow Management System (TFMS)
 - ii) Time Based Flow Management (TBFM)
 - iii) Terminal Flight Data Manager (TFDM)

2. Fra en forskningsrapport: Vicky Sauter og Randall E. Louw ved University of Missouri St. Louis har i sin rapport om «Information System Analysis, Topic: Decision Support Systems» følgende utsagn: «Et BSS gir varierende analyse uten mye programmeringsinnsats og er vanligvis rettet mot ikketekniske brukere/ledere. Ledelsens hovedbruk av et BSS inkluderer å søke, hente og analysere avgjørelsesrelevante data slik at de kan oppsummere hovedpunkter som hjelper dem med å treffe mer informerte og riktige beslutninger». På samme side definerer de omfanget av et BSS slik: «Et BSS varierer i omfang - noen er ment for flere brukere og andre er *frittstående* enheter. I tillegg til dette kan et BSS påta seg mange forskjellige former og kan brukes på mange forskjellige måter. Det vil si at noen BSS'er kan ha fokus på modell, andre på data og andre på kommunikasjon». For å summere opp deres definisjoner og forklaringer om viktige funksjoner i et BSS, blir det skrevet: «Det bør tilstrebes å huske at et BSS bare er like godt som de enkelte komponentene den består av. Et BSS er bygget oppe på et transaksjonssystem, en database og en datamodell, som alle gir BSS data og informasjon som er behandlet og presentert til «jeg» brukeren i en forenklet form» (Sauter & Louw, 2002). Det er også verdt å ta med at Sauter & Louw refererer til en annen definisjon forfattet av Sprague & Watson. De definerer et BSS ganske vidt og som et interaktivt computer-system, som hjelper beslutningstagere til å bruke data og modeller til å løse dårlig formulerte, ustrukturerte eller semistrukturerte problemer (Sprague & Watson, 1996, referert i Sauter & Louw, 2002).

3. Fra helseindustrien: I en rapport utført av en ekspertgruppe på vegne av Helsedirektoratet om BS sies det følgende: «I arbeidet med å realisere målsetningen for IKT som virkemiddel for økt kvalitet og styrket pasientsikkerhet har det vist seg at det ikke er etablert en felles oppfatning av hva som menes med BS og lignende begreper. Videre, med bakgrunn i blant annet dette ønsket Helsedirektoratet å igangsette et arbeid vedrørende beslutnings- og prosessstøtte, ifølge samme rapport». Ekspertgruppen refererer til Medical Subheadings (MeSH) som har en definisjonen på BS definert slik: «Datamaskinbaserte informasjonssystemer brukes til å integrere klinisk og pasientinformasjon og til å gi støtte til beslutningstaking i pasient-omsorgen». I sitt videre arbeid har de tatt med en del parameter som ikke er av relevans for denne oppgaven, men definisjonen er av interesse. Om BS formulerer ekspertgruppen dette som sin definisjon: «Elektronisk beslutningsstøtte er et IT-verktøy som kombinerer medisinsk, helsefaglig og annen kunnskap med individuelle pasientopplysninger for å understøtte beslutninger i utredning, pleie og behandling av pasienter» (Petersen, et al., 2014).

Dette er definisjoner fra tre ulike bransjer, men alle har en ting til felles. De definerer det til at det er systemer som sammenbinder ulike opplysninger som skal gi beslutningstager en bedre, bredere og mer riktig måte å ta sine beslutninger på. Måten det kommer dit er ulik, men målet er det samme.

Før en går videre med teoriene kan det være greit å beskrive hvordan en DP-operatør og en IAS- operatør opplever en tenkt hverdag på jobb. Dette er erfaringsbasert og tar med noen av de utfordringer de har rundt bruken av BS. Forfatterne har ikke erfaring fra det spesifikke fartøyet, eller med DPS og IAS som oppgaven er basert på. Lang erfaring fra tilsvarende operasjoner og bruk av tilsvarende systemer gir faglig grunnlag for å beskrive operasjonsscenarioet som brukes for å forklare BS i IAS og DPS. De to systemene forklares separat for å synliggjøre de ulike arbeidsmetodene.

3.3.2 Beslutningsstøtte i systemer

3.3.2.1 Beslutningsstøtte for DPS

Når fartøyet er i *DP*-modus er informasjonsunderlaget til BS i et DPS en kontinuerlig strøm av data som blir prosessert i en eller flere datamaskiner. Det blir så visuelt presentert som informasjon i form av tekst, lyd og eller bilde. Dette kommer frem i DPS sin grafiske

brukergrensesnitt, som også kalles operatørstasjoner²⁹. Leverandøren har spesiallaget forhåndsdefinerte modeller og parameter tilpasset fartøyets spesifikasjoner. På bakgrunn av informasjonen som kommer inn til systemet tar de spesielt konfigurerte datamaskinene noen avgjørelser og utfører de selv. Operatøren både kan og må ta avgjørelser i tillegg. De avgjørelsene er basert på persepsjonen av operasjonssituasjonen i nåtid. Under er det listet opp noen få eksempler på konkrete innspill en kan få til BS-prosessen:

- Vind.
- Strøm.
- Maskineri og propeller.
- Referansesystemenes status.
- Systemets tilstand (er alle datamaskiner online og operative?).
- Tilgjengelig kraft (PMS).

Hva en DP-operatør hele tiden vil vite, og vil ha som hovedprioritet, er om «worst case single failure» skulle inntreffe, så er det fremdeles nok kraft og skyvekraft (thrustere) til å håndtere ugunstige situasjoner. Det gjøres hurtige vurderinger for å kunne stabilisere fartøyet i en sikker posisjon og tilstand. For å bli definert som *sikker posisjon* må operasjonen, og det som eventuelt er omkringliggende (installasjoner over og under vann, andre fartøyer), tas med i vurderingen før en beslutter. Informasjonen som kommer inn til operatøren er med i en totalvurdering for BS. I tillegg til systeminformasjonen er det flere andre kanaler operatøren får informasjon fra. Dette danner et helhetsbilde av SA som blir med i vurderingen av beslutningen. Det kan være alt fra en innkommende værmelding til en arbeidstillatelse på et enkelt og sikkerhetskritisk system ombord i fartøyet. I denne oppgaven er det de to systemene en har begrenset det til som gjelder. For den overordnede forståelsen kan det være hensiktsmessig å nevne at der er flere faktorer som spiller inn når operatøren må ta sin beslutning. Med fokus på kraft og hvordan den distribueres for å få optimale arbeidsforhold i det valgte scenarioet og operasjonen er det ønskelig å se på hvordan det oppfattes av operatørene. En operatør av DPS og en operatør av IAS har muligens ulik oppfatning av situasjonen og operasjonen, og har dermed kanskje også en utfordring på SA for BS om noe skjer.

²⁹ Det er innretningen (datamaskin) som brukes for å fjernbetjene maskiner og utstyr.

3.3.2.2 Beslutningsstøtte for IAS

BS gitt av IAS og DPS er ulik. Der DPS tar *kun* hensyn til sitt eget system vil IAS ta hensyn til alle systemene. Dette gir en økt utfordring for IAS-operatøren som må kjenne til ytterligere begrensinger for fartøy og operasjonen. En kan ha flere ulike oppsett og forhåndsdefinerte driftsmoduser. Valget av driftsmodell blir gjort på en vurdering av SA for operasjonen en har foran seg. Har en feil SA for operasjonen, kan en feil driftsmodus bli valgt. Dette kan gå ut over tilgjengelig kraft til utstyret, og som kan føre til en svikt i systemet «blackout»³⁰. Kjenner IAS-operatøren til operasjonen som skal gjøres og har god SA, gir dette grunnlaget for god BS.

Videre i dette kapittelet blir teoriene og hovedtankene bak beskrevet og referanser fra de ulike kildene blir brukt for å danne et helhetsinntrykk.

Enkelt sagt så har en operatør av DPS *klart* definerte regler for hvordan han skal bruke og anvende tilgjengelig kraft, basert på analyser i DP-programmet. IAS operatøren har *hele* fartøyet (ulike konsumenter) å forsyne med kraft. Dette er en enkel fremstilling. I kapittel 2 er dette forklart mer detaljert.

3.3.3 Beslutningsstøtte og menneskelige reaksjoner

Daniel Kahneman sine studier om hvordan vi tenker fører til teorier som kan passe godt inn i oppgaven. Han definerer to tankesystemer som kan hjelpe oss til å forstå bedre. Det er System 1 og System 2. Definisjonen av de to systemene, som han i sin bok sier originalt var foreslått av psykologene Keith Stanovich og Richard West, lyder som følger (Kahneman, 2011):

- System 1: Opererer automatisk og hurtig/raskt, med liten eller ingen innsats og uten følelse av frivillig kontroll.
- System 2: distribuerer oppmerksomhet til de virkningsfulle mentale aktivitetene som krever det, inkludert komplekse sammenligninger. Operasjonen av System 2 er ofte assosiert med den subjektive erfaringen på innen et aktivitetsområde (operasjon), valg og konsentrasjon.

Kahneman sier i sin prisbelønte bok, «Thinking, Fast and Slow», om System 1 at det opererer automatisk og hurtig, med liten eller ingen innsats og uten antydning til frivillig kontroll. Dette er noe erfarne sjøfolk selv refererer til som *intuisjon* eller *ryggmargsrefleks* og som Kahneman i innledningen på boken også viser til med eksempler. Denne «sansen» er viktig for å kunne reagere raskt om det skulle være nødvendig. Med et lite forvarsel på noe som *kan* komme, har

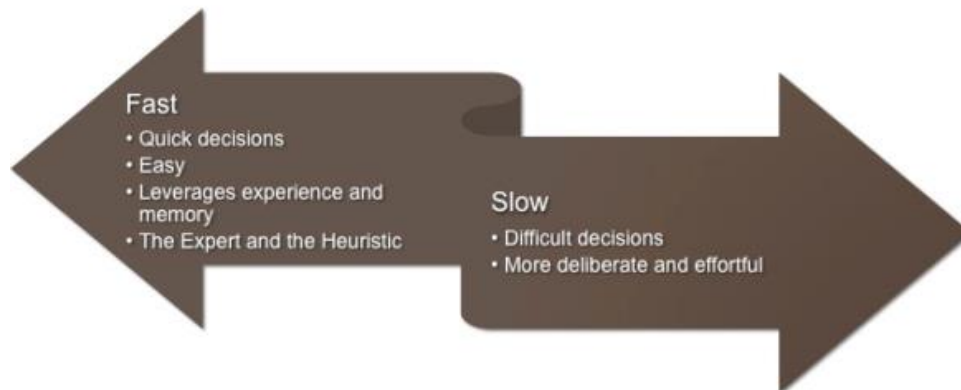
³⁰<https://www.marineinsight.com/guidelines/blackout-situation-on-a-ship-what-are-the-first-steps-that-should-be-taken/>

en større mulighet til å handle riktig eller riktigere. For eksempel er det System 1 som utgjør reaksjonen og reagerer når en operatør av DPS plutselig får en alarm. Mens System 2 slår inn som BS når operatøren begynner å få samlet inn data fra forskjellige kilder (Kahneman, 2011).

Alarmpresentasjonen kan være fremtredende på operatørskjermer og gjerne støttet med lyd, lys, eller andre visuelle effekter. Hovedfunksjonen er å gjøre operatøren oppmerksom på hva som skjer og deretter er det *forventet* en reaksjon. Kahneman kommer tilbake til denne *refleksjonen*, som kan refereres til som *intuisjon*, i kognitiv sammenheng og fastslår følgende: «Som de kognitive forskere har understreket i de senere årene så er kognisjon legemliggjort, altså du tenker med kroppen og ikke bare med hjernen din» (Kahneman, 2011). Her er operatøren av DPS nevnt med ett eksempel, men det samme gjelder på lik linje for IAS-operatøren.

Om System 2 sier Kahneman at det er den sansen som gir ressurser til en effektiv og effektiv mental aktivitet som krever det, inkludert komplekse sammenligninger. Videre sier han også at System 2 har begrenset kapasitet og at responsen til mental overbelastning er selektiv og presis. System 2 ivaretar den viktigste aktiviteten slik at den får den oppmerksomheten den må ha. Ledig kapasitet blir gitt sekund for sekund til andre oppgaver (Kahneman, 2011). Dette er ikke en ukjent situasjon og tilstand for operatører av avanserte systemer som DPS og IAS. Når noe uforutsett skjer, får de en lang rekke alarmer som må sorteres, analyseres og reageres på. Mer om hvordan dette skjer i praksis er beskrevet i kapittel 5, *innhold og analyse av empirien*. Behandlingen av alarmene skjer altså samtidig med at de skal ivareta andre sikkerhetskritiske systemer og i tillegg sikkerheten til mannskap og fartøy. Det er også viktig at de alarmene som kommer må kunne håndteres og sorteres for å ta nødvendige avgjørelser. Ifølge Kahneman er altså System 1 et *hurtigreaksjons-modus* og System 2 et *prosesserings-verktøy*. Får operatørene en *for* stor mengde data vil individet prioritere hva som er viktig, basert på vedkommende sin forståelse av operasjonen. Nivået på opplæring, erfaring og ikke minst menneskelig allmenntilstand vil være av avgjørende betydning for hvordan en prioriterer (Kahneman, 2011). Hvordan andre faktorer som blant annet humør og god stemning virker inn, vil beskrives senere i kapitlet, men nevnes her i denne sammenhengen også. En vil kanskje oppleve at operatørene reagerer og prioriterer helt ulikt uavhengig av hverandre, på samme tilgjengelige informasjon. Hvordan DPS og IAS gir operatøren støtte til å ta den første beslutningen og så i riktige sekvenser videre for å ivareta liv, helse og sikkerhet til alle om bord er interessant å se på. Den mentale kapasiteten kan bli utfordret her, altså System 1 og System 2 i forskjellige konstellasjoner.

Fast vs Slow Thinking



Figur 11 Thinking, Fast and Slow, (<https://lloydmelnick.com/2017/05/03/>).

Kahneman gir en god forklaring på hvordan System 1 og System 2 virker enkeltvis og hvordan systemene vil, og kan, bli påvirket av hverandre. Evalueringer blir utført automatisk og kontinuerlig av System 1 og en av funksjonene er å bestemme om det er behov for ekstra støtte fra System 2. I denne oppgaven er det interessant å finne forklaringen på *kognitiv letthet* og *kognitiv begrensing* som Kahneman beskriver der han sier at en måte å måle kognisjon på er en skala mellom *lett* og *begrenset*. I en normal operasjonstilstand kan en bruke *lett*. Alt går bra og ingen umiddelbare farer truer. Det er ingen grunn til å rette ekstra oppmerksomhet mot noe og ingen ekstra støtte behøves. *Begrensing* indikerer at et problem eksisterer som vil kreve økt mobilisering av System 2. Altså opplever du det motsatte, nemlig *kognitiv begrensing*. Han viser videre til eksempler som fører til økt kognitiv letthet og kognitiv begrensing (figur 12). Det kan være oppgaver som går lett og er/kan være påvirket av godt humør, mens du kan oppleve kognitiv begrensing når ting blir kompliserte, humøret er dårlig og du blir utfordret faglig (Kahneman, 2011).

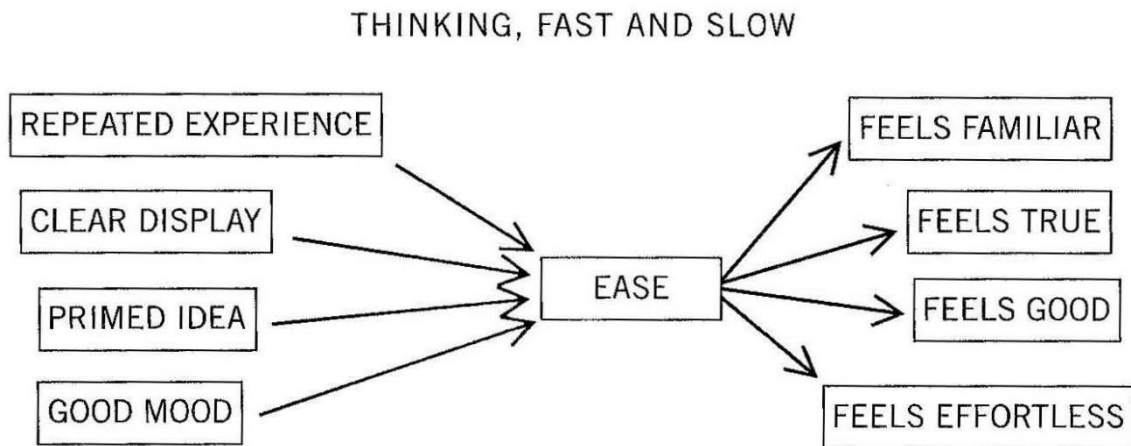


Figure 5. Causes and Consequences of Cognitive Ease

Figur 12. Causes and Consequences of Cognitive Ease, (Kahneman, 2011).

En annen interessant observasjon referert til av Kahneman, er den kraftige påvirkningen humøret vårt har på System 1 og System 2: den *intuitive utførelsen*. Her har en utført et eksperiment som viser at humøret påvirker operasjonen av System 1. Når en føler seg ukomfortabel og ulykkelig, mister en grepet over intuisjonen. Videre sies det at dette støtter de stadig sterkere bevisene om at godt humør, intuisjon, kreativitet, godtroenhet, og økt avhengighet om at System 1 danner en gruppering. På den andre siden vil tristhet, årvåkenhet, mistenksomhet, en analytisk tilnærming og økt anstrengelse også gå i sammen. Det følges opp i samme avsnitt med: «Er en i et godt humør så letter en på kontrollen over system 2 på utførelse». Er en altså i godt humør blir en mer intuitiv og mer kreativ, men også mindre årvåken og mer utsatt for logiske feil (Kahneman, 2011).

For denne oppgaven er det relevant og viktig å være oppmerksom på dette, med referanse til operasjonsscenarioet. En medvirkende årsak og faktor til varierende humørtilstand på enkeltindivider ombord i et fartøy kan være arbeidsmiljøet. Det kan være en utfordring for mange. En kan ha lange skift (12 timer i strekk), nattskift i lengre perioder (ugunstig døgnrytme), konstante bevegelser (slingring) på grunn av vær, dårlig søvn på grunn av ulike støykilder, og usunne matvaner (mat og søtsaker tilgjengelig hele døgnet). En annen faktor som påvirker er lange arbeidsperioder (uker og måneder) der en er avskåret fra familie, venner og et *normalt* landliv og tilgang til en rekke ting folk flest kanskje tar for gitt.

Kahneman tar for seg «jumping to conclusions», noe som kan oversettes til å *ta forhastede og - eller raske beslutninger* (Kahneman, 2011). Det blir brukt for å beskrive hvordan System 1 virker. Han sier at å *ta forhastede og - eller raske beslutninger* er effektivt om konklusjonene

kan sannsynliggjøres korrekte, at kostnaden av en sporadisk feil- eller avgjørelse kan aksepteres, og en rask beslutning sparer tid og innsats. Men forhastede- eller raske beslutninger er risikable når situasjonen er ukjent, konsekvensene kan bli store og det ikke er tid til å samle inn mer informasjon. Dette er omstendighetene der *intuitive feil* er mer sannsynlig, som kanskje kan bli forhindret av en tilsiktet intervensjon av System 2. Han sier også at det å forstå at å trekke raske og - eller forhastede beslutninger basert på begrenset informasjon og beviser er svært viktig for forståelsen av intuitiv tenking. I hans studier og boken det her refereres til blir dette brukt så mye og ofte, at han kommer med en forklarende forkortelse på dette: «WYSIATI». På engelsk blir det: «What You See Is All There Is» (Kahneman, 2011). Dette kan oversettes til: *Det du ser er alt som er*. Den engelske forkortelsen blir brukt videre i oppgaven for enkelhetsskyld.

Den neste interessante, og kanskje relevante for oppgaven der WYSIATI blir referert til, er når vi studerer: «The Illusion of understanding». Her vises det til hvordan en må, eller kan, bygge historier på erfaringsgrunnlag for senere bruk, men når du er i situasjonen *må* du bruke den til tider begrensede informasjon du har. Den kraftfulle «WYSIATI» trer i kraft og du kan ikke unngå å basere din beste SA på, eller bygge din beste *historie*³¹ på, den begrensede informasjonen du har tilgjengelig. Er det en god *historie*, bruker du den. Paradokset ligger i at det er enklere å bygge en sammenhengende *historie* når du vet lite og det er færre biter å legge i dette informasjonspuslespillet. Han sier videre: «Vår trøstende overbevisning om at verden er fornuftig, hviler på et sikkert fundament» (Kahneman, 2011).

Tråden følges videre i dette til neste kapittel, som omhandler «The Illusion of Validity». Det starter med en introduksjon som kan gi denne oppgaven og avgrensede operasjonsscenario en bedre innsikt i hvordan en kan forstå oppfattelsen av SA. I tillegg får en oppfatning om hvorfor System 1 og System 2 er viktig for å forstå i arbeidssituasjonene ombord. Kahneman sier her at System 1 er laget for å trekke raske - og/eller forhastede beslutninger og konklusjoner basert på lite informasjon/beviser. Det er heller ikke laget for å forstå hvor stort spranget på konklusjonen er (Kahneman, 2011). Det er «WYSIATI» som gjelder på bakgrunn av informasjonen vi har. På grunn av tilliten vi har til sammenhengen, vil den subjektive tilliten vi har til vår egen mening reflekterer sammenhengen av historien som System 1 og System 2 har laget og konstruert for oss. Mengden av beviser (her i form av informasjon) og kvaliteten på

³¹ Kahneman bruker *historie* som beskrivelse på SA i boken

dem, spiller liten rolle. Dårlige eller lite beviser kan lage en svært god historie (Kahneman, 2011).

Interessen for dette, som nevnt overfor, kommer av at det operasjonsscenarioet som er brukt i oppgaven, muligens vil kunne passe rett inn i dette og kan beskrive de utfordringer en har. I normal operasjon er operatørene rolige og avslappet, og overvåker systemene basert på erfaring, informasjon gitt av DPS og IAS og andre tilgjengelige informasjonskanaler. Altså blir *kognitiv letthet* anvendt. Når det så begynner å skje noe og en mengde alarmer, blinkende lys og en ubekvem operasjonsatmosfære oppstår, kan en fort oppleve det Kahneman sier er *kognitiv begrensing* og risikere å ta en *forhastet beslutning*.

Hva som faktisk er best av de to kan en diskutere, men i enkelte tilfeller er *tid* en faktor mellom liv og død i den type operasjon som er beskrevet for oppgaven. Da kan det være interessant å se på hva som er *mer* eller *mindre* riktig, samt hva slags støtte en får til å beslutte og til å ta avgjørelser. I den samme diskusjonen kan en også ta med de menneskelige aspekter og hva som påvirker humøret, som Kahneman sier er viktig (Kahneman, 2011). En må også være bevisst på det som tidligere har blitt nevnt om erfaring, trening, opplæring og kanskje også grunnleggende utdanning innen faget eller profesjonen vedkommende har.

3.3.4 Kritikk av beslutningsstøtte

Selv om Grech et al. (2008) ikke tar for seg faktisk BS, men *beslutningstaking* (BT) i boken «Human Factors in the Maritime Domain», kan det for den totale forståelsen være greit å ha med og skrive litt rundt teorien. De refererer til Endsley, (2002) sin SA-modell og sier at «våre handlinger er basert på vår egen persepsjon og prosesseringen av den oppfattede informasjonen» (Grech, et al., 2008). Uten å vektlegge BT for mye i oppgaven er det likevel interessant å se at kritikken mot tidligere BT-teorier, som blant annet gikk på at mange av de tradisjonelle BT-teoriene, var basert på laboratoriumseksperimenter. Et eksempel på dette er at studenter ble brukt til å håndterte kunstig fremstilte problemstillinger og situasjoner i eksperimentelle settinger og ikke i et naturlig habitat. Dette har igjen ført til at nye BT-teorier basert på observasjoner i naturlige omgivelser og settinger har blitt forsket frem. Det nye tankesettet blir på engelsk kalt «Naturalistic Decision Making» (NMD), som på norsk kan oversettes til *Ektefølt/naturlig beslutningstaking*. Ifølge Grech et al. er det Gary Klein, (1998) som utviklet denne teorien, basert på observasjoner i et sikkerhetskritisk naturlig miljø (Grech, et al., 2008). Dette kan relateres til det maritime miljøet, der sikkerhetskritiske avgjørelser kan

bli, eller blir tatt på sekunder. Da blir BS til operatøren vesentlig for å ta den aller beste og kanskje riktige avgjørelsen. BS og BT henger altså nært sammen.

Med bakgrunn i NMD-teorien, utviklet Klein, (1998) en annen teori som også bidrar inn i beslutningsfasen, nemlig «Recognition-Primed Decision Model (RPD)», som kan oversettes til *Annerkjennelsebegrunnet beslutningsmodell*. Idéen bak RPD-modellen er at når vi er i gitte situasjoner hvor en beslutning må tas, prøver vi å finne lignende situasjoner vi har opplevd før og drar sammenligninger i erfaringene mellom dem. Vi kjenner igjen situasjonen og dette legger føringer og begrunnelser til for hvordan vi håndterer den nåværende situasjonen. Grech et al. sier at RPD-modellen også kan brukes til å forstå beslutninger i det maritime miljøet og sette fingeren på risikoen for at en feiltilstand kan oppstå (Grech, et al., 2008).

For oppgaven er dette relevant for operatørene av IAS og DPS. Erfaringsgrunnlaget deres kan være ulikt og legger vi til grunn RPD-teorien kan avgjørelsene være forskjellige selv om BS til å beslutte og ta en avgjørelse er den samme.

3.3.5 Beslutningsstøtteverktøy

Prosjekt 217503, SITUMAR

Som beskrevet i innledningen til kapittel 3, ble det søkt bredt etter litteratur om temaene for oppgaven og en kom over et prosjekt med benevnelsen *SITUMAR*. Prosjektet er i regi av KM med partnere, som omhandler BS og BSS. Det ble opprettet en dialog med prosjektlederen i nevnte prosjekt for å få tips om hvor vi kunne søke etter, eller få tilgang til mer informasjon om prosjektet. Det ligger også en del tilgjengelig referansemateriale på internett, blant annet en «youtube-video» som forklarer prosjektet godt³². Et utdrag av prosjekt/forskningsrapporten er også tilgjengelig på internett og den blir brukt i dette kapitlet. Det andre materialet som har blitt gjort tilgjengelig for forfatterne er analysert og øker forståelsen for videre forskning. Det som er interessant er at de har adressert noe av det denne oppgaven søker å finne svar på og informasjon om. Rapporten blir beskrevet mer inngående i neste avsnitt.

I *SITUMAR*-rapporten stilles innledningsvis spørsmålet: «Har utviklingen av menneskets kognitive egenskaper holdt tritt med den teknologiske utviklingen?» Resultatene og konklusjonen i rapporten blir beskrevet og utdypet senere i dette kapitlet. I samme rapport utdyper Hukkelås begrepet «The paradox of automation», som oversettes til «Automasjons-

³² <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=c9HecmKmKqc>

paradokset», og sier det har blitt stadig mer aktuelt. Dette beskrives på følgende måte (Hukkelås, 2015):

- Paradokset av automatisering tilsier at jo mer effektiv det automatiserte systemet er, desto viktigere er det menneskelige bidraget fra operatørene.
- Mennesker er mindre involvert, men deres engasjement blir viktigere og mer kritisk.

KM sier i rapporten at paradokset ligger i at økt automatisering gjør mennesker *mer viktige*, ikke mindre. KM og RRM er med sine DPS og IAS leverandører av avanserte automasjons-systemer. Utfordringen en leverandør har blir å lage systemer som hindrer en mental kapasitetsoverforbruk, med referanser til Kahneman (2011), System 1 og i større grad System 2. Systemene må gi en best mulig SA og må kunne bistå operatøren i å ta de riktige beslutningene.

Prosjektet hadde som målsetning å belyse BS i samhandling med systemer ombord, design for å bedre interaksjon mellom mennesker og systemer, reduksjon av kompleksitet, og å se på hvilke designprinsipp som er de beste for å oppnå optimal SA og BS. Prosjektet var delt inn i 3 faser, hver på 1 års varighet.

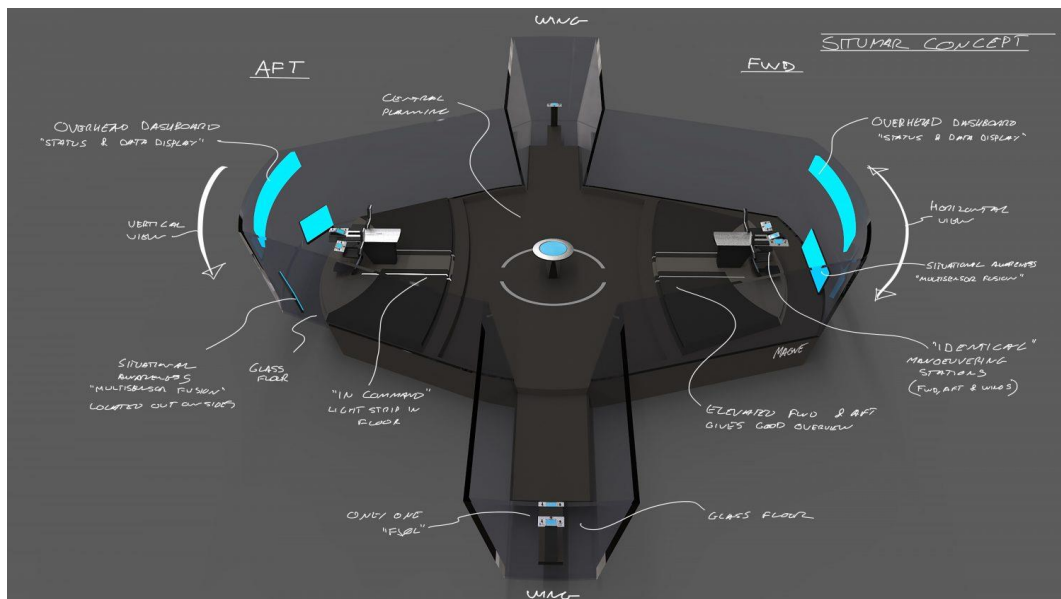
- Fase 1: Teoristudier
- Fase 2: Operasjonsstudie
- Fase 3: Prototyping

Hele prosjektet ble utført i samarbeid med Høyskolen i Buskerud og Vestfold (Human Factor-miljøet der) og tilsvarende fra Chalmers Universitet i Gøteborg, samt forskjellige institusjoner fra NTNU, Høyskolen i Haugesund og et par private selskaper innen design og «human factors».

Konklusjonene og resultatene i *SITUMAR*-prosjektet ble, etter forfatterens oppfatning, summert opp som beskrevet under. Ved analyse av empiri i rapporten konkluderes følgende:

- Rapporten fastslår at: På bakgrunn av alt teknisk utstyr som er kommet inn for å gjøre skipstrafikk mer sikker, kan det samme utstyret faktisk bidra til å skape forvirring og ta bort fokus på de arbeidsoppgavene som er viktig, her spesielt nevnt navigering.
- «Simplification» eller *forenkling* på norsk, er nøkkelord i videre utvikling av sikkerhetskritiske systemer.
- En ny brotype ble prototypet og animert: «The 360 degrees seamless integrated bridge» (figur 13).

- *SITUMAR*-prosjektet lanserer følgende uttalelse: «Maskiner bør arbeide, mennesker tenke».



Figur 13. The 360 degrees seamless integrated bridge, (Hukkelås, 2015).

Kommentaren i det siste punktet er kanskje en tøff uttalelse å komme med i en bransje som er på full fart inn i den automatiserte og autonome fremtiden. Det tas ikke stilling til i denne oppgaven. KM sier at de vil bruke resultatene de har fått frem til videre arbeid. Sitert fra rapporten: «Det foreligger en lang rekke forskjellige initiativer og idéer internt i KM for hvordan de enkelte resultatene fra prosjektet skal utnyttes» (Hukkelås, 2015). Det har ikke lyktes forfatterne å få en uttalelse fra de andre samarbeidspartnerne i prosjektet om hva de tenker om veien videre, eller hva de faktisk har gjort med de data de har tilgjengelige fra *SITUMAR*-prosjektet. Referansen i oppgaven blir derfor avgrenset til å gjelde KM.

Med referanser til teoriene i kapittelet så langt er det forsøkt å gi et oversiktlig bilde av hvordan en oppfatter BS og BSS som blir tatt med videre i diskusjonskapittelet. De belyste og avslørte svakheter med DPS og IAS innen oppgavens avgrensing, blir presentert i kapittel 6 (Resultat) og videre diskutert i kapittel 7 (Diskusjon).

3.4 Analyseteknikker

I denne delen av teorikapittelet vil det redegjøres for de teorier og begreper som ligger bak de metodene som er brukt ved fremstillingen av empiri og veien til resultater i kapittel 5.2.

3.4.1 Pålitelighetsblokkdiagram

3.4.1.1 Innledning

For å vise at en virksomhets evne til å utføre sine gitte oppgaver, selv etter at en eller flere *enheter* ikke lenger er operative eller funksjonsdyktige, kan en konstruere et pålitelighetsblokkdiagram. Det er basert på hva de ulike funksjonene systemet og delsystemene skal utføre. Et slik blokkdiagram illustrerer de aktivitetene eller funksjonene enhetene må utføre for å være funksjonsdyktig og for at systemet skal kunne utføre den eller de oppgaven det er tenkt til. Kjenner en tilstanden til hver enhet så vil en også vite om systemet er funksjonsdyktig eller ikke. En *enhet* er det som er innenfor hver boks mens summen av alle boksene utgjør systemet. Det er viktig å være oppmerksom på at en slik fremstilling er kun en logisk presentasjon og forteller ikke i detalj hvilke funksjon som skal utføres, eller i hvilken rekkefølge de skal utføres i (Aarset, 2010).

For et fartøy kan et eksempel i sin enkleste form, med lav detaljeringsgrad, fremstilles som vist i figur 14. Her ser en at det må være et fartøy, en motor og en propell for å utføre en operasjon. Hvis en av disse funksjonene eller enhetene svikter, brytes kjeden og operasjonen kan ikke gjennomføres.

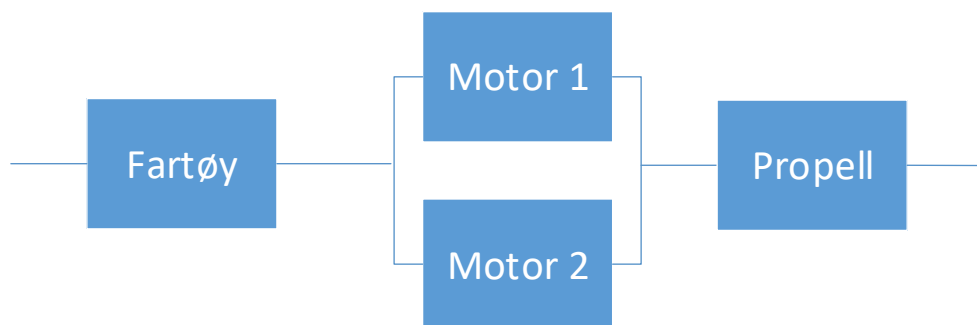


Figur 14. Enkel fremstilling av pålitelighetsblokkdiagram.

3.4.1.2 Serie- og parallellstruktur

Videre kan et slikt system settes sammen på ulike måter, noe som vil utgjøre en serie-, parallell- eller en kombinasjon av disse strukturene. Når blokkene står på rekke etter hverandre utgjør dette en seriestruktur, mens når disse plasseres ved siden av hverandre utgjør det en parallell struktur. Definisjoner på disse er: «Seriestructur: Et system som er funksjonsdyktig hvis, og bare hvis, alle enhetene er funksjonsdyktige», og «Parallellstruktur: Et system som er funksjonsdyktig hvis minst en av enhetene er funksjonsdyktige» (Aarset, 2010).

Dette er illustrert med figur 15 hvor motor 1 og 2 utgjøre en parallellstruktur i serie med fartøy og propell.



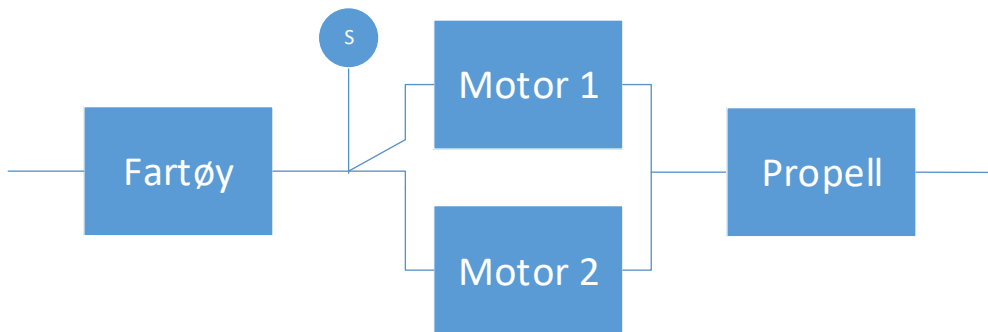
Figur 15. Enkel fremstilling av serie- og parallellstruktur i pålitelighetsblokkdiagram.

3.4.1.3 Redundans

I de tilfeller hvor en har parallellstruktur vil dette kunne utgjøre redundans. Det er tilstrekkelig at bare den ene av enhetene er operativ for at funksjonen til systemet skal kunne utføres og at den andre enheten kan ta over ved svikt. Ser en på skissen i figur 15 er det to motorer. Da kan det være nok at bare en av de to er i drift for at systemet skal kunne utføre sin funksjon. Her er det viktig å være oppmerksom på hva som er nærmest den faktiske situasjonen når en skal modellere situasjonen (Aarset, 2010). Det kan i et tilfelle, som illustrert i figur 15, være slik at begge motorene behøves for å levere nok kraft til å drive fartøyet i full fart. Men det er nok med en motor for å drive fartøyet i sakte- eller moderat fart. Redundans deles inn i flere kategorier: *varm/kald* og *aktiv/passiv*.

Definisjonene er beskrevet på følgende måte:

- Dersom to (eller flere) enheter er i varm redundans, vil reserveenheten(e) overta automatisk, feilfritt og umiddelbart etter at en av enhetene har sviktet.
- Dersom to (eller flere) enheter er i kald redundans, vil reserveenheten(e) trenge et *signal* før de(n) kan overta for hovedenheten. (Dette *signalet* kan eksempelvis være et elektronisk signal, en beskjed fra et menneske om at nå er det din tur, eller lignende. Det viktige er at dette utgjør en funksjon i seg selv som kan svikte).
- Dersom en eller flere enheter er i aktiv redundans med en hovedenhet, er reserveenheten(e) i funksjon også når hovedenheten er funksjonsdyktig. (Men ikke nødvendigvis med samme sviktsannsynlighet som de(n) ville hatt dersom hovedenheten ikke hadde vært funksjonsdyktig).
- Dersom en eller flere enheter er i passiv redundans til hovedenheten, er enheten(e) ikke i funksjon når hovedenheten er funksjonsdyktig (Aarset, 2010).



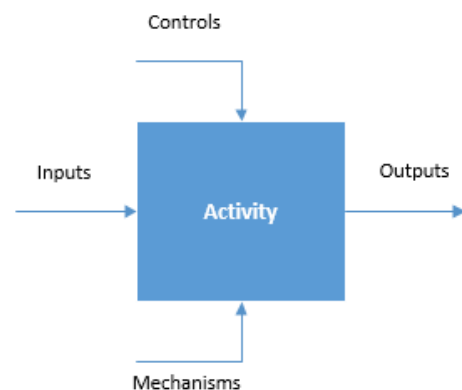
Figur 16. Startsignal for parallellstruktur i pålitelighetsblokkdiagram.

I eksempelet hvor en har to motorer i systemet som vist i figur 16, kan dette bli modellert som passiv kald. *Passiv* på den måten at motoren er stoppet, selv med alle hjelpesystemene tilkoblet og klar. *Kald* fordi det må et start-, ta over signal fra enten en operatør eller automatikken i et system, og på den måten kan for eksempel motor 2 gå fra å være passiv kald til aktiv varm.

Dette er en enkel innføring i hva pålitelighetsblokkdiagram er og hvordan disse kan ha ulike strukturer i oppbyggingen basert på hvilken funksjonen de skal utgjøre i systemet. Denne teknikken blir brukt for fremstilling av resultatet i kapittel 5.2.

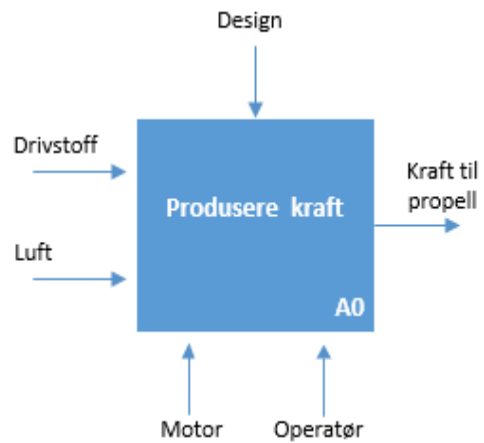
3.4.2 Strukturert Analyse og Design Teknikk (SADT)

For å illustrere flyten i et system på en mer spesifikk måte enn ved et vanlig flytskjema, kan en bruke et *SADT-skjema*. «SADT» er forkortelsen for «Structured Analysis and Design Technique» (Marca & McGowan, 1988, referert i Aarset, 2010). Dette er en teknikk for å systematisere aktiviteter i en prosess eller et system på et mer detaljert nivå. Det utarbeides en boks for hver aktivitet som skal, eller blir utført. Det tilordnes piler inn- og ut av disse aktivitetsboksene. Pilene som brukes inn/ut av aktivitetsboksen benevnes som ICOM-systemet i teoriene, som er forkortelsen for «Input, Control, Output eller Mechanism» (figur 17). «Input» er noe som blir tilført aktiviteten og er med på å forme/endre den. Det er det samme som *inn-data* og blir endret av aktiviteten som boksen omhandler. «Output» er det samme som *ut-data* og er et resultat av den aktiviteten som foretas eller utføres i aktivitetsboksen. «Control» bestemmer hvordan og når aktiviteten skal utføres og blir ikke endret av selve aktiviteten. «Mechanism» angir personen, maskinen, delsystemet eller tilsvarende som utfører selve aktiviteten (Aarset, 2010).



Figur 17. Aktivitetsboks med ICOM-piler for SADT-skjema.

Som et eksempel for å utdype en aktivitet med ICOM-piler, kan en ta for seg motoren som blir brukt som eksempler i forrige avsnitt. Aktiviteten som skal utføres er å omdanne energien i drivstoff til kraft, som kan brukes på fremdrift (på propellen). Det kan kalles å *produsere kraft* (figur 18). *Input* vil i dette tilfellet være drivstoffet og luften som brukes i aktiviteten. *Kontrollen* for denne aktiviteten kan være utformingen, eller selve designet på motoren (eksempelvis en bensin-, diesel- eller gassmotor). *Mekanismer* som kan påvirke denne aktiviteten, er i dette tilfellet *motoren* og *operatøren*. Her vil motoren bruke drivstoffet og luften i en forbrenningsprosess for å produsere kraft. Operatøren kan påvirke aktiviteten ved å øke eller minske kraftproduksjonen. Resultatet av denne aktiviteten blir nødvendig kraft til fremdriften av fartøyet (propellen).



Figur 18. Eksempel på aktivitet i SADT-skjema.

4 Metode

Den opprinnelige betydningen av ordet *metode* er «veien til målet». Hvis man skal finne eller vise andre veier til målet, må man vite hva målet er (Kvale & Brinkmann, 2015). Dette kapittelet omhandler de metoder brukt i oppgaven for å komme frem til målet. Det har blitt brukt ulike kvalitative fremgangsmetoder for å vurdere empiriske data og samle inn de nødvendige opplysninger. De vil bli belyst nærmere her.

4.1 Valg av metode

4.1.1 Metode og oppgaveskriving.

For å forstå mer om oppgaveskrivingens betydning for valg av metode ble Olav Dalland sin bok «Metode og Oppgaveskriving» brukt som kilde og referanse. Hele boken er et oppslagsverk i hvordan skrive en oppgave korrekt, men har også et eget kapittel som omhandler metode (Dalland, 2012). Dalland refererer her til et sitat som henviser til hva metode er. Sitatet er hentet fra Wilhelm Aubert (1985) og lyder: «En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilken som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder» (Wilhelm Aubert, 1985, referert i Dalland, 2012). Om valg av metode skriver Dalland at spørsmål og problemer kan angripes forskjellig og at valget av metode må tas. Det vises til at en må ta med refleksjoner rundt valgene og overveie om det en har valgt er den ideelle fremgangsmåten, samt om det er praktisk gjennomførbart. Også etiske vurderinger og spørsmål om beherskelse av forskningsmetoder er tatt med, i tillegg til økonomiske og tidsmessige realistiske rammer. (Dalland, 2012). Dette er betraktninger og retningslinjer som er fulgt i valg av metoder for oppgaven.

4.1.2 Dokumentstudier

Kvalitativ datagenerering, også kalt *dokumentstudier*, er studier av dokumenter som i hovedsak er produsert for andre formål en forskning. I boken «Kvalitative forskningsmetoder i praksis», sies det at dokumentstudier oppfattes tradisjonelt som såkalte *ikke-påtrengende* metoder der det blir generert empiriske data uten at *ikke-forskende* deltagere er involvert (Tjora, 2012). Når en analyserer ulike og allerede eksisterende dokumenter, kan vi tilegne oss informasjon om nedtegnede saksforhold fra bestemte tider og steder, med ulike formål. Tjora (2012) sier også at et vesentlig poeng med dokumenter er at de har informasjon om et saksforhold nedtegnet på et spesielt tidspunkt og et spesielt sted, og ofte med tanke på spesifikke lesere. Dette kan stemme med noen typer dokumenter, men kritikken her vil være at den påstanden er en *for* overordnet

oppfatning av dokumenter som kilde til empiriske data. Ser en på tekniske dokumenter og forskning, så kan alle kategoriene være dekket, men ikke nødvendigvis alle samtidig. For eksempel kan *et spesielt sted* være en påstand som er vanskelig å bevise for et teknisk dokument (Tjora, 2012). Et slikt dokument kan være skrevet av flere medvirkende som sitter på mange forskjellige steder, ja til og med i forskjellige land og verdensdeler. Men det kan være utgitt på et spesielt sted, som er tilfellet i RRM, som har sine tekniske maritime dokumenter utgitt og publisert fra det bransjekontoret som leverer systemet.

Den datagenereringen som har blitt gjort ved dokumentstudier er på bakgrunn av de tekniske systemene forfatterne har valgt å forske på. Dokumentene er fra systemleverandøren og på den måten er en *beste garanti* for at det er førstehåndskunnskap de har delt. Oppgavens empiriske data er hentet fra dette grunnlaget og med de forutsetninger. Intervju av bransjefolk med god kjennskap til systemene, både fra praktisk bruk og design, kunne vært et alternativ. Det ble diskutert og vurdert som fremgangsmåte for å finne de data en mener er mest relevante. Vurderingen ble at en dokumentstudie av de tekniske systemene er mer hensiktsmessig og til mer av nytte for resultatet.

I rene dokumentstudier bruker en dokumenter som empiri (Tjora, 2012). I denne oppgaven har det blitt tilegnet informasjon også via andre metoder. En kan si at oppgaven ikke er i kategorien en *ren* dokumentstudie. De empiriske data som er samlet inn av de tekniske systemene kommer utelukkende fra dokumentstudier, men i tillegg har det blitt tilegnet mer informasjon ved å bruke andre kvalitative metoder for å støtte og underbygge denne forskningen.

4.2 Metode som verktøy

4.2.1 Oversiktsstudier

Oversiktsstudier er en variant av dokumentstudier og igjen hentes informasjon om temaet fra Tjora. De kalles også *metastudier* eller *review-studier*, og er studier av alle relevante forskningspublikasjoner innen et avgrenset forskningstema. Det vil si studering av studier (Tjora, 2012).

I oppgavens kapittel 1, innledning, refereres det til noen relevante publikasjoner innen tema. I kapittel 3 om teorier henvises det til flere artikler og publikasjoner. Med et bredesøk, som tidligere beskrevet, fant en lite om temaet innen det maritime begrepet. Det kan likevel ikke fastslås at en har funnet alle forskningspublikasjoner som omhandler det oppgaven forsker på.

De som er funnet har blitt tatt med, både fra maritim industri og andre industrier som kan ha relevans. På den måten kan en muligens finne sammenligninger og synergier.

4.3 Kritikk

4.3.1 Kvalitative forskningsintervjuer

«Det kvalitative forskningsintervjuet søker å forstå verden sett fra intervjupersonens side» (Kvale & Brinkmann, 2015). I søken etter informasjon og empiriske data til forskning har det ikke blitt gjort fullverdige, kvalitative forskningsintervju. Det har blitt stilt spørsmål via epost til noen sentrale aktører for å forsøke å få svar på spørsmål som ble vurdert som viktige for å kunne komme videre i forskningen. Spørsmålene som ble stilt er beskrevet i kapittel 3, teori. Dette ble brukt som en metode til å samle inn data til oppgaven. Boken «Det kvalitative forskningsintervjuet» av Steinar Kvale og Svend Brinkmann (2015) er brukt i studiet oppgaven bygger på: *Ledelse av krevende maritime operasjoner*. Således har en fått en innføring i metoden på hvordan utføre et kvalitativt forskningsintervju. De enkle spørsmålene ble delvis utformet ved å konsultere boken. Det skal lages intervjuguide ifølge metoden, men det ble vurdert og forkastet da det ikke har noen videre relevans for denne spørsmålsstillingen.

Kvale og Brinkmann har kalt epostintervjuer «datastøttede» intervjuer der en får et asynkront samspill. Intervjueren skriver et spørsmål og venter deretter på svar. En *fordel* som fremheves er at et slikt intervju transkriberer seg selv og er klart for analyse i det øyeblikket det mottas. En *ulempe* er at både intervjuer og intervjuperson bør være relativt dyktig i skriftlig kommunikasjon. Kropps- og talespråk er fraværende og det kan være vanskelig å genere rikholdige og detaljerte beskrivelser (Kvale & Brinkmann, 2015). For denne oppgaven ble både fordelene og ulempene diskutert. Konklusjonen ble at fordelene var *fremtredende*, mens ulempene ikke hadde så mye å si for det tekniske spørsmålet en søker å få svar på.

Svarene som kom tilbake ble analysert som en intervjuanalyse, men på en forenklet måte. For å gjøre dette kapittelet *Forberedelse til intervjuanalyse* av Kvale og Brinkmann (2015) brukt og vurdert fortløpende mot de kapitler som refereres til. Det ble ikke funnet noe som var av så stor betydning at det ville påvirke spørsmål eller svarene. For å gjøre det på riktig måte så ble det avtalt (informert samtykke) med den enkelte deltager at svarene ville bli brukt i det videre arbeidet. Det ble også innhentet konsensus fra den enkelte om at noe kunne bli publisert som en del av oppgaven. Det ble også spurt om det var greit å bruke fulle navn og titler i

publiseringen, dersom det skulle bli aktuelt. Bakgrunnen for det var ønsket om å beskytte deres konfidensialitet. Det foreligger skriftlig bekreftelse på at det var godkjent fra alle involverte.

4.4 Validitet

Validitet knyttes til spørsmålet om de svarene en finner i forskning *faktisk* stemmer med spørsmålene som stilles (Tjora, 2012). Spørsmålene i denne oppgaven går på BS, hvor SA er lagt til grunn. Måten analysen er gjort på er at forfatterne har studert og vurdert materialet og informasjonen som den gir, opp imot teorier. Dette har ført til diskusjoner rundt hva en ser eller hvordan en tolker det en ser. Ifølge Kvale og Brinkmann kalles dette *kommunikativ validitet*, som er å overprøve kunnskapskrav i dialog. De sier også at gyldig kunnskap oppstår når motstridende påstander diskuteres i en dialog og at hva som er gyldige observasjoner bestemmes gjennom deltagerens argumenter i samtale (Kvale & Brinkmann, 2015).

En viktig kilde til høy *validitet* er at forskningen pågår innenfor rammer av faglighet og forankring i annen relevant forskning (Tjora, 2012). For denne oppgaven er det søkt etter annen relevant forskning, uten å finne store sammenlignbare studier inne aktuell problemstilling. I det store bildet kan kanskje det hevdes at det svekker validiteten for forskningen. På den andre siden kan en hevde at det er høy validitet siden forskningen baserer seg på kjente teorier som brukes av andre anerkjente forskere (Endsley, Kahneman, og Grech et al.).

Manualene som er oppsummert og forklart i kapittelet 5.1 inneholder en del bilder og forklaringer. Disse bildene er av generisk art og gjelder nødvendigvis ikke for det fartøyet som er valgt som utgangspunkt for oppgaven. For å gjøre analysen enda bedre, ble RRM kontaktet for å høre om det fantes en mulighet til å få tak i skjermbilder for det spesifikke fartøyet som er brukt som utgangspunkt i oppgaven. Dette viste seg å være mulig. De kunne sette opp testsystemene sin med aktuell fartøysmodell og laste opp programvaren for dette fartøyet. På denne måten er det innhentet tilleggsmateriale utover det som først var tilgjengelig. Dette anses for å styrke oppgaven og gi økt validitet med tanke på resultat og konklusjon.

4.5 Reliabilitet

Reliabilitet har med forskningsresultatens konsistens og troverdighet å gjøre. Reliabilitet behandles ofte i sammenheng med spørsmålet om hvorvidt et resultat kan reproduseres på andre tidspunkt av andre forskere (Kvale & Brinkmann, 2015). Man har sett at fullstendig nøytralitet innenfor tradisjonell kvalitativ forskning ikke kan eksistere. Forskernes engasjement vil kunne

betraktes som støy, men også en ressurs. Det er derfor viktig å gjøre rede for hvordan forskernes egen posisjon kan prege forskningsarbeidet (Tjora, 2012).

For denne oppgaven er det valgt det siste og nyeste systemet produsert og levert av RRM. Forfatterne har jobbet på flere fartøy med ulike system produsert og levert av andre leverandører, men har ikke jobbet med dette spesifikke systemet fra RRM. Det gjør at forfatterne må sette seg inn i materialet og studere innholdet ekstra nøye. Hadde en hatt erfaring med det aktuelle systemet fra før, ville det kunne påvirket grundigheten i forskningen. På den andre siden har forfatterne en bred erfaring fra andre tilsvarende systemer som kan påvirke forskningen både i positiv og negativ retning.

Ved å knytte forskningen opp mot de teorier som er valgt, blir forfatterne tvunget til å se systemet i lys av disse, og vurdere basert på dette. At forfatterne har et engasjement og kjennskap til lignende system bidrar også til økt kunnskap inn i forskningen. Ulempen kan være i hvor stor grad forskningen kan reproduseres av andre forskere uten lignende eller tilsvarende bakgrunn, ved bruk av samme metode.

5 Innhold og analyse av empirien

I dette kapittelet blir innholdet i empiri beskrevet i korthet på slik måte at leser får et inntrykk av omfanget av dokumentene. Det blir brukt nødvendige metoder og teknikker som er beskrevet i kapittel 3, teori. Det gis en forklarer underveis hvordan informasjonen fra empiri blir hentet ut og fremstilt i oppgaven. Dette danner grunnlaget for presentasjon av resultatet og drøfting av funn som gjøres i analysen.

5.1 System- og dokumentasjonsgrunnlag

Etter vurderingen av ulike tilnærminger og metoder for oppgaven, ble det bestemt hvilken metode som egnet seg best for å innhente og analysere data som kunne egne seg for å besvare forskningsspørsmålene. Som nevnt i innledningen av oppgaven (kapittel 1.3.1) ble det valgt et fartøy med DPS og IAS. Begge systemene er designet og levert av RRM. Det ble opprettet kontakt med RRM for å få tilgang på relevant forskningsgrunnlag for å finne holdepunkter som kunne brukes videre i oppgaven. De viste interesse for oppgaven og problemstillingen og oversendte tre brukermanualer (for DPS, IAS og PMS) til forskningsarbeidet.

For å verifisere at et fartøy tilfredsstillende følger de regler og krav som stilles i forhold til en DP-operasjon, blir det som tidligere nevnt (kapittel 3.3.1) utført en FMEA-analyse. Basert på denne analysen gjennomgår utstyr og system en grundig test for å verifisere at fartøyet kan operere og utføre de funksjonene det er designet og bygget for. Firmaet som utførte FMEA-analysen av fartøyet denne oppgaven bygger på, SkanEl AS³³, ble kontaktet for å undersøke muligheten for å få tilgang til ytterligere relevant empiri for oppgaven. De viste også stor interesse for oppgaven og sendte over to dokumenter: En FMEA-analyse og en «Redundans test»-prosedyre. Dette er dokumenter som de mente ville være nyttig som supplement til RRM-dokumentasjonen og for arbeidet med denne oppgaven og problemstillingen. Søket resulterte i fem ulike dokumenter/manualer som empiri for oppgaven. En oppsummering av innholdene i disse fem dokumentene blir presentert i sin enkelhet. Underforstått at en refererer til innholdet i disse dokumentene (Rolls-Royce Marine, 2017b), (Rolls-Royce Marine, 2015), (Rolls-Royce Marine, 2017a), (SKANEL, 2016a) og (SKANEL, 2016b). Resultat og funn blir fremstilt til slutt.

³³ <http://www.skanel.no>

5.1.1 User Manual ACON

ACON er et *produktnavn* i RRM og brukes i forbindelse med flere andre produkter. Noen eksempel på det er: «ACON alarm- og overvåkningssystem», «ACON kontrollsystem» og «ACON tankpeilesystem».

I følge RRM har «User Manual ACON» til oppgave å være *brukermanual* for operatører av IAS ombord i et fartøy. Manualen skal gi nødvendig informasjon til å planlegge og utføre sikker og korrekt bruk av det installerte systemet. Samtidig må en forstå de grunnleggende funksjonalitetene til utstyret som systemet er bygget opp av. Brukermanualen er primært rettet mot sluttbrukeren, som normalt vil være maskinister og teknisk personell ombord i fartøyet. Navigatører og operatører på broen vil også få innbefatning med dette systemet i større eller mindre grad (Rolls-Royce Marine, 2017b).

Manualen er på totalt 77 sider og er bygget opp av 8 kapitler med sine respektive underkapittel. De 8 kapitlene er:

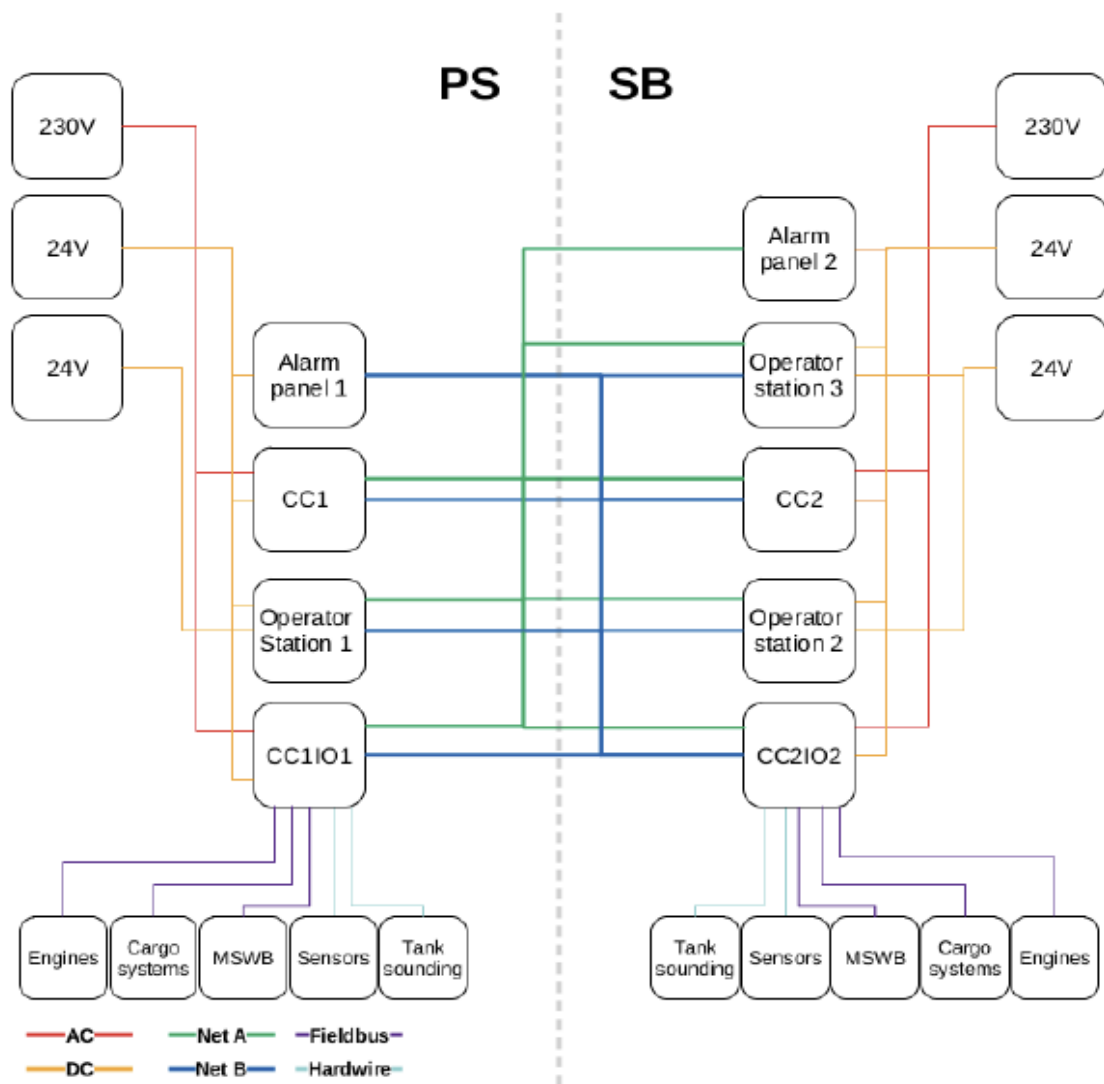
- | | |
|------------------------------|-------------------|
| 1. Introduksjon. | 5. Tekniske data. |
| 2. Sikkerhet. | 6. Operasjon. |
| 3. Systembeskrivelser. | 7. Vedlikehold. |
| 4. Leveringsspesifikasjoner. | 8. Feilsøking. |

Det er gjort vurderinger av materialet og kommet frem til at det er i hovedsak kapittel 3 og 6 som gir kjerneinformasjonen som trengs i arbeidet med oppgaven.

I kapittel 3 beskrives IAS med sine grensesnittmuligheter mot:

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| • Hovedtavle og PMS. | • Pumpe og ventilkontroll. |
| • Tankpeilesystem. | • Skipssensorlogging. |
| • Propulsjon og DPS. | • Fjerntilkobling. |
| • Maskiner og batteri. | • Lastkalkulator. |
| • Ballastrensesystem. | • Vedlikeholdssystem. |

Bildet i figur 19 er hentet fra manualen og viser en prinsippskisse på hvilke systemer som kan være tilknyttet hverandre og på hvilken måte de kommuniserer seg imellom. Denne skissen viser at systemet er delt opp i babord (PS) og styrbord (SB). Nederst på skissen, med sine respektive bokser, illustreres noen av de systemene som kan inngå i IAS. Eksempler på disse systemene er listet opp i oversikten over.



1. System overview

Figur 19. IAS systembeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017b).

Kapittel 3.2.2 i manualen omhandler det grafiske brukergrensesnittet og beskriver noen av skjermbildene fra IAS. Disse skjermbildene blir tilpasset hvert skip, system og prosjekt. De gir prosessinformasjon fra de ulike systemene som inngår og er koblet til IAS

Som en ser av figur 20, så får operatøren et oversiktsbilde over skipet. Det viser propeller, maskiner, belastningskurver og annen relevant informasjon for sikker drift av fartøyet. Dette kaller RRM for *startbilde* eller *hjem*-side. Dette er et eksempel på hvordan bildene er presentert og som operatøren har å forholde seg til ved bruk og operasjon av systemet (Rolls-Royce Marine, 2017b).



Figur 20. IAS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2015).

Videre kan en navigere seg ned i menystrukturen hvor en kommer til nye sider som inneholder mer detaljerte bilder over prosessinformasjonen fra de ulike systemene. Dette blir forklart og illustrert senere i oppgavens kapittel 5.2.5 og 5.2.6.

Det en kan se i denne manualen er at kapittel 3, *systembeskrivelse* og kapittel 6 *operasjon*, tilsynelatende ser identisk ut og inneholder de samme bildene og punktene. På bakgrunn av dette virker det som manualen er generisk og ikke prosjektspesifikke. Det mangler noe i kapittel 4 om leveransespesifikasjon og i kapittel 5 om tekniske data. Dette er en kort oppsummering som gir et innblikk i manualens oppbygging og innhold (Rolls-Royce Marine, 2017b).

5.1.2 ACON Power Management System User Manual

Som tidligere nevnt om systembeskrivelser i oppgavens kapittel 2.2.1, så er hovedoppgaven til et «Power Management System» (PMS) å sikre at fartøyet har tilstrekkelig elektrisk kraft tilgjengelig for å utføre fartøyets operasjoner på en sikker måte.

I følge RRM er også her hensikten at manualen skal gi nødvendig informasjon for å operere, betjene og vedlikeholde PMS på en sikker og korrekt måte. I tillegg skal den gi generell informasjon om programvaren, prosjektspesifikk informasjon og tekniske data. Informasjonen som fremkommer i denne manualen er ikke spesifikk for dette anlegget. Det er en generisk fremstilling av et tilsvarende system som er installert ombord i fartøy av samme typen som er

valgt for denne oppgaven. Bilder som brukes i manualen er for illustrasjon og kan avvike fra anlegg til anlegg (Rolls-Royce Marine, 2015).

Manualen er bygget opp av 2 kapitler:

1. Funksjonsbeskrivelse. Inndelt i 5 seksjoner og er på 21 sider.
2. Operasjonsmanual. Inndelt i 13 seksjoner og er på 128 sider.

Kapittel 1 Funksjonsbeskrivelse: Dette kapitlet gir et innblikk i hva som er hensikten med PMS og hvordan det er bygget opp og konfigurert. Seksjonsinndelingen ser slik ut:

1. Introduksjon.
2. Kontrollsystem konfigurasjon.
3. Kontrollsystem komponenter.
4. Moder, funksjoner og funksjonaliteter.
5. Grensesnitt (Interfaces).

Det er også her gjort en vurderinger av materialet. En kommer frem til at det er seksjonene 2, 4 og 5 som gir kjerneinformasjonen som trengs i arbeidet med oppgaven

I manualens kapittel 1 (seksjon 2) beskrives en konfigurasjon av PMS og figur 21 viser en skisse over dette. Den fremstiller hvordan et anlegg typisk er bygget opp for valgt fartøystype. Innenfor den *stiplede* ruten «ACON PMS» ser en systemarkitekturen for PMS og alle komponentene/funksjonene det er satt sammen av. Øverst ligger en *stiplet* rute med «ACON IAS» (Rolls-Royce Marine, 2015). Det illustrerer at en kan operere PMS gjennom, eller ved å bruke, IAS som er tidligere nevnt i oppgavens kapittel 2.2. Dette støttes av det som kommer frem av «User Manual ACON», som beskrevet i kapittel 5.1.1.

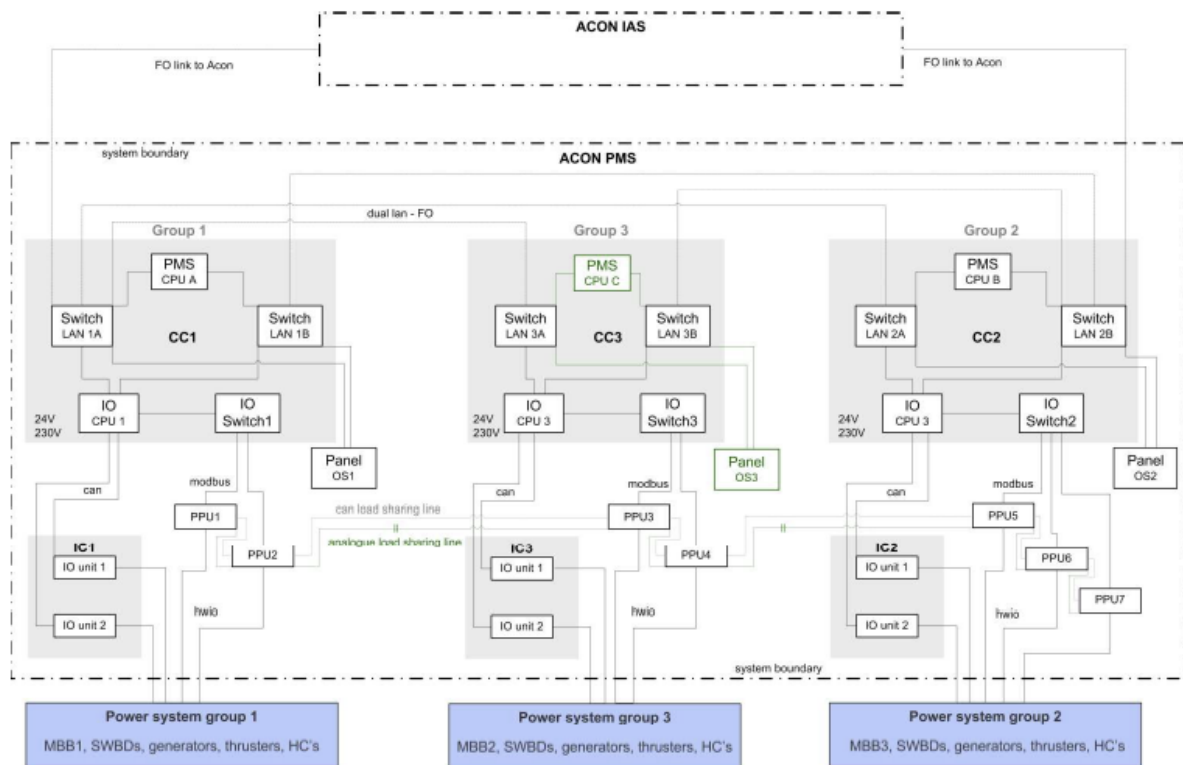


Figure 2.1 PMS – three groups

Figur 21. PMS systemkonfigurasjon, (Rolls-Royce Marine, 2015).

Videre beskrives systemet som et *redundant* kontrollsystem, som har trippel redundans. Det ser en på at det er henvist til tre «Power system groups» (1-3). Redundans er tidligere beskrevet i kapittel 3.4.1.3. Det fortelles også hvordan PMS kan betjenes lokalt fra hovedtavle (bus bar) via et operatørpanel og at systemet har tre kontrollkabinett hvor de ulike signalene kommer inn fra-, og går ut til systemet (Rolls-Royce Marine, 2015).

I seksjon 4 beskrives de ulike modusene, funksjoner og funksjonaliteter som systemet har:

- Start/stopp av generatorer.
- Landstrømstilkobling.
- Lastavhengig start- og stoppsekvens.
- Maks- og minimumsbelastning og lastutligning mellom generatorer.
- Lastbegrensinger for thrustere og større strømforbrukere.
- Beskyttelse og vern av hovedtavle (bus bar).
- Håndtering av feil og feiltilstander.

Seksjon 4 inneholder også en kort beskrivelse av skjermbilder samt noen eksempler på PMS-skjermbilder som brukes på operatørstasjoner.

I seksjon 5 gis en enkel oversikt over ulike grensesnitt og eksempler på hvordan PMS kommuniserer med andre system og komponenter:

- Tavle.
- Motorer og generatorer.
- Thrustere og frekvensomformere.
- Integrert automasjonssystem (IAS).
- Blackout prevention system (BPS).

Kapittel 2. Operasjonsmanual: I dette kapitlet går leverandøren grundigere til verks og forklarer de funksjonene som er beskrevet i første kapittel. Det er denne delen av manualen som skal gi nødvendig informasjon til å operere og vedlikeholde systemet på en korrekt og sikker måte (Rolls-Royce Marine, 2015).

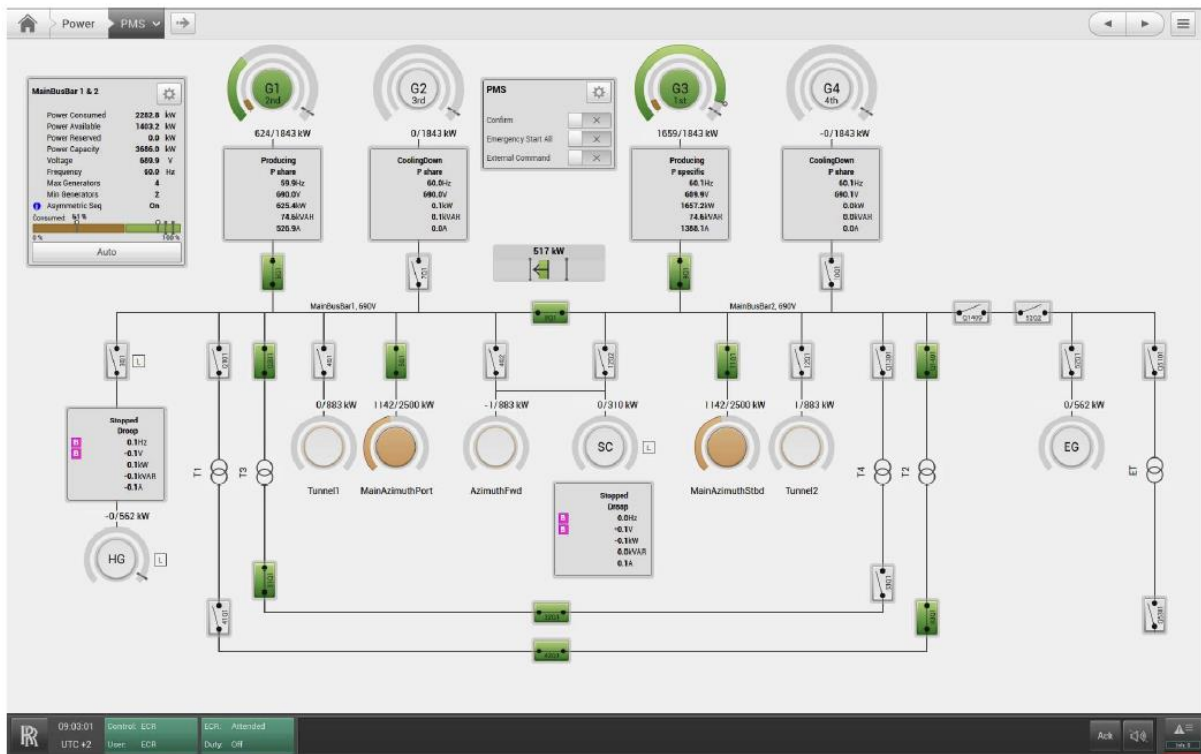
Kapittel 2 har følgende seksjonsinndeling:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Introduksjon. | 8. Definisjon for merking. |
| 2. Sikkerhet. | 9. Feilsøking. |
| 3. Systembeskrivelse. | 10. Reservedeler. |
| 4. Leveringsspesifikasjoner. | 11. Verktøy. |
| 5. Tekniske data. | 12. Tegninger. |
| 6. Operasjon. | 13. Revisjon. |
| 7. Vedlikehold. | |

Som i de foregående kapitlene har det blitt foretatt en vurdering av materialet. En kommer frem til at det er seksjonene 3 og 6 som gir kjerneinformasjonen for videre arbeidet med oppgaven.

I manualens kapittel 2 (seksjon 3) får en oversikt over de systemene og funksjonene som inngår i det RRM kaller «Integrated Automation Systems» (IAS) og som kontrollerer og overvåker fartøysutstyr og maskineri (Rolls-Royce Marine, 2015). De er også nevnt tidligere i presentasjonen av «User Manual ACON», i kapittel 5.1.1. Videre i seksjon 3 får en innføring og beskrivelse av grafisk brukergrensesnitt og de ulike komponentene helt ned på sensornivå. Eksempler på ulike skjermbilder for alarmer og status er også tatt med her.

I seksjon 6 får operatøren en mer detaljert beskrivelse av funksjonaliteten til systemet og hvordan en kan navigere i de ulike skjermbilder og menyer. Det blir også beskrevet hva tegn og symboler betyr. Videre i seksjon 6 får en beskrivelsen av den grafiske fremstillingen av selve brukergrensesnitt for PMS (figur 22 under).



Figur 22. PMS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2015).

Når en tar for seg hvilken informasjon som er tilgjengelig som BS for operatøren, vil det senere i oppgaven bli vist til ulike skjerm bilder.

Dette er en oppsummering av det innholdet som er av størst interesse for oppgaven: «ACON Power Management System User Manual» (Rolls-Royce Marine, 2015). I denne oppgaven anser en PMS som en integrert del av IAS, og vil derfor bruke sistnevnte system og skjerm bilder for å bedømme grunnlaget for BS. Det kan virke litt forvirrende å skille de ulike systemene fra hverandre når det henvises til begge systemene i denne brukermanualen. Men ser en tilbake på skissen i figur 21, så illustreres IAS og PMS hensiktsmessig og bra.

De to manualene som er beskrevet over (IAS og PMS), er den dokumentasjonen som maskinisten har å forholde seg til og må kjenne til i sin utførelse av arbeidet ombord.

5.1.3 Icon DP Operating & Maintenance Manual

Ifølge RRM er formålet med denne «Icon DP operasjons & vedlikeholdsmanual» at den skal gi nødvendig informasjon til bruker for å kunne planlegge og utføre en sikker og korrekt operasjon av installert utstyr. Den skal også gi en grunnleggende forståelse av funksjonalitetene og utstyret. Manualen dekker både det operasjonelle og tekniske aspektet. Videre sies det at personell som bruker utstyret må ha relevant erfaring og opplæring. Manualen er primært tenkt for sluttbruker, som i all hovedsak menes stystemenn/navigatører (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Et dynamisk posisjoneringssystem (DPS) sin oppgave er å holde fartøyet på plass innenfor gitte kriterier ved bruk av propellene og skyvekraften de kan generere.

DP-manualen er på totalt 408 sider og består av 11 hoveddeler med sine respektive seksjonsinndelinger:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 0. Frontmateriale. | 6. Verktøy. |
| 1. Beskrivelse. | 7. Tegninger. |
| 2. Operasjonsinstruksjoner. | 8. Underleverandør manualer. |
| 3. Vedlikeholdsinstruksjoner. | 9. Kontaktinformasjon. |
| 4. Feilsøking. | 10. Vedlegg. |
| 5. Reservedeler. | |

Materialet er vurdert og en kommer frem til at det er grunnlaget fra del 1 *Beskrivelse* og del 2 *Operasjonsinstruksjoner* som gir kjerneinformasjonen som trengs for videre arbeidet med oppgaven.

Del 1: Beskrivelse:

- 1 Generelle beskrivelser.
- 2 Tekniske data.
- 3 Funksjonsbeskrivelse.
- 4 Produksjonsdata.

Del 2: Operasjonsinstruksjoner:

- 1 Kontrollere og indikatorer.
- 2 Operasjon og funksjonalitet.
- 3 Trainer.
- 4 Playback.

Del 1 Beskrivelse: I kapittel 1 *Generell beskrivelse*, fremstilles DPS som et system med trippel redundans på lik linje som PMS-oppbygging nevnt tidligere. I manualen finner vi en skissert beskrivelse over DPS, illustrert med bildet i figur 23. Skissen viser DPS- oppbygging og hvordan dette med trippel redundans beskrives. Her uttrykt med gruppe/system A, B og C.

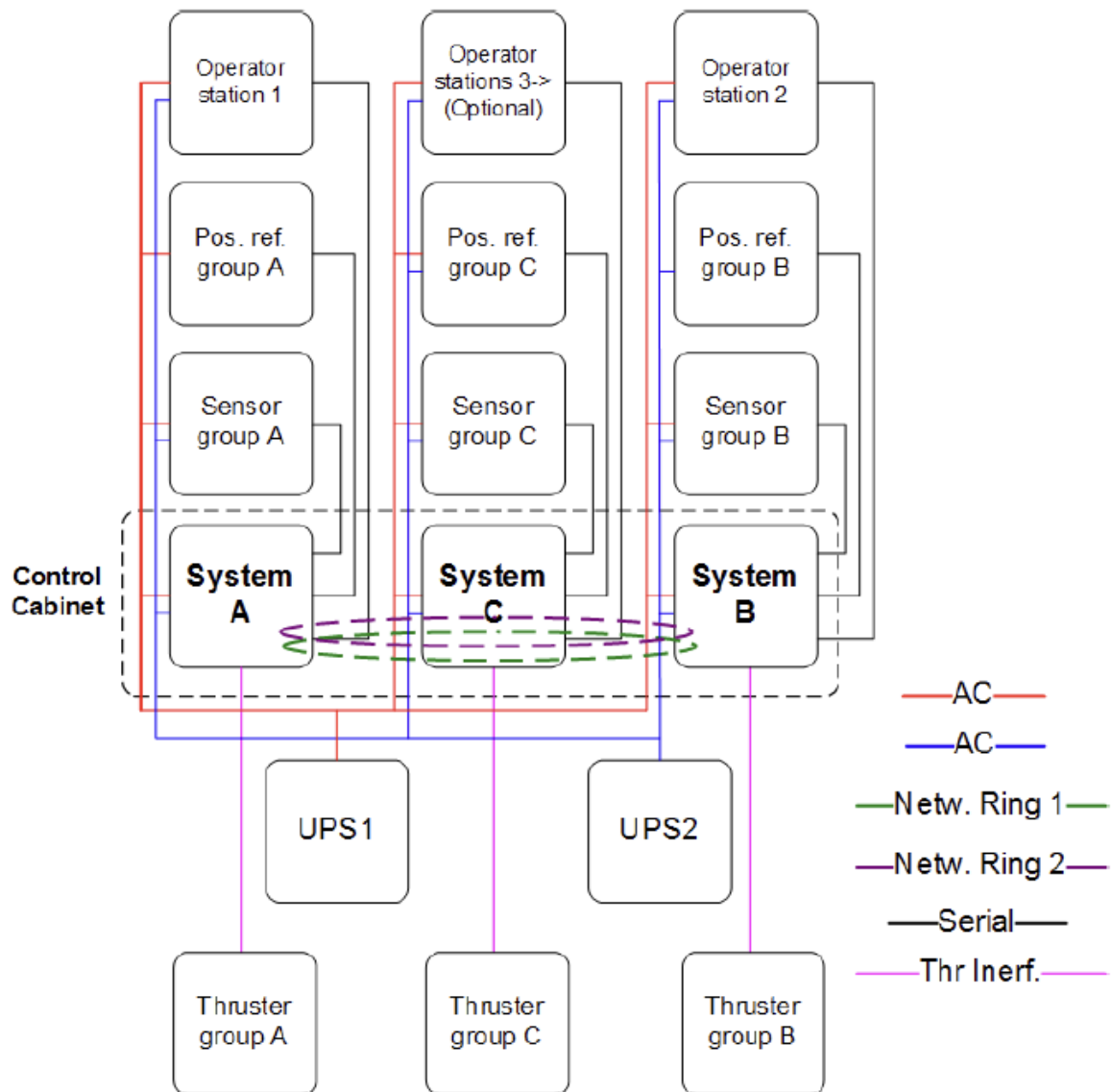


Figure 1.1: System overview

Figur 23. DPS systembeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

I denne delen får en også en beskrivelse av de ulike komponentene som systemet er bygget opp av og er avhengig av for å kunne opereres. Dette er i hovedtrekk utstyr for betjening, kontrollkabinett, strømforsyning og ikke minst operatørstasjoner med skjermbilder (figur 24) (Rolls-Royce Marine, 2017a).



Figur 24. DPS hovedskjerm bilde, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

I del 1 (kapittel 2), beskrives de tekniske spesifikasjonene som omhandler grensesnitt mellom andre systemer:

- Sensorer og posisjonsreferansesystemer.
- Hjelpesensorer.
- Thrustere.
- Hovedtavle (PMS).
- Broalarmsystem.

I tillegg er det muligheter for grensesnitt mellom:

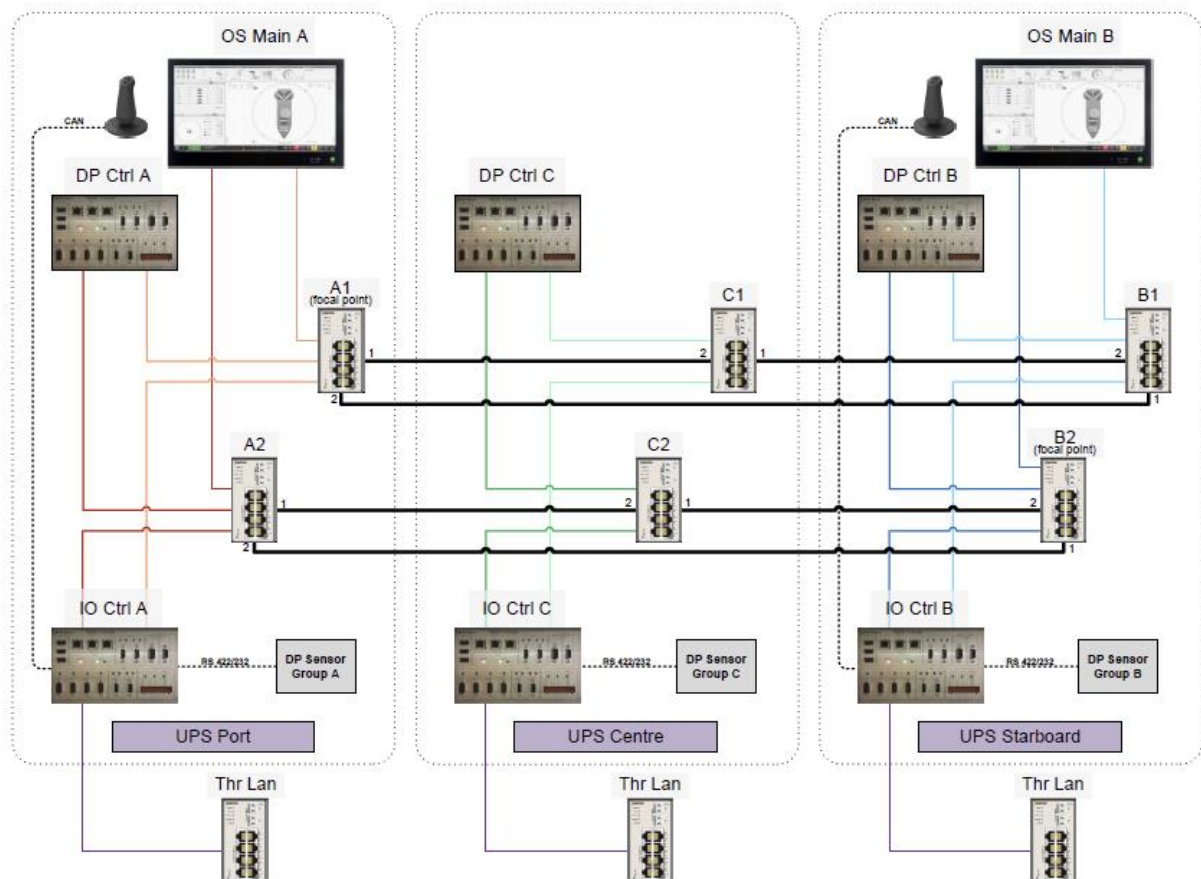
- Kartmaskin.
- Surveyer-system.
- Voyage Data Recorder (VDR).
- RRM Health and Monitoring system (HEMOS).

I del 1 (kapittel 3) beskrives det hvordan kontrollsløyfen med kommunikasjon er utført og hvordan controllerprogramvaren er bygget opp:

- Fartøysmodell.

- Signalprosessering.
- Feedback/feedforward-kontroll.
- Thruster-allokering.

Samtidig gis en beskrivelse av hvordan redundansen er sikret for *kontrollere*³⁴ og nettverk, som beskrives med bildet i figur 25 (under).



Figur 25. DPS nettverksbeskrivelse, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Del 2 Operasjonsinstruksjoner: I kapittel 1 beskrives «manøvreringsmodus»-velger og hvordan en kan operere DPS ved bruk av knapper, brytere, hendler og skjermbilder. Det fremkommer av dokumentasjonen at DPS har tre manøvrermoduser (Rolls-Royce Marine, 2017a).

- Manuell modus: Thrustere styres av de manuelle hendlene for hver thruster
- Joystick modus: Thrustere styres av Poscon Joystick-systemet

³⁴ Datamaskin som styrer en prosess.

- DP modus: Thrustere styres av Icon DP-systemet

Videre gis en detaljert beskrivelse av utformingen og oppbyggingen av operatørstasjonens skjermbilder. RRM sier at filosofien bak DPS sitt grafiske brukergrensesnitt er: «det er designet for å være et verktøy for overvåking og aktiv styring av systemet gjennom intuitive presentasjons- og berøringsskjerm-prinsipper. Mengden informasjon som presenteres på skjermen, er begrenset til det grunnleggende som er nødvendig for driften av systemet. Dette hjelper operatøren til å fokusere på den mest vitale informasjonen». De beskriver også at RRM jobber ut ifra en filosofi: «Common Look and Feel», eller «felles utseende og opplevelse» (Rolls-Royce Marine, 2017a). Det er for å sikre at alarmer og viktig informasjon er tydelig og visuelt. Følgende farger blir brukt:

- Rød: Alarm.
- Gul: Advarsel.
- Grønn: OK/i drift.
- Blå/grønn: Kommandokontroll.
- Rolls-Royce blå: Global meny.

Det opplyses videre at denne filosofien også gjelder for indikasjon av varselsymbol for å sikre en entydig og felles presentasjon av varslene i alle RRM brukergrensesnitt-applikasjonene. De symbolene er utformet i henhold til standard «IEC62288 Ed.2 Maritime Navigation And Radio Communications Equipment And Systems» (Rolls-Royce Marine, 2017a).

I del 2 (kapittel 2), dekkes omfanget av funksjonaliteter og funksjoner som er inkludert i DPS. Det forklarer i detalj hvordan en opererer og betjener systemet. Hovedelementene i dette kapitlet dekker det som omhandler kommandofilosofi. Det vil si hvordan *ta* kommando og *overføre* en kommando, systemstatus som aktiv- og standby status (eksempelvis for en thruster), hvordan aktivere- og deaktivere en funksjon, en komponent eller selve DPS.

Posisjonering av fartøyet er en viktig del av en operasjon og det er også bruken av DPS. I kapittel 2 beskrives det hvordan posisjoneringsprosessen utføres i systemet og brukes under DP-operasjon. Funksjoner som dekkes her er blant annet manuell- og automatisk posisjon, automatisk retningskontroll, rotasjonspunkt og posisjoneringsoversikt for å nevne de viktigste. Sensorer, sensorkonfigurasjon og posisjonsreferansesystem er viktige elementer som er koblet til systemet, og som er avgjørende for at systemet skal ha noe å navigere etter. Det gis en grundig innføring i oppsettet, bruk og konfigurering av de nevnte elementene inne i DPS.

Elektrisk kraft og thrustere er sentrale elementer for DPS. I manualen beskrives det hvordan thrustere velges og aktiveres, og tilbakemelding på retning og belastning vises på skjermbildet i sammen med aktuell og tilgjengelig kraft. Det er maskineriet som produserer den elektriske kraften til thrusterne. Systemet innehar også en kraftbegrensingsmodul som når den blir aktivert vil reduserer thrustereffekten for å unngå systemoverbelastning i tilfelle det er for lite tilgjengelig kraft fra maskineriet (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Manualen gir også informasjon og beskrivelse av:

- Konsekvensanalyse.
- Kapabilitetsanalyse.
- Bevegelsesprediksjon.
- Fottrykksanalyse.

Konsekvensanalyse, som er nevnt tidligere i oppgavens kapittel 2.1.1, er en analyse som systemet utfører på bakgrunn av tilgjengelig kraft fra generatorene. Den sammenligner opp imot feilscenario som eksempelvis tap av *en* truster, eller *en* generator, i en DP- operasjon. Ut i fra denne analysen blir det gitt en alarm til operatøren hvis kalkulasjonen tilsier at det ikke er nok kraft og reservekraft tilgjengelig for å opprettholde posisjonen basert på *nå-situasjonen*. Denne alarmgrensen kan settes- og endres av operatøren (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Kapabilitetsanalyse gir operatøren en indikasjon på hvilke miljømessige påvirkninger fartøyet i operasjon kan tåle av vind, bølger, strøm og andre ytre påkjenninger, med tilgjengelig kraftforsyning og thruster klare til bruk. Dette presenteres for operatøren via skjermbilde på det grafiske brukergrensesnittet.

Bevegelsesprediksjon er en analyse som simulerer *avdriften*³⁵ til fartøyet ved en eventuell full «blackout» eller tap av all kraftforsyning til thrusterne samtidig. To typer av en slik analyse er tilgjengelig. Det er *gjeldende* miljøforhold eller *operatørsatte* miljøforhold. Det vil si at her kan operatøren gjøre egne valg og innstillinger tilpasset sine ønsker.

Fotavtrykksanalyse er den siste analysen som beskrives i del 2 i manualen. Den er beskrevet som en *anbefalt* praksis av IMCA³⁶ (International Marine Contractors Association) og DNV (nå DNV-GL) for å dokumenter fartøyets posisjon og eventuelle avvik til posisjonen under DP-

³⁵ Et fartøys sideforskyvning i forhold til den styrte kurs på grunn av vind og sjø.

³⁶ <https://www.imca-int.com/about-imca/>

operasjonen. Denne analysen er ikke en teoretisk analyse, men en faktisk måling av fartøyets evne til å holde posisjonen under operasjon med valgt thrusterkraft og tilgjengelig kraft fra hovedtavle. Dette fotavtrykket kan plottes og vises på skjermen til operatøren.

Dette er et kort utdrag av det omfanget som manualen dekker og operatøren må kjenne til for å utføre en sikker DP-operasjon (Rolls-Royce Marine, 2017a). Senere i oppgavens kapittel 5.6 blir det beskrevet hvilken informasjon dette systemet gir operatøren ved normal- og alarm situasjon. Dette brukes videre i oppgaven for å finne svar på forskningsspørsmålene.

5.1.4 Failure Mode Effect Analysis

Som tidligere nevnt i oppgavens kapittel 5.1, ble SkanEl AS kontaktet for å få tilgang til ytterligere dokumentasjon som grunnlag for oppgaven. Et av dokumentene er en «Failure Mode Effect Analysis» (FMEA), også nevnt i kapittel 3.3.1.

SkanEl AS skriver i innledningen av manualen at de fikk i oppdrag å utarbeide en «DP FMEA» for denne oppgavens valgte fartøy. Analysen ble utarbeidet på bakgrunn av dokumentasjon og systemoppbygging av det aktuelle fartøyet og krav i henhold til følgende regelverk: «IMO 645», «IMCA Guidelines» og «DNVGL Class regulations av Jan 2014» (SKANEL, 2016a).

FMEA-dokumentet er på totalt 121 sider og er bygget opp av 8 kapitler:

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Introduksjon | 5. Skipets systemer |
| 2. Oppsummering og konklusjon | 6. Maskineri |
| 3. Fartøysinformasjon | 7. Automasjonssystem |
| 4. Hovedelektrisk fordeling | 8. DPS |

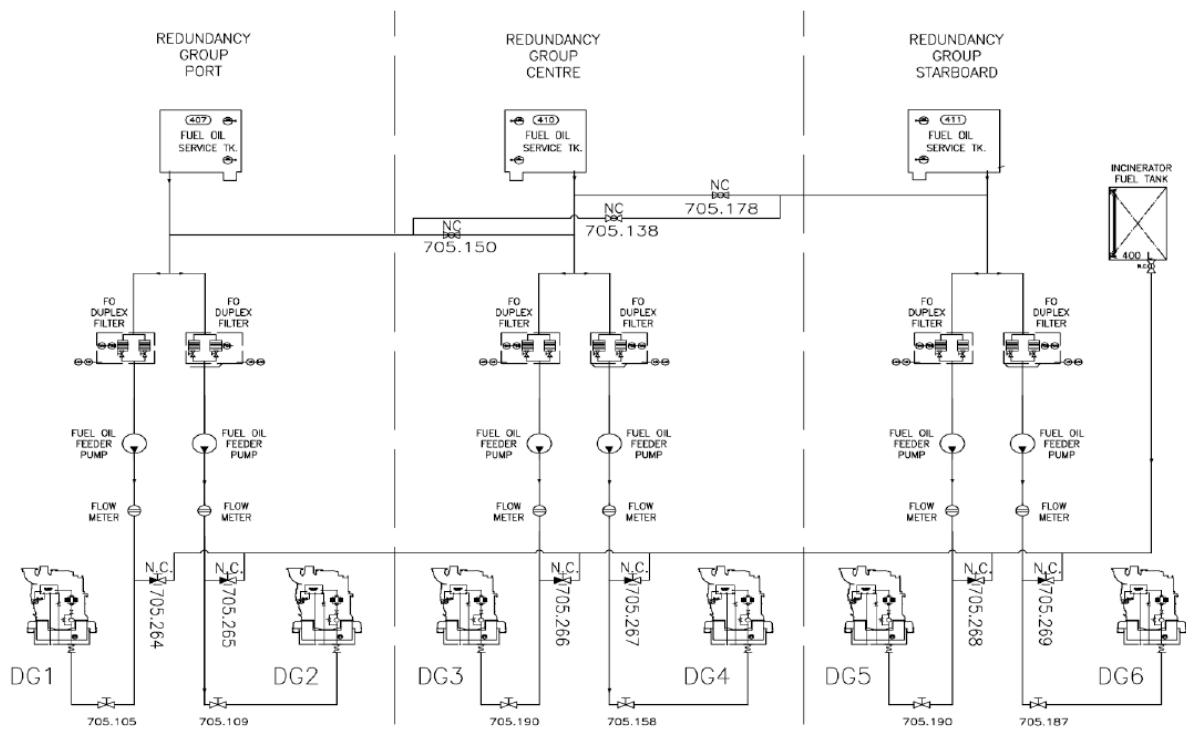
Dokumentet gir en oversikt og indikasjon på kompleksiteten til et fartøy. Det er et sentralt dokument med tanke på å kunne identifisere en feiltilstand og for å forstå helheten av fartøyets oppbygging. Dokumentet brukes videre i arbeidet med å besvare oppgavens problemstilling.

Hensikten og formålet med FMEA er å gi en omfattende, systematisk og dokumentert analyse for å fastslå viktige feiltilstander med hensyn til DPS. Likeså for å bekrefte at de relaterte systemene som påvirker DPS oppfyller kravene gitt i klassebestemmelsene fra IMO, IMCA og eierens (reder) retningslinjer (SKANEL, 2016a).

Tilnærmingen for denne analysen er å vurdere *hver del* i DPS individuelt og analysere hva som kan gå galt. Deretter ser en på hvordan den- eller de feilene forplanter seg til andre systemer eller komponenter. Hver enkelt feil som betraktes som *kritisk* for DP-operasjonen blir beskrevet

i FMEA-arbeidsdokumentet, som igjen danner grunnlag for selve FMEA-testen. Denne testen blir utført i forbindelse med godkjenning av fartøyet som nybygg, før det kan gå ut i operasjon (SKANEL, 2016a).

Dokumentet inneholder også systemskisser for de ulike systemene som inngår i vurderingen av kritikaliteten basert på feiltilstander og testplan. Et eksempel på en slik skisse er hentet fra dokumentet og vist i figur 26. Det er en skisse over drivstoffsystemet til diesel-generatorene. Slike skisser gir en visuell oversikt over hvordan ulike komponenter danner et system.



Figur 26. Fartøyets drivstoffsystem, (SKANEL, 2016a).

I dokumentet (kapittel 2), *Oppsummering og konklusjon*, gir SkanEl AS sin oppsummering basert på tilgjengelig informasjon og analysen de har gjort av systemene. Konklusjonen deres er at fartøyet tilfredsstillende de kravene som stilles for at fartøyet skal kunne operere og utføre operasjoner i henhold til DP-klasse 2. Det oppfylder også kravene til IMO 645³⁷ og DNV AUTR notasjon³⁸. Videre konkluderer SkanEl AS med at «worst case single failure», altså verst tenkelige feil, er bortfall av en hel redundansgruppe (redundansgruppe blir forklart senere). Tap

³⁷<http://imo.udhb.gov.tr/dosyam/EKLER/MSC-Circ.645.pdf>

³⁸<https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNV/ruleship/2011-01/ts607.pdf>

av styrbord redundansgruppe, med tilhørende thrustere 4 og 7, er den mest kritiske (SKANEL, 2016a).

Det ble vurdert at hele dette dokumentet har relevans for å løse oppgaven. Informasjonen blir i hovedsak brukt som grunnlag i oppgavens kapittel 5.2, for å komme frem til en relevant feiltilstand som grunnlag for videre forskning på BS.

5.1.5 Redundancy test procedure

Det andre dokumentet fra SkanEl AS, «Redundancy test procedure», inneholder en prosedyre med beskrivelse av hvordan de ulike feiltilstandene fra FMEA-analysen skal testes ut ombord i fartøyet. Resultatene, eller avvikene, skrives inn i sine respektive kommentarfelt. Hver test har sin oppsatte sekvens med beskrivelse på hvilke utstyr som skal være aktivt og hvordan systemet settes opp med tanke på hvilke komponenter som er *aktive* eller i *standby* under selve testen (SKANEL, 2016b).

Dette dokumentet er nyttig som tilleggsinformasjon for forfatterne i arbeidet med oppgaven, men det er ikke referert noe til dette dokumentet videre i oppgaven.

5.2 Systematisert fremstilling

Med utgangspunkt i empiri blir det i dette kapitlet fremstilt og presenteres hvordan fartøyets komponenter og systemer henger sammen og hvordan det danner grunnlag for en analyse. Dette gir et fundament for valg av feiltilstand. Feiltilstanden brukes videre i analysen for å gjøre funn som kan si noe om BS'en DPS og IAS gir, eller kan gi, i forhold til tidligere beskrevet scenario (kapittel 1.1).

5.2.1 Redundansgrupper

«Redundancy groups» som det refereres til i SkanEl AS sin dokumentasjon forstås på den måten at det er grupperinger av utstyr, komponenter og systemer som utgjør en felles gruppe.

I figur 27 ser en fartøyets redundansgrupper med tilhørende system beskrevet. Alle gruppene blir ikke forklart i detalj da de stort sett er helt lik med tanke på de hovedkomponenter og systemer som utgjør hver gruppe. Den største forskjellen er for *senter redundansgruppe* som har *en* thruster mer enn de to andre gruppene.

PORT Redundancy Group (PS)	CENTER Redundancy Group (C)	STARBOARD Redundancy Group (SB)
DG 1	DG 3	DG 5
DG 2	DG 4	DG 6
Thruster 3	Thruster 1	Thruster 4
Thruster 5	Thruster 2	Thruster 7
	Thruster 6	
SW Cooling System Main Gensets PS	SW Cooling System Main Gensets C	SW Cooling System Main Gensets SB
SW Cooling System AUX PS	SW Cooling System AUX C	SW Cooling System AUX SB
FW Cooling System Main Gensets PS	FW Cooling System Main Gensets C	FW Cooling System Main Gensets SB
FW Cooling System AUX PS	FW Cooling System AUX C	FW Cooling System AUX SB
FO Feeder Pump 1 and 2	FO Feeder Pump 3 and 4	FO Feeder Pump 5 and 6
DC 10	DC 20	DC 30
DC 11	DC 21	DC 31
DP UPS 1	DP UPS 2	DP UPS 3
IAS UPS 1	IAS UPS 2	IAS UPS 3

Figur 27. Fartøyets redundansgrupper, (SKANEL, 2016a).

Med utgangspunkt i figur 27 og «PORT Redundancy Group (PS)» ser en i tabellen at her er en rekke benevninger og forkortinger som ikke nødvendigvis er selvforklarende. Her følger en enkel forklaring på de:

«DG 1 og DG 2»: DG brukes som forkorting for dieselgeneratorer mens tallet er nummeret denne har i systemet. DG er komponenten som lager strøm for å drive utstyr og komponenter ombord i fartøyet.

«Thruster 3 og Thruster 5»: Thruster er en propell som genererer skyvekraft til å forflytte eller holde fartøyet i ro under eksempelvis en DP-operasjon. Disse er strategisk plassert for at balansen i skyvekraften skal gi best mulig effekt for å holde fartøyet i *ønsket posisjon* i operasjon og de nummereres etter plassering.

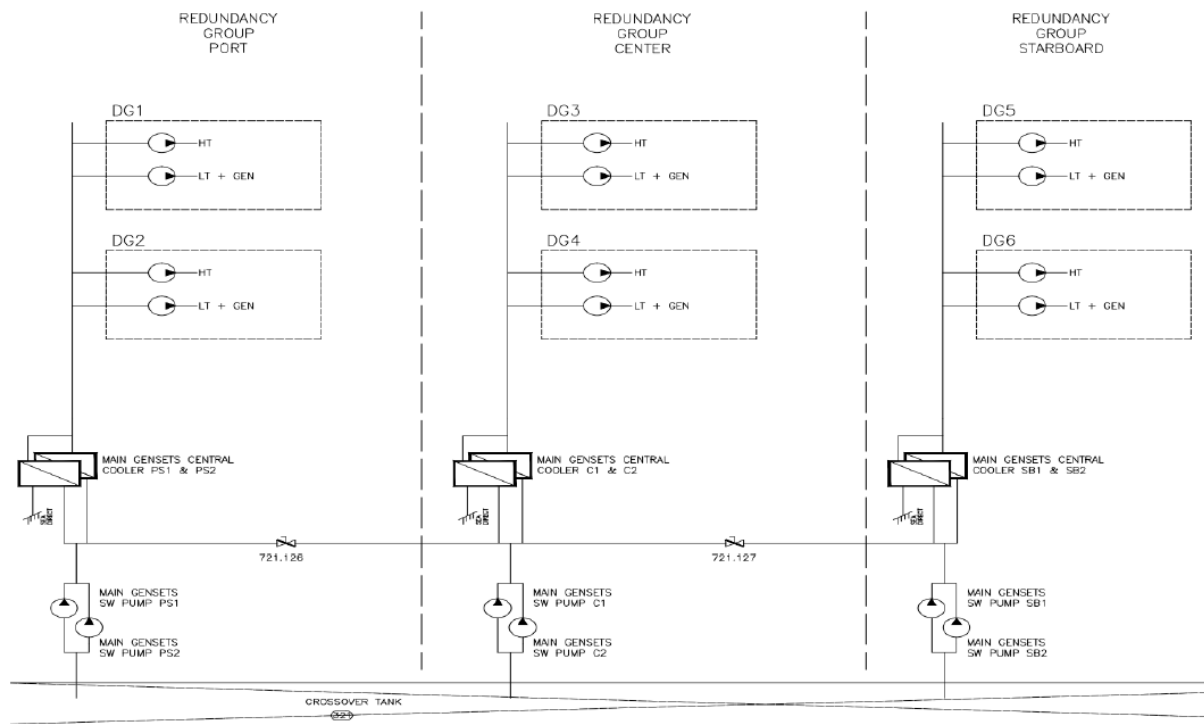


Figure 5-4 SW/ FW Cooling Generator Sets

Figur 28. Fartøyets kjølevannssystem, (SKANEL, 2016a).

«SW Cooling System Main Gensets PS» og «FW Cooling System Main Gensets PS»: Disse to punktene utgjør kjølevannssystemet for dieselgeneratorene (figur 28). Det første systemet er sjøvann (SW) som pumpes fra sjøen, gjennom primærsiden på kjøleren (SW/FW) og videre tilbake til sjøen, via eget rørsystem. Så blir ferskvann (FW) pumpet gjennom dieselgeneratorens kjølesystem, gjennom sekundærsiden på samme kjøler (SW/FW) og tilbake til dieselgenerator via eget rørsystem. På denne måten kontrolleres og holdes temperaturen for dieselgeneratoren innenfor ønsket nivå.

«SW Cooling System AUX PS» og «FW Cooling System AUX PS»: Disse to punktene er oppbygget på samme måte som i forrige avsnitt. Det som skiller dette systemet fra det andre, er at dette kontrollerer og holder temperaturene innenfor ønsket nivå på hjelpesystemene (AUX), som er de andre maskinerisystemene utenom dieselgeneratorene.

Grunnen til at kjølesystemene er designet slik er for å unngå å sirkulere sjøvann direkte gjennom motorer og komponenter. Det kan forårsaker en del driftsproblemer på grunn av groe og tæring som blir til i forbindelse med varme og sjøvann.

«FO Feeder Pump 1 and 2»: Dette er pumper som forsyner dieselgeneratorene med drivstoff. Hver redundansgruppe har sin egen separate drivstofftank som forsyner motorene med drivstoff via filter og pumpesystem (figur 26). Drivstoffet gjennomgår en *renseprosess* før det går inn på

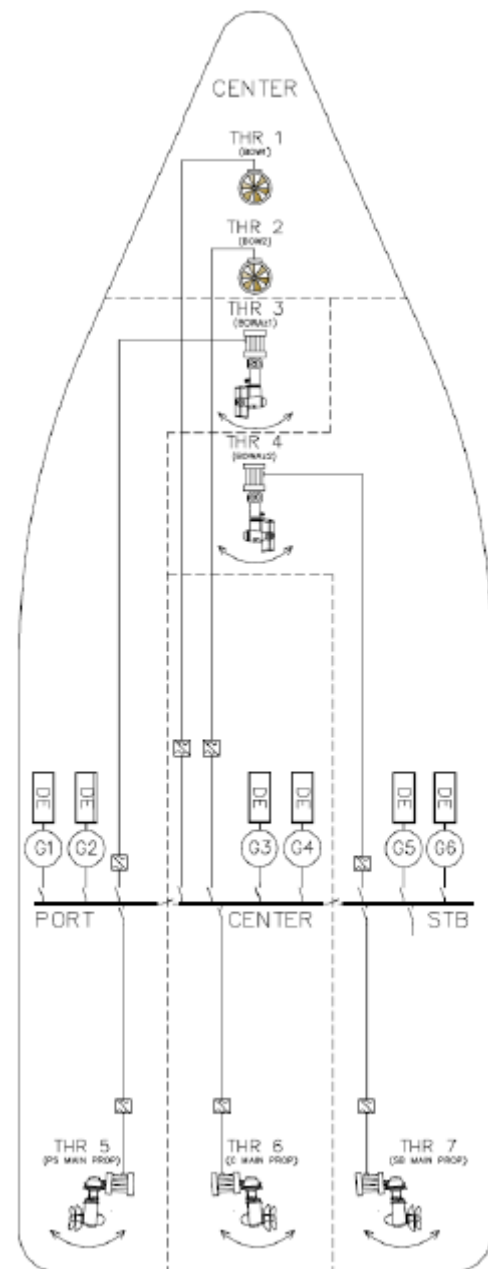
drivstofftanken og skal i utgangspunktet være fritt for vann og større partikler. Om det finnes partikler av en viss størrelse som er skadelig for motorens drivstoffsystem så blir disse fjernet i filtersystemet som er plassert mellom drivstofftanken og motor.

«DC 10 og DC 11»: Dette er 24VDC (likestrøm) strømforsyning til de *kontrollere* som er montert inne i et prosessskap. Her overvåkes og kontrolleres prosessene for å holde utstyr, komponenter og system i drift. Slike kontrollfunksjoner er brukt i eksempelvis dieselgeneratorer, propellstyringer og tavlestyringer med flere.

«DP UPS 1 og IAS UPS 1»: Dette er 230VAC (vekselstrøm) strømforsyning til datamaskiner som brukes for å betjene og å få informasjon fra DPS og IAS via grafisk brukergrensesnitt. UPS står for «Uninterrupted Power Supply», og er en enhet som inneholder en kontrollfunksjon og batteripakke. Dette systemet skal sikre en viss bestemt tid med strøm til datamaskiner selv om fartøyets hovedtavle er strømløs. Utladningstiden skal være minimum 30 minutt, men er på typisk >1 time (SKANEL, 2016a).

I figur 29 er en skisse som viser hvordan, og hvor de ulike hovedkomponentene er plassert, i forhold til fartøyets utforming. Innenfor de stiplede linjene ser vi redundansgruppe *port*, *center* og *stb* og hvilke dieselgeneratorer og thrustere som tilhører hver gruppe. Basert på tabellen beskrevet i figur 27, får en også forståelsen av de andre systemene som er inkludert i hver redundansgruppe og som ikke fremkommer av skissen i figur 29.

Ut ifra informasjon fra tabellen i figur 27 og skisse i figur 29, er det redegjort for redundansgrupper, utforming og oppsettet av de ulike delsystemene som inngår i valgt fartøy. Dette danner grunnlaget for videre arbeid i oppgaven og er byggeklossene for å sette opp et pålitelighetsblokkdiagram.

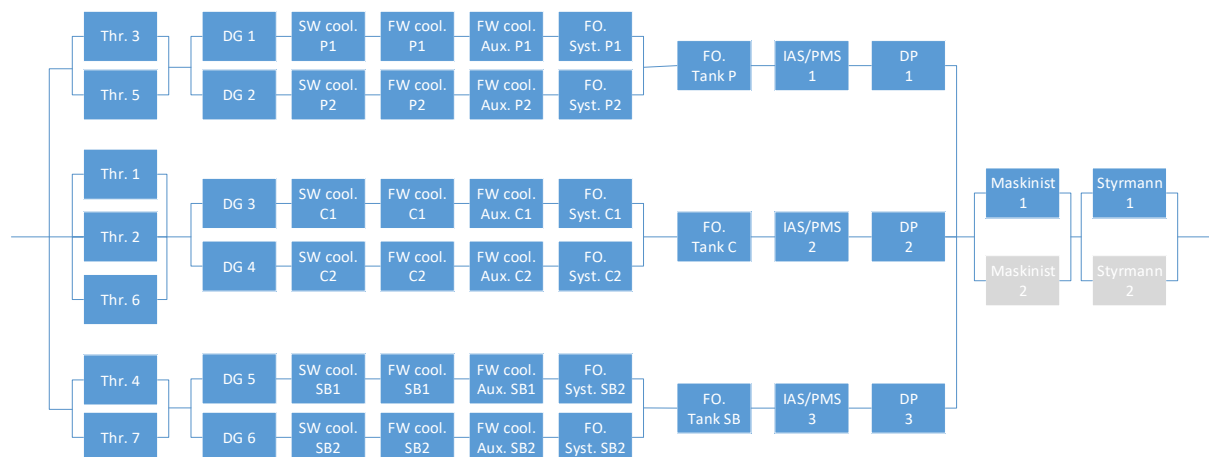


Figur 29. Oversikt redundansgrupper, (SKANEL, 2016a).

5.2.2 Pålitelighetsblokkdiagram

Med bakgrunn i teorier i kapittel 3.4.1, informasjonen over og i presentert dokumentasjon, er det konstruert et pålitelighetsblokkdiagram (PBD) over disse redundansgruppene. Dette illustrerer sammenstillingen av de ulike komponentene og systemene for fartøyet. I tillegg er operatørene lagt til som delfunksjon siden de har en viktig rolle for systemet og operasjonen. PBD er utarbeidet på systemnivå, slik at det kan være at noen av blokkene inneholder flere komponenter enn hva som fremkommer. Den informasjonen som presenteres i PBD vurderes som tilstrekkelig for å gjøre videre utredninger og tolking av empiri.

Nedenfor (figur 30) ser vi et komplett PBD utarbeidet for fartøyet basert på tilgjengelig informasjon og forfatterens kunnskap om styrmann- og maskinistens rolle i en slik operasjon som er beskrevet for oppgaven.



Figur 30. Pålitelighetsblokkdiagram, (Vedlegg 1).

Studerer en oppsettet til de tre redundansgrupper i figur 30, ser en at det her er en parallellstruktur når det kommer til maskinsystemene. Kjøres alle systemene i en operasjon, vil det ha en såkalt *varm* og *aktiv* redundans (Aarset, 2010). Det resulterer i at om en eller to redundansgrupper svikter, så er systemet fremdeles operativ. Kraftleveransen blir redusert til å for eksempel å opprettholde skipets posisjon.

Når en ser på operatørene av skipet (maskinist og styrmann), blir dette med redundans noe annet. I normal drift er det bare *en* maskinist og *en* styrmann på vakt ved operatørstasjonene for sine respektive system. Det gjør at det ikke er umiddelbar redundans ved eventuell hendelse eller feil hos operatør.

For styrmann 1 (DP-operatør) sin del, så er styrmann 2 tilgjengelig på broen. Vedkommende er nødvendigvis ikke aktiv i selve handlingen og er heller ikke alltid oppdatert på hva som skjer i operasjonen. Skulle det kreves overføring av ansvar så må det aktiveres og iverksettes.

For maskinisten 1 (IAS-operatør) sin del, så er ikke maskinist 2 nødvendigvis tilgjengelig i kontrollrommet. Vedkommende er som regel på frivakt når den andre er på vakt. Skulle det bli aktuelt med ansvarsoverføring må maskinist 2 tilkalles og må møte i maskinkontrollrom før en kan overføre ansvaret/kontrollen. Så i den grad vi snakker om redundans for styrmann og maskinist, så er det *passiv* og *kald* redundans vi mener i disse tilfellene (Aarset, 2010).

Dette kan kanskje sies å utgjøre den *største* risikoen for en operasjon. Det er det ikke tatt høyde for i FMEA-analysen etter hva en kan se i dokumentasjonen. Det blir dermed ikke forsket videre på, men kan nevnes som forslag til videre forskning.

5.2.3 Valg av feiltilstand

Med bakgrunn i fartøyets maskin- og systemdesign presentert i PBD, vil en feil som setter en hel redundansgruppene ut av spill være mest kritisk for en DP-operasjon. Det er også konklusjonen i FMEA-analysen til SkanEl AS (SKANEL, 2016a).

Det er flere omstendigheter som kan skape en feiltilstand, som igjen kan påvirke DPS og forplante seg til selve DP-operasjonen. Det ønskes å bruke en *feiltilstand* som påvirker hele redundansgruppen istedenfor bare en komponent i selve redundansgruppen.

FMEA Worksheet FO system						
Description			Consequence			Comment
Component	Failure	Detection	Local effect	System effect	Effect on DP	
Driven FO supply pump main engine.	Mechanical failure	IAS alarm low fuel oil supply pressure	Out of operation	The affected engine stops	Reduced power available.	
To low FO flow / Duplex filter	Clogged filter	IAS alarm	Out of operation	The affected engine stops	Reduced power available.	Change over to other filter.
FO Contamination / Fuel oil tank	Contaminated FO tank	Low filter diff. pressure	Clogged filter	Engine may stop	Reduced redundancy	Engine may be supplied via crossover valve, with reduced redundancy in FO System
FO feeder pump	Mechanical failure	IAS alarm low fuel oil supply pressure	Out of operation	The affected engine stops	Reduced redundancy	
FO transfer pump	Mechanical failure	IAS Alarm	Out of operation	None	None	Use pump no. 2
FO Separator	Mechanical failure	IAS Alarm	Out of operation	None	None	Use separator no. 2

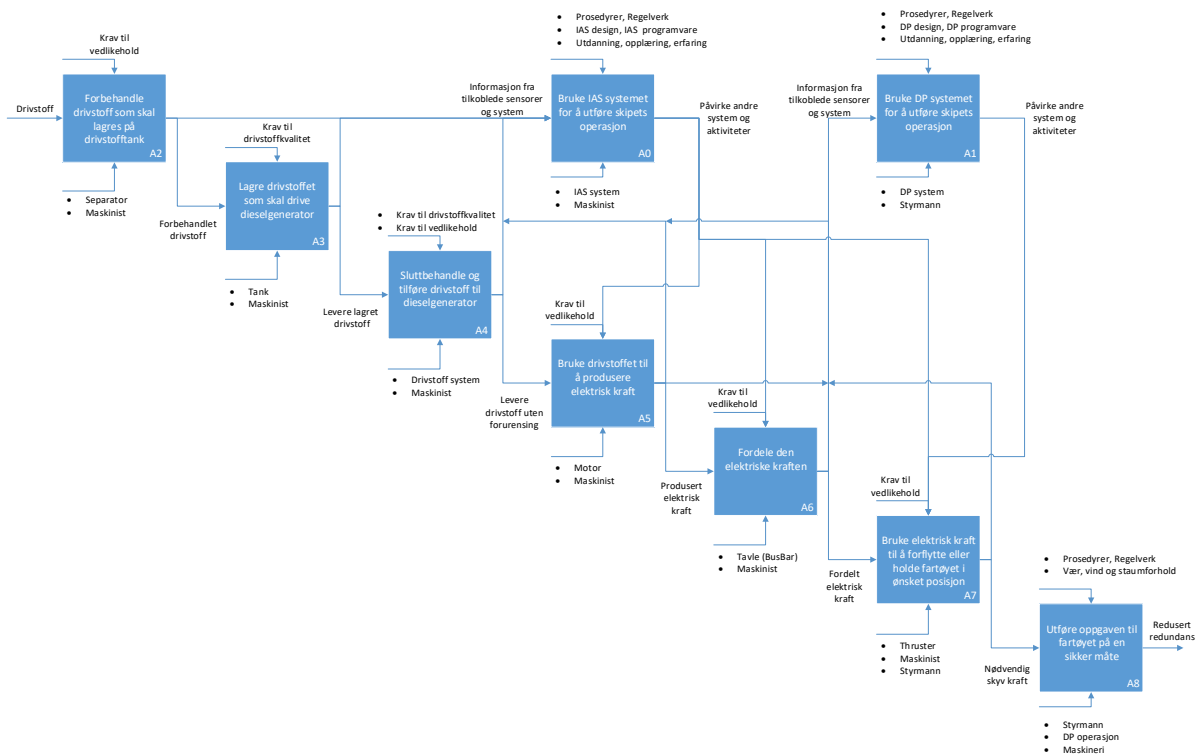
FMEA Worksheet 5-1 FO system

Figur 31. Feilkilder i drivstoffsystem, (SKANEL, 2016a).

Tar vi utgangspunkt i tabellen i figur 31 og skissen som viser drivstoffsystemene (figur 26), så er det en *feiltilstand* knyttet til selve drivstofftanken som vil ha størst innvirkning på redundansgruppen. Derfor velges *forurensing i drivstofftank* som feilkilde for videre analyse i oppgaven.

5.2.4 Fremstilling av feiltilstand ved hjelp av SADT-skjema

Basert på valgt feiltilstand er det utarbeidet et SADT-skjema som beskriver prosessen og de ulike aktivitetene (funksjonen) som delsystemene skal/må utføre. Det er satt ICOM-piler inn/ut av hver aktivitet (boks) som viser hva som er inn-signal til aktiviteten, hva som kontrollerer den, hva eller hvem som er med på å utføre aktiviteten og ut-signalet eller resultatet av aktiviteten. På denne måten får en et bedre bilde av hva som påvirker de ulike aktivitetene og mulig utfall (figur 32 og vedlegg 2).



Figur 32. Fremstilling av feiltilstand i SADT-skjema, (Vedlegg 2).

SADT skjemaet består av ni aktiviteter (A0-A8):

- A0: Dette er aktiviteten hvor informasjonen fra de maskinelle delsystemene brukes for å overvåke og påvirke de ulike maskinerisystemene. Denne aktiviteten er sentral for at fartøyet skal kunne utføre en sikker operasjon. Interaksjonen mellom maskinisten og IAS er viktig og avgjørende for denne aktiviteten.
- A1: Dette er aktiviteten hvor informasjonen fra ulike referansesystem og en begrenset andel av maskinsystemene brukes for å overvåke og påvirke fartøyet operasjon. Denne aktiviteten er også sentral for at fartøyet skal utføre en sikker operasjon. Interaksjonen mellom styrmannen/DP-operatøren og DPS er viktig og avgjørende for denne aktiviteten.
- A2: Dette er en aktivitet for forbehandling av drivstoffet som skal lagres på drivstoff-tanken. Forbehandling av drivstoffet gjøres av en separator, mens maskinisten er operatør og ansvarlig for at utstyret virker som forventet.
- A3: Dette er en aktivitet for å lagre drivstoffet. Det lagres på drivstofftanker og maskinisten er ansvarlig for at denne lagringen er som forventet.
- A4: Dette er aktiviteten som sluttbehandler og tilfører drivstoffet til motorene. Her blir drivstoffet etter- og sluttbehandlet før det pumpes inn og forbrennes i motor. Maskinisten er ansvarlig for at utstyr virker og tilførsel er som forventet.

- A5: Dette er aktiviteten som *braker* drivstoffet og lager elektrisk kraft. Motoren bruker drivstoffet til å generere kraft som behøves for å utføre fartøyets operasjoner. Maskinisten er ansvarlig for at motorene leverer kraften som forventes.
- A6: Dette er aktiviteten som fordeler den elektriske kraften. Hovedtavlen(e) distribuerer kraften som behøves til de ulike forbrukerne ombord. Maskinisten er ansvarlig for at denne virker som forventet.
- A7: Dette er aktiviteten som *braker* kraften til å forflytte og holde fartøyet i posisjon. Thrustere bruker kraft for å forflytte eller holde fartøyet i posisjon. Maskinisten er ansvarlig for at utstyret fungerer som forventet. Styrmannen er ansvarlig for at utstyret brukes riktig i forhold til operasjonen.
- A8: Dette er aktiviteten som utfører oppgaven til fartøyet på en sikker måte. Her er styrmannen en viktig brikke for at selve operasjonen blir utført etter planen og innenfor de sikkerhetstiltak som er påkrevet for en DP-operasjon. Likeledes er det viktig at maskinisten handler i tråd med hva som skal til for at det maskinelle utstyret fungerer som ventet.

En svikt i en eller flere av aktivitetene som er beskrevet over vil kunne resultere i redusert redundans for skipet og dermed påvirke operasjonen.

Når valgt *feiltilstand* inntreffer i systemet, altså forurensing i drivstofftilførselen har oppstått, vil det skje en forurensing i filtersystemet til motoren(e) som fører til at filteret blir tett. Denne feilen vil gi et signal inn til IAS som deretter presenterer dette for operatøren. Vedkommende må på bakgrunn av dette ta en avgjørelse og utføre en handling. Hvor hurtig en tilsmussing i filteret vil skje er avhengig av årsaken til forurensing.

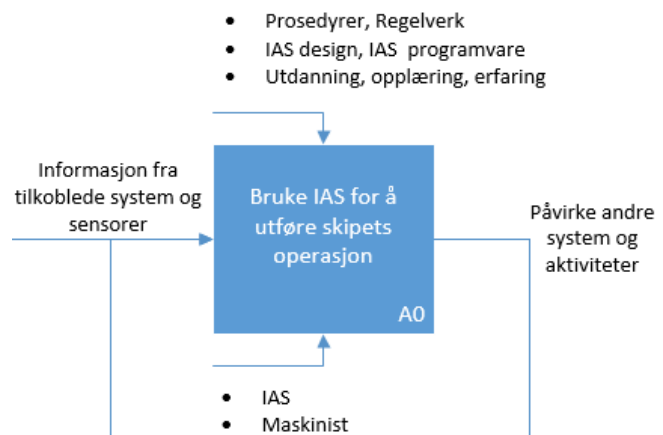
Som eksempel kan dette være vannsamling i drivstofftank. Vann (1000 kg/m^3) er tyngre enn diesel (ca. 860 kg/m^3) og vil samle seg i bunnen av tanken. En av forfatterne har selv opplevd en situasjon hvor det var gjort en feil under byggeprosessen av et fartøy, der tilførselsrøret til motoren var montert lavere enn dreneringsrøret inne i tanken. Resultatet ble at det kom vann i drivstofftilførselen til motoren. En annen årsak kan være at separator ikke virker som forventet og ikke fjerner vann eller andre tyngre partikler som kan følge drivstoffleveransen. Det er vanligvis implementert rutiner for kontroll av vanninnhold i drivstofftanken, men i et slikt tilfelle at rørene er montert slik som i eksemplet, så vil en ikke kunne oppdage vann før det er for sent. Da får en vann i drivstoffsystemet som et resultat.

Ser en på aktiviteten «Bruke IAS for å utføre skipets operasjon (A0)» (figur 33) så har denne aktiviteten følgende ICOM-piler tilknyttet seg: *Inn-signal* til denne aktiviteten er informasjon fra andre aktiviteter (A2-A7). Dette er tilkoblede sensorer i de andre delsystemene som gir statusinformasjon inn til aktiviteten.

Kontroll er føringene denne aktiviteten styrer etter og er gitt av prosedyrer, regelverk, design, programvare, utdanning, opplæring og erfaring. *Mekanismene* er maskinisten og IAS. Det er disse to som kan påvirke aktiviteten. Her vil maskinisten få informasjon fra IAS som videre kan bruke som BS. *Ut-signalet* er resultatet av denne aktiviteten og blir brukt til å påvirke andre aktiviteter (A5-A7). Ut i fra dette ser en at maskinisten og IAS har en rolle inn mot denne aktiviteten og kan være med å påvirke resultatet som kommer ut. For at riktig beslutninger skal komme aktiviteten til gode, kreves det god kommunikasjon og informasjonsflyt mellom de to mekanismene.

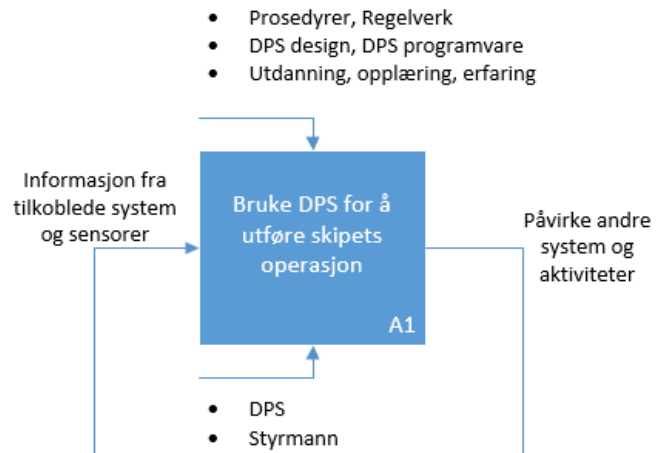
Det er beskrevet i FMEA-analysen av drivstoffsystemet at forurensing av drivstoffet vil kunne lede til en svikt i drivstofftilførselen (figur 31). En slik *svikt* vil videre kunne føre til at motoren stopper, med tap av kraft til hovedtavle som resultat. Kommer forurensingen fra drivstofftank, så vil dette kunne påvirke de motorene som får drivstoffet fra samme tank. Som en ser av skissen over drivstoffsystemet (figur 26), så har hver redundansgruppe en drivstofftank og separat tilførsel fra denne tanken til hver motor i gruppen.

Hvis situasjonen blir slik at hele redundansgruppen blir påvirket av feilen, så vil resultatet bli redusert redundans og få konsekvenser for DP-operasjonen. Ut i fra dokumentasjonen så er det ikke etablert noe kommunikasjon mellom IAS og DPS (A0 og A1). Det er først når det oppstår en feil ved kraftleveransen inn til hovedtavle (A5) at DPS får informasjon som resulterer i et varsel til DP-operatøren.



Figur 33. Aktivitet «A0» i SADT-skjema.

Ser en på aktivitet «Bruke DPS for å utføre fartøyets operasjon (A1)» figur 34, så har denne aktiviteten følgende ICOM-piler tilknyttet seg: *Inn-signal* til denne aktiviteten er tilkoblede sensorer og informasjon fra andre systemer (A5-A7). *Kontroll* er føringene denne aktiviteten styrer etter og er gitt av prosedyrer, regelverk, design, programvare, utdanning, opplæring og erfaring.



Figur 34. Aktivitet «A1» i SADT-skjema.

Mekanismene er styrmannen og DPS. Her vil styrmannen få informasjon fra DPS som videre kan brukes som BS. *Ut-signalet* er resultatet av denne aktiviteten og blir brukt til å påvirke aktivitet A7. Basert på hva en ser her så har styrmannen/DP-operatør og DPS en rolle inn mot aktiviteten og kan være med å påvirke resultatet som kommer ut. Det vil på lik linje som for maskinisten og IAS for aktivitet A0, være viktig med god kommunikasjon og informasjonsflyt mellom styrmannen og DPS.

For å oppsummere fremstillingen i SADT-skjemeat, så vil maskinisten få en feilmelding via IAS når det oppstår en feil i drivstofftilførselen. Styrmannen/DP-operatøren får ingen varsel via DPS. Det er først når feilen forplanter seg til hovedtavlen at operatøren får feilmelding via DPS.

I de to neste kapitlene vil det bli beskrevet hvilke informasjon som gis, eller er tilgjengelig, fra IAS og DPS ved en slik feiltilstand.

5.2.5 Informasjon fra IAS ved feiltilstand

I dette kapitlet tar en utgangspunkt i grafisk brukergrensesnitt og hvordan strukturen for skjermbilder og informasjonen i IAS er bygget opp. Det er dette systemet som er installert i maskinkontrollrom. Her får maskinisten tilgang til viktig prosessinformasjon og kan overvåke, kontrollere og betjene vitale funksjoner og komponenter i maskinrommet.

Systemet har navigering i tre nivåer under hovedbildet, som RRM kaller «Home». Hovedbildet gir et overordnet bilde over fartøyets hovedkomponenter og tilgang til andre system (figur 35).



Figur 35. IAS hovedskjerm bilde for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Helt øverst på bildet er en menylinje med faner for: «Propulsjon», «Power», «Engines», «Machinery», «Systems», «Safety» og «Internal». Dette er de ulike *systemgruppene* som fartøysystemene er inndelt i. Velges en av fanene så kommer en ned på neste nivå i strukturen hvor informasjon for valgt gruppe vises.

Under menylinjen er det plassert indikatorer som viser prosessinformasjon. På bildet i figur 35 indikeres drivstofforbruk i liter/time for hver motor.

Under indikatorene er en skisse av fartøyet hvor det fra venstre mot høyre viser informasjon for:

- Thrustere/propeller bak på fartøyet (3).
- Nivået i tankene.
- Antall motorer med indikering for belastning (7).
- Inndeling av hovedtavler med prosentvis belastning (3).
- Thrustere/propeller foran på fartøyet (4).

Under skissen av fartøyet vises informasjon om fartøyets trim³⁹, dypgang og fart. Helt nederst på skjerm bildet vises informasjon om systemstatus, varsel og alarmer. I venstre del vises tid,

³⁹ Et fartøys stilling om egen akse i forhold til vannflaten.

dato og hvilket nivå brukeren er innlogget i. Disse nivåene kan gi ulike brukerrettigheter for systemet. I midtre del kommer det opp informasjon i form av et symbol og en tekst for hvert varsel. I høyre del er det ulike alarmgrupper. Dette er grupperinger av de alarmer og varsel som er koblet til systemgruppen som vises på menylinjen helt øverst på skjermen.

Når systemene er i *normaltilstand* og ingen varsel eller alarmer er aktiv, er indikatorene nede til høyre *fargeløse*. Endrer systemtilstanden seg, endres også fargen på indikeringen. *Gul* ved varsel og *rød* ved alarm. Nederst, midt på skjermbildet, kommer det opp en informasjonslinje når ett nytt varsel eller en alarm blir aktivert. Det er plass til å vise *kun* to linjer med informasjon her, slik at når nye varsler kommer inn så rykker forrige ett hakk ned. Hvis det ikke er noen aktive varsel, så er det bare et sort felt her.

Nedenfor i figur 36 er en tabell som viser de ulike symboler som kommer opp i sammen med teksten og betydningen av disse:

The alerts can have different status:

Symbol	Condition	Displayed	Action
	Normal	GUI - list	
	Blocked	GUI - list	
	Inhibit	GUI - list	
	Unacknowledged emergency alarm	Flashing colour in icon	Siren and rotating light, I/O output can be configured
	Acknowledged emergency alarm	Steady colour in active alerts	
	Cleared emergency alarm	Steady colour in active alerts	
	Unacknowledged alarm	Flashing colour in icon	Siren and rotating light, I/O output can be configured
	Acknowledged alarm	Steady colour in active alerts	
	Cleared alarm	Steady colour in active alerts	
	Unacknowledged error	Flashing colour in icon	Siren and rotating light
	Acknowledge error	Steady colour in active alerts	
	Cleared error	Steady colour in active alerts	
	Unacknowledged warning	Flashing colour in icon	Buzzer in ECR/Bridge can be configured
	Acknowledged warning	Steady colour in active alerts	
	Cleared warning	Steady colour in active alerts	
	Caution	GUI - list	
	Information	GUI - list	

Figur 36. IAS oversikt over symbol og tegn, (Rolls-Royce Marine, 2017b).

For å få en full oversikt over alle varsel/alarmer (aktive/passiv), samt historien for disse, kan en åpne en *samleside*. Da får operatøren tilgang på en liste med disse, som vist i eksempel under (figur 37).

Date & Time	Reference	Description	Value	Acknowledge
14/01/15 14:22:48	643_311_AK	Machinery Hot Water System Circ. Pump No 1 Alarm	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_316_TA	Machinery Hot Water System Pressure_after_THS_pumps Alarm Press.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_314_TA	Machinery Hot Water System Pressure_before_THS_pumps Alarm Press.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	571_123_PSL	Machinery Ventilation Oil/Water Pumps Pressure Low Low	2.3 bar	[Green Bar]
14/01/15 14:22:48	643_313_TA	Machinery Hot Water System Temperature Heat Exchanger Out Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_312_TA	Machinery Hot Water System Temperature Heat Exchanger In Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_311_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2111 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_310_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2110 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_309_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2109 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_308_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2108 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_307_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2107 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_306_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2106 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_305_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2105 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_304_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2104 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_303_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2103 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_302_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2102 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_301_TA	Machinery Hot Water System Temperature LR2101 Alarm Temp.	ALARM	[Red X]
14/01/15 14:22:48	643_301_TCINL	Machinery Hot Water System LREA Tank 94 Temp. Control Warning Low	2 °C	[Green Bar]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 2 Feedback failure local control	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 2 Feedback failure start High	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 2 Feedback failure start low	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 1 Feedback failure local control	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 1 Feedback failure start High	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:24:18		Machinery Ventilation Engine Room Fan 1 Feedback failure start low	Set	[Yellow W]
14/01/15 14:23:09		Cargo Special Products 351.9171 OneCool Valve Feedback Open Failure	Set	[Yellow W]

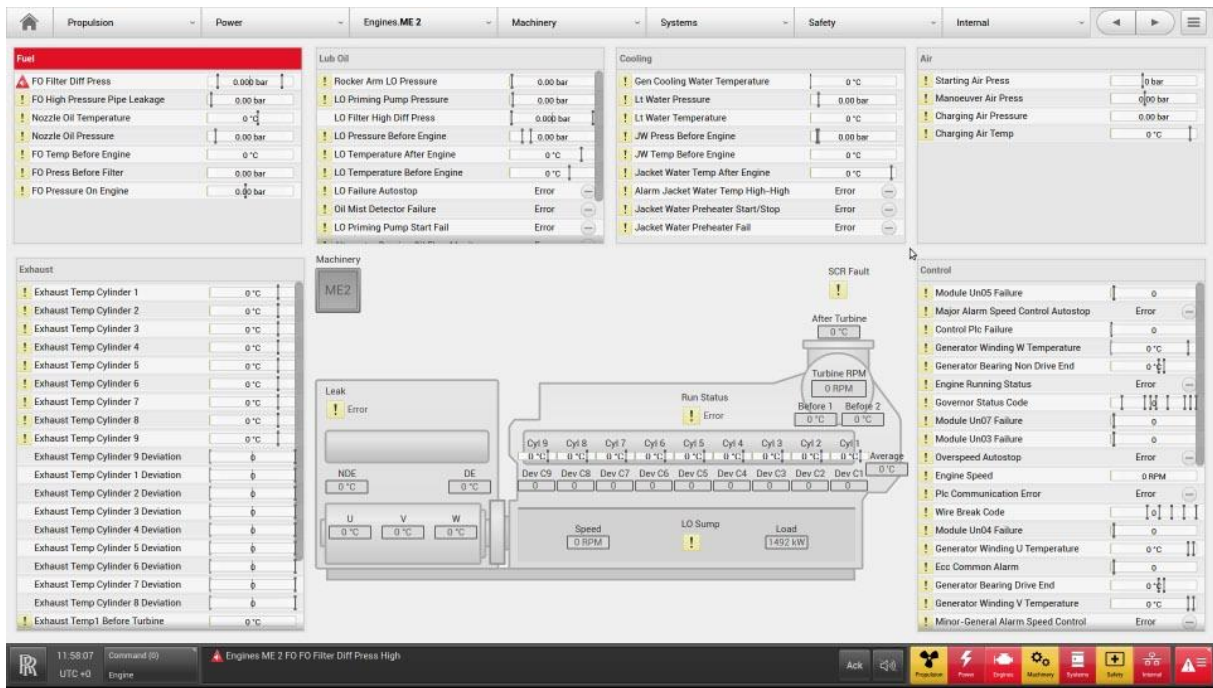
Figur 37. IAS oversiktsside for alarm, varsel og historikk, (Rolls-Royce Marine, 2015).

Alle linjene er listet opp i den rekkefølgen de ble aktivert i systemet. Hver linje inneholder informasjon om dato og tidspunkt for aktivering, om den er kvittert⁴⁰ ut eller ikke, om den fremdeles er aktiv eller har gått tilbake til normaltstand, samt en tekst med beskrivelse av varsel/alarm. For eksempel: «Engine ME 2 FO FO Filter Diff Press High» som kommer frem ved tett drivstoffilter. Når varsel eller alarm er gått tilbake til normaltstand⁴¹ så endrer også symbolet til venstre i linje farge. Se for øvrig beskrivelsen av hvert symbol i tabellen, figur 36 over.

Ved å navigere seg videre fra hovedbildet og ned i eksempelvis «Engines»-fanen, så får en tilgang på et samlebilde over alle motorene som er installert. Videre derifra kan en velge en spesifikk motor som en vil se på. Figur 38 viser et eksempel på dette.

⁴⁰ At operatøren har akseptert varselet og trykket på en knapp på datamaskinen.

⁴¹ Når feilen er rettet eller at for eksempel temperaturen har kommet tilbake til normalt nivå.



Figur 38. IAS motorskjerm bilde for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Dette skjermbildet inneholder informasjon vedørende de ulike systemene som er tilknyttet motoren. Her er de gruppert slik: «Fuel», «Lub Oil», «Cooling», «Air», «Exhaust», «Machinery» og «Control». Innenfor de forskjellige grupperingene for hvert systemene får en opp prosessinformasjon og status på eventuelle varsel/alarmer.

Tar en for seg feiltilstanden som brukes i denne oppgaven, vil det i dette tilfellet (drivstofffilteret tilsmusses), komme en alarm med tekst i midtruten på hovedbildet (figur 39), som viser «Engine ME 2 FO FO Filter Diff Press High» og et lydsignal blir gitt.



Figur 39. IAS Alarmtekst for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Samtidig vil indikasjonen i aktuell alarmgruppe, nede til høyre i samme bildet, endre status og bli rødt i tråd varsel/alarm-kategoriseringen (alarmgruppene figur 40). Grunnen til at flere er farget her, er for at det ikke er reelle signal inn til alle systemene i RRM testlab.



Figur 40. IAS gruppestatus for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Figur 38 viser oversiktsbildet for «Engine ME 2», som gir alarmen. Her er fanen for «Fuel» rød og det er et rødt symbol på den linjen med tekst «FO Filter Diff Press». Det gule utrops-tegnet forklares i oppgaven ved at dette bildet er hentet fra RRM sin testlab hvor det ikke er *reell* prosess-informasjon tilgjengelig. Skulle de gå så langt at

Fuel		
▲	FO Filter Diff Press	0.000 bar
!	FO High Pressure Pipe Leakage	0.00 bar
!	Nozzle Oil Temperature	0 °C
!	Nozzle Oil Pressure	0.00 bar
!	FO Temp Before Engine	0 °C
!	FO Press Before Filter	0.00 bar
!	FO Pressure On Engine	0.00 bar

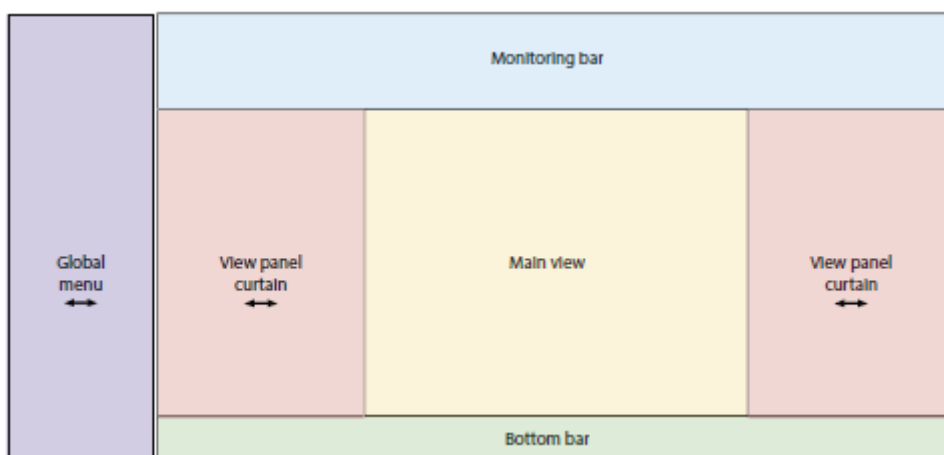
Figur 41. IAS detaljer for drivstoff for valgt fartøy, (Rolls-Royce Marine, testlab).

motor stopper på grunn av svikt i drivstofftilførsel, vil mange alarmer og varsel bli aktivert i systemet. Samtlige linjer vil få opp en *rød trekant* til venstre.

Med tanke på selve operasjonen fartøyet er i gir IAS ikke noe informasjon til maskinisten om de *faktisk* er i en DP-operasjon. Maskinisten får heller ikke informasjon (konsekvensanalyse) om feiltilstanden i maskinsystemet er kritisk for operasjonen og hva det kan eller vil føre til. Ut i fra empiri er den eneste informasjonen maskinisten får om fartøyets omgivelser det som vises på hovedsiden i figur 35.

5.2.6 Informasjon fra DPS ved feiltilstand

I manualen for DPS finner en informasjon om oppbygging av skjermbildeinndelingen i grafisk brukergrensesnitt. Nedenfor i figur 42 er en skisse over hvordan ulike funksjoner og visninger er plassert på skjermbildet.



Figur 42. DPS skjerminndeling, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Manualen beskriver disse områdene slik:

- «Monitoring bar»: Presenterer fartøyets og systemets ulike effektkurver.
- «Main view»: Presenterer en grafisk fremstilling av fartøyet i sine omgivelser med sett-punkt, effekt, mållokasjon og thruster-tilbakemelding.
- «Bottom bar»: Presenterer informasjon om nåværende kommandotilstand, DP-klasse, overvåking og system varsel/alarmer.
- «View curtains»: Tilgang til ulike system funksjoner og operasjoner.
- «Global menu»: Tilgang til felles funksjoner som service tilgang, dag/natt innstillinger, dimming, utskrift, restart av systemer, programvareinformasjon med flere. Denne menyen er ikke synlig i *normalvisning*, men kan hentes frem ved behov.



Figur 43. DPS eksempel på hovedskjerm, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

I DP-manualen beskrives det hvordan operatøren kan sette opp og konfigurere ulike informasjon for visning i skjerm. Illustrasjonen i figur 43 viser at noe av prosessinformasjonen kan tilpasses og vises for operatør av systemet. Det er også beskrevet i manualen hva de ulike symbolene med farger og utformingen betyr.

DPS-symbolbetydning (figur 44) viser følgende i en uønsket operasjonssituasjon:

- Nødsituasjon : Rød firkant.
- Alarmer : Rød trekant med symbol inne i.
- Varsel : Gul sirkel med symbol inne i.
- Forsiktig : Gul firkant med symbol inne i.
- Informasjon : Blå sirkel med symbol inne i.

	Active	Silenced	Ack'ed	Rectified
Emergency				
Alarm				
Warning				
Caution				
Information				

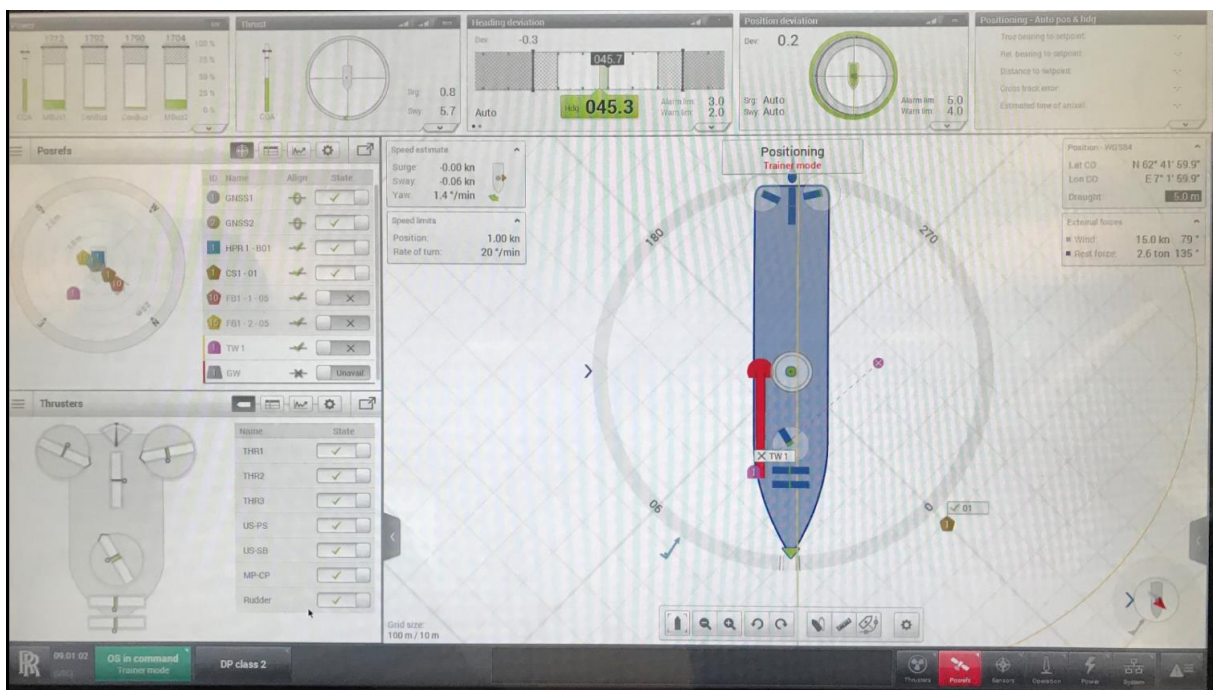
Det som er beskrevet er en generell innføring i hva som presenteres på skjermen for DP-operatør.

Figur 44. DPS symbolbetydning, (Rolls-Royce Marine, 2017a).

Får å få en bedre innføring i hva som skjer, og hvilke

informasjon som kommer opp på skjerm ved feiltilstand, har forfattere fått tilgang til ytterligere informasjon hos RRM. Nedenfor beskrives det hvordan skjermbildet viser informasjon i normalsituasjon og hvordan det presenteres tilsvarende om «worst case single failure» feil (en «blackout») skjer og skaper en utfordring i forhold til normal operasjon. Systemet som ble brukt for demonstrasjon er ikke det faktiske systemet som er installert ombord i oppgavens valgte fartøy, men en opplærings- og demomodell. Den har de samme funksjonene som for valgt fartøy og på den måten kan det skapes en tilnærmet lik situasjon som tilsvarer feiltilstanden oppgaven bygger på.

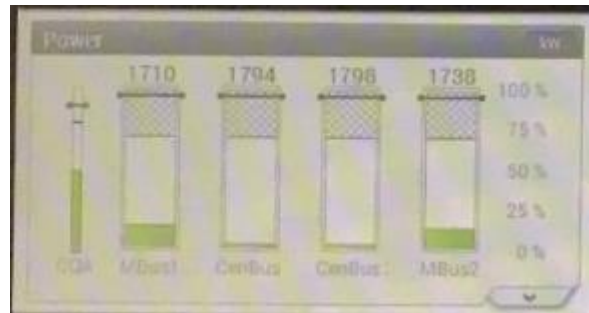
Skjermbildet i normalsituasjon



Figur 45. DPS normalsituasjon 1, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Figur 45 (over) viser informasjonen som operatøren normalt har *fremme* under operasjon. Dette bildet er hentet fra RRM sin testlab og simulerer at systemet i normalt tilstand og ingen aktive alarmer relatert til selve DP-operasjonen er aktiv.

Øverst til venstre i skjermbildet, i ruten «Power», har operatøren informasjon om *faktisk* belastning som trekkes fra hovedtavlene, illustrert med de fire brede søylene (figur 46). Til venstre for disse søylene vises det en smalere søyle. Det er indikasjonen for konsekvensanalysen, som er en kalkulert verdi basert på ulike parameter og scenarioer. Hvis



Figur 46. DPS konsekvensanalyse, normal situasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).

det blir for lite kraft tilgjengelig på tavlen, eller at thrusterne ikke har nok skyvekraft til å opprettholde fartøyets posisjon, vil verdiene i søylen stige/øke og endre farge. Søylene er *grønn* under normale forhold, og endrer seg til *gul* når første farenivå nås. Operatør får da et *varsel*. Om ikke situasjonen bedrer seg går søyleverdien over i *rød* farge og operatør får et nytt varsel. Det er en *alarm*.

Til venstre i skjermbildet, under «Power», har vi «Posrefs» (figur 45). I dette bilde gis oversikt og informasjon om posisjonsreferansesystemet. Ved feil eller mangler i dette systemet, vil det også her bli generert ulike varsel og alarmer.

Nede til venstre i samme skjermbildet ser vi «Thrusters» som gir informasjon om status på thrusterne. Her får en vite om skyveretning og kraften som brukes for hver thruster, presentert med en *grønn* indikator. I tillegg ser en hvilke thrustere som er innkoblet og i operasjon, og eventuelt hvilke som ikke er tilgjengelig for operasjon.

I «Positioning»-bildet midt på skjermen vises en modell av fartøyet og himmelretningen det ligger i. En får også opp en indikasjon på ytre påvirkninger på fartøyet (vind og strøm) i dette bildet. Annen relevant informasjon som påvirker fartøyet i en DP-operasjon presenteres også her.

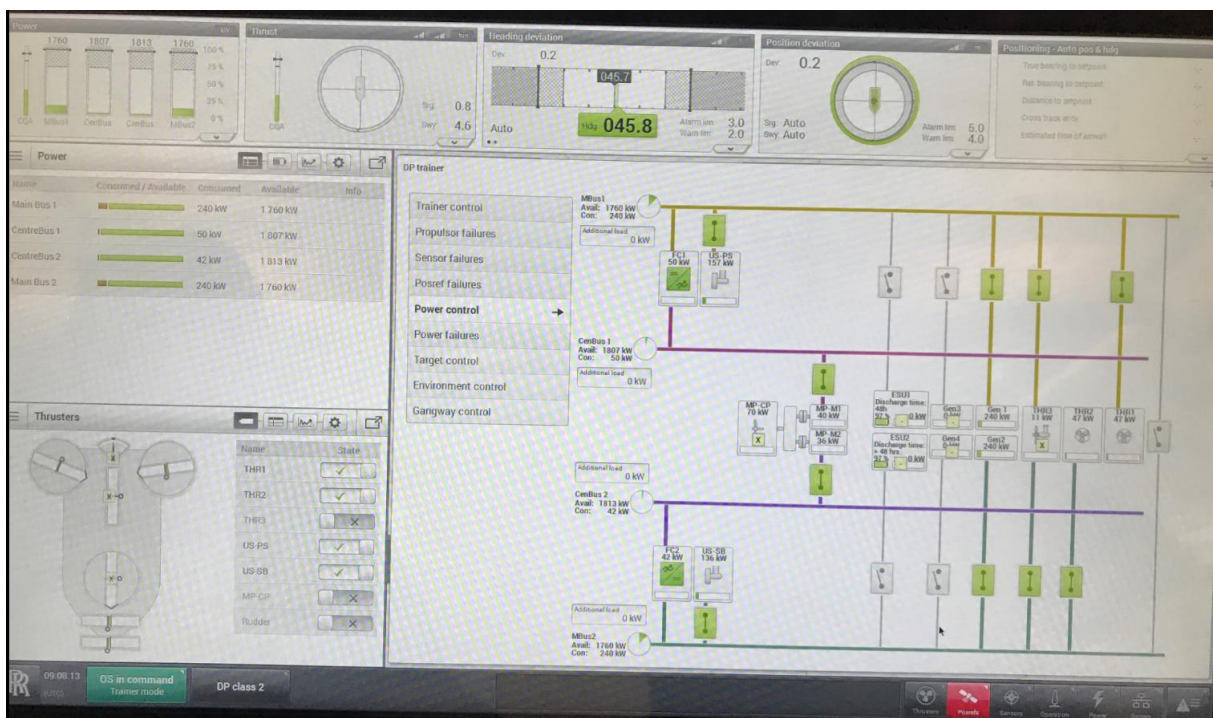
Ser en nede på bunnlinjen i skjermbildet (figur 45), indikerer det her at fartøyet oppfyller de kriterier som skal til for å være i «DP Class 2» (figur 47). En ser heller ikke at operasjonsstatusen gir noen *aktive* varsler eller alarmer nederst på midten av



Figur 47. DPS statusinformasjon normalsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).

skjermbildet (figur 45). Den røde lampen vises på grunn av manglende signal i simuleringsmodusen.

På bilde i figur 48 har vi et annet skjermbilde som operatøren har tilgang til. Dette er et forenklet en-linjeskjema over hovedkomponenter som generatorer, thrustere og andre forbrukere som har relevans eller påvirkning på DP-operasjonen. I dette bildet får operatøren informasjon om bryterstatus mellom generator og tavle, og tavle og thrustere. En kan også se belastningen for de ulike tilkoblede enhetene, samt annen relevant informasjon som kan være nyttig for operasjonen.



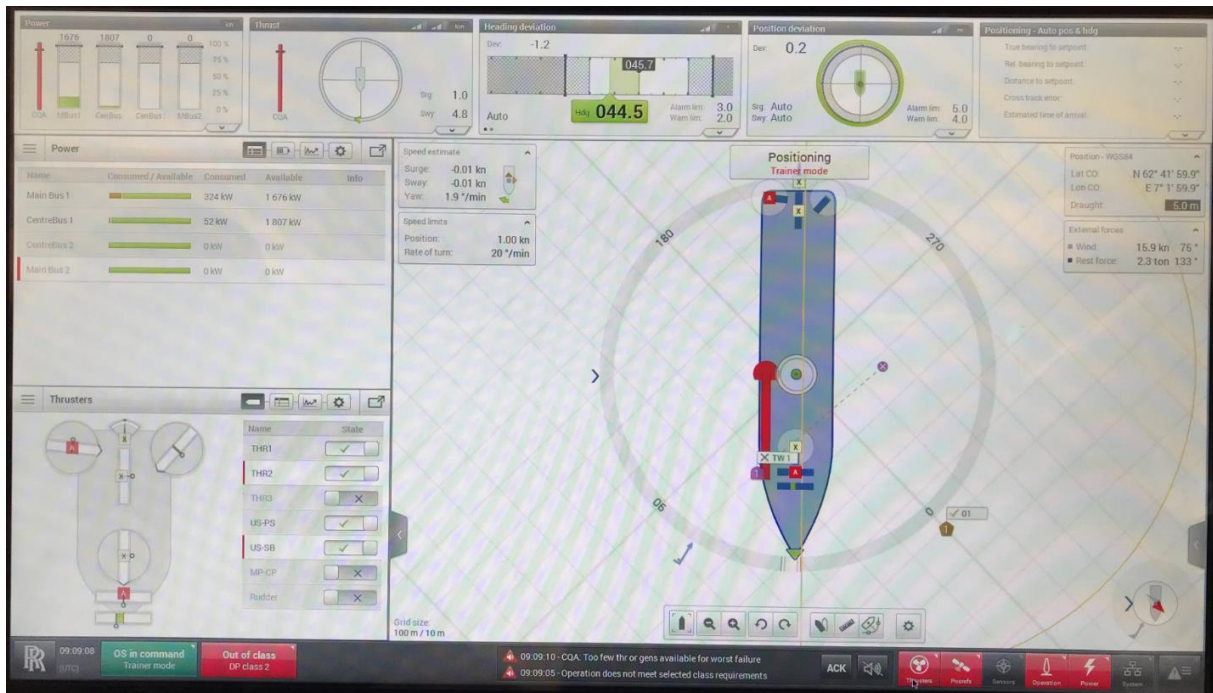
Figur 48. DPS normalsituasjon 2, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Dette er en enkel og overordnet innføring i hvilken informasjon som er tilgjengelig for operatøren i en *normal* situasjon.

Skjermbilde i alarmsituasjon

Bildet i figur 49 presenterer en endret situasjon og det er skapt en feiltilstand som beskriver hvordan systemet reagerer ved bortfall av en redundansgruppe. Det er her simulert tap av

generatorer inn til tavlen, som vil være en «blackout» i en redundansgruppe. Dette er hva som kan skje når valgt feiltilstanden for oppgaven får utvikle seg til en «blackout»⁴².



Figur 49. DPS alarmsituasjon 1, (Rolls-Royce Marine, testlab).

Ser en på «Power» bildet i figur 50, har søylen for konsekvensanalyse gitt alarm og blitt rød. Videre ser en at de to brede søylene har gått til 0, som indikerer at det ikke er tilgjengelig kraft på denne delen av hovedtavle. Det har også kommet opp alarmtekster⁴³ og ⁴⁴ nederst på skjermen, samtidig med at indikatorene nede til høyre på skjermen er blitt rød for «Thrusters», «Operations» og «Power» (figur 49).



Figur 50. DPS konsekvensanalyse, alarmsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).

⁴² <https://www.marineinsight.com/guidelines/blackout-situation-on-a-ship-what-are-the-first-steps-that-should-be-taken/>

⁴³ «09.09.10 - CQA: Too few thr or gens available for worst failure»

⁴⁴ «09.09.05 - Operations does not meet selected class requirements»

En ser også at fartøyet ikke oppfyller de kriterier som skal til for å være i «DP Class 2» og at indikatoren har blitt *rød* med teksten «out of class» (figur 53).



Figur 51. DPS statusinformasjon, alarmsituasjon, (Rolls-Royce Marine, testlab).

På bildet i figur 50 ser en at det har kommet opp noen *røde* symboler både i «Thrusters» og «Posistioning» bildet som indikerer at thrusterne ikke er operative.

På bildet i figur 52 så får en presentert *rød* indikator på de komponentene som er berørt av feiltilstanden.



Figur 52. DPS alarmsituasjon 2, (Rolls-Royce Marine, testlab).

På denne måten får operatør av DPS en del informasjon fra systemet som kan være med på å avgjøre videre handling for aktuell situasjon. Årsaken til disse feiltilstandene er relatert til maskinsystemene. En styrmann/DP-operatør kan gjøre lite her annet enn å kommunisere med maskinisten/IAS-operatøren for å få kraften tilbake. Styrmannen/DP-operatøren må fokusere på å bruke resterende tilgjengelig kraft til å manøvrere fartøyet i en sikker posisjon. Det kalles *å stabilisere fartøyet*.

DPS får ingen direkte informasjon om maskineristatus fra IAS. DPS får informasjon om bryterstatus (åpen eller lukket) for brytere i hovedtavlen. Informasjon om strømforbruk for hver bryter gis også til DPS. Bryterstatus for thruster kommer fra tavlen. Annen relevant informasjon kommer fra kontrollsystemet for thrusterne.

Når konsekvensanalysen beregner at tilgjengelig kraft til thrustere er for liten, får en varsel eller alarm i DPS. Det får en også om antall thrustere tilgjengelig ikke er tilstrekkelig for å holde fartøyet i posisjon. I begge tilfeller er nødvendig sikkerhetsmargin kalkulert inn i beregningene og tas hensyn til.

For valgt feiltilstand i oppgaven vil styrmannen/DP-operatør være uvitende om en potensiell feiltilstand i maskinsystemet som kan lede til svikt i motorene. Og det er først når motoren/redundansgruppen svikter at styrmannen/DP-operatøren får informasjonen presentert i DPS.

6 Resultat

I dette kapittelet blir resultatet av forskningen fremstilt på en slik måte at det danner grunnlaget for diskusjon. Det er utarbeidet kriterier for å kunne poengsette de funn som er relevant for diskusjonen. Funn med relevans i problemstillingen er satt inn i en tabell og danner grunnlag for å diskutere i hvilken grad av beslutningsstøtte DPS og IAS gir operatørene.

6.1 Presentasjon og vurdering av resultatet

Ifølge teoriene brukt i kapittel 3, kan en oppsummere BSS på følgende måte: De definerer det til at det er systemer som sammenbinder ulike opplysninger som skal gi beslutningstager en bedre, bredere og mer riktig måte å ta sine beslutninger på. Måten det kommer dit er ulik, men målet er det samme.

Med bakgrunn i denne definisjonen kan en si at IAS og DPS oppfyller disse kriteriene og kan kalles BSS. Spørsmålet er i hvilken grad, eller på hvilket nivå, disse systemene faktisk gir BS.

Basert på forfatterens egne erfaringer og kompetanse, teorier om SA og kommunikasjon, er det skapt en gradering av BS som blir gitt via disse to systemene. Det var derfor hensiktsmessig å finne en måte å gradere systeminformasjonen som blir presentert til operatørene. Endsley, Kahneman og Grech et al. sine teorier kan brukes som grunnlag for å utarbeide en graderingsskala for denne oppgaven. De oppsummeres slik:

«Endsley» sine tre ulike nivåene av situasjonsforståelse:

- Nivå 1 – persepsjonen/oppfattelsen av elementene i området/miljøet.
- Nivå 2 – forståelsen av nåværende situasjonsbilde.
- Nivå 3 – projeksjon/beregning av fremtidig status.

«Kahneman» sin teori om System 1 & System 2:

- System 1: Opererer automatisk og hurtig/raskt, med liten eller ingen innsats og uten følelse av frivillig kontroll.
- System 2: Distribuerer oppmerksomhet til de virkningsfulle mentale aktivitetene som krever det, inkludert komplekse sammenligninger. Operasjonen av System 2 er ofte assosiert med den subjektive erfaringen på innen et aktivitetsområde (operasjon), valg og konsentrasjon.

«Grech et al.» sin teorier om kommunikasjon mellom menneske og maskin:

- «operator workload – high/low».
- «understanding the limitations of the technology».
- «technology and situational awareness».

Med bakgrunn i dette er det utarbeidet en skala som brukes for å vurdere graden av BS som de valgte systemene gir for ulike tilstander. Følgende graderingsskala er valgt:

- 0 = ingen/liten grad.
- 1 = liten/middels grad.
- 2 = middels/god grad.

For å oppnå *grad 2*, må DPS/IAS oppfylle kriterier på alle tre nivåene av SA. De må også oppfylle kravene til minimal belastning av *System 2* og informasjonen som presenteres for operatørene må være lettfattelig og tydelig.

For å oppnå *grad 1*, må DPS/IAS oppfylle minimum to av de tre nivåene av SA. En må *godta* en viss belastning av *System 2* og informasjonen som presenteres operatøren må være leselig og tydelig.

Grad 0. Det er kriterier som vurderes å ha lavere krav enn for å oppnå *grad 1*. Det kan være at DPS/IAS oppfyller kun *ett nivå* eller lavere for SA, eller at *System 2* er overbelastet og *ryggmargsrefleks* tar over. Dersom informasjonen som presenteres operatøren er utydelig eller av stor mengde, er det også et kriterium.

6.2 Resultattabell

Basert på resultatet av analysen i kapittel 5 er det utarbeidet en tabell med gradering av systemene. Grunnlaget for vurderingene er hvilken informasjon som presenteres for operatøren av DPS og IAS i *normalsituasjon* og i *alarmsituasjon*.

Situasjonsforståelse	DPS	IAS
I utgangspunktet er SA å være oppmerksom på hva som skjer rundt deg og å forstå hva den informasjonen du får betyr for deg nå og i fremtiden.		
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av informasjonen i normalsituasjon 	2	2
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av informasjonen i alarmsituasjon 	2	1
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av operasjonens omgivelser 	2	0
Kommunikasjon		
Kommunikasjonen systemene gir operatørene og innholdet i informasjonen som blir presentert er viktig for at en operatør skal ha best mulig SA.		
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av varsel/alarmer i normalsituasjon 	2	2
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av varsel/alarmer i alarmsituasjon 	1	0
Beslutningstøtte		
Systemer som sammenbinder ulike opplysninger som skal gi beslutningstager en bedre, bredere og mer riktig måte å ta sine beslutninger på.		
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av situasjon i normalsituasjon 	2	1
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av situasjon i alarmsituasjon 	1	0
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon av situasjon i samhandling 	1	0
Totalsum	1,625	0,75

Graderingen er gjort med bakgrunn av kriteriene i kapittel 6.1, og danner grunnlag for diskusjonen i neste kapittel.

7 Diskusjon

Dette kapittelet tar for seg problemstillingen i oppgaven og knytter funnene i resultatkapittelet sammen med noen av teoriene brukt i kapittel 3. Måten det blir gjort på er å diskutere de funn som er gjort og fremstillingen av disse i resultattabellen. De to systemene DPS og IAS får konkrete diskusjoner tillagt sine funksjoner separat. Etterpå diskuteres de i samhandling med tanke på felles BS. Diskusjonen følger den naturlige formen i forhold til forskningsspørsmålene og presentasjonen av resultatene i kapittel 5.2.5 og 5.2.6.

Opgavens valgte fartøy, operasjonsscenario og beskrevne feiltilstand vil være gjeldende og relevant for diskusjonene.

7.1 Innledning til diskusjon

Ved studie av empirien for de to systemene DPS og IAS, har det blitt gjort interessante funn om BS som er presentert i *Resultattabellen*. Det er også gjort noen observasjoner rundt tematikken SA som blir diskutert. For å forstå forskjellene mellom de to systemene, og besvarelsen av forskningsspørsmålene, vil diskusjonen bli delt mellom *IAS*, *DPS* og *samhandling*. Systemene bidrar i fellesskap til en sikker operasjon ved å gi informasjon og BS. Måten det gjøres på varierer og det vil synliggjøres i diskusjonen. Det vil være forskjell på en normalsituasjon der alle systemer er operative og feilfrie, og den alarmsituasjonen som er beskrevet i oppgaven. Som nevnt i kapittel 1.2 er problemstillingen:

Datateknologi brukes som beslutningsstøtte i krevende maritime operasjoner for operatører av moderne og avanserte offshorefartøy. Integrerte automasjons- og dynamiske posisjonerings-systemer (IAS og DPS) er sikkerhetskritiske systemer som bruker denne teknologien. Hvor stor, eller liten grad, av beslutningsstøtte gir systemene til operatørene, individuelt og i samhandling?

Problemstillingen omhandler BS til operatører og *ikke* SA. Derfor vil diskusjonene i hovedsak fokusere på BS. For å få tilstrekkelig og god BS til å ta en avgjørelse er en helhetlig og overordnet SA viktig. Har en ikke en *god* SA, vil beslutningen kanskje bli tatt på et mangelfullt grunnlag som får konsekvenser. Dette kan gi uønskede resultater. I verste fall kan avgjørelsen være kritisk for livet og helsen til de som er involvert.

Flere teorier er tatt med og er forklart i detaljer. I diskusjonskapittelet er ikke alle referert til eller vil være gjengang for en diskusjon. Det betyr ikke at de *ikke* har relevans for oppgaven og de har sin plass for helhetsinntrykket. De teoriene som er valgt har en mulig større relevans enn

de andre og vil være bedre støtte for problemstillingen. De teoriene som blir brukt er: Kahneman (2011), Grech et al. (2008), Endsley & Jones (2004), samt Aarset & Glomseth (2018). I diskusjonene vil bare navn bli brukt for å forenkle leseopplevelsen uten for mye avbrytelser i teksten.

7.2 I hvilken grad gir IAS beslutningstøtte

For å besvare problemstillingen ble det utarbeidet tre forskningsspørsmål. Det første er:

I hvilken grad gir IAS beslutningstøtte til operatøren i normal- og alarm situasjon?

7.2.1 Normalsituasjon

Slik det oppfattes har operatøren av IAS en mulighet til å ha god SA i en normaltilstand. Informasjonen systemene gir blir tilstrekkelig presentert for å kunne operere normalt. Ved å studere empiri fra RRM er det mulig å se at det som operatøren vil betrakte som viktig for å kunne operere i en normalsituasjon, er presentert på skjermene i kontrollrommet. Avgjørelsene som tas vil stort sett ikke kreve mye mental kapasitet. Med referanser til Kahneman og hans teori om System 1 og System 2 (figur 11) er det rimelig å si at system 1 er det som brukes til å ta beslutninger i normaltilstand. Ved å studere Endsley sin 3-nivå modell om SA kan en også se at de tre nivåene er *oppfylt* i den grad en kan forvente. Det er ingen aktive alarmer eller varsler når situasjonen er normal og operatør kan skifte mellom ulike skjermbilder for å oppdatere seg i forhold til prosessinformasjonen som er tilgjengelig. Dermed er dette vurdert til *Grad 2* i *resultattabell*, som tilsier at en har *middels* til *god* BS i normalsituasjon. Men en må være oppmerksom på at varsel som kommer, *kan* utvikle seg til å bli noe mer alvorlig om det ikke gjøres noe med. SA har også med erfaring, opplæring, og kompetanse å gjøre, som referert til i Grech et al. Her tar en også inn interaksjonen mellom maskiner (systemer) og mennesket, og betydningen det har for en god SA.

7.2.2 Alarmsituasjon

Når en studerer empiri og ser på hva en får av informasjon presentert via IAS i en alarmsituasjon, blir oversikten en annen. Å sortere mengden av informasjon som kommer opp på skjermen vil kunne utfordre den mentale kapasiteten. Operatøren må ta hurtige beslutninger som har avgjørende betydning, men med en mulig redusert SA i forhold til i en normalsituasjon. En kan oppleve å få en «jump to conclusion» – situasjon som Kahneman (2011) beskriver og som støtter hans «What you see is all there is»: «WYSIATI». Måten systemet kommuniserer

til operatøren er ved en intensivering av mengde informasjon. Dette kan påvirke operatørens mentale kapasitet og sette *System 2* under press, noe som kan påvirke beslutningstakingen.

I *Resultattabellen* vurderes dette til *Grad 1*, som tilsier at det er *liten* til *middels* BS fra systemet ved en alarmsituasjon. Ett av kriteriene er at informasjonen må være lettfattelig og tydelig. Her kan det argumenteres for, da informasjonen kan oppfattes som leselig og kan tydes. Argumentet imot, er måten alarmene blir presentert. Alarmfeltet nederst på skjermbildet (figur 38 og 39), kan bare vise to alarmer eller varsel samtidig. Ved flere alarmer etter hverandre eller samtidig, vises alltid de *to siste* på skjermen. Dette gjør at en lett kan miste oversikten over aktive alarmer og en må åpne et nytt skjermbilde for å se alle aktive alarmer (figur 37). Må operatøren søke informasjon via flere skjermbilder kan en lett miste oversikten, noe som både øker stressnivået og reduserer SA. Bruker en Endsleys 3-nivå modell igjen, blir situasjonen at en får reduksjon i SA i større grad. En oppnår ikke det *ønskede* nivå 3. Uten tilstrekkelig god SA på nivå 3, og med systemer som gir informasjon som ikke operatøren klarer å prosessere, er det rimelig å anta at BS fra systemet i en alarmsituasjon *ikke* er tilstrekkelig.

7.2.3 Kommunikasjon i IAS ved normalsituasjon

IAS kommuniserer med flere undersystemer og operatøren får informasjon og tilbakemeldinger visuelt presentert på to skjermer i kontrollrom. Dersom en eller flere feiltilstander detekteres, blir dette kommunisert til operatøren via varsel på skjerm og i tillegg med lydsignal. *Menneske-maskin* interaksjonen via grafisk brukergrensesnitt er håndterbar og systemene kan sies å være designet for å gi en god SA for operatøren. I *Resultattabellen* vurderes dette til *Grad 2*, som tilsier at det er *middels* til *god* BS fra systemet i en normalsituasjon.

7.2.4 Kommunikasjon i IAS ved alarmsituasjon

Det er to måter å tenke seg kommunikasjonen i systemet på ved en feiltilstand eller alarmsituasjon. Den første er hvordan systemet kommuniserer internt og med andre systemer. Den andre er måten det kommuniserer på utad til sluttbrukeren. Det er ingen dokumentasjon i empiri som forteller at IAS kommuniserer direkte med DPS. Operatøren (maskinist) får ingen informasjon presentert på sine skjermer angående operasjonen og om at fartøyet er i DP-operasjon.

Når en feiltilstand detekteres, som beskrevet i scenarioet (figur 1), vil IAS kommunisere og presentere informasjonen til operatøren via grafisk brukergrensesnitt. Mengden av informasjon som kommer er fordelt på ulike skjermbilder (figur 35-41). Får en *enkeltfeil* utvikle seg slik at

en følgefeil oppstår, endrer situasjonen seg og uten å ta inn de andre eksterne påvirkningene, kan en fort få en overbelastning. Det kaller Grech et al. «operator overload». Presentasjonen av kommunikasjonen er mengdebasert, hurtig, flerfarget og kommer ikke nødvendigvis i en logisk rekkefølge. En får informasjon på flere skjermesider som hurtig fylles opp med varsler og alarmer, som en operatøren må bla i for å få historikken og oversikten. I *Resultattabellen* vurderes dette til *Grad 0*. Dette tilsier at det er *ingen* til *liten* grad av BS for IAS og kommunikasjon ved alarmsituasjon.

7.3 I hvilken grad gir DPS beslutningstøtte

Det andre forskningsspørsmålet er:

I hvilken grad gir DPS beslutningstøtte til operatøren i normal- og alarm situasjon?

7.3.1 Normalsituasjon

På samme måte som for IAS oppfattes det at operatøren av DPS har god SA i en normalsituasjon. Likeså kan en ved å studere empiri også si at det som behøves av informasjon fra systemet gis på en tilstrekkelig måte. Det blir presentert på skjermene og en har BS til å ta de avgjørelser en måtte behøve. På dette systemet blir informasjonen konsentrert på to skjermer (operatørstasjonene), men med mulighet for å bruke flere andre referanser rundt for en bedre og fullverdig SA. De samme referanser til Kahneman om System 1 og System 2 som er nevnt for IAS kan diskuteres her, men her kan en også se på det han sier om sin skala på *kognitiv letthet* og *kognitiv begrensing*. *Lett* er når en er i normalsituasjon, det vil si System 1 fungerer som hovedsystemet for BT og alt i systemsammenheng er operasjonelt funksjonelt og feilfritt. I *Resultattabellen* vurderes dette til *Grad 2*, som tilsier at det er *middels* til *god* BS fra systemet i normalsituasjon.

Ved å følge Endsley sin 3-nivå modell er det rimelig å anta at operatøren av DPS har muligheten til å inneha et Nivå 3 SA i normalsituasjon. Da tar en ikke med erfaring og utdanning i vurderingene, men ser det i sammenheng med hva systemet gir av informasjon og BS til operatøren. Erfaringsmessig er dette en krevende situasjon for operatøren. Det kan være lett å bli påvirket av ytre- og indre påvirkninger som gir redusert SA. Det kan være kritisk når en skal ta beslutninger om noe uforutsett skjer. Systemet opererer feilfritt og en kan bli uoppmerksom og sløv. Grech et al. refererer til Endsley og SA-modellen og sier at handlingene er basert på egen persepsjon og prosessering av den oppfattede informasjonen. En annen sagt frase om DPS er det som Hukkelås referer til om at «DP er 99% kjedsomhet og 1% panikk», noe som tyder

på at ønsket nivå 3 SA kanskje ikke alltid er tilfelle, selv om operatøren selv mener det. Panikken blir diskutert i neste avsnitt.

7.3.2 Alarmsituasjon

For operatører av DPS er en alarmsituasjon som regel en tilstand som kan sies å være mer kritisk enn for en operatør av IAS. Grunnen til denne påstanden er at konsekvensene av handlingene og beslutningene i mange tilfeller kan være mye større. I scenarioet som er beskrevet er det mennesker involvert i flere sikkerhetskritiske faser (kran, dekkarbeid, tunge løft, ROV) som kan komme i livstruende situasjoner om det gjøres feil beslutninger av DPS-operatøren. Oppgaven tar ikke for seg det store og hele situasjonsbildet, men er avgrenset til systemet.

Likevel er det viktig å forstå hvor mye mer enn systeminformasjonen som påvirker SA og som igjen kan påvirke beslutningen til operatøren. Med referanse til Hukkelås og *panikken* på 1 % så er det relevant her. Her går en fra en normalsituasjon og over til en alarmsituasjons-fase, der systemet gir mye informasjon som operatøren må prosessere og reagere på umiddelbart. Refererer en igjen til Kahneman og System 1 og System 2, kan en forstå at her må System 2 hjelpe til. Men det er System 1 som tar de raske beslutningene og ofte kan de være *forhastede* (jump to the conclusion) eller for *raske* konklusjoner. Spranget på konklusjonen er ikke enkel å vite og en kan havne i det som Kahneman kaller «WYSIATI» og det er den informasjonen en har til å ta beslutninger på. Ser en på systemet og den BS det skal gi, er en i samme situasjon som for IAS-operatøren. En får en sammenhengende informasjonsstrøm i form av alarmer, meldinger, lyd og lys. Noe av informasjonen kan være til god hjelp og kan kalles BS. Et eksempel på dette, i forhold til scenarioet for oppgaven, er hva konsekvensanalysen gir beskjed om. Har en redusert kraft tilgjengelig, gir denne beskjed om at en bør erstatte tapt kraft med å starte en- eller flere maskiner. Det er direkte BS og vil være hensiktsmessig for operatøren å vite på bakgrunn av det som er skrevet om en «worst case single failure» i kapittel 2. Resten av informasjonen som kommer må filtreres og behandles basert på erfaringen til operatøren. I *Resultattabellen* vurderes dette til *Grad 2*, som tilsier at det er *middels* til *god* BS fra systemet ved en alarmsituasjon.

Er det en erfaren operatør *kan* magesfølelsen, som både Kahneman og Grech et al. refererer til være god og riktig å bruke som del av en helhetlig BS for å ta en beslutning. Dersom operatøren har mindre erfaring *kan* resultatet bli tilsvarende verre. Det er ingen fasit for dette og med tanke på hva Kahneman skriver om *ryggmargsrefleks* og *intuitiv* tenking, så tenker du med kroppen og ikke bare med hjernen.

7.3.3 Kommunikasjon i DPS ved normalsituasjon

DPS kommuniserer med flere undersystemer, på samme måte som beskrevet om IAS, men ikke direkte med IAS. Også her får operatøren tilbakemeldinger visuelt presentert på skjermen, men her primært på to stykker (DP-operatørstasjoner). Alle meldinger kommer som tekst. De har lyd i tillegg dersom det er feiltilstander detektert. Menneske-maskin (system) interaksjonen er håndterbar og systemene er designet for å gi en god SA til operatøren. Konsekvensanalysen er i scenarioet aktivert og DPS ligger hele tiden å monitorer de forhåndsdefinerte parameter fra systemleverandør og de som operatøren har satt selv. Mengden av varsel og alarmer som kommer fra systemet er liten eller fraværende og det er lett å håndtere operasjonen uten å måtte anstrenge seg. Viser en til Hukkelås og hans påstand om 99% kjedsomhet og 1% panikk angående DP-operasjoner for en operatør, er det nettopp dette som menes. Kommunikasjonen går fint og uhindret med minimal kognitiv belastning. I *Resultattabellen* vurderes dette til Grad 2, som tilsier at det er *middels* til *god* BS fra systemet i normalsituasjon.

7.3.4 Kommunikasjon i DPS ved alarmsituasjon

Her kan en dra sammenligninger og paralleller til IAS og kommunikasjon. Det er også her to måter å tenke kommunikasjon i systemet på ved en feiltilstand. Den første er hvordan systemet kommuniserer internt og med andre systemer. Den andre er måten det kommuniserer til sluttbruker på. Selve varslene og alarmene kommer inn på de to DP-operatørstasjonene som tekst, lyd, lys (blinkende) og med fargeforskjeller. Utfordringen til DPS-operatøren i en alarmsituasjon er å få en hurtig oversikt for å kunne ta en beslutning. Alarmer og varsler kommer fortløpende og de presenteres i underkant av skjermen. Kun to varsler kan vises i dette skjermbildet på en gang (ref. kap.5.2.6, figur 50 og 52). Oversiktsside for alarm- og varsler er på en egen side (undermeny) som må hentes frem og som da potensielt kan dekke over viktige funksjoner som allerede overvåkes på skjermene. DPS-operatøren må sortere kommunikasjonen for å få en tilstrekkelig god SA for de beslutninger som må tas. Dette tar tid, noen en ikke har mye av i kritiske situasjoner. Det er tidligere referert til i Kahneman om *intuisjon* eller *magefølelse*, samt Grech et al. sin «operator overload» og begge teoriene kan knyttes til dette og kommunikasjon i DPS ved alarmsituasjon.

Tar vi inn alle faktorene her og ser på teoriene opp mot *resultattabellen* kan en si at presentasjonen av kommunikasjonen er delvis tilstede og tilgjengelig i en alarmsituasjon. Om operatøren kan gjøre seg nytte av den er et annet spørsmål som ikke besvares her. Med dette

som grunnlag er det i *resultattabellen* gitt *Grad 1* som tilsier at det er *liten* til *middels* grad av BS for DPS og kommunikasjon i en alarmsituasjon.

7.4 Beslutningsstøtte for operatørene i samhandling

Det tredje forskningsspørsmålet er:

I hvilken grad gir IAS og DPS beslutningsstøtte for operatørene i samhandling?

Resultattabellen viser også en total poengsum av utregnede tall. Det er gitt en vurdering av SA, kommunikasjon og BS. Summeres tallene og divideres på antall kolonner, får en presentert en sum som gir grunnlag for en diskusjon om samhandling. I teorikapittelet er det skrevet om SA i samarbeidssystemer og om team. Aarset og Glomseth har beskrevet dette og sier at når forskere forsøker å definere SA for team, så er det et typisk fokus på det som kalles *delt situasjonsforståelse* som blir vurdert. Da er idéen bak formuleringen at noen, eller alle, i et team forstår deler av situasjonen. DPS får en del informasjon som gjør at den kan presentere status for kraftproduksjonen og tilgjengeligheten av denne (figur 48 og 52). Mens for IAS så er det ingen informasjon inn til systemet som forteller noe om situasjonen til fartøyet. IAS har heller ingen indikasjon på om fartøyet er i DP-operasjon eller ikke. Med grunnlag i empiri vil en kunne hevde at delt SA mellom systemene har en skjevfordeling. Der DPS har god *delt SA* så har IAS desto dårligere *delt SA*.

Operatørene av DPS og IAS må ha god SA og BS for å ta riktige beslutninger. Men de er ikke plassert i samme rom og tilhører ikke samme avdeling ombord. Her får en interessekonflikter og manglende samhandling tydelig demonstrert. De skal arbeide mot et felles mål, men har helt ulikt grunnlag å gjøre det på. Når operatøren av DPS, i tillegg til systeminformasjonen, har flere informasjonskanaler rundt seg og er en aktiv part i den pågående operasjonen, så er IAS operatøren desto mer fraværende. Det gjelder både fysisk lokasjon og involvering i den faktiske operasjonen.

Et eksempel er utsikten til operatørene. DPS-operatøren sitter på en skipsbro og kan visuelt observere blant annet vær, vind og hvordan operasjonen pågår, mens IAS-operatøren har sitt kontrollrom innvendig, nede i fartøyet og har ikke den samme visuelle inntrykket å danne SA på. I dette perspektivet kan en også nevne Grech et al. som sier at det er fire spesielt viktige sanser i en maritim kontekst: *syn, hørsel, taktile og vestibulare*. En kan godt argumentere for at alle fire sansens er representert hos begge systemoperatørene, men på to vidt forskjellige måter. Tenker vi operasjon så gir ikke dette en optimal *område-SA* for IAS-operatøren, mens DPS-

operatøren får muligens mer ut av det. Når da systemet gir IAS-operatøren dårligere informasjon til BS får IAS-operatør ikke et godt totalbilde. På denne måten kan en hevde at IAS-operatøren i tillegg blir *avhengig* av DPS-operatøren og deres internkommunikasjon for å kunne få en økt SA, bedre BS og kunne ta en bedre beslutning.

Tidligere i avsnittet slås det fast at DPS-operatøren har god *delt SA*. Men det kan diskuteres om en ser det hele i et større perspektiv. Med referanse til tidslinjen (figur 1), feiltilstand i (figur 31) og forskjellen på når DPS og IAS gir alarm ved samme feiltilstand, kan en se at hos DPS-operatøren går systemet som normalt i en god periode etter at en feiltilstanden er detektert av IAS. Operatøren av IAS *vet* at noe er galt og har sin egen SA-modell, mens DPS-operatøren først får vite om feiltilstanden når situasjonen utvikler seg til en «worst case single failure». Her kan en se ulikheter i BS til operatørene i form av en tidsreferanse, men også hvor stor eller liten SA er for hver av de. *Delt SA* er ikke tatt høyde for i systemene og gir derfor ikke likeverdig BS. Hadde DPS-operatøren fått vite om feiltilstanden på samme tidspunkt som IAS-operatøren kunne vedkommende tatt en del forhåndsregler⁴⁵. En kunne vært forberedt både mentalt og fysisk til å ta grep om det skulle utvikle seg til en uønsket tilstand. Dette ville gitt fortrinn som kan bidra til å redusere noen av de effektene som nevnes, og som kan oppleves om System 1 og System 2, «jump to conclusion», *magefølelses-beslutning* og så videre. Et viktig element her er *teamfølelsen* Ringstad og Ødegård og hvor godt de to operatørene kommuniserer på det menneskelige nivået. Er de gode venner/kollegaer og ikke har noen form for «power distance» eller utfordringer med kulturelle modeller Scollon et al. er sjansen tilstede for at IAS-operatør vil varsle til DPS-operatør om at noe er på gang. Det vil være med å bidra til *delt SA*. Dersom tilfellet er motsatt og der er faktorer som påvirker samarbeidet i negativ forstand, vil *delt SA* i det menneskelig samarbeidssystemet ikke være tilstede i første fase. Aarset og Glomseth (2018), sier at det er *delt SA* er *svært vanskelig å oppnå og opprettholde*, om det faktisk er mulig. Ut i fra erfaring og empiri er det grunn til å anta at dette stemmer godt med funnene i oppgaven.

For IAS- og DPS-operatørene er SA viktig for å få BS til å ta beslutninger. Det gjelder enkeltvis og i samarbeid. Skal en være kritisk til bruken av SA som definisjon kan en støtte seg til Grech et al. De refererer til både Sarter & Woods og Dekker som hevder at SA er dårlig definert og brukes på måter som ikke har vitenskapelig godt nok hold.

⁴⁵ Varsling til kranfører og de som er avhengig av nøyaktig posisjonering av fartøyet med flere

Sekundæreffekter

Når en har systemer med mye informasjon som skal deles er det viktig at mottaker kan håndtere dette. Har en i tillegg et system som utfører og gjør mye av arbeidet, som for eksempel DPS, kan situasjonen bli krevende for et menneske på flere plan. En av sekundæreffekten en kanskje kan oppleve ved operasjon av DPS i en normal operasjon, er at operatøren blir uoppmerksom og likegyldig. Arbeidsoppgaven er å overvåke systemet ved å se på skjermene og resten blir ivaretatt av systemet selv.

Erfaringsmessig vil et fartøy, som brukt i scenarioet, ligge i samme posisjon i timer, ja, kanskje dager i strekk. DPS får all informasjon inn i systemet via andre systemer og eksterne referansesensorer (vind, havstrøm, baugretning, satellittposisjon etc.). Datamaskinene i systemet sørger for at fartøyet ligger i nøyaktig samme posisjon, uten påvirkning av operatøren. En får en situasjon der en kanskje stoler på systemet mer enn en burde og stoler på at det systemet gjør er det riktige.

Kahneman (2011) tar for seg *intuisjon* og *magefølelsen* og Grech et al. (2008) erfaring, kompetanse og HF som elementer for en sikker og effektiv operasjon. Her kommer tilgangen på de beste *menneskelige ressursene* inn og kan diskutere. For avanserte krevende maritime operasjoner er det resultatet og sikkerheten som har presedens. For å kunne oppnå dette må en ha de aller beste individene til å operere sikkerhetskritiske systemer. De kan være vanskelige å få tak i og kan føre til økte kostnader for rederen. Fagutdanning og operasjonserfaring fra systemene tar lang tid å opparbeide og kan føre til at tilgang på den type operatører krevende. Ser en på IAS og DPS-manualene er de verktøy som er spesiallaget for *ett* fartøy og *ett* system. Det kan være krevende å opparbeide seg relevant fartstid og kompetanse for å ha nok erfaring til å inneha rollen som systemoperatør. Det er ikke bare å *ta inn* en operatør fra et annet fartøy, uten trening og opplæring, noe som igjen kan få konsekvenser i økte utgifter. Får en ikke tak i riktige kvalifikasjoner, kan det i ytterste konsekvens føre til at jobben ikke kan gjøres. Den økonomiske nedsiden er stor. Vi kan liste opp noen sekundæreffekter:

- Overdreven systemfortrolighet: systemet er bedre enn det er
- Vanskelig å få tak i personell: økte kostnader
- Mislighold av forpliktelser: tap av inntekt
- Kansellering av kontrakt: tap av inntekt og tap av omdømme

Dette er noe av det en kan se som sekundæreffekter uten at en utelukker flere. Her er det fokusert på de to systemene IAS og DPS og hvilke konsekvenser det kan ha om en ser på det fra en annen vinkel.

8 Oppsummering og konklusjon

8.1 Oppsummering

Når tema for oppgaven skulle velges var forfatterne veldig bestemt på å skrive om noe innen autonome fartøy. Det var mye snakk om det i den maritime næringen og det hørtes spennende og fremtidsrettet ut. Med forskjellig bakgrunn (Kaptein og Maskinsjef) var idéen at det kunne være en styrke som kunne brukes inn mot det nye og ukjente. Denne idéen ble som tidligere nevnt forkastet, da tilbakemeldingene var at dette var på et for tidlig stadium i forhold til hva en ønsket å forske på.

I søken etter nytt tema eller område å forske på, var det sterk konsensus for å bruke egen bakgrunn inn i forskningen. Og hva var ikke mer naturlig enn å finne et område som innbefattet styrmann og maskinist i samhandling ombord. Dermed falt valget på et *dynamisk posisjoneringssystem* (DPS) og et *integrert automasjonssystem* (IAS) som disse er avhengig av å bruke for å utføre en krevende maritim operasjon. Ønsket ble å finne ut om disse systemene ga beslutningsstøtte til operatørene, og eventuelt i hvilken grad.

Det har vært en krevende og utfordrende prosess da forfatterne som skriver oppgaven i store deler av forskningen og under skrivingen, tidvis har vært lokalisert i to forskjellige verdensdeler (Norge og Filippinene). Det begge er enig i, er at lærdommen og kunnskapsforøkelsen har vært stor av å forske innen temaet *beslutningsstøtte* (BS). Med forfatternes ulik bakgrunn har problemstillingen blitt sett på fra ulike vinkler og dette har *styrket* forskningen, slik forfatterne ser det. De etablerte holdningene har blitt utfordret og en har måttet tenke gjennom og argumentere for egne standpunkt og forståelser. Dette har styrket oppgaven og gitt den en substans som næringene har bruk for i videre utvikling av slike systemer.

Ved søk etter bakgrunnsstoff i ulike fora og tidligere forskning inne valgt tema, ble lite funnet. Dette støttet opp om valget av problemstilling og gav økt motivasjon for å løse oppgaven.

Det er gjort en del interessante funn under analysen av empirien som har gitt mange gode diskusjoner å reflektere over. Ikke alle funnene er nødvendigvis rettet mot problemstillingen og forskningsspørsmålene, men noen av disse er verdt å nevne inn mot videre forskning i slutten av dette kapitlet.

8.2 Konklusjon

I oppgaven har det blitt forsket på beslutningsstøtte (BS) i systemer. DPS og IAS er sikkerhetskritiske systemer som gir grunnlag for en operasjon av et fartøy. Systemene som er brukt i oppgaven er utviklet og produsert av samme leverandør. En skulle tro at dette ville gi en styrke med tanke på å etablere god SA for BS ombord. Basert på de funn som er gjort og diskutert i oppgaven, kan følgende konklusjoner fremlegges:

Med bakgrunn i teorier og det empiri har gitt av informasjon og underlag, er det grunnlag for å si at IAS gir *middels* til *god* BS for operatøren i en normalsituasjon. Det er grunnlag for å si at IAS *ikke* gir tilstrekkelig eller god BS i en alarmsituasjon. Når det gjelder kommunikasjonen med operatøren, så er den *middels* til *godt* BS i en normalsituasjon, men gir *ingen* til *liten* BS ved alarmsituasjon. Det finnes ikke tilstrekkelig empiri som viser at IAS kommuniserer direkte med DPS. På den måten får ikke IAS-operatøren statusinformasjon som indikerer om fartøyet er i DP-operasjon eller ikke. Informasjon om fartøyets omgivelser er heller ikke presentert i IAS. SA til IAS-operatøren er redusert noe som påvirker grunnlaget for BS.

Med bakgrunn i teorier og det empiri har gitt av informasjon og underlag, er det grunnlag for å si at DPS gir *middels* til *god* BS for operatøren i en normalsituasjon. Ut i fra samme grunnlaget kan en si at DPS gir *liten* til *middels* god BS for operatøren i alarmsituasjonen. Når det gjelder kommunikasjon med operatøren, så gir den *middels* til *godt* BS i en normalsituasjon og gir *liten* til *middels* BS ved en alarmsituasjon. Det finnes ikke tilstrekkelig grunnlag for å si at DPS kommuniserer med IAS. DPS får inn informasjon fra andre systemer slik at status for kraftfordelingen kan presenteres for operatøren.

DP-operatør får beskjed via konsekvensanalysen at en bør erstatte tapt kraft ved å starte en eller flere maskiner, om det er mulig. Dette er direkte BS og vil være hensiktsmessig for operatøren å vite på bakgrunn av det som er skrevet om en «worst case single failure. For IAS-operatør er ikke dette tilfelle. Her får en ingen analyse av konsekvensen for feiltilstander eller varsel som kommer opp. IAS-operatøren får heller ikke noe informasjon via IAS om at fartøyet *faktisk* er i DP-operasjon. Går en tilbake til total poengsum, og vurderer alle åtte kriteriene i de to kolonnene, kan en se at DPS får bedre poengsum enn IAS.

Konklusjonen individuelt blir at IAS gir *liten* BS for operatøren, mens DPS gir *middels* BS for operatøren. For systemene i samhandling gir de *liten* BS. Bakgrunnen er at IAS ikke gir operatøren en god SA for operasjonen og DPS gir ikke operatøren forvarsel før en svikt i

kraftforsyningen skjer. Som et tiltak for å øke BS i samhandling, kan en i IAS implementere et skjerm bilde med informasjon om operasjonen.

8.3 Videre forskning

Forskningen på empiri og studering av dokumentasjon innen oppgavens tema har avdekket at det er grunnlag for videre forskning på flere felt. Når en bruker to spesifikke sikkerhetskritiske systemer og foretar undersøkelser for SA og BS avdekkes mangler og svakheter som kan forbedres.

De mentale utfordringene operatørene har er forsket lite på i det maritime miljøet. Går en videre inn i de mer spesifikke arbeidsoppgavene, som operasjon av sikkerhetskritiske-systemer, er det ikke funnet noe forskning på dette. Med den teknologiske utviklingen som skjer i næringen, blir den mentale arbeidsbelastningen satt på prøve. Anbefalt videre forskning her er å se på utformingen (ergonomi) av arbeidsområdene, spesielt med tanke på å få en så god som mulig SA. De menneskelige faktorene i et arbeidsmiljø som har en stor informasjonsflyt og den mentale kapasiteten en har tilgjengelig til å prosessere informasjonen, kan også forskes videre på. Det kan være hensiktsmessig for å finne flere svar på hvordan fremtidens mengde av informasjon skal, eller bør håndteres.

Delt SA, eller en felles situasjonsforståelse, virker å være en utfordring for denne typen operasjoner. Det er avdekket funn som tyder på at operatørene av DPS og IAS får ulik SA gjennom sine systemer. Et spørsmål som dukket opp ved interne diskusjoner rundt temaet var om det kunne være hensiktsmessig å ha begge operatører i et felles kontrollrom. Kanskje vil *delt SA* og *felles SA* gjøre operasjonen sikrere? Det gir et grunnlag å forske videre på for å se på fordeler og ulemper.

Det er i oppgaven forsket spesifikt på to systemer fra samme leverandør. Videre har en et bestemt type fartøy, en bestemt krevende maritim operasjon og et konstruert operasjons-scenario med en feiltilstand. Funnene som gjøres tilsier at det kan være lignede utfordringer på andre tilsvarende systemer, også fra andre leverandører. Det samme gjelder de mentale og mellommenneskelige (HF) utfordringene som operatørene har. Sammenligner en andre fartøystyper og operasjoner, er det grunnlag for å kunne anta at problemstillingene også kan gjelde der. Det kunne vært interessant å forske videre på samme problemstilling i et bredere

perspektiv. Da innbefattet ulike systemer, fartøystyper, operasjoner og operatører for å kunne avdekke om det er substans i å tro at dette også gjelder for andre.

Utformingen av selve systemene og måten de presenterer BS på, er også en utfordring for en operatør. Dette gjelder spesielt i en *alarmsituasjon*. Tid og reaksjon er faktorer som er av stor betydning og da må kanskje systemene være bedre konstruert for å gi BS til beslutningstager. En forenkling er ønskelig for å møte operatørens behov. Direkte BS fra systemet og presentasjon av det som er viktig er også områder som kan forbedres. Videre forskning på det vil kanskje gjøre hverdagen til de involverte menneskene sikrere for denne typen krevende maritime operasjoner.

Referanser

Aarset, M., 2010. *Kriseledelse*. Bergen: Fagbokforlaget.

Aarset, M. & Glomseth, R., 2018. *Police Leadership during Challenging Times*. I: s.l.:Submitted for publication, 2018.

Anand, N., 2016. *Lost control? Just stay in command. What it means to be a ship`s Captain*, s.l.: The Nautical Institutes, Seaways International.

Bardu, A. & Apoyol-Mates, R., 2016. HUMAN ERROR-THE MAIN FACTOR IN MARINE ACCIDENTS. *Naval Academy Scientific Bulletin, Volume XIX-2016-Issue 2*, pp. 451-454.

Dalland, O., 2012. *METODE OG OPPGAVESKRIVNING*. 5. utgave red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Endsley, M. R. & Jones, D. G., 2004. *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*. Florida: CRC Press. Taylor & Francis.

Federal Aviation Administration, 2016. *Decision Support Systems*, s.l.: Federal Aviation Administration.

Germanischer Lloyd SE, 2013. *Rules for Classification and Construction Ship Technology*, Hamburg: Germanischer Lloyd SE.

Grech, M. R., Horberry, T. J. & Koester, T., 2008. *Human Factor in the Maritime Domain*. Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Holstad, B. H., 2012. *Språk i et globalt næringsliv: Bruk av norsk og engelsk i maritim industrisektor: s. 126-127*, Oslo: Universitetet i Oslo. Masteroppgave i nordisk, særlig norsk, språkvitenskap.

Hukkelås, T., 2015. *Resultatrapport - prosjekt 217501: Situation Awareness and Decision Support tools for demanding marine operations*, Kongsberg: Kongsberg Maritime AS.

Kahneman, D., 2011. *THINKING, FAST AND SLOW*. First paperback edition, 2013 red. London: Penguin Group.

Kvale, S. & Brinkmann, S., 2015. *DET KVALITATIVE FORSKNINGSINTERVJU*. 3rd Edition red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Leadership and Worker Engagement Forum, 2012. *UK Health & Safety Executive*. [Internett]
Available at: <http://www.hse.gov.uk/construction/lwit/assets/downloads/situational-awareness.pdf>

[Funnet Februar 2018].

Marine Insight, 2016. *The Relation between Human Error and Marine Industry*. [Internett]
Available at: <https://www.marineinsight.com/marine-safety/the-relation-between-human-error-and-marine-industry/>

[Funnet Januar 2018].

Petersen, K. et al., 2014. *Norsk Sykemleierforbund*. [Internett]

Available at: <https://www.nsf.no/vis-artikkel/1527346/17036/Rapport-IKT-beslutningsstotte-i-EPJ-2014>

[Funnet 1 2018].

Regjeringen, 2018. *Statsministerens kontor*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2005-14/id154924/sec5>

[Funnet Februar 2018].

Ringstad, H. E. et al., 2013. *Teamkompasset – Temabygging med typeforståelse*. 2nd Edition
red. s.l.:OPTIMAS organisasjonspsykologene as.

Rolls-Royce Marine, 2015. *ACON Power Management System User Manual*. Document no:
AUT-PPM001-01FS red. s.l.:s.n.

Rolls-Royce Marine, 2017a. *Icon DP Operating & Maintenance Manual*. Document no:
AAC-115922-01MU red. s.l.:s.n.

Rolls-Royce Marine, 2017b. *User Manual ACON*. Version 3a, 08.17.2017 red. s.l.:s.n.

Sauter, V. & Louw, R. E., 2002. *Information System Analysis, Topic: Decision Support Systems*, Missouri St. Louis: University of Missouri St. Louis.

Schröder-Hinrichs, J.-U. et al., 2013. *Taylor & Francis Online*. [Internett]

Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03088839.2013.782974>

[Funnet 03 2018].

Scollon, R., Scollon, S. W. & Jones, R. H., 2012. *Intercultural Communication. A Discourse Approach*. 3rd Edition red. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.

Sjøfartsdirektoratet, 2018. *Sjøfartsdirektoratet*. [Internett]

Available at: <https://www.sdir.no/om-direktoratet/>

[Funnet Februar 2018].

SKANEL, 2016a. *Failure Mode Effect Analysis*. Document no: 1063-408.910_01 -

FMEA.DOCX red. s.l.:s.n.

SKANEL, 2016b. *Redundancy Test Prosedure*. Document no: 1063-408.920_04 -

TEST.DOCX red. s.l.:s.n.

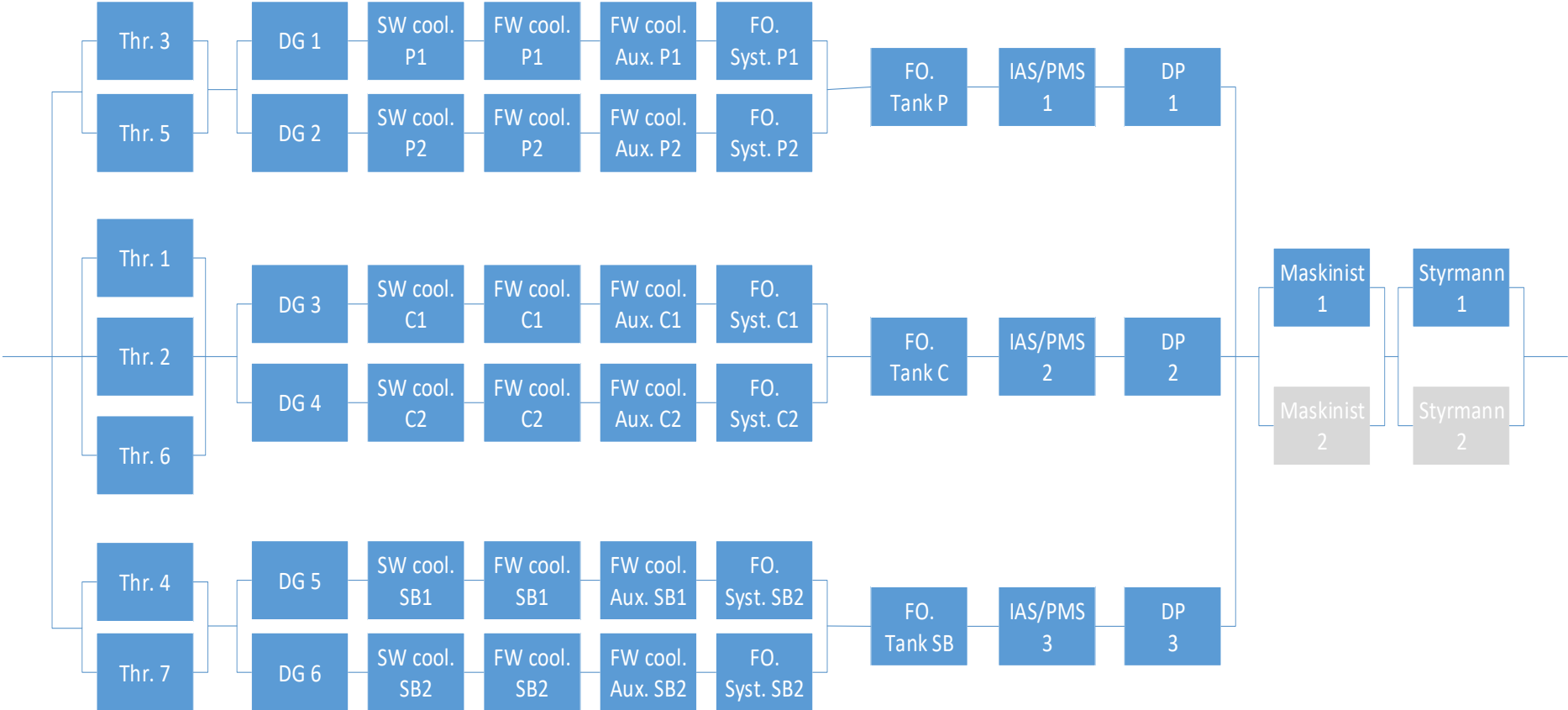
The Royal Aeronautical Society, u.d. *Summary of the various definitions of Situation Awareness*. [Internett]

Available at: <http://www.raes-hfg.com/crm/reports/sa-defns.pdf>

[Funnet Januar 2018].

Tjora, A., 2012. *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 2nd Edition red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Vedlegg 1. Pålitelighetsblikkdiagram



Vedlegg 2. Fremstilling av feiltilstand i SADT-skjema

