



MONOGRAPHIC SERIES
VOLUME 4, ISSUE 1 - 2019

THE NORWEGIAN DEFENCE UNIVERSITY COLLEGE
THE ROYAL NORWEGIAN NAVAL ACADEMY

NECESSE



NECESSE

Militær navigasjon –
navigatøren i fokus



FHS/SKSK ARBEIDSMOTTO

Forsvarets høyskole / Sjøkrigsskolen,
en sentral- Kadett, elev og student fokusert skole - i FHS systemet.
Kompetent, fremtidsrettet, og relevant - for den militære profesjon.
En skole med mangfold blant ansatte og elever,
der akademia og maritim operasjonskunst går hånd i hånd - uadskillelig.
Uadskillelig - og fullt koblet til fellesoperative og allierte doktriner.

Necesse kommer i flere utgivelser hvert år. Skriftserien har en fagredaktør for hver utgivelse, samt en ansvarlig hovedredaktør. Necesse publiserer artikler som belyser problemstillinger relevante for operativ virksomhet. Under hovedoverskriften sjømilitær profesjonskompetanse har vi en tverrfaglig tilnærming med fem sjømilitære fagfelt: militær logistikk, maritime operasjoner, maritim militær teknologi, sjømiljøert lederskap og militær navigasjon. Alle synspunkter i denne publikasjon står for forfatterens egen regning. Hel eller delvis gjengivelse av innholdet kan bare skje med forfatterens samtykke.

Necesse publiserer populærvitenskapelige artikler, som har som mål å formidle allerede publiserte vitenskapelige arbeider i et mer tilgjengelig format sammenlignet med originalarbeidene, samt vitenskapelige artikler som bidrar med ny og tidligere upublisert kunnskap.

Necesse er godkjent som et tverrfaglig vitenskapelig tidsskrift på Nivå 1 i publiseringsystemet. Retningslinjer som du må benytte hvis du ønsker å få publisert en faglig eller en vitenskapelig artikkel i Necesse er tilgjengelig på fhs.brage.unit.no – Forsvarets høyskole. En vitenskapelig artikkel vil bli gjenstand for en dobbel, blindet fagfellevurderingsprosess før den blir vurdert for utgivelse. Andre typer artikler som ikke skal vurderes opp mot nivå 1 kriteriene vil bli vurdert og (eventuelt) godtatt av respektive fagredaktører. Necesse har et open access format, der denne og tidligere utgaver kan hentes på fhs.brage.unit.no – Forsvarets høyskole. Her vil også alle vitenskapelige artikler være søkbare og lagt ut i PDF format.

Tommy Krabberød
Hovedredaktør Necesse

2019 © Sjøkrigsskolen
PB 5 Haakonsværn, 5886 BERGEN

ISSN 2535-2903 (elektronisk utgave)
ISBN 978-82-93550-21-1 (elektronisk utgave)

Tittel: Necesse
The Norwegian Defence University College
The Royal Norwegian Naval Academy
Monographic series
Volume 4, Issue 1 - 2019
Undertittel: Militær Navigasjon – navigatøren i fokus
Hovedredaktør: Tommy Krabberød
Fagredaktører: Odd Sveinung Hareide og Frode Voll Mjelde

Omslag og layout: Katrine Austgulen, HOS Grafisk
Foto fremside: Forsvaret
Foto bakside: www.scotlandnow.dailyrecord.co.uk

NECESSE

THE NORWEGIAN DEFENCE UNIVERSITY COLLEGE
THE ROYAL NORWEGIAN NAVAL ACADEMY

MONOGRAPHIC SERIES
VOLUME 4, ISSUE 1 - 2019

Militær navigasjon – navigatøren i fokus

Andre utgivelser i skriftserien

Vol. 1	Issue 1	2016	Militær navigasjon – effektiv og troverdig
	Issue 2	2016	Realfag og teknologi for marineoffiseren
	Issue 3	2016	Mer for mindre
	Issue 4	2016	Endring = ledelse + verdsetting
Vol. 2	Issue 1	2017	Militær navigasjon – dagens teknologi for morgendagens krigføring
	Issue 2	2017	Sjømakt og sjømilitær utdanning
	Issue 3	2017	Realfag og teknologi for marineoffiseren
Vol. 3	Issue 1	2018	God når det gjelder? Søken etter nye svar på gamle spørsmål
	Issue 2	2018	Militær navigasjon – teknologi og operative team

Innhold

- 10-11 Forord
Sjef KNM Tordenskjold
- 12-13 Forord
Fagredaktører
- 14-17 Ansatte
Presentasjon av ansatte ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter

Del 1

Ledelse og læring

- 20-24 *Når ulykker blir underholdning*
Når det skjer en storulykke oppstår det et voldsomt informasjonsbehov i befolkningen som media jager etter å dekke. Ofte omtales ulykkene som uforståelige, skremmende og sjokkerende, og etter kun kort tid presenteres en rekke overfladiske og forenklete forklaringer til ulykken. Et stadig større sensasjonsjag og jakt på syndebukker er en trussel mot utviklingen av sikkerhetsnivå.
Tekst: Tore Relling og Odd Sveinung Hareide
- 25-32 *Anvendelse av HFACS som undersøkelsesmetode ved ulykker og uønskete hendelser*
Undersøkelser av større alvorlige hendelser legger til grunn at ulykker ikke er noe som skjer; de forårsakes. Når en ulykke likevel inntreffer, uavhengig av direkte eller utløsende årsak, betraktes den som et symptom på ett eller flere bakenforliggende problemer. Anvendelse av et fast verktøy for kartlegging av menneskelige faktorer (HFACS) i ulykker og uønskete hendelser kan i så måte bidra til å belyse sammenhenger over tid, som grunnlag for læring og endring av adferd i organisasjonen.
Tekst: Frode Voll Mjælde, Marianne Fjeldstad og Sondre Apalvik Gombos

- 33-34 *Virker Crew Resource Management trening?*
Artikkelen er et utdrag fra en masteroppgave innen samme tema som ser nærmere på effekten av CRM-trening for elever ved Sjøkrigsskolen. Målsetningen har vært å undersøke om Sjøforsvarets CRM kurs fører til ønsket bruk av CRM-adferd og ferdigheter hos elever ved Sjøkrigsskolen når de utfører navigasjon i praksis om bord på skolefartøyene.
Tekst: Magne Bolstad
- 35-40 *Situation Awareness for the Maritime Navigator*
Artikkelen beskriver situasjonsbevissthet sett fra Endsley's teori, samt kritikken som er rettet mot denne teorien. De fleste navigatører har en formening om hva begrepet situasjonsbevissthet (som blir omtalt som situasjonsforståelse) omhandler, men teorien tilsier at dette avhenger av kontekst. Forfatteren presenterer en teori for å bedre forstå navigatørens situasjonsbevissthet, og hvordan denne kan benyttes for å øke sikker og effektiv navigasjon. Artikkelen er et utdrag fra forfatterens PhD arbeid.
Tekst: Odd Sveinung Hareide
- 41-48 *Funksjonsrettet ledelse for operasjonsledere i Politiet*
Artikkelen tar utgangspunkt i konkrete hendelser ved Vest Politidistrikt. Sammen med beskrivelse av teoretisk bakgrunn for teambygging og etablering av teamfølelse vises det hvordan teori og praksis innen ledelse får positiv innvirkning på oppdragsløsning av tre samtidige hendelser. Avgjørende suksesskriterier synliggjøres ved at operasjonelt og taktisk nivå evner å etablere fokus mot et felles mål.
Tekst: Hans-Eirik Thue

Del 2

Navigasjon og utdanning

- 52-63 *Navigasjonsutdanning før og nå*
«Fra 6 knop med sekstant til 60 knop med Bill Gates». Dette er slagordet Kompetansesenteret i Navigasjon etablerte for å synliggjøre revolusjonen i navigasjon med innføring av Skjold-klassen kystkorvetter. «6 knop med sekstant» viser til navigasjonen med orlogsfartøy med seil. «60 knop med Bill Gates» viser til kystkorvettens fart opp mot 60 knop med navigering med elektronisk kart, elektronisk integrert brosystem, elektroniske navigasjonssystemer og elektroniske sensorer.
Tekst: Henning Sulen

- 64-67 *Utvikling av navigasjon gjennom 41 år*
Navigasjon har Norge vært forankret i 100vis av års erfaring og utvikling. Da forfatteren startet sin utdanning i 1980 var papirkartet kjer-
nen i faget som marinen så stolt utdannet navigatørene i. Det var ingen
den gang som skulle forutse endringene som kom etter millennium-
skiftet. Vi fikk en revolusjon og et paradigmeskifte som skulle skape
frustrasjon, utfordringer og til og med ulykker. Hva skjedde og hvordan
taklet vi egentlig dette?
Tekst: Steinar Nyhamn
- 68-72 *Black Palette*
"Svarte netter krever svarte paletter". ECDIS nattpalett er for lys til å
ivareta nattsynet, samtidig som det er vanskelig å lese informasjonen
presentert. Black Palette er utviklet ved å følge prinsippene i Human-
Centred Design (HCD) for å gjøre systemet mer brukervennlig gjen-
nom fokus på menneskelige faktorer og hvordan systemet skal brukes.
Tekst: Morten A. Sørensen og Kristian Aa. Nilsen
- 73-80 *Nettbrett og militær navigasjon*
Det er mange fordeler med papirløs navigasjon, og en ser en stadig
større utnyttelse av nettbrett til navigasjonsformål. Bruksområdet for
nettbrett kan være forskjellig, og nettbrett kan dekke funksjonaliteten
til «ECDIS-i-en-boks» konseptet beskrevet i SNP-500. Denne artik-
kelen vil sette fokus på denne bruken, informere om viktigheten av
godkjente elektroniske navigasjonskart (ENC) samt et eksempel på en
applikasjon som er egnet til bruk i militær navigasjon..
Tekst: Odd Sveinung Hareide, Kurt Haukeberg og Kåre Schiøtz
- 81-84 *Robust navigasjon i Sjøforsvaret*
Fagansvar for Posisjon, Navigasjon og Tid (PNT) i Forsvaret er delegert
til Sjøforsvaret, og videre til Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter
(Navkomp) som har det utøvende fagansvaret. Inngående kjennskap
og forståelse for teknologi og brukerbehov er essensielt for å få til et
godt samspill med mennesket. Denne artikkelen vil gi leseren et lite
innblikk i kompleksiteten innenfor Robust PNT.
Tekst: Stein Egil Iversen og Odd Sveinung Hareide
- 85-89 *Teknologitrender i simulatormarkedet*
Simulatorsystemer finnes i de fleste yrker og miljøer i dagens samfunn.
Enten det er i oljebransjen, i maritime miljøer, luftfart eller i helseve-
senet, så finnes det simuleringer og simulatorer - i hvert fall til en viss
grad. Denne artikkelen gir et inntrykk fra årets simulatorkonferanse –
ITEC 2019.
*Tekst: Martin Frotvedt, Jonas Haukenes, Sebastian Jørgensen og
Eivind Sognnes*

Del 3

Bacheloroppgaver Operativ Marine 2019

- 92-101 *En beskrivelse av årets bacheloroppgaver for Operativ Marine*
Siste års kadetter ved operativ marine gjennomfører emne PP3051 Bacheloroppgave hvert vårsemester, og disse oppgavene er kort beskrevet her. Bacheloroppgaven skal besvare en relevant operativ problemstilling som et ledd i målrettet FoU-arbeid ved SKSK og som både kadetten og (Sjø)Forsvaret for øvrig skal ha nytte av.

Del 4

Gjengivelse av artikler publisert i andre tidsskrift

- 104-108 *A «HOT» approach to incident investigation*
Reaping the full benefits of incident investigations is a complex challenge. DNV GL integrated human, organizational and technical dimensions, also known as its “HOT” approach, to help Carnival Corporation & plc develop a more efficient investigation process with outcomes that have greater impact.
Tekst: Fenna van de Merwe og Mark Fisher

Del 5

Fagfellevurderte artikler

- 112-129 *A sociotechnical perspective on the future Vessel Traffic Services*
Autonomy is expected to cause significant changes to the Maritime Traffic System (MTS). The Vessel Traffic Services (VTS) is a control system in the MTS and will be affected by new interactions caused by autonomy. The paper proposes a proactive approach in discussing the future VTS.
Tekst: Tore Relling, Gesa Praetorius og Odd Sveinung Hareide
- 130-146 *Trial application of pupillometry for a maritime usability study in field conditions*
This research evaluates the fitness, in field conditions, of an eye-tracking based method for accurate measurement of cognitive workload. This implies evaluating the fitness of this tool in changing light conditions such as in coastal navigation.
Tekst: Giovanni Pignoni, Odd Sveinung Hareide, Sashidharan Komandur og Frode Volden

- 147-160 *The indirect effect of experience between personality hardiness and situational awareness*
The study investigates the relationship between personality hardiness and SA during a simulated police scenario using a mediation approach. The results showed an indirect relationship between hardiness and SA where police officers high on hardiness were interpreted as being more involved in the training, and gained more experience in perceiving and interpreting critical stimuli in operational scenarios.
Tekst: Bjørn Helge Johnsen, Evelyn-Rose Saus, Roar Espevik, Sverre Sanden og Olav Kjellevold Olsen
- 161-178 *Implementering av teamevaluering i operativ avdeling: En case studie av «Bottom-Up» organisasjonsutvikling*
Operative avdelinger er avhengig av gode teamferdigheter. Slike ferdigheter omfatter mer en taktikk og prosedyrer, og gode avdelinger har også et fokus på samhandling for effektiv oppdragsløsning. Artikkelen beskriver evaluering og utvikling av teamatferd i politiets spesialstyrke (Beredskapstroppen), basert på teorien om felles mentale modeller.
Tekst: Bjørn Helge Johnsen, Roar Espevik og Rune Villanger

Ord fra sjef KNM Tordenskjold

Militær navigasjon har sjeldent vært mer aktuelt enn nå, ett år etter tapet av fregatten KNM Helge Ingstad (HING). Rapportene fra Politiet, Statens havarikommisjon for Transport, og Sjøforsvarets interne undersøkelsesgruppe vil treffe oss i løpet av kort tid. Vår viktigste oppgave fremover er å dra lærdom fra ulykken, dele og implementere erfaringer, og forbedre og utvikle oss der hvor vi finner våre svakheter. Slik bygger vi barrierer mot å gjøre de samme feilene flere ganger. At Navigasjonskompetansesenteret (NAVKOMP) er faglig redaktør for denne utgaven, treffer derfor godt tidsmessig.

FHS/SKSK, sammen med KNM Tordenskjold, er Sjøforsvarets grunnpilarer for å styrke Sjøforsvarets operative evne gjennom kunnskap og læring. Necesser er i så måte et meget godt organ for deling og formidling av våre felles bidrag til forskning og utvikling i Forsvarssektoren.

Gjennom tett integrering og samarbeid setter vi kravene til morgendagens offiserer og befal, både som ledere, akademikere og krigere. Den teknologiske utviklingen går fort, og det er krevende for mennesket å absorbere og nyttegjøre seg all tilgjengelig informasjon. Human factors og Crew Resource Management vil sannsynligvis bli kjente begreper hos den norske befolkning når rapportene frigis. NAVKOMP ivaretar fagansvaret på området, og implementerer vitenskapelig forankret teoretisk kunnskap og praktiske ferdigheter gjennom trening og øving av kadetter og besetninger videre ut til de operative avdelingene. En av de største suksessfaktorene for å utvikle faget i riktig retning, er tilgangen til en praktisk arena for FoU som andre utdanningsinstitusjoner kan misunne oss. SKSK bidrar med kadetter og øvelser for å teste ut hypoteser, Sjøforsvaret bidrar med fartøy og materiell, og KNM Tordenskjold bidrar med fagkompetanse. Den tette knytningen



*Tone Størksen
Kommandør
Sjef KNM Tordenskjold*

til det sterke akademiske miljøet på FHS/SKSK legger til rette for forskning og utvikling skreddersydd til de områdene hvor vi må styrke våre ferdigheter. Prosjekt navigatøren er iverksatt i kjølevannet av HING, med bred deltagelse fra Sjøforsvaret og FHS/SKSK, for å identifisere tiltak som skal sikre at vi ferdes langs kysten og på havet med en trygghet om at navigatørene har kunnskap og ferdigheter, teknologisk understøttelse og god brodesign, samt et erfaringsnivå som er tilpasset de oppgavene som er tillagt stillingen de disponeres inn i. Alle artikler som forfattes og utgis i denne utgaven av Necessé er med på å gjøre oss bedre i navigasjonsfaget, og sprer den kunnskapen som er bredt ervervet gjennom år med utdanning, forskning og erfaring i tjenesten. En stor takk til alle bidragsytere som har gjort dette nummeret til en lesverdig opplevelse!

Forord

Militær navigasjon – navigatøren i fokus

Maritim navigasjon blander både vitenskap og kunst. En god navigator tenker både strategisk, operasjonelt og taktisk. Navigatøren planlegger hver reise nøye, og har inngående kunnskap om sin egen plan. Underveis i seilasen samler navigatøren informasjon fra en rekke kilder, evaluerer denne informasjonen, og bestemmer skipets posisjon. Navigatøren sammenligner deretter posisjonen med sin seilingsplan, sine operative forpliktelser, og sitt eget bestikk. En god navigator forutser farlige situasjoner i god tid før de oppstår, og holder seg alltid i forkant av sin egen plan. Navigatøren er drillert og klar for øyeblikkelige inngripen og handlinger. Navigatøren leder og forener en rekke ressurser - elektroniske, mekaniske og menneskelige. Navigasjonsmetoder og teknikker varierer med type fartøy, ytre og indre forhold, samt gjeldende betingelser i situasjon og oppdrag. Noen viktige elementer for en vellykket seilas kan ikke læres fra en god bok innen nautikk eller en drivende dyktig lærer i et klasserom. Vitenskapen om navigasjon kan læres, men selve kunsten å navigere utvikles gjennom erfaring.

Den norske kystlinjen karakteriseres av langstrakte fjorder, holmer, skjær og et havområde som er kjent som et av verdens mest utfordrende med tanke på vær og vind. Store deler av året er denne kystlinjen mørklagt, mens det deler av sommeren er lyst døgnet rundt. De nordligste områdene er spesielt krevende, med lave temperaturer, sterk vind og åpne havstreck som gir null beskyttelse fra havets og værets vrede. Dette gjør navigasjon i norske farvann spesiell og utfordrende, særlig for militær navigasjon.

Militære fartøy forventes å operere hvor som helst i den norske skjærgård med ekstremt kort reaksjonstid og i høye hastigheter, være «on scene and unseen» og kunne levere effekt i et mål med centimeters presisjon. Dagens militære fartøyer er avanserte skrog med høyteknologiske sensorer og integrerte systemer som skal fungere i høye hastigheter i krevende operasjonsområder. En militær navigator må kunne utnytte ethvert potensial i fartøy, utstyr, besetning, vær og omgivelser til å skaffe seg en fordel i forhold til motparten. Militær navigasjon handler således om å bidra til operasjonell overlegenhet gjennom inngående kjennskap til navigasjonstekniske og menneskelige faktorer for optimal yteevne.

Riktig anvendelse av ny teknologi som støtter operasjoner i en felles operativ kontekst gir økt utnyttelse av våpen og sensorer, gir reduksjon i driftsavbrudd og øker Sjøforsvarets stridsevne.

Høyt kunnskapsnivå, robuste ferdigheter og gode holdninger skapes gjennom grundig utdanning som kombinerer profesjonell veiledning med teori, simulator og

praksis. Kombinasjonen mellom sertifiserende nautisk fagutdanning (bachelor) og praktisk militær navigasjon er helt nødvendig for at fremtidens militære navigatører skal få tilført kompetansen de trenger. Kontinuerlig faglig påfyll og nivåkontroller etter ferdig utdanning sørger for at Sjøforsvarets operative evne holder et høyt nivå.

Gjennom Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter blir morgendagens navigatører rustet til å møte de utfordringene de treffer om bord på Sjøforsvarets fartøyer, og Sjøforsvarets fartøyer blir rustet til å møte utfordringene de treffer i nasjonale og internasjonale farvann.

Vi håper du finner innholdet i denne utgaven av *Necesse* engasjerende, og vi oppfordrer deg mer enn gjerne til å ta kontakt med forfatteren på epost eller stikke innom Navkomp for en faglig diskusjon for å videreutvikle militær navigasjon. Hvis noen av leserne ønsker å bidra til *Necesse*, så setter vi stor pris på eksterne relevante bidrag tilsendt redaksjonen.

Odd Sveinung Hareide og Frode Voll Mjelde
Fagredaktører Necesse Militær Navigasjon

Presentasjon av ansatte ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter



Rune Trane Lauritzen
Kommandørkaptein, senterleder NavKomp
rlauritsen@fhs.mil.no

Senterleder for Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter fra 1. september 2019. Operativ bakgrunn fra MTB. Tjenestegjort i NorTG stab, gjennomført stabsskolen i NL og jobbet med innfasing av Skjold-klassen. Kommer fra stilling som seksjonsleder overflatekrig i KNMT/MKS.



Steinar Nyhamn
Kommandørkaptein, tidligere senterleder NavKomp
steny@fhs.mil.no

Tidligere senterleder for Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter, pensjonert fra 1. november 2019 (best før men ikke dårlig etter). Bakgrunn fra MTB som skipssjef og skvadronssjef. Masterutdanning innen nautikk fra University of Nottingham. Norsk representant i NATO arbeidsgruppe Navigasjon.



Petter Lunde
Orlogskaptein, leder simulatorkontoret
petlu@fhs.mil.no

Utdannet ved Sjøkrigsskolen og studert ved NTNU i Trondheim. Har bakgrunn som NK på MTB og skipssjef på Minerydder. Jobbet ved Navkomp som lærer i 9 år med bruk av simulator i undervisning og forskning, prosjektleder ved anskaffelser av simulatorene og simulatorleder siden 2009 da simulatorkontoret ble opprettet.



Frode Voll Mjelde
Orlogskaptein, fagleder Human Factors
frovo@fhs.mil.no

Operativ bakgrunn fra Hauk klasse MTB, Sambandsteknisk bakgrunn fra Kystvakt og VTO på Minerydder. VOU og MSc utdanning fra US Naval Postgraduate School. Hovedfokus på Human Factors, Integrasjon av teknologi og personell i militære kampsystemer, CRM/BRM/ERM, Simulatorsystemer og Trening/øving av militære team. Norsk representant i NATO arbeidsgruppe Human Factors syntetiske miljøer.



Odd Sveinung Hareide
Orlogskaptein, fagleder elektronisk navigasjon
ohareide@fhs.mil.no

Fagleder Elektronisk Navigasjon, med fokus på integrerte navigasjonssystemer og elektronisk navigasjon i forbindelse med støtte til Sjøforsvaret og i undervisning samt navigasjonsrelaterte prosjekter. Bakgrunn fra MTB, Hauk- og Skjold-klasse. Utdanning fra University of Nottingham, samt en doktorgrad i nautiske operasjoner fra NTNU.



Magne Bolstad
Kapteinløytnant, hovedinstruktør simulatorkontoret
mbolstad@fhs.mil.no

Har bakgrunn fra Storm- og Hauk-klasse MTB og Skjold-klasse korvett i tillegg til tjeneste som skipssjef på skolefartøyene Hessa/Vigra. Har jobbet ved NavKomp i snart tre år som instruktør innen Praktisk Navigasjon, ECDIS-kurs, CRM/BRM/ERM -kurs og Militært Hurtigbåtkurs. Har en master i ledelse av krevende maritime operasjoner fra NTNU i Ålesund.



Henning Sulen
Orlogskaptein, leder undervisningskontoret
hensu@fhs.mil.no

Sjötjeneste på undervannsbåt, skolefartøy og fregatt med 2 deployeringer til STANAVFORLANT. Utdannet ved Sjøkrigsskolen og med en masterutdanning innen nautikk ved University og Nottingham. Underviser i navigasjonsfag og militær navigasjon med fokus på å gjennomføre rutine, teknikkene og metodene på en enkel måte.



Haakon Rasmussen
Løytnant, fagleder praktisk navigasjon
haarasmussen@fhs.mil.no

Fagleder Praktisk Navigasjon ved øvingskontoret siden august 2019. Ut-eksaminert fra Sjøkrigsskolen sommeren 2014. Bakgrunn fra Skjold-klasse som navoff, opsoff og NK. Underviser i fagene Brovakt & fartøyskontroll og Militær Praktisk Navigasjon (MPN). Deltar på mønstring og støtte til Sjøforsvarets fartøyer.



Bjarne Haukås
Kapteinløytnant, mønstringsoffiser
bjhaukas@fhs.mil.no

Mønstringsoffiser og faglærer Militær Praktisk Navigasjon (MPN) ved øvingskontoret. Hovedansvarsområde er mønstring og støtte til Sjøforsvaret i militær navigasjon. Bakgrunn fra Minedykkerkommandoen, Hauk klasse MTB og Skjold klasse kystkorvett. Tar for tiden master i "Management of Demanding Marine Operations" ved NTNU.



Anders Fiskerstrand
Kapteinløytnant, lærer navigasjon
afiskerstrand@fhs.mil.no

Ansatt ved undervisningskontoret på Navkomp siden januar 2018. Ut-eksaminert ved Sjøkrigsskolen i 2005. Operativ tjeneste på fregatt 2005-2010 og 2014-2018, samt hovedinstruktør navigasjon ved fregatt treningssenter 2010-2012. Permisjon fra Sjøforsvaret i perioden 2012-2014, og jobbet da som styrmann på seismikk hos Eidesvik Offshore.



Stein Egil Iversen
Orlogskaptein, leder navigasjonssystemkontoret
steiversen@fhs.mil.no

Bakgrunn som elektrooffiser innen ubåtvåpenet samt tjeneste ved Sjøforsvarets Maskin- og elektroskole og Skole for Skipsteknikk og Sikkerhet. Hovedfokus støtte til Forsvarsmateriell i navigasjonsrelaterede prosjekter for å ivareta krav til militær navigasjon, samt opplæring av personell i Sjøforsvaret innen navigasjonssystemer/sensorer.



Cato Rasmussen
Orlogskaptein, lærer navigasjon
catra@fhs.mil.no

Operativ bakgrunn som skipssjef fra MTB. Jobbet lenge på Navkomp med navigasjon, mønstringer, lederutvikling, og CRM / Human Factors. Også tre års sivil erfaring som senior rådgiver opp mot shipping og offshore virksomhet, innen beredskap og krisehåndtering.



Lasse Hiis Bergh
Orlogskaptein, leder øvingskontoret
lhbergh@fhs.mil.no

Sjøtjenestebakgrunn fra UVB, Fregatt og Kystvakt. 8 års tjeneste som skipssjef i Kystvakten. Tjenestgjorde ved Combined Maritime Forces i Bahrain fra juli 2015 til januar 2016.



Kåre Schiøtz
Kapteinløytnant, fagleder navigasjonssystemer
kschiotz@fhs.mil.no

Gjennomfører undervisning og er ansvarlig for fagene navigasjonssystemer. Har også et spesielt fokus på radarteologi. Bakgrunn fra MTB og skipssjef på Alta- og Oksoy-klassen.



Vibeke Thuesen
Kapteinløytnant, instruktør
vthuesen@fhs.mil.no

Ansatt (midlertidig) ved øvingskontoret på Navkomp siden august 2017. Funksjon som instruktør i Militær Praktisk Navigasjon (MPN). Uteksaminert ved Sjøkrigsskolen sommeren 2013. Bakgrunn fra KV stab og Fregatt.



Martin Frotvedt
Visekonstabel, driftstekniker simulator
mfrotvedt@fhs.mil.no

Utdannet til Dataelektroniker ved SKSK/NAVCOMP etter 18 måneder som vernepliktig lærling og bestått fagprøve. Martin har utmerket seg i jobben som simulatortekniker og fikk i januar 2017 engasjement for 6 måneder på simulatorkontoret. Siden da har han vært midlertidig tilsatt.

DEL 1

Ledelse og læring

Når ulykker blir underholdning

Tore Relling ¹
Odd Sveinung Hareide ²

Sammenheng

Når det skjer en storulykke våkner et voldsomt informasjonsbehov i befolkningen som media jager etter å dekke. Ofte omtales ulykkene som uforståelige, skremmende og sjokkerende, og etter kun kort tid presenteres en rekke overfladiske og forenklete forklaringer til ulykken. En slik dekning av ulykker viser et behov for en bevisstgjøring om hvordan vi omtaler og diskuterer ulykker. Gjennom tiår med gode ulykkesgranskninger hvor en avdekker komplekse årsaksforhold, har en klart å forbedre sikkerheten i samfunnet vårt. En utvikling mot et stadig større sensasjonsjag og jakt på sydebukker er en trussel mot vårt høye sikkerhetsnivå, og det er derfor på tide å appellere til en interesse for økt forståelse rundt hvorfor ulykker skjer og hvordan en lærer av ulykker.

¹ PhD kandidat NTNU

² Fagleder elektronisk navigasjon, Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter

Store ulykker fenger interessen hos svært mange, og det er en naturlig reaksjon å forsøke å forstå hva som har skjedd når noe har gått galt. Denne nysgjerrigheten er også nødvendig for å stadig søke forbedringer og for å lære etter en ulykke. Likevel kan det virke som at deknningen i perioden etter ulykker i stadig større grad ønsker å ikke bare beskrive hva som har skjedd, men også *hvorfor* ulykken skjedde.



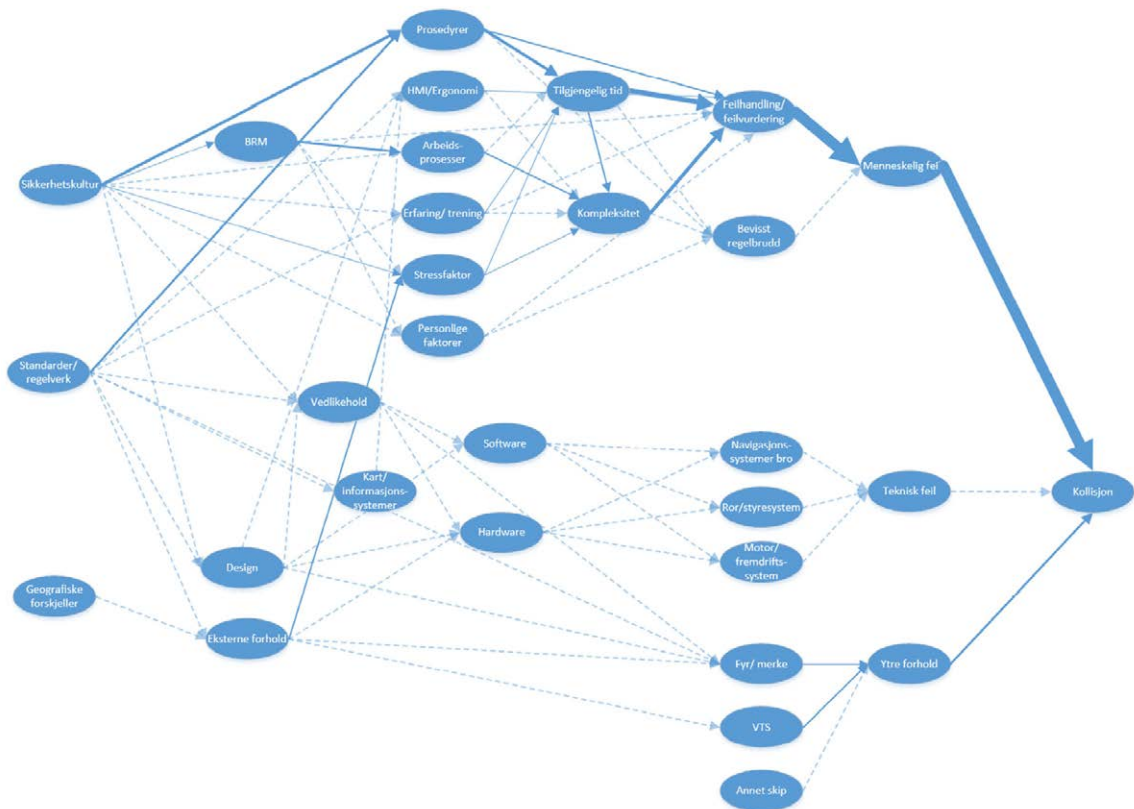
Figur 1: Interessen og debatten rundt storulykker er stor. Arkivfoto: Erlend Aas/Scanpix

Ingen ulykke er lik den forrige, men vi vet likevel noe om hva som ofte er tilstede når en storulykke inntreffer. For det første er en menneskelig feilhandling ofte en del av en ulykke, og for det andre vet vi at det totale årsaksbildet er sammensatt og komplekst. Vi vet altså at mennesker gjør feil, vi gjør det av og til bevisst når vi tar en snarvei i stedet for å følge en plan. Vi kan gjøre feil dersom kulturen bidrar til å bryte regler for å oppnå et annet mål, gjerne på grunn av krav om å løse et oppdrag raskt og effektivt. Andre ganger gjør vi feil fordi vi ikke har tilstrekkelig opplæring eller erfaring, at stressnivået blir for høyt eller at vi rett og slett er slitne og har en dårlig dag. I tillegg kan vi gjøre feil når utstyret rundt oss ikke er brukervennlig, eller situasjonen vi står i er krevende og andre ikke gjør som vi trodde de skulle. Dette er noen av en rekke faktorer som er med på å kunne påvirke våre beslutninger. Som regel går det bra, men av og til slår flere av disse faktorene til på en gang og en ulykke skjer.

En rekke storulykker på 80-tallet, som blant annet atomulykken i Tsjernobyl, flyulykken i Dryden og kantringen med fergen «Herald of Free Enterprise», gjorde at en satte fokus på å forstå *hvorfor* mennesker gjør feil. Alle de nevnte ulykkene kunne vært forklart med menneskelig feilhandling alene. I stedet ble det satt fokus på organisatoriske svakheter og hvordan disse svakheterne førte til menneskelige feilhandlinger. Det er dette fokuset som har gitt en drastisk økning i sikkerhetsnivået.



Figur 2: Er vi kun på jakt etter det enkle svaret: Menneskelig feil?



Figur 3: Årsakssammenhenger ulykkesgranskning. Kilde: Sjøsikkerhetsanalysen 2014

At media er tilstede raskt etter ulykker og dekker hendelsen bredt er både forståelig og forventet. Det er et ønske om å stadig få mer dramatiske og direkte sendte bilder fra et ulykkessted. Det må en kanskje også akseptere. Det som er problematisk, er tendensen til at sensasjonsjaget beveger seg inn i forklaringen om *hvorfor* en ulykke har skjedd, og at denne dekningen fører til en farlig utvikling hvor det kan virke som at vi har glemt kritisk tenkning. Det en ser i dagene etter en ulykke er at hypoteser om årsaker blir lansert, og at media bruker såkalte «eksperter» som bidrar til å holde spekulasjoner og overfladiske vurderinger i live. Svært få av slike «eksperter» viser en forståelse av at årsakssammenhenger er komplekse og sammensatt. Som regel er faktorene som blir diskutert fornuftige nok, men sjelden er alle faktorer forsøkt forklart i en større sammenheng. Interessen for å vente på et komplett årsaksbilde er fraværende og enten mangler en eksperter med slik kompetanse, eller så får de ikke taletid.

Media selv har naturlig nok et ansvar for å fremstille riktig informasjon, men i sin iver etter å lansere nyheter først og størst gjengis ulike kilder ukritisk, og noen ganger viser det seg i ettertid å være direkte feil. En ser at mer seriøse medieaktører som NRK, som en kan forvente ikke har samme press på å levere sensasjonsnyheter

og klikk-overskrifter, er like ivrige som andre medier etter å være først ute med å mene noe om den store sannheten rundt ulykken. Det kan være et signal om at det er noe annet enn selve storulykken som er uforståelig, skremmende og sjokkerende, nemlig hvilken retning vi er i ferd med å ta når vi snakker om en ulykke.



Figur 4: Tidlig går media ut med svaret på storulykker. Skjermdump fra vg.no

Vi ser altså tendensen til en mediedekning som er ren underholdning, hvor det virker som det ultimate målet er å finne en synde bukk så fort som mulig. En dekning hvor det er viktigere å skape sensasjoner enn å finne den hele sannheten. Men skjønner vi hvor farlig dette er? Skjønner vi at konsekvensen av en slik holdning er at vi i fremtiden heller vil dekke over feil enn å dele erfaringer, slik at andre unngår å gjøre det samme? Er vi blitt så tørste på de saftige overskriftene at vi er i ferd med å miste evnen til å tenke at årsaken til en ulykke er mer kompleks enn de umiddelbare inntrykkene? Vil storulykker kun fenge oss så lenge vi kan lytte til lekkede lydlogger som viser bruddstykker av det som ligger bak en ulykke? Vil noen av oss interessere oss for de funnene som Statens Havarikommisjon for Transport kommer med etter en fullstendig granskning, når de peker på organisatoriske forhold, eller er det kjedelig og passer ikke inn i vårt jag etter «sensasjonelle nyheter»? Vil vi tilbake til det som preget ulykkesgranskninger på 1970-tallet, nemlig at vi slo oss til ro med å forklare ulykker med at mennesker gjør feil, og løser de med å straffe eller fjerne mennesker som gjør feil? Det kan virke som om vi er på vei i feil retning. Diskusjonen rundt lunsjbordene dreier seg oftere og oftere om enkeltforhold og menneskelige feilhandlinger, hvor det bombastisk blir konkludert hva som er gjort feil, og implisitt gjort opp regnskapet slik at brobesetning, loser eller sjøtrafikkledere havner som skyldnere. Ganske nøyaktig slik en forklarte ulykker for femti år siden.

Så hva kan vi gjøre for å snu denne trenden? Kanskje det viktigste i dette arbeidet er vår forståelse av menneskelige faktorer. Vi er beslutningstagere som gjør avveininger og balanserer en rekke skiftende, og noen ganger konflikterende mål. Vi vet likevel at mennesker, selv om de er dyktige fagfolk, vil havne i situasjoner hvor de gjør feil. De fleste ganger går det bra fordi tilfeldighetene gjør at konsekvensene av feilhandlingene ikke blir alvorlige. Andre ganger blir konsekvensene alvorlige, og noen ganger dessverre fatale. Dette vet vi, og det har vi visst i mange år. Videre må vi skape en forståelse for at det å forklare ulykker tar tid. Det tar tid å forklare situasjonen som de involverte har måttet forholde seg til, men resultatet er at en kan forstå og lære av hendelsen, og for hver gang vi gjør det så øker sikkerheten.

Underholdningsfokuset etter ulykker truer sikkerhetsnivået vårt. Dersom vi lar være å bygge videre på kunnskapen vi har om ulykker og heller velge de enkle og overfladiske svarene er vi på feil vei. Fortsetter vi med å la oss for dumme ved å klikke på nyheter som kommer først med de største krigstyper med fokus på feilhandlinger så blir vi et farligere samfunn.

Kunnskapen om komplekse årsaksforhold har vært der i mer enn 30 år, og har gjort samfunnet vårt til et sikrere sted. Vil du bidra til at det fortsetter i riktig retning, kan du neste gang vi opplever en storulykke, tenke at det ligger mer bak de umiddelbare inntrykkene som en ulykke gir. Du kan akseptere at det tar tid å skjønne kompleksiteten i årsaksbildet, og du kan være den som minner dine venner og kolleger om nettopp det når diskusjonen starter i lunsjen, i stedet for å være med på å jakte på syndebukker. Det skylder vi de dyktige fagfolkene som daglig tar en risiko med å være beslutningstagere i samfunnet vårt, for i likhet med deg gjør de også feil.

Anvendelse av HFACS som undersøkelsesmetode ved ulykker og uønskete hendelser

Frode Voll Mjelde ¹
Marianne Fjeldstad ²
Sondre Apalvik Gombos ³

Sammendrag

I en ideell verden ville det eksistert helt vanntette barrierer som hadde hindret både ulykker og uønskete hendelser fra å oppstå. I virkeligheten forløper det seg sjelden slik, og fra tid til annen oppstår ulykker. Når en ulykke likevel inntreffer, uavhengig av den direkte eller utløsende årsak, kan den ofte betraktes den som et symptom for å finne ett eller flere bakenforliggende forhold som påvirket de utløsende handlingene. Anvendelse av et fast verktøy for kartlegging av faktorer som påvirker mennesker i ulykker og uønskete hendelser kan i så måte bidra til å belyse sammenhenger over tid, og å danne grunnlag for læring og endring av adferd i organisasjonen.

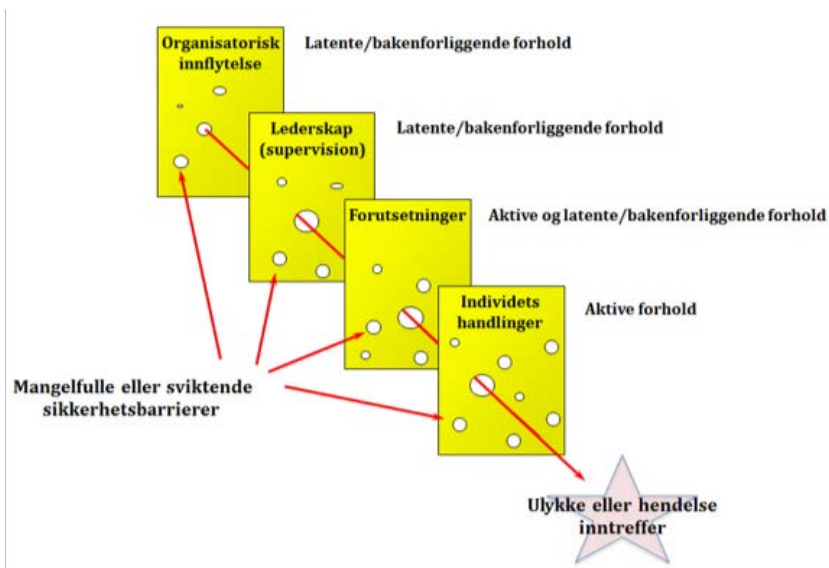
¹ Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter

² KNM Skjold

³ KNM Fridtjof Nansen

En ulykke kan ha både enkle og komplekse årsakssammenhenger, med få eller mange barrierebrudd. Barrierene som skulle hindret ulykken i å oppstå består av både menneskelige, teknologiske og organisatoriske (MTO) elementer og prosesser. Svakheter i barrierene utgjør dermed risikofaktorer som må håndteres for å unngå uønskede hendelser og ulykker.

Det kan finnes latente risikofaktorer på ulike nivåer i organisasjonen som, gitt de rette sammentreff i tid og rom, i sum vil kunne utvikle seg til uønskede hendelser og ulykker. Tiltak som reduserer latente sikkerhetsrisikoer kan øke organisasjonens robusthet for å unngå liknende hendelser i fremtiden. James Reason beskriver med sin *Swiss Cheese Model* (Figur 1) hvordan sikkerhetstiltak ikke er ugjennomtrengelige, men har flere hull (Reason, 1997). Hullene er symbol på svekkelser i hvert lag, som enten er latente risikoer i organisasjonen eller som oppstår grunnet lokale feilhandlinger. Når hullene overlapper hverandre illustrerer det den totale årsakssammenhengen mellom direkte og bakenforliggende forhold som fører til at farlige situasjoner oppstår (Reason, 1997, s9). Swiss cheese modellen er en metafor for å visualisere hvordan mange hull i ulike sikkerhetslagene blir en fare dersom det ikke proaktivt håndteres av organisasjonen.



Figur 1: "Swiss cheese model" (US Air Force, 2019; Reason, 1997).

Kulturen i en organisasjon er et sammensatt system. Innenfor sikkerhetskultur kan organisasjonen deles inn i rettferdig, rapporterende, fleksible, lærende og informert kultur (Denk & Løberg, 2015). Den lærende kulturen betegnes av vilje og kompetanse til å slutte de riktige konklusjonene fra sikkerhetsinformasjonssystemer, samt viljen til å iverksette store endringer når det behøves (Reason 1997, s196). En lærende kultur må observere, reflektere, skape og utøve. Det er den siste

delen, selve utøvelsen som det aller vanskeligste. Det er lettere å danne et bilde av hva som behøver varig endring, enn å faktisk beslutte og implementere de nødvendige tiltakene (Reason 1997, s218). Verktøy som bidrar til å konkretisere (informere) nødvendige tiltak øker dermed potensialet for å skape en lærende organisasjon (Fjeldstad & Gombos, 2018).

Et stadig viktigere punkt i Forsvarets sikkerhetsfilosofi er hvordan menneskelige faktorer påvirker organisasjonen (Sjef Forsvarsstaben, 2018). Menneskelige feilhandlinger er en sterkt medvirkende faktor i alle hendelser og ulykker innen operativ virksomhet, et tema det jevnlig fokuseres på med økende innarbeidelse av Crew Resource Management (CRM) i forsvarets trening og øving. Fokuset på menneskelige faktorer har blitt gjeldende etter granskning av internasjonale ulykker disse har vist seg som avgjørende årsak til hendelser (Shappell & Wiegmann, 2001). Modellen *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) ble i så måte utviklet for å kunne analysere menneskelige faktorer ved ulykker etter en bestemt mal.

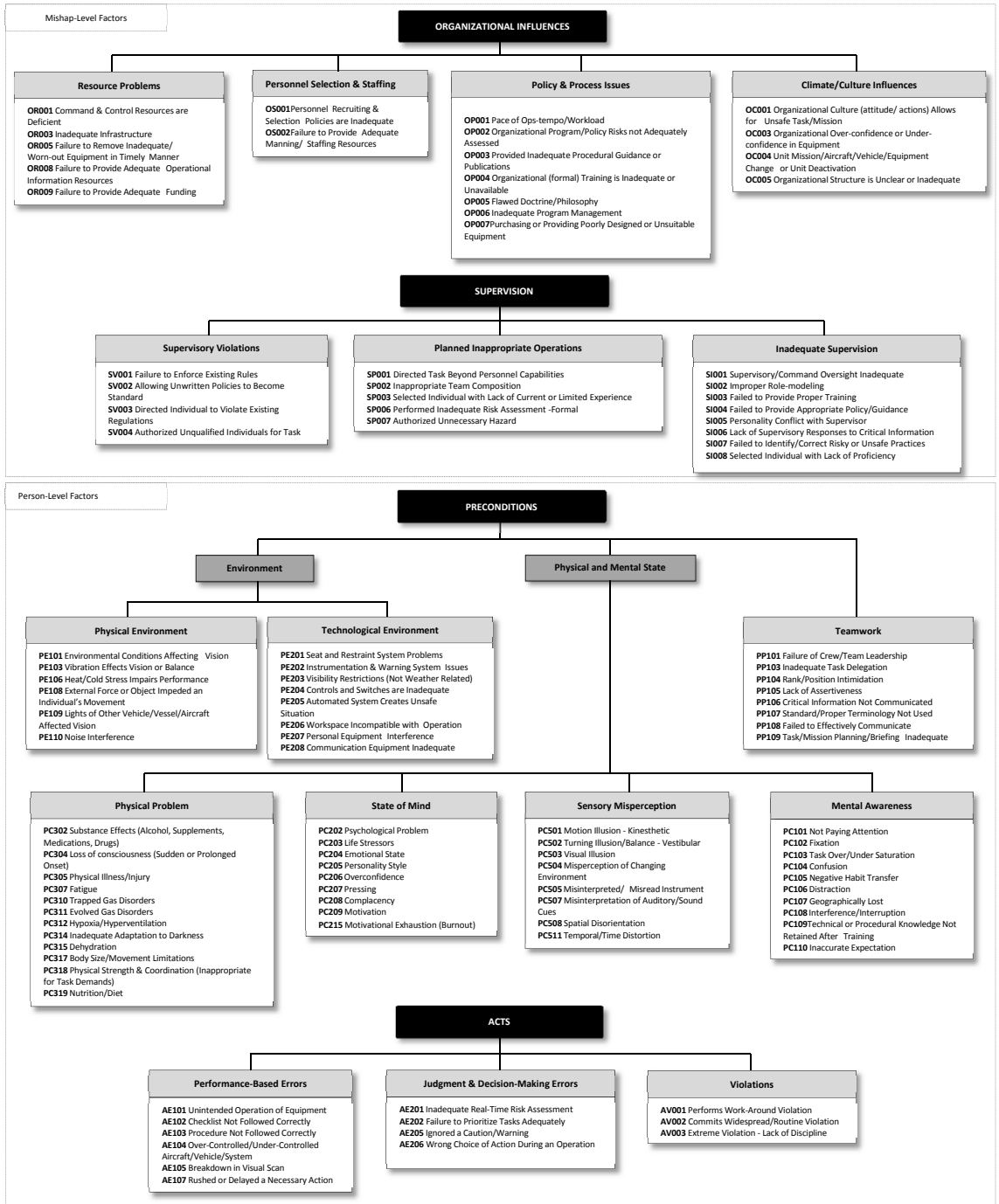
Human Factors Analysis and Classification System

Det er godt dokumentert at hendelser og ulykker sjeldent kan attribueres til én enkel faktor eller til ett enkeltstående individ (US Department of Defense, 2018). I de fleste tilfeller har en rekke forskjellige faktorer og forhold bidratt til, eller lagt til rette for, at hendelse eller ulykke oppstår (Kystverket, 2015). For å forstå hvorfor en hendelse eller ulykke oppstår må man derfor se forbi den utløsende handlingen eller faktoren. Det er først når årsaksforholdene rundt en hendelse eller ulykke er avklart, at man vil kunne opparbeide seg et godt nok grunnlag for å utvikle gode sikkerhetstilrådingene i den hensikt å forhindre fremtidige hendelser og ulykker.

Det amerikanske forsvaret har på bakgrunn av dette bestemt at HFACS skal anvendes i alle sine forsvarsgrener etter samme mal. Det totale omfanget av HFACS modellen tilpasset det amerikanske forsvaret er illustrert i figur 2. Modellen viser samtlige nivåer som analyseres i en HFACS analyse, med både overordnede og detaljerte (nanokoder) nivåer og faktorer.

Ved å arbeide seg bakover fra hendelsesøyeblikket, beskriver nivå 1 (Acts) de handlinger som først og fremst utløste hendelsen. HFACS-modellen leder deretter undersøkelsesoffiseren videre til å adressere de bakenforliggende, latente feilene, eller 'hullene' i årsakskjeden, som lett kan overses dersom fokuset blir begrenset til å vurdere individenes handling og/eller atferd. Innen hvert nivå lister HFACS-modellen opp en rekke faktorer (nanokoder) som kan ha medvirket til at hendelsen eller ulykken oppstod (US Air Force, 2019).

På tilsvarende vis fokuserer nå det norske forsvarets sikkerhetsfilosofi på hvordan menneskelige faktorer påvirker hvordan uønskete hendelser og ulykker oppstår i organisasjonen (Sjef Forsvarsstaben, 2018). En begrenset studie av tidligere undersøkelsesrapporter etter ulykker i Sjøforsvaret tok derfor sikte på å vurdere om våre egne rapporter ga nok informasjon og drøfting til menneskelig faktor som årsak for å legge til rette for å være en lærende organisasjon.



Figur 2: DoD HFACS 7.0 (US Department of Defense, 2018).

Begrenset studie for anvendelse av HFACS i Sjøforsvaret

En studie av et utvalg tidligere kommisjonsrapporter i Sjøforsvaret viste at de var utarbeidet med ulikt fokus på evalueringen av menneskelige faktorer som årsakssammenheng (Fjeldstad & Gombos, 2018). Kommisjonsrapportene fra KV Andenes (FOH, 2013), SHV Hvasser (FOH, 2016) og KNM Otra (FOH, 2017) fremstod med tydelige forskjeller i oppbygning og innhold, og HFACS var ikke benyttet metodisk. I rapporten etter KV Andenes var det viet tre fulle sider til beskrivelse av menneskelige faktorer som direkte eller medvirkende årsak til hendelsen. Tilsvarende faktorer i rapporten etter KNM Otra var kun nevnt med en kvart side under punktet arbeidsmessige faktorer.

Den tidligere *bestemmelse for undersøkelse etter ulykke i Forsvaret* som var gjeldende for disse tre ulykkene (Forsvaret, 2013) inneholdt en rekke forslag og henvisninger til verktøy og fokusområder for undersøkelse av menneskelig faktor i analysen. Bestemmelsen hadde derimot ingen beskrivelse eller mal for hvordan en undersøkelsesgruppe skulle anvende disse verktøyene, den versjonen kom først i 2018.

De tre nevnte rapportene fremstod dermed med ulik anvendelse av metodisk verktøy for analyse av menneskelige faktorer. De hadde forskjellig grad av fokus på menneskelige faktorer og det ble brukt ulikt språk for å beskrive disse. Dette kan ha gjort det vanskelig for organisasjonen å bli oppmerksom på trender ved enkeltfaktorer over tid.

Studien sammenlignet rapportene for å vurdere om identifisering og beskrivelse av menneskelige feilhandlinger kunne ha fremkommet annerledes dersom man hadde benyttet HFACS som standardisert metode i undersøkelsene. Det er viktig å merke seg at tidsbegrensninger for studien førte til at den måtte avgrenses til å kun sammenligne hendelsesforløpene innen HFACS nivå 1 (acts) og HFACS nivå 2 (preconditions). Forhold på nivå 3 (supervision) og nivå 4 (organizational) ble derfor ikke vurdert i studien. Tabell 1 illustrerer seks HFACS nanokoder for menneskelige faktorer på nivå 1 og 2 som studien fant å være tilstede ved alle ulykkene.

Formålet med å belyse disse funnene er å illustrere hvordan en fast metode, i dette tilfellet DoD HFACS 7.0, kunne økt objektiviteten i registreringen av menneskelige faktorer dersom analysene av alle tre hendelsene hadde benyttet den samme metoden. Anvendelse av en felles mal for å identifisere og konkretisere hvilke menneskelige faktorer som skapte hull i sikkerhetsbarrierene ombord kunne med andre ord gitt organisasjonen nyttig informasjon for å oppdage organisatoriske trender over tid.

HFACS Nanokode	Beskrivelse av nanokode
AE 103	Prosedyre ikke fulgt korrekt
AE 201	Utilstrekkelig løpende risikovurdering
PP 101	Svikt i ledelse av crew/team/gruppe
PP 103	Utilstrekkelig delegering av oppgaver
PP 108	Mangel på effektiv kommunikasjon
PC 103	Overveldet av oppgaver (overstimulert)

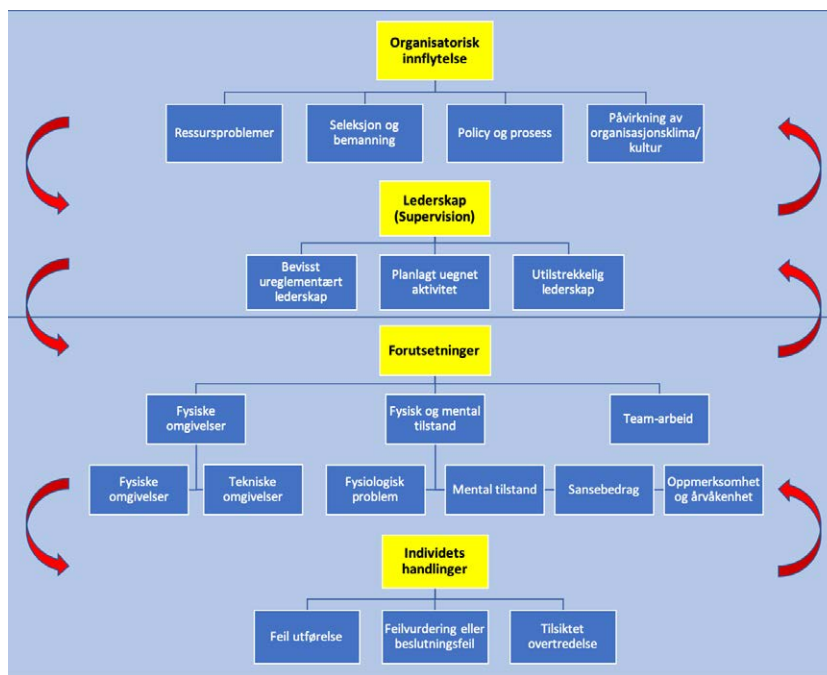
Tabell 1: HFACS faktorer på nivå 1 og 2 som var tilstede ved alle tre ulykkene.

Til tross for at noen nanokoder fremstår som gjengangere i studien (tabell 1), betyr det ikke at alle var like utslagsgivende i hver enkelt hendelse. HFACS ble benyttet til å identifisere hvorvidt en faktor var tilstede eller ikke. En ulykkesgranskning krever deretter grundig etterarbeid og analyse for å avgjøre hvilken betydning faktoren hadde for utfallet. Effektiv bruk av HFACS som verktøy krever i tillegg opplæring for å forminske grad av subjektivitet ved valg av nanokoder (O'Connor, 2008). Samtidig fordrer etterarbeid og analyse tilstrekkelig kunnskap innen fagfeltet human factors for å kunne gi mening til resultatene og å anbefale tiltak i organisasjonen som danner grunnlag for læring og endring.

Nyere anvendelse av HFACS i Forsvaret

HFACS-modellen er i nyere bestemmelse beskrevet som Forsvarets valgte modell for analyse og klassifisering av menneskelige faktorer i hendelser og ulykker (Sjef Forsvarsstaben, 2018). Modellen skal komme til anvendelse ved undersøkelse av alle hendelser og ulykker i Forsvaret, uavhengig av hendelsens alvorlighetsgrad. Forsvarets HFACS-modell er basert på US Department of Defense sin versjon av *Human Factors Analysis and Classification System* (DoD HFACS) versjon 7.0 og er oversatt til norsk (Figur 2).

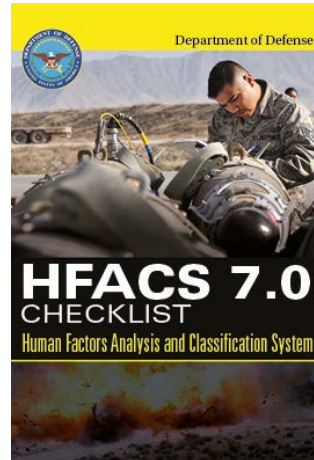
Nivå 1 beskriver i likhet med den amerikanske modellen *de aktive handlingene* som ble utført av personellet som var direkte involvert, og som representerte den utløsende årsaken til hendelsen eller ulykken. Nivå 2 beskriver *aktive og latente*



Figur 3 HFACS Norsk versjon (Flytrygginginspektoratet, 2018)

forhold ved forutsetninger som kan forklare bakgrunnen for personellet's handlinger. Nivå 3 beskriver *aktive og latente forhold ved lederskap* som har hatt betydning for hendelsen, og nivå 4 beskriver *organisatoriske forhold eller innflytelse* som indirekte kan ha bidratt til, eller påvirket, forløpet til hendelsen eller ulykken. Latente forhold kan ha ligget uoppdaget i virksomheten i lengre tid før de til slutt manifesterer seg og bidrar til å påvirke en persons eller besetnings handling eller atferd ved en ulykke eller hendelse.

US DoD har også utarbeidet en guide til bruk av HFACS (Figur 4). Den er foreløpig kun tilgjengelig på engelsk, men det jobbes med å lage en tilsvarende versjon på norsk. Eksemplarer av den engelske versjonen er tilgjengelig på MAR/KNMT/NAVCOMP.



Figur 4 HFACS 7.0 Checklist

Konklusjon

Analyse av hendelser med og uten HFACS indikerer at en fast modell kan gi et grundigere og mer helhetlig grunnlag for undersøkelsesrapportens analyse. Ved å konkretisere problemområder innenfor menneskelige faktorer kan HFACS identifisere hull i sikkerhetsbarrierer samtidig som det bidrar til et felles språk på tvers av organisasjonen. Forsvaret har vurdert det dithen i ny utgivelse av bestemmelser for undersøkelser at anvendelse av et fast verktøy for kartlegging av menneskelige faktorer ved ulykke gir organisasjonen bedre forutsetninger for å belyse sammenhenger ved hendelser over tid på en standardisert og forståelig måte. På den måten søker Forsvaret å anvende HFACS som ett av sine analytiske grunnlag for å styrke læring og utøvelse i organisasjonen.

Referanser

- Denk, A., & Løberg, J. (2015). *Rapporteringskultur i Sjøforsvaret*. Stavanger: Universitetet i Stavanger.
- Fjeldstad, M., & Gombos, S. A. (2018). *Undersøkelsesrapporter etter ulykke i Sjøforsvaret*. Bergen: Sjøkrigsskolen.
- FOH. (2013). *Rapport om alvorlig hendelse: Grunnstøting ved Rødbergodden 03. Desember 2013 med KV Andenes operert av Kystvakten*. Reitan: FOH.
- FOH. (2016). *Rapport etter grunnstøting. Lyngholmfjorden (Namsos) 1. mars 2016 med SHV Hvasser, Gyda-klasse flerbruksfartøy operert av Sjøheimevernet*. Reitan: FOH.
- FOH. (2017). *Grunnstøting med KNM Otrå M351 31 januar 2017 – Saltskor lkt*. Reitan: FOH.
- Kystverket. (2015). *Sjøsikkerhetsanalysen 2014*. Ålesund: Kystverket.
- O'Connor, P. (2008, June). HFACS with an Additional Layer of Granularity: Validity and Utility in Accident Analysis. *Aviation, Space, and Environmental*

- Medicine*, 79(6), ss. 599-606.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Surrey, England: Ashgate Publishing Limited.
 - Rochlin, G. I. (1987). The Self-Designing High Reliability Organization: Aircraft Carrier Flight Operations at Sea. *Naval War College Review*, ss. 40(4), 76-92.
 - Shappell, S. A., & Wiegmann, D. A. (2001). *Applying Reason: The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*. Human Factors and Aerospace Safety.
 - Sjef Forsvarsstaben. (2018). *Bestemmelse om undersøkelser av ulykker og hendelser (undersøkelsesbestemmelsen)*. FOBID.
 - US Air Force. (2019, November 16). HFACS. Hentet fra Air Force Safety Center: <https://www.safety.af.mil/Divisions/Human-Factors-Division/HFACS/>
 - US Department of Defense. (2018). *Human Factors Analysis and Classification System. A mishap investigation and data analysis tool*. US DoD.

Virker Crew Resource Management trening?

En studie av Sjøforsvarets CRM kurs' effekt på elever ved skolen

Magne Bolstad

Artikkelen gir en kort innføring i masteroppgaven til Magne Bolstad, levert ved NTNU Ålesund i 2018. Masteroppgaven har undersøkt om Sjøforsvarets CRM kurs førte til ønsket bruk av CRM-adferd og ferdigheter hos elever ved Sjøkrigsskolen når de utførte navigasjon i praksis om bord på skolens fartøy. Resultatene indikerte at CRM kurs ga økt CRM adferd ombord. Oppgaven er tilgjengelig i sin helhet på FHS Brage¹.

¹ <http://hdl.handle.net/11250/2627184>

Denne studien ønsker å se nærmere på effekten av CRM-trening på elever ved Sjøkrigsskolen. Målsetningen har vært å undersøke om Sjøforsvarets CRM kurs fører til ønsket bruk av CRM-adferd og ferdigheter hos elever ved Sjøkrigsskolen når de utfører navigasjon i praksis om bord på skolens fartøy. Studien spør om Sjøforsvarets CRM kurs har positiv effekt på kunnskaper, ferdigheter og adferd i trening av Sjøkrigsskolens elever ved Operativ Marinelinje?

Bakgrunnen for valg av tema er at CRM-trening har blitt mer og mer utbredt i mange forskjellige domener siden sitt utspring fra luftfarten på 1970-tallet. Det er gjort flere studier på effekten av denne treningen, men få i det maritime domenet. Studiene som er gjort finner forskjellige resultater på effekten av denne treningen, spesielt effekten på adferd. Ettersom Sjøkrigsskolen i over 20 år har gjennomført CRM kurs for elever ved skolen ble det funnet interessant å se nærmere på effekten av dette CRM kurset.

Metoden som er brukt er quasi-eksperimentell. Den er gjennomført i to omganger over to år på 44 elever ved Sjøkrigsskolen, der 14 elever fikk CRM kurs før praktisk seilas og 30 elever fikk CRM kurs etter seilas. Ved evaluering av treningen er det benyttet Kirkpatrick's modell og evaluert på nivå én til tre. For evaluering av nivå én og to er det tatt utgangspunkt i elevenes tilbakemelding til CRM kurset. På nivå tre er det benyttet observasjoner av elevene under praktisk seilas om bord på skolefartøy i to forskjellige perioder. Studien har stilt seks forskningsspørsmål (forkortet versjon i sammendraget):

1. Liker elevene CRM kurset?
2. Lærer elevene kunnskaper og ferdigheter på CRM kurset?
3. Er det forskjell i observert CRM-adferd?
4. Er det noen forskjell i observert hovedinntrykk?
5. Er det noen forskjell i observert teknisk utførelse av navigasjonen?
6. Er det forskjell i observert adferd på lengre sikt (seilas del 1 og seilas del 2)?

Resultatene peker i retning av at elevene liker Sjøforsvarets CRM kurs og at kurset fører til økte kunnskaper om CRM og CRM-ferdigheter. Videre indikeres det at elever som har CRM kurs viser en økt CRM-adferd, men at effekten kanskje ikke er så stor som ønsket. Effekten av kurset ser også ut til å vare på noe lengre sikt.

Situation Awareness for the Maritime Navigator

Extract from chapter 2.4 in PhD thesis “The Use of Eye Tracking Technology in Maritime High-Speed Craft Navigation”.

Odd Sveinung Hareide

Situation awareness (SA) has become a widely used construct, especially within the human factors community, over the past 30 years. One of the major contributions is Endsley's development of the 1995 SA model. The research has been used to drive the development within information displays, automated systems and new training approaches for both individuals and teams (1). Endsley's 1995 SA Model has been criticised for being linear, not dynamic, without context and being a data-driven information-processing model. Terms such as sensemaking, Distributed Situation Awareness (DSA) and situated SA have been presented to provide a better understanding of the SA construct (2-4). Endsley argues that misconceptions and misunderstanding are related to the critics of the 1995 SA Model, and a large group of researcher still utilizes and appreciates the 1995 Model of SA in dynamic decision making (1, 5, 6). This article provides an insight into the construct of SA for the maritime navigator, based on Endsley's model and inspired by research within aviation by Wickens (7).

SA is basically to be aware of what is happening around you and understand what that information means to you now and in the future (8). Endsley's definition of SA is "the perception of elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future" (9, p. 97). According to Endsley's definition, SA consists of three levels (10, p. 36):

Level 1: Perception. The first step in achieving SA is to perceive the status, attributes, and dynamics of relevant elements in the environment. Level 1 is the most basic level of SA, and involves the processes of monitoring, cue detection, and simple recognition, which lead to an awareness of multiple situational elements and their current states.

Level 2: Comprehension. The second step in SA involves a synthesis of disjointed Level 1 SA elements through the processes of pattern recognition, interpretation, and evaluation. Level 2 requires integrating this information to better understand how it will impact upon the individual's goals and objectives. This includes developing a comprehensive picture of the world, or of that portion of the world which concerns the individual.

Level 3: Projection. The third and highest level of SA involves the ability to project the future actions of the elements in the environment. Level 3 is achieved through knowledge of the status and dynamics of the elements and comprehension of the situation (Levels 1 and 2 SA), and then extrapolating this information forward in time to determine how it will affect future states of the operational environment.

Endsley (8) argues that SA is the engine that drives the train for decision-making and performance in a complex dynamic system, similar to a navigation system that is highly integrated.

Wickens argues that Endsley's SA construct is one of the most important contributions in engineering/applied psychology to emerge since World War 2 (5), but also underlines the fuzzy dichotomies with the construct. He further argues that the construct of SA is applicable for real-world problems, having to be understood in a context. "Allowing a certain fuzziness enables concentration to be redirected away from proving right or wrong, toward the utility of the concept in applications" (5, p. 90). Wickens (7) argues that SA consist of three components; spatial awareness, system awareness and task awareness. These components have impact on the real world, dependent on the domain. Spatial awareness concerning the environmental factors such as weather, system awareness for keeping the operator (the maritime navigator) informed about status (modes – mode awareness) and actions that have been carried out by automated systems, and task awareness for mission assurance, attention and task management. For the maritime navigator system awareness is imperative for knowing what state the navigation system and all sub-components are in.

In accordance with the revised performance standards for INS, one of the purposes of the INS is to support situational awareness (11), and the IMO further defines situation awareness as "the mariner's perception of the navigational and technical information provided, the comprehension of their meaning and the

projection of their status in the near future, as required for timely reaction to the situation. Situation awareness includes mode awareness” (11, p. 38). This definition is closely related to Endsley’s (9) definition. The term situation awareness comes from military aviation, where a high level of SA was found (and still is) critical in winning battles (8). This implies to most other domains, also for the maritime. Sarter and Woods’ (12, p. 12) argues that “the term situation awareness should be viewed as just a label for a variety of cognitive processing activities that are critical to dynamic, event-driven, and multi task fields of practice.” Sarter and Woods (12) study within aviation underlines the role of the human (pilot) in supervisory control of a system, and the importance of mode (system) awareness in human-automation interaction. They argue that the human (supervisor) must know more about the systems in use in order to choose the correct settings (modes) for the system. The loss of mode awareness resulted in several incidents and accidents within aviation, such as the Bangalore accident, where the crew failed to acknowledge that the system had changed modes. Sarter and Woods also argue that SA is a panoply of the cognitive processes (12, p. 11), and that defining SA is not constructive and one should rather define it in the context in which it appears.

Dependent on the context, the complexity in maritime operations are high. Maritime Situational Awareness (MSA) is a construct that has been widely discussed in the maritime surveillance field. Van den Broek et al. (13) introduce and describe a MSA support system, which is focused on maritime security operations where sensor information is fused with intelligence data. The complexity of this support system is outlined, and they argue that the human operator is important to efficiently arrange and configure the support system. The situation awareness for the maritime navigator is comparable with the elements in the presented context model, where an important aspect is the SA of the human operator (the maritime navigator). The security threat from an adversary in the model by Van den Broek et al. (13), can be compared to the threat from the environment in which the maritime navigator operates. As an example the threat rises when the challenges in the topography increases, together with the environmental conditions such as harsh weather and darkness or restricted visibility, which will challenge the navigator’s SA. The Portuguese Navy (PN) has conducted an analysis of MSA in their Operational Centre, based on the construct of SA. They found that an Information System (IS) to support MSA is a SA IS for the maritime environment (6, p. 12). When analysing different theoretical frameworks for SA, they found Endsley’s approach to SA as the most similar and complementary model to the PN model on MSA construct. It is further argued that it is considered adequate to adopt Endsley’s methodology for requirements definitions, but the construct of SA must be put into the context of the PN requirements for MSA (6).

To better understand SA, researchers have argued that SA cannot easily be defined or discussed in the abstract, devoid of context (5, 14). The task of maritime navigation in a sociotechnical system is complex (15), and there are several factors, such as the mission, environment, speed and technology, which contributes to the complexity. The complexity in the maritime system consist of large amount of variables, and can be seen as an open system, which underlines the importance of the context in the navigator’s SA model (16). With the increase in speed and more use of technology and displays, the importance of a high level of SA for the maritime

navigator has been underlined, and the need for a contextual SA model has arisen. Inspired by the 1995 SA Model (10) and Wickens work within aviation (7), a model of the Navigator's SA has been established (17). The Navigator's SA model consist of spatial-, task- and system awareness, and is presented in Figure 1.

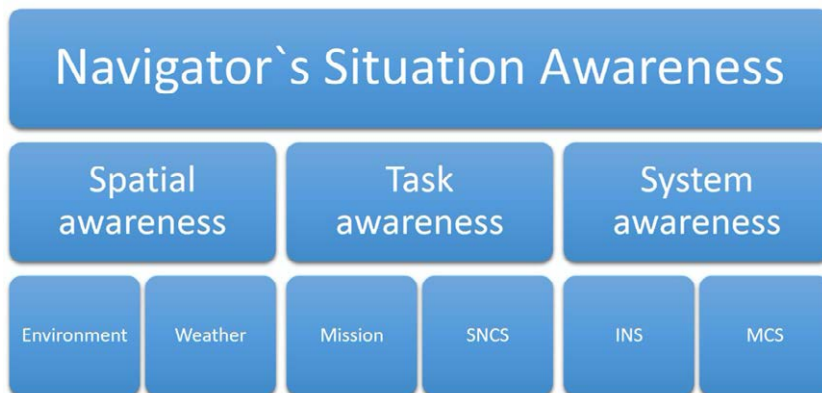


Figure 1: Navigator's Situation Awareness Model

The concept of spatial awareness is inherent in the task of moving a vessel through a space filled with hazards. The environment represents the hazards. In demanding littoral waters, the topography is challenging. This could be represented by underwater rocks, or by headlands or islands hiding other vessels or dangers as the journey progresses. The weather, waves and tides constitutes an alternating challenge, which the navigator has to notice (Level 1), comprehend (Level 2) and project (Level 3) the status of to keep the vessel safe.

In aviation, the pilot has four different generic tasks to perform; Aviating, Navigating, Communication and Systems management (ANCS) (7, p. 131). In the maritime, this would adhere to Seamanship, Navigating, Communication and Systems management (SNCS). Conflicting task requirements, unexpected events and several cognitive tasks challenges the navigator's task awareness.

The modern ship bridge has complex and dynamic systems. One such system of several sub-systems is the navigation system, which is normally integrated and partly automated. Thus, increasing computer power has enabled the navigation system to perform many actions – status monitoring, integrity monitoring, automatic target tracking, and automated track control. In addition, the threat from cyber security in the maritime domain (Maritime Cyber Security – MCS) has arisen with the increased use of computers, and the close coupling between ICT and operations (17, 18). The complexity of a vessels navigation system coupled with poorly designed systems, makes system awareness difficult to maintain (7, 12). The Navigator's SA model is outlined in Figure 1, and is established to form a degree of applicability of SA to the real-world problems faced by a maritime navigator operating in demanding littoral waters (5). Note that the maritime system is an open system, with an uncountable amount of variables (16). The variables mentioned within spatial-, task- and system awareness in the above are some of the variables

the navigator has to notice (Level 1 - perception), comprehend (Level 2) and project the future state of (Level 3) to achieve a high degree of SA. The bottom line in Figure 1 are examples of some of the most important variables the navigator has to appreciate, and could be supplemented depending on the environment, tasks and type of vessel.

The PhD thesis «The Use of Eye Tracking Technology in Maritime High-Speed Craft Navigation» can be found in NTNU Open or FHS Brage.

References

1. Endsley MR. Situation awareness misconceptions and misunderstandings. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):4-32.
2. Pritchett A. Preface to the JCEDM Special Issue on Situation Awareness. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):3-.
3. Endsley MR. Final reflections: Situation awareness models and measures. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):101-11.
4. Klein G. Whose fallacies? *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):55-8.
5. Wickens CD. Situation awareness: Its applications value and its fuzzy dichotomies. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):90-4.
6. Dias FG, Neves JF, Conceição VP, Lobo V. Maritime Situational Awareness, the singular approach of a dual-use Navy. *Scientific Bulletin of Naval Academy*. 2018;XXI:13.
7. Wickens CD. Situation awareness and workload in aviation. *Current directions in psychological science*. 2002;11(4):128-33.
8. Endsley MR. *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*: CRC press; 2016.
9. Endsley MR, editor *Design and evaluation for situation awareness enhancement*. Proceedings of the Human Factors Society annual meeting; 1988: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
10. Endsley MR. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*. 1995;37(1):32-64.
11. IMO. Resolution MSC.252(83): Adoption of the Revised Performance Standard for Integrated Navigation Systems. London. Available: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.252\(83\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.252(83).pdf)2007. p. 49.
12. Sarter NB, Woods DD. How in the world did we ever get into that mode? Mode error and awareness in supervisory control. *Human factors*. 1995;37(1):5-19.
13. Van den Broek A, Neef R, Hanckmann P, van Gosliga SP, Van Halsema D, editors. Improving maritime situational awareness by fusing sensor information and intelligence. *Information Fusion (FUSION)*, 2011 Proceedings of the 14th International Conference on; 2011: IEEE.
14. Flach JM. Situation awareness: context matters! A commentary on Endsley. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2015;9(1):59-72.

15. da Conceição VP, Dahlman J, Navarro A, editors. What is maritime navigation? Unfolding the complexity of a Sociotechnical System. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 2017: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
16. Flach JM. Complexity: learning to muddle through. *Cognition, Technology & Work*. 2012;14(3):187-97.
17. Hareide OS, Jøsok Ø, Lund MS, Ostnes R, Heikala K. Enhancing Navigator Competence by Demonstrating Maritime Cyber Security. *Journal of Navigation*. 2018;71(5).
18. Lund MS, Hareide OS, Jøsok Ø, Skare KE, editors. An attack on an integrated navigation system. *USENIX Security Symposium*, submitted; 2018.

Funksjonsrettet ledelse for operasjonsledere i Politiet

Teambygging og teamfølelse – er det viktig med tanke på prestasjonene i teamet?

Hans-Eirik Thue ¹

Artikkelen tar utgangspunkt i konkrete hendelser ved Vest Politidistrikt. Sammen med beskrivelse av teoretisk bakgrunn for teambygging og etablering av teamfølelse vises det hvordan teori og praksis innen ledelse får positiv innvirkning på oppdragsløsning av tre samtidige hendelser. Avgjørende suksesskriterier synliggjøres ved at operasjonelt og taktisk nivå evner å etablere fokus mot et felles mål.

¹ Politioverbetjent, Vest Politidistrikt. Om forfatteren: Hans-Eirik Thue har nærmere 30 års erfaring fra operativ tjeneste, hvorav 10 av dem som operativ leder i organisasjonen. Han er også ansvarlig for Vest PD sjøtjeneste.

Innledning

Torsdag 07 desember 2017 startet som mange andre morgener, med alarm på telefonen, en dusj og en god frokost. Jeg skulle på formiddagsvakt som operasjonsleder ved operasjonssentralen i Vest politidistrikt. Lite visste jeg hva som ventet meg denne morgenen.

Oppstarten på vekten er at operasjonsleder begynner kl. 0630 og resten av teamet har oppmøte kl. 0645. Avtroppende operasjonsleder hadde meldt at det hadde vært en stille og rolig nattevakt, og det var ingen videre oppfølginger til påtroppende mannskaper. Det hadde vært store nedbørmengder over en lengre periode og mye vind, men ingen større skader å melde om. Jeg var tidlig ute, og klokken 0625 var jeg pålogget datamaskinen. Jeg var klar for å hente meg en kopp med nytraktet kaffe da meldingene kom:

Melding kl. 0624: Det har gått et jordras på Votlo på Osterøy. Melder var ekte-mannen i huset. Han hadde flere barn og sin kone på adressen. Raset hadde gått rett gjennom huset. Han kunne melde at han savnet sin kone. Han var ikke sikker på hvor stort raset kunne være, det var mørkt på utsiden av huset, slik at han ikke kunne danne seg et bilde av situasjonen. Melder var sterkt preget av opplevelsen, men klarte å forholde rolig til å kunne gi en beskrivelse med steds plassering.

Raset hadde gått i et boligområde med flere eneboliger. Høydekoter i kartet tilsa store høydeforskjeller i området. Det var stor sannsynlighet for at raset kunne ha medført betydelige skader, også på flere andre eiendommer i nærheten. Grunnet ekstremt vær i distriktet, mye nedbør og vind, kunne vi ikke utelukke faren for flere ras i området.

Melding kl. 0740: Nytt ras på Osterøy, en personbil har muligens havnet i sjøen.

Melding kl. 0755: Ferge som har kollidert med et annet fartøy utenfor Varaldsøy. Fergen var i rute og hadde flere passasjerer om bord. Fergen tok inn vann, og mannskapet vurderte å kjøre fergen inn på grunt vann for å berge passasjerer og ferge. Skadeomfang på annet fartøy var usikkert.

Jeg begynte ved politiskolen i 1989. Jeg har gjennom årenes løp lært meg at det vi ikke trodde kunne skje, har en merkelig tendens til å kunne oppstå. Men hva var oddsen for at vi skulle kunne få tre slike hendelser med så korte mellomrom?

Forutsetninger for teamledelse

Jeg har stor tro på at teamutvikling og teambygging i forkant setter oss bedre i stand til å håndtere situasjonen når slike tilfeller inntreffer. Jeg har vært veldig bevisst på at det er hele teamet som må kunne levere, og at hele teamet har fokus mot et felles mål. Fordeling av ansvar til delledere og operatører i rommet er avgjørende, slik at jeg som operasjonsleder kan ha en mulighet til å holde oversikten ved større hendelser. Dersom jeg som operasjonsleder hadde involvert meg på detaljnivå denne dagen, ville jeg ikke kunne drevet teamledelse som jeg burde.

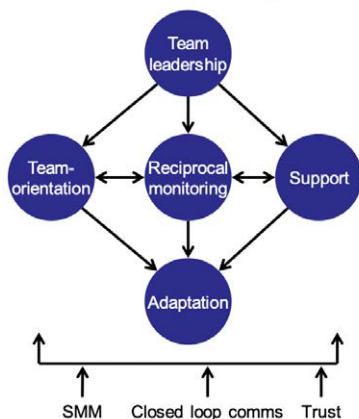
Politiets programmer for videreutdanning innen operasjonsledelse inkluderer innføring i teambygging og styrking av teamfølelse. Jonas Eriksen (Eriksen, 2011) fra Bergen og Rune Villanger fra beredskapstroppen har vært tydelige formidlere innen krise- og beredskapstrening, med fokus på teamledelse, teamfølelse, kommunikasjon, felles mentale modeller (FMM), beslutningstaking, beslutnings-evne, tillit og *The Big five* - felles monitorering og teamutvikling.

Gjensidig tillit og evnen til å stole på hverandre er grunnleggende forutsetninger for vellykket samarbeid. FMM kan hjelpe til å gi hverandre en forståelse for et felles mål. At man jobber sammen som et team og ikke som individualister hver for seg. Det er teamets felles mål som skal være gjeldene og ikke individuelle behov.

God kommunikasjon er viktig for å kunne danne gode relasjoner. Det å være bevisst på hvordan man kommuniserer med andre og hvilke ord og kroppsspråk den enkelte bruker. Ord og kroppsspråk kan være ganske avslørende for hvilken person du er og hvordan andre opplever deg. Under kritiske hendelser eller ved viktige meldinger er det en klar fordel med gjentagende bekreftelse (closed loop communication – CLC) på hva som er sagt og hva som er oppfattet.

Rune Villanger ved beredskapstroppen (BT) var opptatt av å bruke The Big Five – sett opp mot dyrenes verden. De mente dette gjorde det lettere gi ubehagelige tilbakemeldinger og å være ærlig med hverandre. Det ville være med på å bygge tillit internt i teamet og på hele avdelingen.

The Big Five for teamwork



Referanse: Salas, Sims, & Burke, 2005

Kort forklart er *The Big five* i denne konteksten:

- Løven – den som leder, organiserer, legger til rette
- Elefanten – den som støtter og tar vare på flokken
- Leoparden – er meget tilpassingsdyktig i henhold til situasjon og omgivelser, er opptatt av tilgang på mat, og deler gjerne med andre dersom det er god tilgang. Men er opptatt av at egen flokk skal overleve.
- Bøffel – den som jobber i fellesskap for fellesmål. Jobber ikke som individualister
- Nesehorn – monitorering, oppfatter omgivelsene, bevokter territoriet sitt, lever under et tett dekke.

Med bruk av illustrasjoner fra dyreriket mener Rune Villanger at de i stor grad ufarliggjør tilbakemeldinger. Han forklarte dette med et eksempel: «Du må bli litt mindre løve». Med det mener man med rene ord – «Du må bli mindre sjefete». Du kan godt bli «litt mer elefant» – med det menes at vedkommende kan bli mer støttende.

Som operasjonsleder har man ikke anledning til å velge hvem som skal inn på teamet, og man må gjøre det beste ut av de personene vi får inn på teamet, tilpasse roller, ansvarsforhold og myndighet for et fellesskap som jobber i samme retning.

Teamledelse på operasjonssentralen

Kompetansebygging har vært viktig for å gjøre teamets medlemmer trygge i deres rolle som operatører. Nytilsatte får oppfølging med en personlig mentor de første vaktene. Mentor jobber med operatørene til de føler seg trygge nok, og komfortabel med de forventningene en kan stille til hver enkelt. Hele teamet kan derfor utføre de fleste arbeidsoppgaver, med god mestringstro til håndtering av utfordringer. Felles lunsj og samtaler i uformelle settinger har vært benyttet for å bli kjent med teamet utenfor jobbsituasjon. Like viktig som den uformelle samtalen, er det å sanse hva som skjer utenfor teamet, på fritiden eller hjemmebane til den enkelte. Er det noe som kan gi en mindre mental tilstedeværelse, som kan medføre at vedkommende er mindre påskrudd når han/hun inntar rollen som operatør? Mental forberedelse på hva som kan skje er meget viktig for operative mannskaper.

Alle mennesker har behov for å bli sett. Det å få noen rosende ord når noen utfører noe som er bra gir som regel en god følelse. Det vil gjerne gi litt inspirasjon til å gjøre det like bra eller bedre neste gang.

Operasjonssentralen i Vest politidistrikt er til vanlig satt opp med en bemanning på 7 personer. En operasjonsleder (OL), en oppdragsleder (ODL) og 5 operatører. Vi opererer vanligvis med en arbeidskanal og en operatør fast i TG Info. Ved oppdrag som krever flere patruljer opprettes det en egen talegruppe for det oppdraget.

I samråd med min oppdragsleder har vi jobbet bevisst med å plukke ut aktuelle kandidater til å være delledere ved hver enkelt «øy». Dellederne sitter vendt mot ODL og OL. Dette for lettere å kunne få kontakt og kommunisere med hverandre.

ODL og jeg har begge sett et behov for å kunne delegerer oppgaver innad i teamet. Vi trenger flere som kan ta ansvar ved kritiske hendelser, eller ved store arbeidsmengder ved operasjonssentralen. Dellederne og teamet har blitt gjort kjent med hvilke tanker vi har for teamet. Vi har sammen prøvd å få til en felles monitorering på hvorfor dette var viktig. Det å ha et felles mål for leveranse, mot den forventingen politiet selv og samfunnet forøvrig har til hva operasjonssentralen skal levere. Det har vært viktig å peke ut delledere tidlig, før hendelsene inntreffer, slik at de mentalt kan forberede seg på hvilken rolle de skal fylle på operasjonelt nivå.

Operasjonsleder er avhengig av å ha en oppdragsleder som kan yte sitt beste når jeg trenger ham/henne i rollen. Dersom jeg benytter ODL på alle oppdrag, er jeg redd for å brenne ut kruttet for det virkelig gjelder, og i tillegg vil jeg ikke få et selvstendig team. Hvis operatørene til vanlig kun svarer telefonen eller loggfører i PO, uten at de får trening i å sette ressurser på oppdrag, kan jeg da forvente noe annet når jeg virkelig trenger det?

Jeg mener det har avgjørende betydning å ha en tilhørighet på et team og ha god kjennskap til hverandres kvaliteter, gode og dårlige egenskaper, begrensinger og fagkunnskaper. Med en god teamfølelse vil man kunne ha større fokus mot felles mål fremfor individuelle behov. Det å føle en god relasjon og tilhørighet kan gi en lavere terskel for å spørre andre om hjelp og støtte. Det gjør det lettere å gi beskjed dersom man blir tildelt arbeidsoppgaver en ikke føler en behersker. Dette kan være med på å dempe stress, som igjen vil øke kapasiteten til å ha fokus, og ikke minst kunne prioritere de rette arbeidsoppgavene til riktig tid.

Hvordan vi har bygget opp teamene på operasjonssentralen, kan ha vært av avgjørende betydning for hvordan vi taklet presset og arbeidsoppgavene denne formiddagsvakten den 7 desember 2017.



Figur 1: Oppslag på NRK.no 7. desember 2017

Utøvende teamledelse torsdag
7. desember 2017

Meldingsmottaket ved jordraset ble raskt håndtert i sentralen; potensialet i raset, risikovurdering og ressursbehov ble evaluert før oppdraget ble satt. Før vi leste ut meldingen hadde vi gjort en vurdering om at dette var av akutt karakter, og at vi ikke kunne vente til på-troppende mannskaper kom på jobb.

I utlesningen av oppdraget ble det gjort klart at dette var et oppdrag som hastet. Vi spurte ikke etter «Har vi ledige enheter som kan kjøre til...?». Av erfaring vet jeg at etter en lang nattevakt, har de fleste et ønske om komme seg hjem under dynen fortest mulig.

Alle enhetene som ble plukket ut til oppdraget ble nevnt i første utlesning.

«U05, V30, S25, S30 dette er 07» - Alle kvitterte på oppkall

«Dette er 07 – kjør utrykning til Votlo på Osterøy. Vi har mottatt melding om jordras i et byggefelt. Jordraset har gått gjennom melderens enebolig, og han savner en person. Det er foretatt trippel varsling, og vi vil sende på-troppende mannskaper mot stedet når de er klare. Vi sitter fremdeles i meldingsmottak, og vil gi flere opplysninger når vi har det. Oppdraget driftes i TG 2 og i Baps1»

«Alle enheter kvitterer seg inn i TG 2, hvor ytterligere opplysninger vil bli gitt.»

Med den direkte utlesningen «kjør utrykning til» istedet for «kan dere kjøre utrykning til» fikk vi eksplisitt kommunisert at det er ikke et valg den enkelte kan ta om man rykker ut eller ikke. Vi tilkjenner på den måten at vi allerede har gjort en vurdering om at oppdraget ikke kan vente. Vi tilkjenner også at vi allerede

har tenkt på å sende påtroppende for avløsning og overtagelse så snart de er klare. Vi slipper dermed en diskusjon i arbeidskanal eller på telefon om det kan vente til påtroppende er klar. Vi leste ut operasjonssentralens forståelse av situasjonen på stedet. Vi unngikk dermed unødig kommunikasjon og frigjorde kapasitet i den innledende fasen.

Vi leste ut vår situasjonsforståelse og våre vurderinger i Baps. Baps er en felles kommunikasjonskanal for alle nødetater. Denne talegruppen gjør det mulig for alle nødetater å kommunisere sammen. Det kan hjelpe nødetatene til å få samme situasjonsbevissthet og situasjonsforståelse frem mot stedet. Dette er viktig selv om vi skal løse forskjellige arbeidsoppgaver på stedet. Vår intensjon i tråd med føringene i Politiets beredskapssystem (PBS) er å kunne lede og koordinere innsatsen fra operasjonelt og ut til taktisk nivå. Sammen med de andre nødetatene vil vi gjennom en felles situasjonsforståelse kunne redde liv, men også begrense muligheten for at det kan gå flere liv. Den utøvende teamledelsen handlet om å påvirke innsatsvilje mot et fellesmål (ifølge Arnulf, J.K. (2012).

Risikovurderingen utført i operasjonssentralen ble meldt som føringer i Baps - at alle nødetatene skulle stoppe ved et på forhånd definert trygt oppmøtepunkt. Dette for at de ikke skulle kjøre rett inn i området, uten at vi sammen hadde gjort en kvalifisert vurdering av muligheten for nye ras og de synlige farene de kunne se og føle på stedet. Alle nødetatene måtte gjenta hva som var oppmøtepunkt, og at de skulle stoppe der inntil videre ordre ble gitt. Det er viktig å få en verifisering på hva som faktisk er mottatt ved slike tilfeller, slik at vi ikke får flere enheter som kjører hodeløst inn i en farlig teig. Dette ble gjentatt i Baps 1 flere ganger, og at ILKO skulle etableres før vi sammen skulle gjøre en koordinert redningsinnsats.

Første enhet på stedet skulle gi en «vindusmelding» (hva de ser på stedet) i Baps. Det er viktig at vi får førstehånds oppdateringer for å kunne vite hva man står overfor. Skape en ny felles situasjonsforståelse for å kunne gjøre de rette vurderingene og beslutningene opp mot en felles innsats. Nattemørket og lite gatebelysning gjorde det utfordrende for mannskapene å skaffe seg et oversiktsbilde. De kunne ikke se omfanget av raset fra den posisjonen de hadde, og det var ikke mulig å se om flere hus var tatt.

Da ILKO var etablert, ble det gjennomført en ny «brief» på oppdraget. Vi fikk sammen med politiets innsatsleder, fagleder brann og helse en ny felles situasjonsforståelse, og fikk fremlagt en foreløpig plan for videre innsats. Vi jobbet kontinuerlig med innhenting og deling av informasjon. Vi gjorde kontinuerlige risikovurderinger sammen for å kunne ta tidsriktige beslutninger i henhold til den innsatsen vi skulle iverksette.

Internt på operasjonssentralen har vi hatt fokus på å være en «stille» sentral. Erfaringene har vist at når man klarer å kommunisere med lav stemme er det lettere å oppfatte hva de andre trenger hjelp til, samt hva som skjer på telefon, på samband og ellers i rommet. Fokus på stressdempende tiltak er viktig, og særlig på en operasjonssentral. Når stresset øker, minsker evnen til å sanse og oppfatte hva som skjer. En av de første tingene som blir svekket ved stress, er hørselen. God hørsel er en av mange faktorer som vel må ansees å være særdeles kritisk på en operasjonssentral.

Det var mange varslingsrutiner som skulle gjennomføres i forbindelse med hendelsen. Vi fikk varslet Osterøy kommune som satte kriseberedskap. De ville etablere

et pårørendesenter, og samlested for evakuerte personer. De hadde oppdaterte planverk for håndtering av slike hendelser. De tok ansvar for de evakuerte, informerte innbyggere og pårørende. Dette frigjorde kapasitet på operasjonelt og taktisk nivå.

Stabssjefen i politiet ble varslet ved første melding og stilte på operasjonssentralen så fort han kunne. Da han meldte seg på ops var meldingen om ras nummer to innkommet. Han spurte om jeg som operasjonsleder ønsket bistand av stab – noe jeg bekreftet. En velfungerende Stab kan hjelpe meg med bl.a. beslutningsstøtte, personell, etterretning og videre planlegging.

Da meldingen innkom om fergen som hadde kollidert ved Varaldsøy, var jeg glad vi hadde satt i gang innkalling av stab. Videre fikk vi styrket operasjonssentralen med flere operatører. Oppdragsleder fikk i rollen med å holde seg oppdatert på utviklingen av begge operasjoner, samt styre de andre oppdragene som måtte innkomme. Rutiner for vanlig drift må opprettholdes, selv om det oppstår flere akutte hendelser.

Som operasjonsleder ble min rolle overfor teamet etter hvert å drive med støttende adferd (elefanten) i rommet. Være en tilstedeværende leder som hadde totalbildet på hendelsene. Gi dem beslutningsstøtte, og ta vare på flokken (bøffel), gi dem pauser og mat (leopard), slik at vi kunne prestere godt over lengre tid.

Det var befriende å se hvor godt teamet jobbet sammen, hvordan lederne tok lederansvar og hadde fokus på arbeidsoppgavene. Det var en forutsetning for oppgaveløsningen og prioriteringen av arbeidsoppgaver at det ble foretatt jevnlig statusmøter for å oppdatere felles mentale modeller (FMM). Det ble gjennomført flere konferansekoblinger med innsatslederne, noe som satte oss i stand til å ha en felles situasjonsforståelse og god situasjonsbevissthet. Dette er nødvendig for at vi skal kunne frigjøre kapasitet fra et oppdrag til et annet. Det hjalp meg til å prioritere, koordinere og kommunisere tiltak i prioritert rekkefølge, i forhold til totalen ved operasjonssentralen.

Oppsummering

Det er viktig at man internt på teamet har hatt en tydelig rolleavklaring. Være tydelige på hvilke forventinger vi har og hva vi kan forvente av hverandre. Jeg kan være en tydelig leder (løve) som er beslutningsdyktig når det kreves. Jeg bør også være en lyttende, inkluderende, reflekterende og støttende leder (elefant), som jobber for at vi skal kunne prestere best mulig mot felles mål (bøffel). Det er



Figur 2 Grunnstøting av MF Hordaland
(Kilde: Vestlandsrevyen)

viktig at teamet har tillit til meg som leder (nesehorn), men liksom at jeg viser mine medarbeidere tillit.

En operasjonsleder er avhengig av å kunne stole på at teamet gjør de rette prioriteringene (flere leoparder), og utfører oppgavene i rett rekkefølge. Like viktig er det at dellederne føler at de kan treffe beslutninger uten alltid å måtte konferere med meg som leder. Med tre større hendelser tett på hverandre fikk jeg se betydningen av teamets evne til selvledelse og felles leveranse. Det å kunne jobbe målrettet for teamets og andre aktørers behov, fremfor individuelle ønsker. Jeg mener dette er avgjørende for å øke prestasjonene fra middelmådige til gode resultater innenfor de rammene vi har.

Referanser

- Arnulf, J. (2012). *Hva er ledelse?*
- Cannon-Bowers, J. A., & Bowers, C. (2011). Team development and functioning. I S. Zedeck (Red.), *APA handbook of industrial and organizational psychology* (Vol. 1, ss. 597-650). Washington DC: American Psychological Association.
- Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1998). *Making Decisions Under Stress*. Washington DC, USA: American Psychological Association.
- Eriksen, J. (2011). *Krise- og beredskapsledelse: Teamtrening*. Stavern.
- Politidirektoratet. (2008). *Politiets beredskapssystem del I (PBS I)*.
- Politidirektoratet. (2010). *Politiets beredskapssystem del 2 (PBS II)*.
- Politidirektoratet. (2012). *Håndbok i krisekommunikasjon. Politiets beredskapssystem del II (PBS II)*.
- Salas, E., & Fiore, S. M. (2004). *Team Cognition: understanding the factors that drive process and performance*. Washington DC: American Psychological Association.
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, S. C. (2005). Is there a "Big Five" in teamwork? *Small group research*, 36, 555-599.

DEL 2

Navigasjon og utdanning

Navigasjonsutdanning før og nå

Henning Sulen

Sammendrag

«Fra 6 knop med sekstant til 60 knop med Bill Gates». Dette er slagordet Kompetansesenteret i Navigasjon etablerte for å synliggjøre revolusjonen i navigasjon med innføring av Skjoldklassen kystkorvetter. «6 knop med sekstant» viser til navigasjonen med orlogsfartøy med seil. «Til» viser hvordan de ulike fremdriftsmåtene fra seil til damp, damp til diesel (elektrisk) og diesel til gassturbin har øket farten til Sjøforsvarets fartøyer. «60 knop med Bill Gates» viser til kystkorvettenees fart opp mot 60 knop med navigering med elektronisk kart, elektronisk integrert brosystem, elektroniske navigasjonssystemer og elektroniske sensorer. «Bill Gates», grunnleggeren av Microsoft, representerer mulighetene og utfordringene de databaserte systemene har.

Teknologisk utvikling i navigasjon

I 1817 var navigasjonsinstrumentene magnetkompass, sekstant eller oktant, line for loddskudd og slepelogg.

Magnetkompasset ble erstattet av det mekaniske gyrokompasset som kom i begynnelsen av 1900 tallet. Fiberoptisk- og ringlaser gyro og treghtetsnavigasjonssystem kom mot slutten av 1900 tallet. Kompasspeilingsutstyret er gått fra mekanisk peileisikte på kompasset til Optical Bearing Device (OBD) som Brudeseth, et elektronisk gyrobasert peileinstrument som er integrert i brosystemet.

Line for loddskudd ble reserveutstyr da det elektroniske ekkoloddet kom etter første verdenskrig.

Slepeloggen ble etterfulgt av trykklogg, elektronisk doppler logg og elektromagnetisk logg. Navigasjonsradar kom etter andre verdenskrig, og er gått fra elektromagnetisk billedrør skop, som Dekka 1226 med rørteknologi, til Automatic Radar Plotting Aid (ARPA) som er datastyrt radardisplayer integrert i brosystemet.

Elektroniske navigasjonssystemer som er kommet som nyvinning og blitt utdatert i 200 års perioden er; elektronisk peiling til radiofyr, de hyperbolske navigasjonssystemene OMEGA, DECCA, Long range navigation (Loran), Loran C og eLoran.

De globale satellittbaserte radionavigasjonssystemene Global Positioning System (GPS) ble fullt operativ i 1995, russiske Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS) ble fullt operativ i 2011. Disse typene navigasjonssystemer heter Global Navigation Satellite System (GNSS). Fremtidige GNSS systemer er EUs Galileo og Kinas BeiDou som begge er i utviklingsfasen med satellitter i bane. GNSS systemene GPS og GLONASS er verdenssamfunnets mest brukte posisjoneringssystem. Det høyteknologiske samfunnet i 2017 er helt avhengig av operative GNSS systemer for å dekke behovet for Position Navigation and Time (PNT) for å fungere. Utfordringen med GNSS er sårbarheten til systemene, og dermed sårbarheten til alle tjenestene i det globale samfunnet som trenger en nøyaktig PNT. Den teknologiske utviklingen har endret navigasjon fra robust og unøyaktig til svært nøyaktig og sårbar.

Differensiell GPS (DGPS) kom og bedret GPS nøyaktigheten.

Automatic Identification System (AIS) er et anti kollisjons- og overvåkingssystem, og kom i begynnelsen av 2000 tallet.

Broutrusting har gått fra å være enkeltinstrumenter og sensorer plassert rundt om på bro og i fartøyet til et helintegret elektronisk brosystem.

Overgangen fra navigasjon i papirkart til navigasjon i elektronisk kart som Electronic Chart Display Information System (ECDIS) i det integrerte elektroniske brosystemet, var en stor utfordring for Sjøforsvarets skipssjefer, vaktsjefer og Sjøkrigsskolen.

Utviklingen i teknologien innen navigasjon, militære sensorer og systemer har Sjøkrigsskolen tatt hensyn til og innlemmet gjennom de ulike reglementene, kommisjonene og de nye skoleplanene for offisersutdannelsen som Sjøkrigsskolen er blitt styrt etter i over 200 år. (Kvam 1967)

Etableringen av Kompetansesenteret i Navigasjon (NAVKOMP) på Sjøkrigsskolen

Sjøforsvarets kompetansesenter i navigasjon ble etablert 1. august 1996 ved Sjøkrigsskolen etter oppdrag gitt av Generalinspektøren for Sjøforsvaret (GIS) 15. august 1995. «Hensikten med etableringen av senteret var å samle personellressursene innen navigasjonsmiljøet i Sjøforsvaret, for å bedre koordineringen og ressursutnyttelsen overfor brukerne.» Stillingene i NAVKOMP ble konvertert fra: SKSK (4), KNM T/TAS/NAV (2), BSMA (1) og Sjøforsvarets avdelinger (1). I tillegg ble 6 stillinger overført fra MARINSP. Hovedoppgavene til NAVKOMP i 2019 er:

1. Støtte operative fartøyer i Marinen, Kystvakten, HV, Forsvarets spesialstyrker og Hæren innen: Oppøvningsstøtte (Trening), Simulator, Mønstring (Utsjekk og støtte), Ulike kurs (ECDIS, ARPA, CRM, Militært hurtigbåtkurs, sjefskurs, brouststyr typekurs mm) og Navigasjonskrigføring (NAVWAR)
2. Gjennomføre navigasjonsutdanningen til kadettene på SKSK innen: Teoretisk utdanning iht Sjøforsvarets behov og samtidig dekke minimumskravene til Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW 78, med tillegg). Samt i Militær Praktisk Navigasjon (MPN) forberede kadettene på tjenesten om bord på et militært fartøy ved bruk av simulatoren og skolefartøylene Kvarven og Nordnes. NAVKOMP følger opp lederutviklingen til kadettene.
3. Samarbeid med andre sivile/militære både nasjonalt og internasjonalt som: Prosjekter i Forsvaret som innehar navigasjon, navigasjonsutstyr eller navigasjonsutrustning, Forsvarets Forsknings Institutt (FFI), Norsk romsenter, andre maritime høyskoler, offentlige etater som Politi, Brannvesenet mm og delta i NATO gruppen NATO Capability Panel nr. 2 Navigation and Identification (NATO CaP2 NAV)

NAVKOMP er organisert med følgende kontorer: Undervisningskontoret, Simulatorkontoret, Øvingskontoret Sjø og Navigasjonssystemkontoret. En av synergi-effekten av det samlede navigasjonsmiljøet er at alle ved NAVKOMP arbeider med NAVKOMPS hovedoppgaver uavhengig av kontortilhørighet. F.eks. er alle involvert i utdanningen av kadettene og støtte til operative fartøyer.

Nivået på navigasjonsutdanningen ved Sjøkrigsskolen

Kravet til navigasjonsutdanningen har i hele Sjøkrigsskolens historie vært til det høyeste sivile skipssertifikat nivået. I 2019 er kravet å dekke Sjøforsvarets behov samt det høyeste sivile sertifikatet Dekksoffiser klasse 1 (D1). GIS på Sjøforsvaret i begynnelsen av 2000 tallet at Sjøforsvarets personell om bord også skulle oppfylle og løse ut de sivile maritime sertifikatene. Navigasjonsutdanningen på SKSK dekker Sjøforsvarets behov samt den teoretiske utdanningen til D1. De uteksaminerte marineoffiserene kan løse ut de sivile dekkssertifikatene etter hvert som kravene til fartstid blir oppfylt. Det er Sjøfartsdirektoratet som utsteder de sivile maritime sertifikatene. Det er kun elever fra utdanningsinstitusjoner som oppfyller STCW 78, med tillegg og som er godkjent av Sjøfartsdirektoratet som får tildelt de sivile sertifikatene når fartstiden er oppfylt. Sjøkrigsskolen er i skriv av

03.mars 2016 godkjent av Sjøfartsdirektoratet til «*Utvidet godkjenning for opplæring i maritime konvensjonsfag*». Klaseselskapet BUREAU VERITAS (BV) hadde den siste hoved revidering og godkjenning av Sjøkrigsskolens kvalitetssikringssystem den 4.november 2013. BV gjennomfører en liten revidering hvert år og hoved revidering hvert 5 år. Siste hoved revidering av BV var i 2018. Sjøfartsdirektoratet startet etter flyttingen til Haugesund en praksis med å foreta revisjon basert på besøk av utdanningsinstitusjonene. Sjøfartsdirektoratet kom første gang og reviderte Sjøkrigsskolen i konvensjonsfagene i 2011. Inntrykket SKSK gav Sjøfartsdirektoratet kom tydelig frem i sluttmøtet fra revisjonslederen Jack Arild Andersen fra Sjøfartsdirektoratet: «*Av alle de utdanningsinstitusjonene jeg/vi har revidert så er dette den beste – helt klart den beste*».

Visjonen «Sjøforsvaret papirløs navigasjon i 2010»

Den tekniske utviklingen innen navigasjons- og broutstyr er bakgrunnen for at NAVKOMP tidlig på 2000 tallet etablerte visjonen «Sjøforsvaret papirløs navigasjon i 2010». Visjonen forberedte Sjøforsvaret på overgangen fra navigasjon på papirkart til navigasjon med elektronisk kart i et integrert brosystem. Utdanningen for Operativ Marine (OM linjen) ble endret fra navigasjon på papirkart til navigasjon i elektronisk kart i Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). Progresjonen i emnet militær praktisk navigasjon ble satt som premissgiver for studieprogrammet til OM. De andre teoretiske emnene og kursene fikk plassering i studieprogrammet der hvor de best kunne støtte militær praktisk navigasjon. Simulatoren ble oppgradert til ECDIS og de nye skolefartøyene Kvarven og Nordnes kom i 2010 med integrert Kongsberg brosystem med ECDIS. Kompetansegapet mellom navigasjon på papirkart og navigasjon på ECDIS var stort for offiserene ved NAVKOMP og om bord på Sjøforsvarets fartøy før 2010. De nye broprosedyrene ble utviklet i samarbeid mellom Fregattvåpenet, MTB våpenet og NAVKOMP, og innført i simulatoren og på skolefartøyene. Kompetansegapet ble gradvis mindre for offiserene i årene før og etter 2010. For å sikre kompetansen til offiserene i militær praktisk navigasjon må lærerne ha: lang erfaring som selvstendig vaktsjef eller skipssjef på Sjøforsvarets fartøy, simulatorutsjekk, Kvarven klasse Typekurs 1 (Skipsteknisk kurs), Kvarven klasse Typekurs 2 (Brosystem kurs), utsjekk som veileder, og utsjekk og autorisering som skipsfører på Kvarven klasse.

Militær navigasjon?

Kompetansesenteret i Navigasjon (NAVKOMP) definerer militær navigasjon i SNP-500 (Navkomp 2017). Definisjonen på militær navigasjon er:

«Et fartøys evne til å kunne gjennomføre operasjoner iht. den ytelse og operasjonsområde de er ment å operere i.»

Militær navigasjon omhandler altså effektiv og taktisk navigering under alle forhold, i et utfordrende operasjonsområde for å løse oppdraget. Definisjon av effektiv navigasjon er å:

«Utnytte fartøyet til enhver tid tilgjengelige systemer og fartspotensielle for å navigere fartøyet sikkert i henhold til målet med operasjonen.»

Definisjon av taktisk navigering er å:

«Utnytte farvannet og fartøyets potensiale for å oppnå en taktisk fordel mot fienden.»

Militær navigasjon er unik og skiller seg på mange måter fra sivil navigasjon. Det er en høy kompleksitet samtidig som den er en kritisk del av fartøyets operasjon. Militære fartøyer må forholde seg til de forskjellige elementene i Navigasjonskrigføring (NAVWAR).

Militær Praktisk Navigasjon (MPN)

I 202 år har kadetter på Sjøkrigsskolen fått opplæring i å navigere Sjøforsvarets fartøy. Denne opplæringen har hatt ulike navn som «Navigasjon», «Navigasjonsundervisning», «Sjømannskap, Sjøkrigshistorie og sjøtaktikk», «Praktisk utdanning», «Sjømannskap og manøvre» (Kvam 1967). Etter 1967 er «Praktisk Navigasjon» det mest brukte navnet. For å synliggjøre at «Praktisk Navigasjon» er Sjøforsvarets måte å utøve «Militær Navigasjon» på, ble navnet «Militær Praktisk Navigasjon» (MPN) innført i 2016. «Militær Praktisk Navigasjon» er opplæringen i å navigere Sjøforsvarets fartøy i militær navigasjon.

Pedagogisk modell for Militær Praktisk Navigasjon anno 2017

Historisk pedagogisk modell

Den pedagogiske tilnærmingen til læring har endret seg mye i løpet av de 200 årene Sjøkrigsskolen har eksistert. Synet på hvordan skolen har utført læring har gjenspeilet samfunnet for øvrig i de ulike tidsaldrene. A. Kvam skriver i boken «Beretning om Sjøkrigsskolens virksomhet 1817 – 1967» om kadettoffiser Christian Ahle Bendz. Han var Sjøkrigsskolens nestkommanderende fra 1817 og lærer i sjømannskap og regning samt sjef Sjøkrigsskolen fra 1832 – 1850. I tillegg var han sjef for kadettskipene på en rekke tokt. Med sine 33 år ved ledelsen satte Bendz sitt preg på skolen. Følgende sitat sier mye om den pedagogiske modellen: *«Bendz holdt stram disiplin blant kadettene...for å oppnå dette tillot han villig kadettunderoffiserene å bruke tamp...»*. *«Passende kilevink eller noen slag tamp»* var vanlig metode for å rette på kadettene mangler. Sjøkrigsskolens system tillot at de eldre kadettene hadde både dømmende som refsende myndighet. Straff med pising av tamp ble først avskaffet i 1855 da forholdet kom frem i offentlighetens lys (Kvam 1967). Kvam skriver videre at forholdene kullene imellom bar stor preg av denne misbruken av myndighet.

Jeg var kadett ved Sjøkrigsskolen fra 1982 – 1986, og observerte selv at Sjøkrigsskolen oppmuntret de eldre kullene til å øve og praktiserte sin militær myndighet på de yngre kullene. Det var i hovedsak i forbindelse med vakt hvor det yngste kullet var vaktlaget og kullet over var vaktstjef eller vaktkommandør. Terskelen for anmeldelse lå lav i forbindelse med sent oppmøte til vaktavløsning, flaggheis, flagghal, rot på lugaren og ikke propert antrekk. Mange av anmeldelsene kom ikke lenger i saksbehandlingen enn skriftlig anmeldelse, skriftlig forklaring og skriftlig vitneforklaring før inspeksjonsoffiseren eller NK henla saken. De eldre kullene praktiserte også utspørring av "Dagens flaggheis" og dagens "Know your enemy" fartøy. Enkelte eldre kadetter praktiserte denne utspørringen som direkte og høylytt grilling på en nedlatende måte.

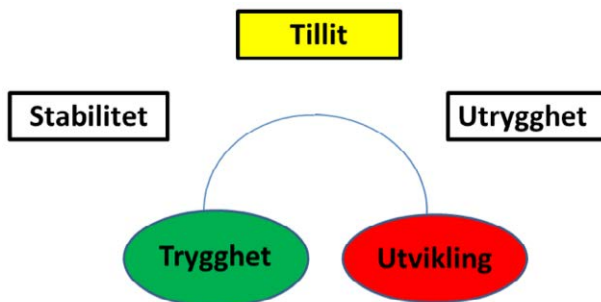
Opplæring i praktisk navigasjon (MPN) på skolefartøyene KNM Hessa og KNM Vigra var preget av den pedagogiske modellen i Sjøforsvaret på 80 tallet. Vi på kullet kalte den «Hyl og Skrik metoden». Det var stor personlig variasjon på skipssjefens eller veilederens pedagogiske metode. Gjennomgående var det en ovenfra og ned holdning i læringen. Teknikkene i navigasjon ble i varierende grad demonstrert av skipssjefen eller veileder, men ble for ofte formidlet ved veto. Det vil si høyrøstet utskjelling, dytting i ryggen med den tunge messing rullelinjalen eller ved å smelle hånden i kartbordet når du etter skipssjefens oppfatning, ikke utførte teknikken riktig. Dersom en metode ble riktig utført ble det ikke sagt noe. Vi kadettene lærte å navigere av hverandre ved å observere og lære av de periodene uten utskjelling. Det var en opplæring under frykt, og vi gruet oss til seilasene med skolefartøyene. Det var frykten som var motivasjon til å lære praktisk navigasjon. 2 av kadettene i klassen sluttet etter den første helgeseilasen om bord fordi «*dette klarer jeg ikke i 4 år*» og «*Jeg skjelver i knærne ennå*». Deres personlige motivasjon tapte i møtet med den manglende pedagogiske modellen. Jeg vil spesielt nevne skipssjef LT Pedersen som et positivt forbilde for god pedagogisk modell som med positivt kroppsspråk demonstrerte og veiledet underveis, og ga balanserte tilbakemeldinger med både positive observasjoner og forslag til forbedringer. I andre enden av skalaen er veilederen som grilllet meg under vakt sjef overtaksprosedyren om lyktesektorene og lyktekarakteristikken på samtlige lykter fra Bergen og ut Hjeltefjorden på en dagsseilas med alle lyktene slukket. Hans pedagogiske forståelse var å grille oss til noe vi ikke kunne svare på slik at han kunne gi oss en oppstrammer før vi fikk overta som kvartersjef. Utfordringen til Sjøkrigsskolen på den tiden var at det ikke var en god felles pedagogisk modell, eller kvalitetssikring av skipssjefene og veilederne på skolefartøyene. Det var først i tjenesten etter Sjøkrigsskolen jeg satte pris på navigasjonens gleder og så frem til å gå på vakt på bro.

Pedagogisk modell i militær praktisk navigasjon anno 2019

Sjøkrigsskolens lederutviklingsfilosofi «Alle mann til brasene!» kom i boks form i 2009. Boken oppsummerer lederskapsfilosofien som er benyttet på Sjøkrigsskolen fra årene før 2009. Lederskapsfilosofien inkluderer den pedagogiske modellen Sjøkrigsskolen skal bruke. I militær praktisk navigasjon har den pedagogiske modellen i «Alle mann til brasene» vært utgangspunktet siden 2000.

Det etterfølgende gir en oppsummering av menneskesyn og læring i «Alle mann til brasene!» satt inn i den pedagogiske modellen for militær praktisk navigasjon (Sjøkrigsskolen 2009).

I opplæringen legges det til grunn et positivt menneskesyn hvor mennesket forstås som en sammensatt helhet av kropp, fornuft og følelser hvor hvert enkelt individ er unik. Positive forventninger fra omgivelsene motiverer mennesket til å ta større ansvar og stimulere de positive sidene i seg selv. «*Mennesket lærer ved å konstruere sine kunnskaper i samspill med omgivelsene. Kunnskapstilegnelsen skjer derfor i et vekselspill mellom hva man vil oppnå, den kunnskap man allerede har, de problemer man opplever og de erfaringer man gjør, samt konklusjoner basert på disse*». I veiledning i MPN skal veileder ta utgangspunkt i hvem som skal veiledes, hans/hennes erfaringer og tilnærming til virkeligheten. Veilederen skal hjelpe den veiledede til å skape bilder av fremtidige mål som gir sammenheng og mening og derved retning, relevans, interesse og engasjement (Sjøkrigsskolen 2009).



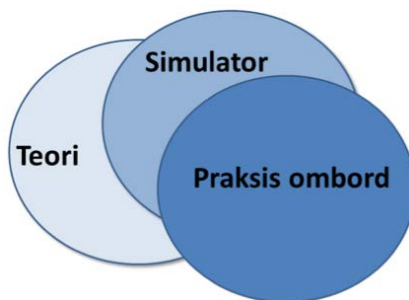
Figur 1: Tillitsbroen i læringsmiljø

Læring og utvikling i MPN bygger på tillitsbroen (figur 1). Drivkraften i kadettens utvikling i faget er spenningen som oppstår mellom eksisterende og nye erfaringer og kunnskaper. Læringen i MPN er å gå fra det trygge som kjente metoder og teknikker med stor grad av stabilitet, til det utrygge som å prøve nye teknikker og metoder. Den veiledede skal kjenne en indre trygghet på at han/hun kan forstå og lære de nye teknikker i MPN. Læringsmiljøet hvor enkelte av erfaringene man skal prøve virker vanskelig og u håndterlig, er det tilliten mellom alle involverte som får den veiledede «over broen» fra det trygge til det utrygge. Dette er viktig fordi det er i det utrygge utvikling og læring kan finne sted. *"Et læringsmiljø preget av støtte, hvor den veiledede kjenner seg trygg til nettopp å prøve det usikre og får lov til å feile er derfor helt avgjørende"* (Sjøkrigsskolen 2009).

Det sosiale samspillet forsterker læringen. Vi oppfatter og vurderer situasjoner ulikt. Om veilederen underveis og i etterhånd prøver å skape en felles forståelse, vil dette øke læringen for kadetten om utføring av metodene i virkeligheten (Sjøkrigsskolen 2009). Kadettene får kurs i Crew Resource Management (CRM) som er et bevisstgjøringskurs for å øke sikkerheten og effektiviteten i team. Fokuset på CRM og på hvordan gjøre hverandre gode i broteamet forsterker det sosiale samspillet og læringen.

Militær praktisk navigasjon er erfaringsbasert læring. «Alle mann til brasene!» definerer erfaringsbasert læring som: *"Læring skjer som en transformasjon av konkrete erfaringer til økt/endret virkelighetsforståelse. Konstruksjonen skjer i en aktiv bearbeiding av inntrykk. I en refleksjonsprosess. Kjernen i refleksjonen er at det er mulig for den veiledede å trekke konklusjoner av sine erfaringer. Konklusjoner som han/hun kan møte nye situasjoner med. Konkrete erfaringer er kjernen i det som læres."*

MPN skiller mellom læring, observasjon og veiledning på den ene siden og evaluering på den andre siden. Ingen av navigasjonsøvelsene eller seilasene blir evaluert til en karakter. Evalueringen er skilt fra opplæringen ved å definere evalueringen som eksamen i MPN. Eksamen er tilpasset øvingsmålene i de ulike semestrene og lagt til slutten av semestrene: Praktiske eksamen gjennomføres som seilaser i simulatoren for å sikre like og rettfærdige forhold samt et lyd og bromiljø som sikrer sensorene oversikt. Den eksterne sensoren er en erfaren skipssjef eller vaktsejef fra Marinen, og den interne sensoren er en av de utsjekkede veiledere på NAVKOMP.



Figur 2: Pedagogisk plattform (NAVKOMP)

Pedagogisk plattform

I militær praktisk navigasjon følger vi den pedagogiske plattformen.

Teorien for et emne, metode eller teknikk foregår både i klasserommet, på simulatoren og om bord. I simulatoren demonstrer læreren metoden før kadettene utforsker og prøver den ut i praksis under veiledning. Den siste læringsplattformen foregår om bord på skolefartøyene. Den metoden kadettene har lært i simulatoren blir øvingsmålet i en praktisk seilas om bord på Kvarven og Nordnes med veiledning.



Figur 3: Skolefartøyet «Nordnes» (NAVKOMP)

Gangen i en øvelse i militær praktisk navigasjon

Kompetansesenteret i navigasjon følger den samme gangen i øvelsene i MPN både for seilas i simulatoren samt om bord på skolefartøyene i kveldseilas-, helgeseilas eller navigasjonsøvelsene.

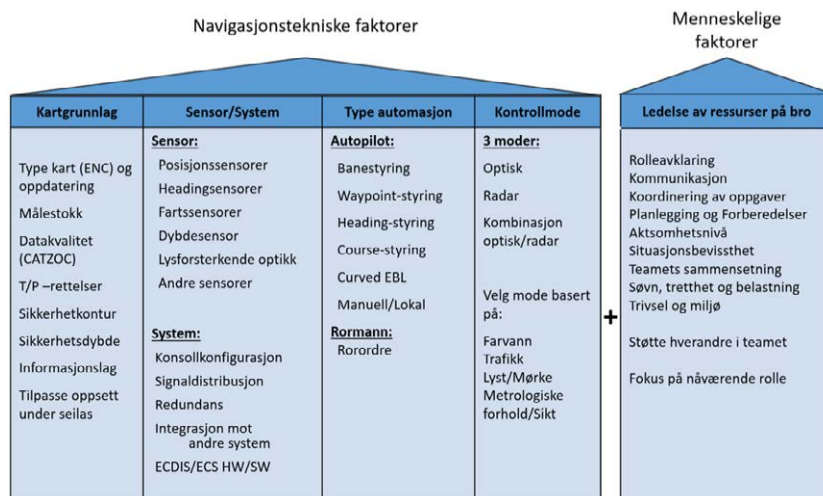
Kadettene mottar en øvelsesordre med detaljene for seilasen. Kadetten utarbeider en navigasjonsplan for seilasen og foreviser denne til veilederen sin dagen før avgang. Kadetten justerer planen sin etter forevisningen.

Daghavende navigatør holder før avgang en detaljert navigasjonsbrief for medkadetter, besetning og skipsfører/veileder. Kadetten gjennomfører seilasen sin om bord under veiledning i rollen som navigatør. Etter seilasen gir veilederen kadetten en veiledning om positive sider av seilasen samt områder med potensiale

for forbedringer som kadetten skal fokusere videre på i de kommende seilasene. Ved kai etter seilasen gjennomfører kadettene og veilederen en oppsummering av læringsmålene. Hver kadett legger frem sin erfaring av seilasens øvingsmål med fokus på hva medkadetter og veileder kan lære av kadettens erfaringer.

Kompleksiteten i militær praktisk navigasjon

Det er en rekke navigasjonstekniske- og menneskelige faktorer navigatørene må forholde seg til. Kunnskapen om og ferdigheter i bruken av kartgrunnlaget, sensorene, system, rormann/autopilot og de ulike kontrollmodene kombinert med de mellommenneskelige forholdene under ledelsen av ressursene på bro gjør det komplisert. Økende grad av digitalisering stiller nye krav til navigatøren, og utdanningen søker å oppfylle dette. Viktigheten av menneskets rolle i denne kompleksiteten er udiskutabel, og utdanningen av kadettene må gjenspeile dette.



Figur 4: Oversikt over de navigasjonstekniske og menneskelige faktorene i MPN (NAVKOMP)

Organiseringen av Militær Praktisk Navigasjon i 2019

MPN er for studieprogrammet operativ marine (OM) fordelt inn i alle bransjeselestrene (5). Det er for å gi lengst mulig modningstid. Informasjonen er hentet fra (Sjøkrigsskolen 2014) og Brandal (2016).

Hvert semester er emnet delt inn i:

- Navigasjonsovelser av 4-5 døgns varighet med seilas fra 0800 – 2300 hver dag.
- 2 timer MPN på timeplanen til navigasjonsoving 1 til 7 i simulatoren.
- Kveldseilas med skolefartøylene (1 i 1 semester, 3 i 2, 3 og 4 semester og 2 i 5 semester).
- En helgeseilas i andre, tredje, fjerde og femte semester.
- En praktisk eksamen i andre- og tredje semester. To eksamen (dag + natt) i fjerde semester.

Bransjesemester 1

Det elektroniske kartet og sjømannskap (Fart 6 - 12 knop)

- Navigasjonsøvelse Grimstadfjord i 5 dager som starter den andre uken på skolen. Hensikten med øvelsen er å introdusere kadettene for dere nyvalgte yrke. Kadettene blir kjent med de ansatte på NAVKOMP, simulatoren, skolefartøyene samt omvisning på UVB, kystkorvett, minefartøy og fregatt til kai på Haakonvern. Det er fokus på sikkerhet, sjømannskap, møtet med ECDIS og enkle navigasjonsprinsipper.
- Simulatorøvingene 1 til 7 i to timer pr uke i simulatoren. Fokuset er ECDIS, ship-handling (rorprosedyrer), planlegging av innenskjærs seilas, samarbeid mellom assistent (kartleser) og navigatør og enkle optiske navigasjonsprinsipper som stevning og posisjonering. Utsjekk i bruken av simulatoren er obligatorisk.
- Kveldseilassen fra klokken 1600 – 2300 kommer midt i semesteret hvor kadetten får prøvd ut øvingsmålene fra de første simulatorøvingene. Hver kadett seiler den samme planen: Grimstadfjord – Lerøyna – Kobberleia – Vatlestraumen – Grimstadfjord
- ECDIS kurs på en uke i simulatoren kommer på slutten av semesteret. Her får kadetten inngående kunnskap om det elektroniske kartsystemet og dets regelverk.
- Navigasjonsøvelse Blindleia i 5 dager og kommer i uka etter ECDIS kurset. Hensikten med Blindleia er å praktisere bruken av ECDIS og assistentens rolle i broteamet. Navigatøren og assistenten innarbeider de enkle optiske prinsippene. Seilassen går fra Bergen til Oslo via Blindleia med halve klassen, og retur med den andre halvdelens uka etter.

Bransjesemester 2

Optisk navigasjon (Fart 12 – 18 knop)

- Navigasjonsøvelse Stadt i 4 dager kommer tidlig i semesteret. Hensikten med øvelsen er å repetere kunnskapen og ferdighetene fra det første bransjesemesteret etter to semester med lederskap. Etter repeteringen bygger øvelsen videre på de optiske prinsippene som bruker peilesøyle og baugen som primær orientering i farvannet. Kadettene seiler i ledene mellom Bergen og Stadt.
- Simulatorøvingene 1 til 7 i to timer pr uke i simulatoren. Fokuset er spesialisering innen bruk av peilesøyle og baugen, kontrollmetodene: stevning, halvstrek og posisjonsmetodene krysspeilinger og firestrekk samt klokke og beholden fart. Det er progresjon fra øving 1 til øving 7.
- 3 Kveldseilaser er fordelt i løpet av semesteret hvor kadetten får prøvd ut øvingsmålene fra simulatorøvingene. Hver kadett seiler sine egne planer i de samme ledene i områdene Bergen syd eller Bergen Nord.
- Helgeseilassen kommer mot slutten av semesteret hvor hensikten er å befeste øvingsmålene innen optisk navigasjon og forberede kadetten mot eksamen.
- Praktisk eksamen i optiske prinsipper om dagen utført i simulatoren kommer i eksamensperioden helt på slutten av semesteret.

Bransjesemester 3

Nedsatt sikt (Fart 12 – 18 knop)

- Simulatorøvingene 1 til 7 i to timer pr uke i simulatoren. Fokuset er kun bruk av radar og stoppeklokke som navigasjonshjelpemidler for navigatøren. Sikten er 100 m, og kadetten må lære å seile i alle de ulike radar presentasjons modene (Relativ, True, North Up, Course Up og Head Up). Det er progresjon fra øving 1 til øving 7.
- 3 Kveldseilaser er fordelt i løpet av semesteret hvor kadetten får prøvd ut øvingsmålene fra simulatorøvingene. Hver kadett seiler sine egne planer i de samme ledene i områdene Bergen syd eller Bergen Nord. På Kvarven og Nordnes er utsikten til navigatøren fysisk blokkert av gardiner.
- Automatic Radar Plotting Aid (ARPA) kurs på en uke i simulatoren kommer like før påske. Her får kadetten kunnskap om og praksis i bruken av ARPA funksjonene på radaren for å unngå å kolliderer med andre fartøy.
- Navigasjonsøvelse Ryfylke i 4 dager kommer i forbindelse med ARPA kurset. Hensikten med øvelsen er å trene mye på bruken av radaren i navigasjon og antikollisjon. Kadetten seiler i de gode radarledene i området Ryfylke med nattstasjon i Stavanger.
- Helgeseilasen kommer mot slutten av semesteret hvor hensikten er å befeste øvingsmålene innen radar navigasjon og forberede kadetten mot eksamen.
- Praktisk eksamen i nedsatt sikt utført i simulatoren kommer i eksamensperioden helt på slutten av semesteret.

Bransjesemester 4

Selvstendig navigatør (Fart 18-24 knop)

- Navigasjonsøvelse Troms i 5 dager kommer i begynnelsen av semesteret. Hensikten med øvelsen er at kadetten skal være selvstendig og ivareta navigasjonssikkerheten selv ved å øve inn god struktur og arbeidsmetodikk. Kadetten navigerer primært optisk, men har radaren som støtte ved behov. Halve klassen seiler i 24 knop i leden mellom Bergen og Tromsø. Den andre halvdel seiler returen.
- Simulatorøvingene 1 til 7 i to timer pr uke i simulatoren. Fokuset er spesialisering innen optisk navigasjon om natten med bruk av lykter og lyktesektorene samt blinker for å sette seg klar alle farer. Radaren er tilgjengelig for støtte. Det er progresjon fra øving 1 til øving 7.
- 3 Kveldseilaser er fordelt i løpet av semesteret hvor kadetten får prøvd ut øvingsmålene fra simulatorøvingene. Hver kadett seiler sine egne planer i de samme ledene i områdene Bergen syd eller Bergen Nord.
- Helgeseilasen kommer mot slutten av semesteret hvor hensikten er å befeste øvingsmålene innen optisk navigasjon dag og natt som forberedelse av kadetten mot eksamen.
- En praktisk eksamen i dagseilas, og en praktisk eksamen i nattseilas utført i simulatoren i eksamensperioden helt på slutten av semesteret.

Bransjesemester 5

Full utnyttelse av navigasjonssystemet (Fart 18-30 knop)

Det er kun 2 kveldseilaser og en helgeseilas samt 4 dager med utplassering i dette semesteret – ingen eksamen, navigasjonsøvelse eller timer på timeplanen. Det er fokus på vaktsjef-trening og automasjon.

- 2 Kveldseilaser er fordelt i løpet av semesteret hvor kadetten får prøvd ut GPS som hjelpemiddel for å utnytte ECDIS med alle de tilgjengelige sensorene fullt ut. Autopilot og banestyring blir lært. Hver kadett seiler sine egne planer i de samme ledene i områdene Bergen syd eller Bergen Nord.
- Helgeseilassen kommer i siste halvdel av semesteret hvor hensikten er å befeste øvingsmålene innen utnyttelsen av navigasjonssystemet på Kvarven og Nordnes.
- MPN 6 modul er en modul på 4 dager etter påsken hvor kadetten får opplæring på den fartøystypen han/hun skal tjenestegjøre på etter Sjøkrigsskolen. Hvis kadetten skal tjenestegjøre på undervannsbåt vil undervannsvåpenet for eksempel gi opplæring på WECDIS som Ula klassen bruker som elektronisk kart.

Referanser

- Brandal, S (2016). «Militær navigasjon – Gryteklare navigatører ut fra Sjøkrigsskolen», Necessé 2016.
- Hareide, O S. (2017) «Faser i navigasjon», Necessé 2017.
- Kvam, K. (1967). *Beretning om Sjøkrigsskolens virksomhet 1817 – 1967*. Oslo, Norge: Sjøkrigsskolen
- Navkomp. (2013). *Reglement for utførelsen av navigasjon på Sjøforsvarets fartøyer*. Haakonsværn, Norge: Sjef Sjøforsvarets Skoler
- Sjøkrigsskolen. (2000). *Informasjon og Sjøforsvarets Kompetansesenter for Navigasjon*. Bergen, Norge: Sjøkrigsskolen
- Sjøkrigsskolen. (2009). *Alle mann til brasene! Sjømilitært operativt lederskap og lederutvikling*. Bergen, Norge: Sjøkrigsskolen
- Sjøkrigsskolen. (2014). «Emneplanene i Militær Praktisk Navigasjon», Bergen, Norge: Sjøkrigsskolen

Utvikling av navigasjon gjennom 41 år

Steinar Nyhamn

Sammendrag

Navigasjon har i Norge vært forankret i hundrevis av års erfaring og utvikling. Da jeg startet i 1980 var papirkartet kjernen i faget som Marinen så stolt utdannet navigatørene i. Det som imidlertid skjedde etter millenniumskiftet, skulle ingen forutse. Vi fikk en revolusjon og et paradigmeskifte som skulle skape både frustrasjon, utfordringer og ulykker. Noen betegnet det som: Fra 6 knop med Vikingene til 60 Knop med Bill Gates. Hva skjedde og hvordan taklet vi egentlig dette?

Papirkart

Jeg husker fremdeles den første seilassen med skolefartøyet KNM Hitra. Vi var midt i Korsfjorden en fin sommerdag. Farten var 8 knop, skipssjefen tegnet 3 streker i et kart og pekte på den første streken; «Du er her, seil de to neste kursene» Det var som en bombe slo ned; hva gjør jeg nå? Alt jeg hadde lært i teorien var blåst bort samtidig som vi raste fremover i 8 knop. De utallige instrumentene som var over alt, gjorde ikke saken bedre.

Da jeg startet min karriere på MTB som 3. kommanderende ble ikke navigasjonsfaget sammen med alt annet som skulle læres noe mindre overveldende. Dog var navigasjon en av de viktigste oppgavene for oss (OMA3) da vi embarkerte og vi fikk tidlig instruksjon og praktisk trening. Det viste seg at papirkartet var overkommelig og prinsippene var forståelige, det trengtes bare trening i forberedelser, kursutsetting og praktisk seilas. Farten var 30 knop og den første perioden var arbeidsoppgavene for mange til at man var forut i seilassen. Mange med meg så imidlertid lyset litt plutselig da vi hadde god tid til alle navigasjons gjøremål og litt skitprat i 30 knop. Følelsen av mestring var enorm og etterhvert forsto jeg at hovedgrunnen til dette var at prinsippene og prosedyrene som var opparbeidet ga meg det nødvendige verktøyet til å seile sikkert og effektivt. Effektiv, eller taktisk navigasjon var det neste. Vi skulle tett opp i land for passiv beskyttelse og seile vanskelige leder som ga beskyttelse fra vær og fiender. Risikoen var høy, men det var god tid til trening da det var mange MTBer og den kalde krigen krevde seilas til nordligere strøk mange ganger i året. Resultatet var at ca en MTB gikk på grunn i året. Noen Sjefer uttrykte at dette var å forvente mens andre ble sint og beordret MTBene midt fjords noe vi selvsagt aldri fant oss i, vi visste hva som krevdes.

Revolusjonen

En høstdag i år 2000 kom revolusjonen som vi ikke var forventet. Modernisert Hauk hadde fått papirkartet på en skjerm og det skulle bli mye enklere å navigere da vi slapp å plote posisjonen som vi hadde strevd så mye med.

Men, som så mange andre ganger i livet måtte det bli verre før det kunne bli bedre. Broen på modernisert Hauk klasse var kort og godt et «krisesenter». Opereringen var overført fra knapper til touchpanel som det var umulig å se eller føle i mørket, kvaliteten på radaren var langt under norm og kartmaskinen var nesten umulig å forstå seg på. Broen var umulig å dimme ned, men som en radaroperatør (RDV) uttrykte det på spørsmål om han synes det er litt mye lys på bro svaret han: «Nei, det er ok». Observatøren tvilte og påpekte at han hadde jo brukt ca. en rull med teip for å blende ned, hvorpå RDVen svarte at det ikke var noe problem for de hadde mye tape.

Det var selvsagt ingen som hadde tenkt på at det var behov for opplæring heller så da startet en fase med prøving og feiling. Det var heller ingen etablerte prosedyrer eller retningslinjer.

Vendepunktet ble ved grunnstøting av KNM Jo, da det kom frem at radaren som var det viktigste kontrollverktøyet ikke virket som den skulle. Undersøkelsen viste at programmererne ikke hadde den nødvendige kompetanse, og hadde utelatt viktige områder som de ikke forsto. Resultatet ble at Hauk klassen ikke fikk lov å seile alene

i mørket og nedsatt sikt, som førte til fortgang i feilretting, men broen ble aldri så effektiv som den en gang var.

På den tiden var mine 2 år som skvadronssjef over og jeg måtte bestemme hvor jeg ville tjenestegjøre videre. Det naturlige ville være stabskolen (VOU) og vertikal karriere, men jeg klarte ikke å frigi meg fra at noen måtte gjøre noe med denne revolusjonen som nå også internasjonalt ble omtalt som «The ECDIS Revolution».

Kompetansesenteret for Navigasjon NAVKOMP

Jeg fikk jobb på NAVKOMP og snart fikk vi henvendelse fra KNM Fritjof Nansen som lurte på om de skulle kaste papirkartene og om det var noen retningslinjer for brosystemet og bro teamet. Dette var en stor utfordring da dette var et helt nytt område som ingen tidligere hadde kompetanse på, verken teoretisk eller praktisk. Elektroniske kart, ECDIS systemer og integrerte broer var fremmedord.

Vi forsto imidlertid raskt at det var ingenting annet å gjøre enn å studere muligheter og utfordringene og pønske ut gode retningslinjer. Det viste seg tidlig at dette var særdeles omfangsrikt, bare studie av det elektroniske kartet er en tung og krevende oppgave, ja særdeles mye mer kompleks enn papirkartet. Dette ble fellesnevneren for alle områdene. Det meste var blitt mye mer komplisert og uoversiktlig. Samtidig lærte vi at hovedgrunnen for denne revolusjonen var at ulykker skulle reduseres i antall og omfang. Dette skulle ikke bli tilfelle. Vi fikk stadig bekymringsmeldinger fra den store verden. De var samstemte; ECDIS er for komplisert og reduserer ikke ulykker.

Med dette som bakteppe startet vi det nitidige arbeidet med å lage et utdannings- og treningsopplegg som tok høyde for alle utfordringene. I 2006 ga vi ut de første retningslinjene som til slutt endte opp i SNP-500. Dokumenter har virket i ca 10 år og er det grunnleggende generiske regelverket som alle Forsvarets fartøyer skal følge.

Vi så tidlig at det var viktigere enn før med god kompetanse og at den tok lengre tid å tilegne seg. Etter en tid ble det en tydelig erfaring at ECDIS uten kunnskap ga en høyere risiko for ulykker enn om man seilte med papirkart. Det som er foruroligende er at dette fremdeles er en bekymring, som Naville Smith beskriver i BIMCO News i 2017!

“Read the accident reports of ECDIS-assisted groundings and a theme immediately becomes clear: where officers are inadequately trained and the equipment is incorrectly set up then things go wrong. In fact, there are comparatively few instances of ECDIS-assisted groundings, but those there are tend to be seized on by those who think that every technological step forward is actually a step back.”

De ble også tidlig klart at Sjøforsvaret hadde andre og tøffere krav til sine systemer og navigatører enn våre sivile maritime kolleger. Vi måtte finne en måte hvor det var mulig å utnytte systemet maksimalt under alle krigføringsscenarier. Fartøyene måtte kunne fortsette å operere selv under forhold hvor GPS ble blokkert av en fiende.

Løsningen ble å gå tilbake til røttene og utnytte de samme prinsippene og prosedyrene vi hadde innarbeidet med papirkartet. Da var det full fokus på stevning, 4 strekspeilinger, krysspilinger, halvstrek og alle de mange verktøyene

i skrinet som det sto “Kontrollmetoder” på. Vi hadde klart å ta vare på å relansere gode utprøvde metoder inn i den nye elektroniske hverdagen.

Følgende uttrykk ble fort en oppsummering:

“Vi har gått fra å finne posisjon til å kontrollere posisjon”

Dette utsagnet oppsummerer godt hvorledes håndverket navigasjon har endres seg etter den elektroniske revolusjonen.

Konklusjon

Revolusjonen som traff Sjøforsvaret tidlig på 2000-tallet ved modernisert Hauk klasse og de nye fregattene kom som “julekvelden på kjerringa”. Frustrasjonen bredte seg i den fasen hvor det ble utarbeidet forståelse, regler og retningslinjer. SNP-500 som beskriver regler for navigasjon i Sjøforsvaret ble derfor godt mottatt og er pr i dag et levende og grunnleggende generisk dokument.

Dokumentet legger føringer som sier at navigasjonen skal utnytte de samme prinsipper som tidligere, men at navigatørene må ha en god systemforståelse for å kjenne igjen tegnene som sier at de sårbare hjelpemidler ikke leverer slik de skal.

Det er også helt klart at elektroniske kart i integrerte brosystemer krever mye mer teoretisk og praktisk kompetanse enn som var nødvendig med papirkartet.

Men, kanskje det viktigste av alt: Med høy kompetanse og erfaring er de nye brosystemene langt mer effektive enn tidligere brosystemer med papirkart, som igjen gir høyere ytelse og kampkraft.

Black Palette

“Svarte netter krever svarte paletter”

Morten A. Sørensen ¹

Kristian Aa. Nilsen ²

Sammendrag

Forestill deg dette: Det er desember i Nord-Norge, det er mørkt hele døgnet og månen er ikke oppe. Oppdraget må løses, og innebærer navigering i trafikkerte leder med hastigheter rundt 40 knop. I dette miljøet skal du og ditt team navigere trygt, oppdage jernsøyler, små fartøyer uten AIS og akterlanterner fra en fisker som lusker midtfjords pent blant bakgrunnsbelysningen fra bygden på 68° nord. Din primære sensor, det du og ditt team må ha for å fungere optimalt, er synet – nærmere bestemt nattsynet. Men du har ett problem, skjermene til navigasjonssystemet er for lyse. Selv når bakgrunnsbelysningen er redusert til det laveste, svekker de nattsynet ditt. På dette lysnivået klarer du heller ikke å lese informasjonen som K-Bridge ECDIS gir deg, og jernsøylen du nettopp passerte ble aldri kommunisert. Sikkerheten og teamets ytelse blir dermed redusert.

¹ Navigatør, 1. Korvettskvadron

² Navigatør, 1. Korvettskvadron

Bakgrunnen for «Black Palette»

Korvettvåpenet uttrykte i 2019 et behov for å designe og utvikle en ny palett som er bedre egnet for nattseilas, spesielt rettet mot Skjold-klassen. Den eksisterende nattpaletten er for lys til å ivareta nattsynet, samtidig som det er vanskelig å lese informasjonen som ECDIS presenterer. Dette medfører at navigatøren bruker mer tid enn nødvendig til å se ned i skjermene, og fokuset på hva som skjer rundt fartøyet blir mindre. Korvettvåpenet har sendt inn en sikkerhetsmelding angående lysstyrken på skjermene, der det skrives: «Velger man det laveste punktet for dimming, som er verdi 1, gir dette for mye lys for sikker optisk navigasjon». En måte lysstyrken kan reduseres på, er gjennom å designe en mørkere palett. Dette er bakgrunnen for utviklingen av den nye paletten «Black Palette».

Utvikling av «Black Palette»

Black Palette er utviklet ved å følge prinsippene i Human-Centred Design (HCD), som er en prosess som forsøker å gjøre systemet mer brukervennlig gjennom fokus på menneskelige faktorer og hvordan systemet skal brukes. Grunntanken i HCD er at systemet skal designes for å passe brukeren fremfor at brukeren må tilpasse seg systemet, noe som i praksis oppnås gjennom å inkludere brukeren i hele utviklingsprosessen.

I korte trekk startet utviklingsprosessen med et møte med Kongsberg Defence and Aerospace (KDA), for å få innsikt i muligheter og begrensninger rundt endring av farger i K-Bridge ECDIS. Alle farger benyttet på nattpaletten ble kartlagt for å kunne regne ut hvor lyse de ulike fargene er, og hvilken kontrast disse fargene har til hverandre. Høyere kontrast gjør fargene lettere å skille, og derav lettere å lese. Videre ble det gjennomført intervjuer med relevante brukere av systemet, som fremmer brukerens synspunkter og deres forventninger til «Black Palette». På den måten blir brukeren allerede i en tidlig fase inkludert i utviklingen, og ble grunnlaget for designet av selve paletten. Etter utviklingen gjennomgikk paletten 12 uker med testing og tilbakemeldinger i Skjold-simulatoren på Sjøkrigsskolen for å kontrollere at paletten møtte brukerens behov. Til slutt ble det foretatt lysmålinger for å undersøke om lysforurensningen var redusert.

Valg av farger

Hvilke objekter og farger som skulle endres på ble bestemt basert på intervjuene og litteraturstudien. Det ble sett på hva navigatørene anser som for dårlig med dagens nattpalett og hva de mener er essensiell informasjon, sett i sammenheng med teori om optisk navigasjon og de fire fasene i navigasjon. Dette ble utført i forkant av designprosessen, og følgende momenter ble tatt i betraktning for utformingen av «Black Palette»:

1. Hindringer og hjelpemidler må fremheves
 - a. Hindringer regnes som grunner under sikkerhetsdybden, skvalpeskjær, tørrfall, jernsøyler, staker, slaggrunnslinje og linjen som skiller land fra vann.
 - b. Hjelpemidler regnes som lyktesektorer, blinker og lyskarakteristikk

2. Tørn- og sensorinformasjon må fremheves, herunder blåfargen i CCRS- og High Speed-vinduet og rødfargen i kurslinjen
3. AIS-mål må gjøres tydeligere
4. Farge på land og sikkerhetskonturen må bli mørkere for å redusere de største lyskildene
5. Gulfargen i dialogene må endres til en farge øyet oppfatter bedre i mørket for at dette skal være leselig for navigatøren

Øyet har en del begrensninger når det kommer til lave lysforhold. Når belysningen blir for lav, vil øyet ha problemer med å oppfatte detaljer og farger. Det kreves derfor en viss mengde lys for å beholde farge- og detaljsynet. I «Black Palette» er det kun større bakgrunnsfarger som er gjort mørkere, som land og sikkerhetskontur, mens detaljer er gjort lysere for å fremheve disse. Detaljene utgjør en liten del av bildet og vil følgelig ha liten påvirkning på nattsynet og den totale belysningen fra paletten. Når bakgrunnen gjøres mørkere, og detaljene lysere, øker kontrasten mellom dem betraktelig, som er sentralt når øyet er på sin nedre grense for hvor det kan oppfatte detaljer og farger. Paletten er utviklet for å fungere godt på laveste bakgrunnsbelysning på skjermene, og kontrasten må dermed være høy for at disse detaljene ikke skal forsvinne når skjermene dimmes ned.

Øyet er mest sensitiv mot grønn, og grønn vil derfor oppfattes som lysere sammenlignet med andre farger med lik lysstyrke. Ved å benytte grønn, vil man beholde øyets evne til å lese liten tekst og samtidig redusere lysforurensningen sammenlignet med andre farger. Dette er grunnen til at grønn ble valgt fremfor gul til dialogboksene som er rundt kartet i ECDIS.

Resultat etter endt utvikling

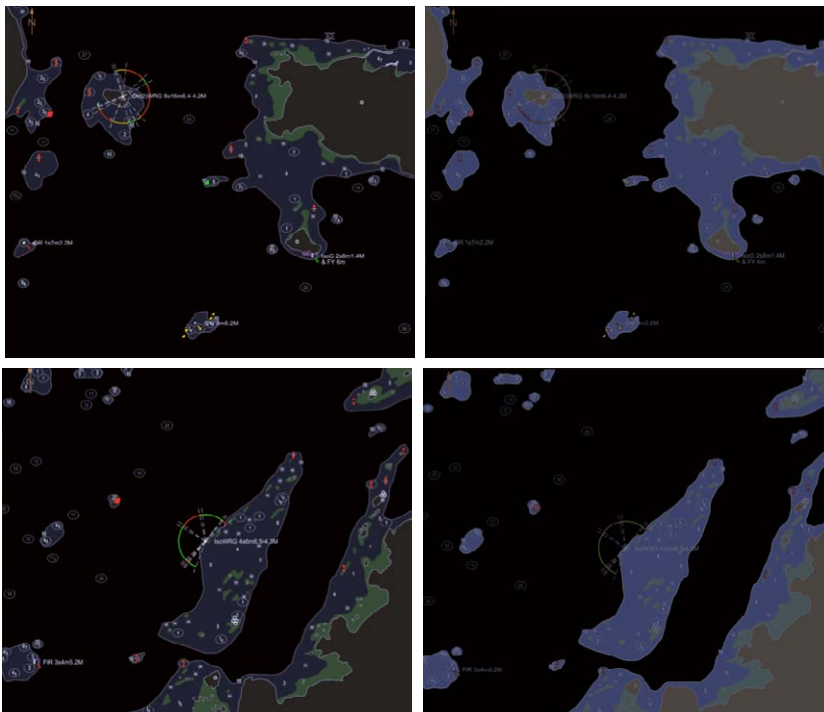
Figur 1 viser det endelige resultatet av produktutviklingen og hvordan «Black Palette» vil se ut. Det presiseres at farger på PC eller utskrift ikke vil være identisk med hvordan den ser ut på monitoren i simulator eller om bord på fartøyene. Blant annet vil fargene på land og sikkerhetskonturen se noe mørkere ut på PC og utskrift.

Paletten har et gjennomgående høyt fokus på sikkerhet. Endringene som er gjort i paletten er nøye gjennomgått for å sikre at farger som ikke bør endres på blir endret på, samt at fargene som velges ikke er for mørk til at de kan ses av navigatøren. Paletten har gjennomgått 12 uker med testing der ingen kritiske sikkerhetsfeil har blitt avdekket. «Black Palette» fremhever farer og hjelpemidler gjennom økte kontraster, i tillegg til at fargene er bedre egnet for nattsyn. Lavere lysforurensning og en palett som gjør det lettere å få essensiell informasjon fra ECDIS gjør paletten tryggere å bruke til nattseilas enn nattpaletten som eksisterer på K-Bridge versjon 8 i dag.

Lysmålingene som ble utført viste at «Black Palette» er betydelig mørkere enn den opprinnelige nattpaletten, i gjennomsnitt rundt en fjerdedel av belysningen. Mange navigatører velger også å seile med «Dusk Palette», fordi de mener at denne er lettere å lese. Det ble derfor utført en kontrolltest med «Dusk Palette» for å undersøke om det er fornuftig å seile med denne fremfor nattpaletten. Målingene viser at «Dusk Palette» forurenser omtrent dobbelt så mye som «Night Palette», og rundt åtte ganger mer enn «Black Palette». Med tanke på nattsynet, vil det ikke være hensiktsmessig å seile med «Dusk Palette» ved nattseilas.



Figur 1: Endelig resultat



Figur 2: Sammenligning av «Black Palette» og «Night Palette»

Konklusjon

Vår konklusjon er at dette er en bedre palett enn den eksisterende nattpaletten, og vil kunne bidra til sikrere nattseilaser i Korvettvåpenet. Dette grunnet at den bevarer broteamets nattsyn bedre, det er lettere å få essensiell informasjon fra ECDIS og tiden navigatøren bruker til å se ned vil potensielt sett være redusert. Disse faktorene vil være styrende for handlingsrommet man oppnår og vil under de fleste omstendigheter ha stor innvirkning for fartøy som seiler i høye hastigheter.

Det anbefales at «Black Palette» implementeres på KNM sine navigasjons-systemer, da den forventes å kunne bidra til en tryggere seilas og øke broteamets ytelse. Å få «Black Palette» om bord på K-Bridge ECDIS vil også muliggjøre en mer omfattende og kontinuerlig testing i praksis, for å kunne finjustere paletten til fremtidige oppdateringer.

Artikkelen er skrevet basert på en bacheloroppgave fra Sjøkrigsskolen våren 2019.

Komplett bacheloroppgave kan leses på:

<https://fhs.brage.unit.no/fhs-xmlui/handle/11250/2608079>

Nettbrett og militær navigasjon

Odd Sveinung Hareide ¹

Kurt Haukeberg ²

Kåre Schiøtz ³

Sammendrag

Det er mange fordeler med papirløs navigasjon, og en ser en stadig større utnyttelse av nettbrett til navigasjonsformål. Bruksområdet for nettbrett kan være forskjellig, og nettbrett kan dekke funksjonaliteten til «ECDIS-i-en-boks» konseptet beskrevet i SNP-500. Denne artikkelen vil sette fokus på denne bruken, informere om viktigheten av godkjente elektroniske navigasjonskart (ENC) samt et eksempel på en applikasjon som er egnet til bruk i militær navigasjon.

¹ Fagleder elektronisk navigasjon, Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter

² Nautisk rådgiver, Kystverket Lostjenesten

³ Fagleder navigasjonssystemer, Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter

Elektroniske kartsystemer

Elektroniske kartsystemer deles inn i to kategorier; Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) og Electronic Chart System (ECS). Elektroniske kartsystemer er ofte forbundet med omfattende funksjonalitet og integrasjon og stiller derfor høye krav til operatørens systemkunnskaper. ECDIS er IMOs betegnelse på et elektronisk kartsystem med definert funksjonalitet. Dette reguleres av IMO ECDIS Performance standard¹.

Alle elektroniske kartsystem som ikke er typegodkjente omtales som Electronic Chart System (ECS). En av argumentene til ECS leverandører er at de ikke binder seg til ECDIS ytelsesstandard (Performance Standard), og derfor har mye større handlingsrom og kan tilpasse systemet sitt til sluttbrukerens behov. Fartøy og sluttbrukere som ikke har krav til ECDIS driver utviklingen av de forskjellige ECS. Alle kartapplikasjoner på nettbrett og smarttelefoner er under kategorien ECS.

Den viktigste brikken i ECDIS og ECS er det digitale sjøkartet. Offisielle elektroniske kart benevnes ENC (Electronic Navigational Chart) og er utarbeidet av de forskjellige nasjoners hydrografiske organisasjoner. I Norge er dette sjødivisjonen i Statens Kartverk. Alle andre elektroniske kart benevnes non-ENC eller privat ENC. Det er kun ENC som er godkjente for papirløs navigasjon. Hvis en benytter seg av non-ENC på det elektroniske kartsystemet (ECS), må en i henhold til regelverket ha oppdaterte papirkart for den aktuelle seilasen.



Figur 1: Paradigmeskifte ved elektronisk navigasjon

¹ Installasjoner før 1. januar 2009: IMO Res A.817(19), installasjoner etter 1. januar 2009: IMO MSC.232(82).

Behovet i Forsvaret

Det er to hovedgrunner for bruk av navigasjonsapplikasjoner i Forsvaret. Det er et stort antall småbåter som er utrustet med ulike navigasjonssystemer, samt et antall småbåter uten elektroniske navigasjonssystem. Mange av disse navigasjonssystemene har begrenset funksjonalitet, og det har vist seg å være utfordrende å vedlikeholde kartdatabasen (oppdaterte kart). Erfaring og forskning fra bruken av elektronisk navigasjon i Sjøforsvaret viser at elektronisk navigasjon og elektroniske kartsystemer (Electronic Chart Systems – ECS) øker navigasjonssikkerheten når det brukes på riktig måte (1, s. 36). En av utfordringene er oppdaterte kart, og flere navigasjonsapplikasjoner leverer nå sømløse kartoppdateringer direkte fra leverandør (PRIMAR). Sjøforsvarets enheter skal ha oppdaterte kart for seilassen.

For større fartøy som benytter seg av ECDIS, har det vært ønskelig med en back-up løsning samt at for eksempel skipssjef eller noen utenfor navigasjonsteamet har tilgjengelig en enhet for å øke situasjonsbevisstheten til denne personen. En kan også benytte seg av denne enheten i opplæringsøyemed.



Figur 2: Eksempel på navigasjonsapplikasjon på nettbrett. Kilde: seven7c.com

ECDIS-i-en-boks

SNP-500 (Reglement for utøvelse av navigasjon i Sjøforsvaret) fastslår at alle Sjøforsvarets enheter som seiler med elektroniske kartsystemer skal etablere rutiner for «ECDIS-i-en-boks» og holde denne oppdatert (2).

Årsaken til dette er at de elektroniske kartsystemene kjøres på datamaskiner, som kan henge seg opp med ujevne intervaller. Alvorlighetsgraden av slike driftsforstyrrelser kan variere fra et vindu som henger til at systemet krasjer totalt. Fartøyene må være i stand til å kunne reetablere et minimum av navigasjonshjelpemidler for å kunne føre fartøyet trygt til nærmeste havn.

ECDIS-i-en-boks inneholder alt som er nødvendig for å kunne sette opp en vilkårlig PC eller nettbrett til å fungere som en kartmaskin (til bruk med posisjons-sensor eller i manuell modus).

Ved bruk av ECDIS-i-en-boks løsning og ECS systemer i Sjøforsvaret skal valgt løsning (ECS-system) risikovurderes.

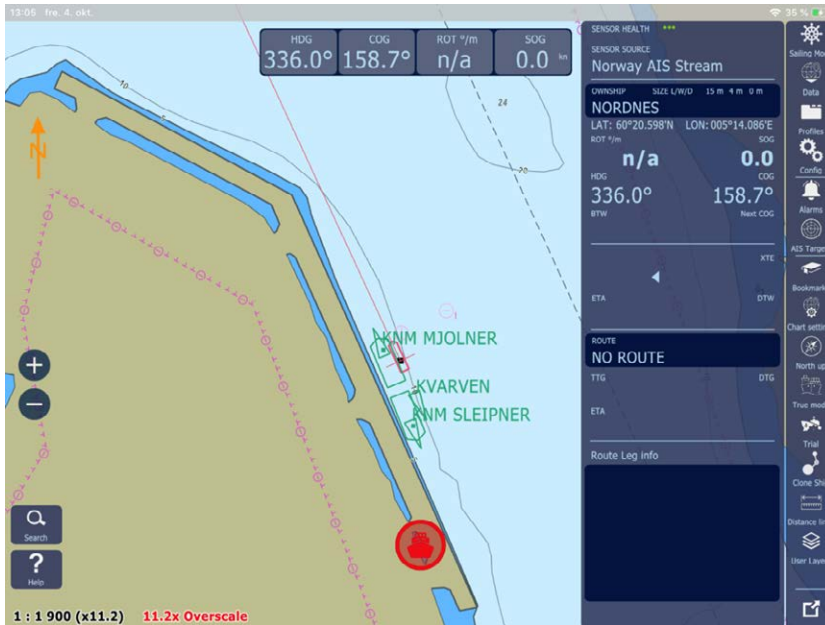
Navigasjonsapplikasjoner

Det er en rekke navigasjonsapplikasjoner tilgjengelig på markedet, og vi har tidligere anbefalt bruk av applikasjonene SeaCross, SealQ og iSailor (1, s. 36). De siste årene har dette markedet modnet ytterligere, og den utstrakte bruken i fritidsflåten samt losers bruk av Portable Pilot Units (PPU) har drevet denne utviklingen. En ser også en utstrakt bruk av navigasjonsapplikasjoner til bruk i det maritime på smarttelefoner. Navkomp har deltatt i denne utviklingen, med det formål å kunne tilby tilpasset navigasjonsapplikasjoner til de brukerne som har behov for det i Forsvaret.

Vi har tidligere gjort rede for viktigheten av å velge «riktig» hardware og software i forhold til de behov sluttbruker har². En kort oppsummering av rapporten tilsier at hvis plattformen skal benyttes i et utfordrende miljø (for eksempel i minusgrader i en åpen båt), er det viktig at plattformen tilpasses deretter. Enkelte nettbrett har IP55 godkjenning, men det anbefales uansett å anskaffe beskyttelse som passer til det aktuelle formålet (LifeEdge, UAG osv). Det er videre viktig å ha tilstrekkelig strømtilførsel til enheten. Hvis strømkilde ikke er tilgjengelig, er ladebanker gode alternativ til dette. En må videre vurdere hvorvidt en må ha sensorer tilknyttet enheten. Posisjonssensorer er i dag tilgjengelig i de fleste nettbrett, men en må vurdere om det er nødvendig å ha en posisjonssensor tilkoblet nettbrettet som er plassert et sted for å få bedre dekning mot satellittene. En må deretter anskaffe den programvaren som passer for sitt bruk. Hvis det er mulig å få samme programvare som en har på navigasjonssystemer ombord er dette å anbefale på grunn av redusert behov for familiariseringstrening samt mindre risiko for feil bruk av programvaren (gjenkjennbar).

På større fartøy som er utrustet med AIS, har en også «pilot plug» tilgjengelig. Hensikten med pilot plug er at losen kan koble sitt utstyr til fartøyet AIS for å få posisjon samt AIS mål sendt til sitt utstyr. Pilot plug sender ut signalene fra AIS til en enhet, og en får da mulighet for å få eget skips posisjon. Alle AIS mål vil også bli gjort tilgjengelig på enheten. Dette er en fordel for å få tilgang til AIS-GPS som posisjonskilde, samt at en får bedre oversikt over fartøy som har AIS i området. En har også mulighet for å bruke AIS mål som eget skip gjennom Norway AIS Stream som er en live AIS tjeneste levert av Kystverket.

² DocuLive saksnummer: 2016019273 «Retningslinjer for Elektroniske kartsystemer (ECS)».



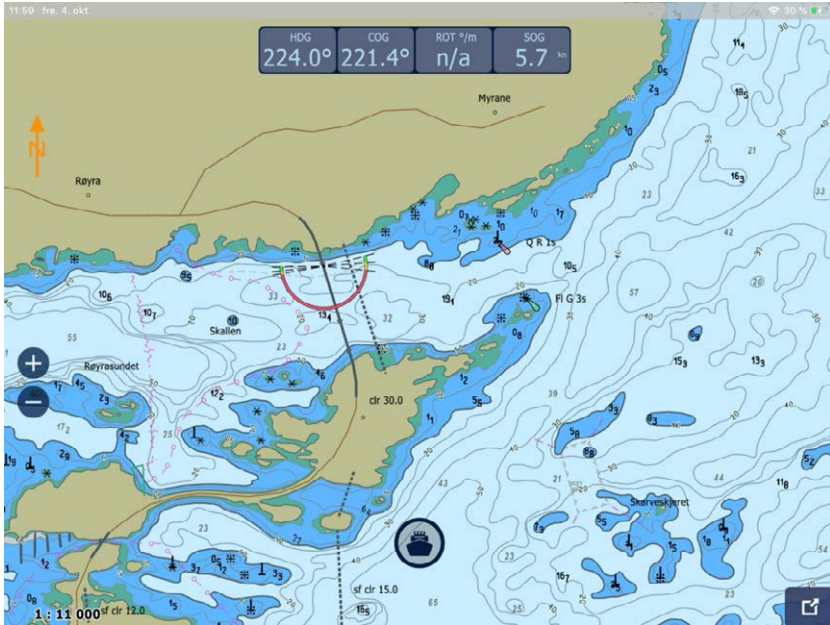
Figur 3: Norway AIS Stream, Skolefartøy Nordnes valgt som ownship

Sjøkrigsskolen (SKSK) har en samarbeidsavtale med Kystverket, og gjennom denne har Navkomp bidratt i anskaffelsesprosessen av de norske losene sin nye PPU. Denne navigasjonsapplikasjonen er tilpasset kystnær navigasjon, og er kompatibel med ruteformatet RTZ (internasjonal standard på ruter). Njord Pilot har videre funksjonalitet som understøtter militær navigasjon, for eksempel bruken av seilasplan (notasjoner og mulighet for å legge inn ekstra informasjon/dokumenter i ruten) og sammenligning av ulike posisjonskilder for å kontrollere integriteten til posisjonsensorer og dødrengningsfunksjonalitet.

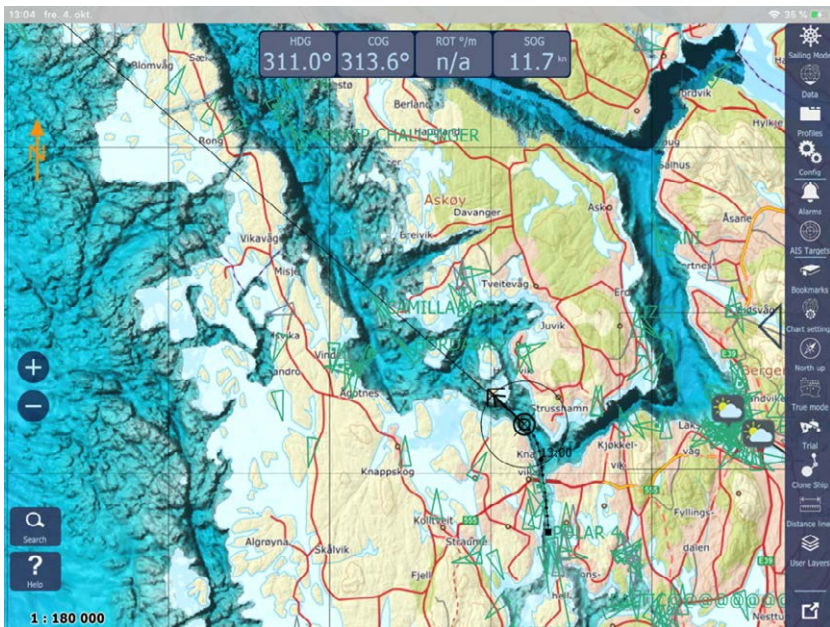
Njord Pilot har også en egen visningsstandard som er tilpasset den norske kysten (Norwegian Coast), som kan velges på lik linje med «simplified» og «traditional» visning.

Njord Pilot har mulighet for å fremstille ulike typer kart, for eksempel undervannstopografi og topografiske kart. Dataene hentes fra Web Mapping Services (WMS) gjennom åpne API, for eksempel data som er tilgjengelig i KystInfo³. Den er også klargjort for S-102 3D kart der dette er produsert og tilgjengelig, for mer informasjon om S-102 se forrige nummer av Necessé og bacheloroppgave fra SKSK (3). Dette bidrar til en utvidet forståelse av handlingsrommet en har i det gitte operasjonsområdet. Det er også mulighet for 3D visning ved bruk av dagens kart (s-57). Det er også en utvidet funksjonalitet der brukeren kan tegne sine egne notater (user layers).

³ <http://kystinfo.kartverket.no>

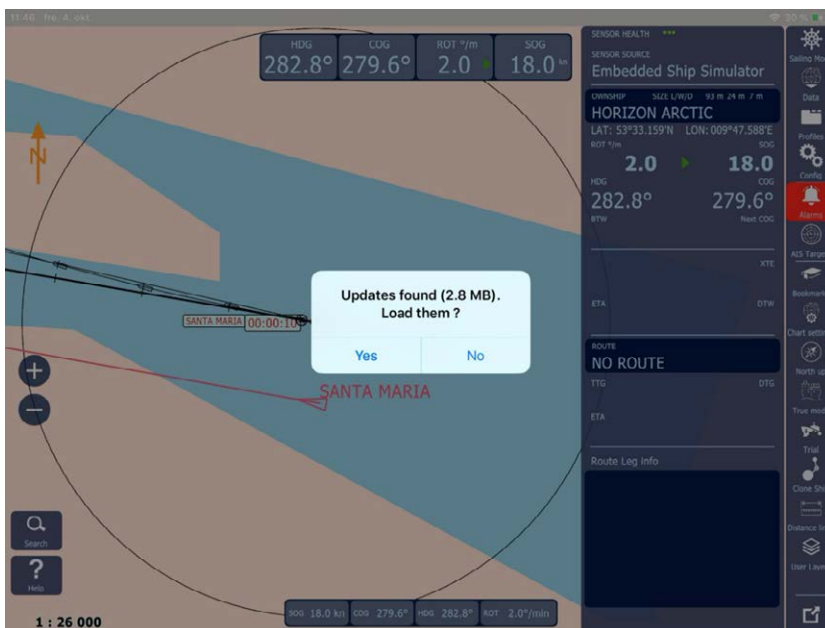


Figur 4: Visningsstandard Norwegian Coast



Figur 5: Integrerte Web Mapping Services (WMS) i applikasjon. Havbunnraster og Norgeskart presentasjon

S-63 kart benyttet i Njord Pilot oppdateres sømløst, og kan knyttes til fartøyets eksisterende user permit, hvis en ikke har oversteget 5 brukte enheter. Funksjonaliteten med sømløs oppdatering mot Primar sine ENC er det flere leverandører som tilbyr (blant annet SeaIQ). Bruken av godkjente elektroniske navigasjonskart (S-63) understrekes, samt at disse holdes oppdateres sømløst. Funksjonaliteten mot Primar sin database automatiserer denne prosessen.

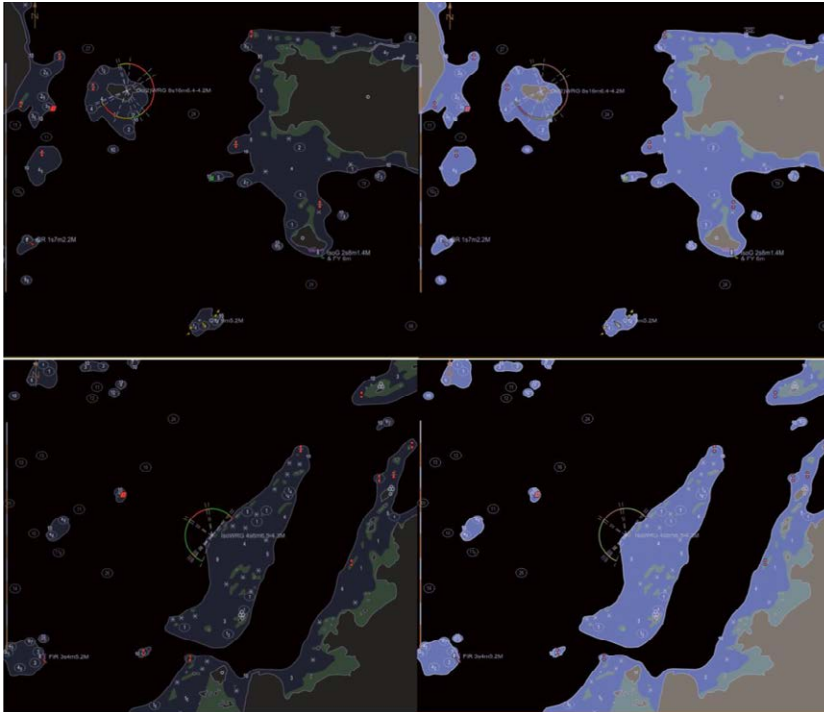


Figur 6: Sømløs oppdatering av ENC

Integrasjon mot AIS enten via Pilot Plug eller internett muliggjør brukertilpassede funksjonaliteter i Njord Pilot som for eksempel en visualisert fremstilling av hvor en vil møte fartøy (meeting point). Denne funksjonen gir en visuell presentasjon av møtested, samt mulighet for å manipulere fart for å se på alternative møtested.

På bakgrunn av lysforurensning har elever ved SKSK i samarbeid med Navkomp og Kongsberg Defence Agency (KDA) utviklet og levert Black Palette. Denne paletten er tilpasset bruken i kystnær navigasjon, og er beskrevet i egen artikkel i dette nummeret av Necessé samt i en bacheloroppgave fra Sjøkrigsskolen (4).

Njord Pilot er Kystverkets tilpassede versjon, og vil også bli gjort tilgjengelig kommersielt under navnet OrcaPilot X. SevenCs OrcaPilot X vil bli gjort tilgjengelig på samtlige operativsystem (Android, Apple, Windows), og føyer seg inn i rekken over anbefalte applikasjoner ved bruk av elektroniske kartsystemer (ECS med ENC – SeaCross og SeaIQ). Njord Pilot er under utvikling, og vil bli gjort tilgjengelig for nedlasting i 2020.



Figur 7: Sammenligning Black Palette og Night Palette (4)

Referanser

1. Hareide OS, Mjelde FV, editors. Militær Navigasjon - dagens teknologi for morgendagens krigføring. Bergen: Sjøkrigsskolen; 2017.
2. Sjøforsvaret. SNP-500 In: Navigasjonskompetansesenter S, editor. Bergen 2013.
3. Strømmen LH. Seilasplanlegging med 3D-kart. Bergen: Sjøkrigsskolen; 2019.
4. Nilsen KA, Sørensen MA. Black Palette. Svarte netter krever svarte paletter. Bergen: Sjøkrigsskolen; 2019.

Robust navigasjon i Sjøforsvaret

Stein Egil Iversen
Odd Sveinung Hareide

Sammendrag

Robust navigasjon har fått en økende aktualitet med økt grad av automatisering i det maritime. Når ulykker eller hendelser inntreffer, blir det ofte lagt over på menneskelig feil, og at økt automatisering kunne bidratt til å unngå hendelsen eller ulykken. Menneskelige feil i forskjellige ledd har vært medvirkende årsak til alle hendelser og ulykker. Det er derfor viktig for et Navigasjonskompetansesenter å ha inngående forståelse for teknologien, for å få til et fruktbart samspill mot mennesket. Fagansvar for Posisjon, Navigasjon og Tid (PNT) i Forsvaret er delegert til Sjøforsvaret, og videre til Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter (Navkomp) som har det utøvende fagansvaret. Inngående kjennskap og forståelse for teknologi og brukerbehov er essensielt for å få til et godt samspill med mennesket. Dette betinger at ressurser stilles til rådighet slik at kompetanse kan bygges og ivaretas. Denne artikkelen vil gi leseren et lite innblikk i kompleksiteten innenfor Robust PNT.

Nasjonal strategi for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse¹ har som målsetting å styrke samfunnssikkerheten gjennom å bevisstgjøre i hvor stor grad de forskjellige sektorene er avhengige av PNT-informasjon. For Forsvarets vedkommende er det i nasjonal strategi angitt at *regjeringen vil sørge for at militære enheter har robuste og sikre systemer som er motstandsdyktige mot tilsiktede og utilsiktede signalforstyrrelser*. Dette innspillet sammenfaller med pkt. 1 i mandatet der Forsvarssjefen spesielt ber om råd; «Et forsvar med økt robusthet og reaksjonsevne med tilstrekkelig utholdenhet og beskyttelse»

NATO² har slått fast at kun sikre kilder til PNT skal anvendes, samt at PNT-systemer skal være NAVWAR-kompatible³. Primær kilde til sikker PNT er i NATO det krypterte militære GPS-signalet (PPS). NAVWAR-kompabilitet innebærer evne til å fortsette operasjoner i områder med tilsiktet signalforstyrrelse av GPS. Behovet for bedre beskyttelse av kritisk samfunnsfunksjoner og Forsvarets egne systemer i form av robuste systemer er nå tydelig (NOU2015:13 Lysnes-utvalget, GNSS sårbarhetsrapport, Trident Juncture m.fl.) der robust innebærer evne til fortsatt tilgang til PNT under en trussel. I NATO er «*PNT Superiority*⁴» et viktig element som en del av NATO Space policy som har innvirkning på alle militære operasjoner og domener⁵.

I den nåværende situasjon i Forsvaret eksisterer det ulike former for robust PNT, som har svakheter både med tanke på mottaker, antenne og tidssignal. I perioden frem mot 2025 vil GPS bli oppdatert med nye satellitter (GPS III) som b.la. vil gjøre nytt militært signal (M-code) tilgjengelig. Galileo gir mulighet for anvendelse av et kryptert PNT-signal (PRS), og vil være et komplementært GNSS PNT system. Dette øker robustheten da man ikke lenger har gjort seg avhengig av ett GNSS system. For at Forsvaret skal kunne anvende de nye signalene, må nødvendige bilaterale og multilaterale avtaler inngås. Mottagere må oppgraderes eller erstattes. For å øke graden av robusthet og NAVWAR-kompabilitet, er det nødvendig med anti-jamme antenner til aktuelle enheter. Tidssignalet i PNT er essensielt, og behovet for et redundant system for tid på enkelte enheter er kjent. Utviklingen innen formfaktor (SWAP) har ført til bedre tilgjengelige atomur, noe som vil ytterligere øke robustheten. PNT er ikke avgrenset til rombaserte signaler, men kan i det maritime domenet også komme fra back-up sensorer som høytytelse treghetsnavigasjonssystemer, terrengkorrelering, etc. De forskjellige plattformene og enhetene i Forsvaret har i varierende grad systemer som understøtter robust PNT, og de eksisterende systemer vil måtte oppgraderes/erstattes for å tilfredsstille kravene for fremtidige operasjoner. Antallet unike brukere som trenger oppdatering anslås til 4900. Det er behov for å samle PNT-kompetanse i Forsvaret for å identifisere operativt behov og omfang på tvers av forsvarsgrenene. Dette for å kunne gi tverrfaglig begrunnet tilråding om hvordan Forsvaret kan gjøre en riktig og fremtidsrettet oppdatering av sine PNT-systemer slik at nødvendig grad av robusthet og interoperabilitet oppnås.

¹ På rett sted til riktig tid (2018)

² MC0649: Military committee directive for NATO secure positioning, navigation and timing directive

³ NAVigation WARfare - navigasjonskrigføring. Definert som eget krigføringsoverområde

⁴ NATO NAVWAR policy

⁵ NATOs approach to Space pr 19 juni 2019

NATO og USA har utviklet flere strategier, policy og konsept innenfor PNT og NavWar. Konklusjonen er entydig; Militære operasjoner er kritisk avhengig av PNT, og man må kunne forvente at opponenter vil iverksette elektronisk krigføring i den hensikt å nekte tilgang til PNT. Anbefalingene fra deres doktriner og policyer er, basert på vurderingen av operasjonens art, å benytte seg av mottakere, antenner og tidskilder som vil øke robustheten til PNT.

Utvikling av sensorer og systemer innenfor elektronisk navigasjon blir i dag hovedsakelig drevet av kommersielle krefter. Navkomp har derfor hatt en strategi med utstrakt samarbeid mot industri for å påvirke og holde seg oppdatert på denne utviklingen. Det er mange synergieffekter med utstrakt militært-sivilt samarbeid⁶, og dette er også en uttalt strategi fra norske myndigheter⁷. Eksempel på gevinst av militær/sivil interaksjon er gjennom P6615 Nye Ytre Kystvaktfartøy som er sammenfallende med arbeidet innenfor Open Bridge prosjektet (drevet av Vard og Arkitekthøgskolen i Oslo), der en får synergier i form av utvikling av skipsbro-design i VR, samt mulighet for standardisering av navigasjonsutstyr gjennom Open Bridge prosjektet⁸.

Gjennom tett kontakt mot Kystverket og Kartverket Sjødivisjonen, har Navkomp bidratt i utvikling og påvirkning av farled, fyr og merke (FFM), samt elektroniske navigasjonskart (ENC) for bedre tilpasning til Sjøforsvarets behov. Eksempler på dette er gjeninnføring av tekstuell informasjon for sektorlykter i ENC og utviklingen av 3D kart (S-102).

Økt digitalisering fører til økt risiko for cyber angrep. Navkomp har derfor engasjert seg i Maritim datasikkerhet, der vi har pågående forskningsprosjekter sammen med NTNU, DNV-GL, KDA og Norwegian Hull Club der en ser på hvordan digitaliseringen treffer skipsbroen. Militære og sivile navigasjonssystemer er prinsipielt like, men militære enheter må kunne fortsette operasjon under en trussel og bortfall av sensorer (navigasjonskrigføring og cyber angrep).

Sjef Sjøforsvaret har ansvar for PNT i Forsvaret og har delegert utøvende fagansvar til Navkomp. Robust PNT er en bærebjelke innen Navigasjonskrigføring og griper inn i alle krigførsområder. Også maritime autonome kapabiliteter er avhengig av robust PNT. Det har derfor vært en målsetning å holde seg oppdatert innen utvikling av PNT. Dette skjer dels gjennom nasjonal representasjon i NATO arbeidsgruppe for navigasjon og ID (C3B CaP2), dels gjennom FoU-arbeide og dels gjennom deltakelse i prosjekter. Innen NATO har Navkomp de senere år bidratt aktiv i utvikling av bl.a ny standard for WECDIS (ANP4568) og PNT-policy.

Forskning og utviklingsarbeid (FoU) er kreativ virksomhet som utføres systematisk for å skaffe til veie ny kunnskap. Utviklingsarbeid er systematisk eller eksperimentelt arbeid som utnytter kunnskap for å utvikle nye eller forbedrede materialer, produkter eller prosesser. Navkomp har utarbeidet FoU-strategi for avdelingen basert på anvendt forskning og utviklingsarbeid⁹. Resulterende kunnskap tilbakeføres organisasjonen. FoU-basert undervisning er viktig i Navkomp sin støtte til FHS SKSK og tilbakeføres fora som Navkomp er delaktige i.

⁶ Strategi for FoU i Forsvarssektoren, se spesielt kap 4.4, 4.5, 4.8 og kap 6.

⁷ Regjeringens Maritime Strategi side 37 og Maritim 21 strategi, side 34.

⁸ <http://www.openbridge.no/>

⁹ DocuLive: FoU-strategi Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter

Tidsriktig kompetanse for å best mulig understøtte operative behov bygges og ivaretas gjennom forskning og utvikling, militært/sivilt samarbeid, deltakelse i både nasjonale og internasjonale fora og tett interaksjon med brukermiljøer. Kompetanse er utfordrende å bygge opp, men enkelt å rive ned.

Teknologitrender i simulatoremarkedet

Martin Frotvedt
Jonas Haukenes
Sebastian Jørgensen
Eivind Sognnes

Sammendrag

Simulatorsystemer finnes i de fleste yrker og miljøer i dagens samfunn. Enten det er i oljebransjen, i maritime miljøer, luftfart eller i helsevesenet, så finnes det simuleringer og simulatorer - i hvert fall til en viss grad. Denne artikkelen gir et inntrykk fra årets simulatorekonferanse – IT²EC 2019.

En bransje som er dypt investert i simulatorer og simuleringer er militæret. Militæret i de fleste land bruker simulatorer til utdanning, trening og øving for sine soldater, for å redusere kostnader, trene tryggere og for å øke sin operative evne. Men hvor er teknologien på vei?

Teknologimessen International Training Technology Exhibition & Conference (IT²EC) er et årlig internasjonalt forum for både militær og sivil simulering, trening og utdanning (ITEC, 2019).

Deltakere på konferansen kommer fra Russland, Kina, Japan, Storbritannia, USA, Nederland, Sverige, Tyskland, med mange flere.

ITEC gjennomføres som en kombinasjon mellom forelesninger og aktiv presentasjon av simulator-systemer. Presentasjoner og forelesninger gis av fagpersonell, akademikere og brukere av simulator-teknologi, hvor nye idéer, erfaringer og forskningsresultater deles. Maskinvare fra små til store systemer vises frem på utstillingsgulvet hvor leverandører og brukere presenterer og forklarer hvordan sine systemer kan dekke ulike former for opplæringsbehov.

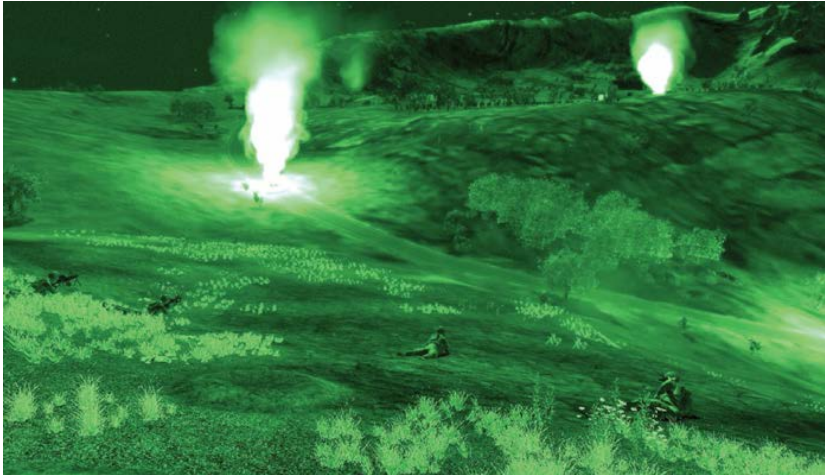
Navigasjonskompetansesenteret (Navkomp) har de siste 4 årene sendt militære lærlinger i faget dataelektronikk fra Navkomp til denne messen. Deltakelsen er et ledd i fagplanen utarbeidet i samråd med Hordaland Fylkeskommune hvor lærlingene skal undersøke hvilken simulorteknologi som finnes på markedet, hvordan det kan anvendes, og hvilke trender som finnes der.

En synlig trend på årets konferanse er en forflytning mot større og mer komplekse øvelser gjennomført i simulator, spesielt da med integrering av «virtual reality» (VR). Dette ble illustrert i en feltstudie gjennomført av den Britiske hæren i samarbeid med Bohemia Interactive Simulations (Morrison, 2019). Målet for studien var å undersøke mulighetene til å bruke VR for å gjennomføre øvelser, med et særlig fokus på skalerbarheten til øvelsene. Tre øvelser ble gjennomført, hver med et stadig økende omfang av kompleksitet, elementer og flere operatører. Øvelsene bestod av en infanteri tropp med artilleristøtte som skulle løse forskjellige oppdrag. Med arkitekturen til systemene de har i dag, fant feltstudien mulighet for å skalere opp øvelsene fra 37 operatører til ~100 operatører. De fant at utnyttelse av VR teknologi reduserte eksterne forstyrrelser for deltakerne, noe som økte evne til fokus og grad av innlevelse. For å øke treningsmuligheter og utbytte går videre utvikling i retning av høyere kvalitet på modeller, integrering av objekter man kan ta tak i og anvende, samt økende grad av komplekse virtuelle verdener.

Dagens simulatorsystemer har blitt svært avanserte og kan skape realistiske scenario. Kombinert med erfarne instruktører som kan tilrettelegge for overførbarhet av erfaringer fra den virtuelle til den virkelige verden gir dette både realistisk og verdifull trening på en kostnadseffektiv måte. En stor utfordring man står ovenfor i dag, er å skape systemer som tillater at flere aktører med ulike treningsmål kan trene i samme scenario. Dette både med tanke på samtrening over geografiske avstander, men også mulighet for samtrening på tvers av domene (land,

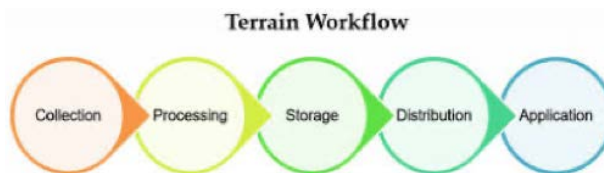


Figur 1: Fra utstilling ITEC 2019
(Bilde: Forsvaret)



Figur 2: Visuelle effekter som bidrar til innlevelse (Bilde: Bohemia Interactive simulations)

luft, sjø). For å kunne oppnå denne formen for interoperabilitet, vil det kreve at de ulike avdelingene innenfor forsvarssektoren samarbeider om krav til funksjonalitet i innkjøpsprosessen av nye løsninger. Den største utfordringen vil med stor sannsynlighet være at det ikke er mulig å fullt ut integrere og sammenkoble dagens simulatorsystemer, siden disse ofte er levert av ulike leverandører med proprietær programvare. For å løse disse utfordringene har Nato Modelling and Simulation Group (NMSG) gjennom arbeidsgrupper med representanter fra de ulike medlemslandene, utviklet en standard som skal sikre interoperabilitet (IEEE, 2019; NATO STO, 2018).



Figur 3 - OWT arbeidsmetodikk

Når det kommer til spesifikke løsninger for simulering og utvikling av simulorteknologi, har selskapet Bohemia Interactive i det siste vært svært aktive. Selskapet har bl.a. i samarbeid med Institute for Creative Technology (ICT) utviklet et konsept som kalles One World Terrain (OWT), som bygges for U.S. Army (Bohemia Interactive Simulations, 2019).

Formålet med One World Terrain er å levere én singel terrengdatabase som kan brukes for å trene hvor som helst i verden, samtidig som den åpner opp for å kombinere Sjø, Luft, Land og Cyber-øvelser i en felles simuleringssetting. Terrengdatabasen konstrueres ved å importere data fra OpenStreetMap (OSM) inn i VBS Blue, som er selve programmet (Bohemia Interactive Simulations, 2019). VBS Blue bruker prosessuell terrenggenerering med data fra hundrevis av tilgjengelige

kilder for vegetasjon og overflatetyper. I motsetning til dagens teknologi hvor det kan ta fra uker til måneder å lage terrengdatabaser basert på få kilder, kan OWT dekke et stort behov i simulator markedet.



Figur 4: Illustrasjon av AR briller for å prosessere digital informasjon i felt (kilde: Military&Aerospace Electronics)

Flere store aktører som Novatech, Bohemia Interactive og SAAB viste frem simulatorløsninger der VR og AR stod sentralt, med mer smidige løsninger enn tidligere år. Et eksempel på dette, utviklet av AEgis Elements, er en bærbar PC-rigg utformet som en ryggsekk, som styrer det virtuelle miljøet i scenariet. Utstyrt med kraftig skjermkort for å regne på det grafiske aspektet i simuleringen og to batterier satt opp slik at bruker kan «hot-swappe» batterier og dermed simulere omtrent uavbrutt i timevis, gir mulighet til å simulere et dynamisk miljø der bruker kan bevege seg fritt i rommet. Med 2 sensorer på kroppen, to hansker og et CO2-drevet våpen kan brukeren for eksempel trene skyting og håndtering av ildstøtte samtidig i et krevende og dynamisk miljø. Kombinert med sensorer montert i taket, på eget utstyr og på objekter bruker vil samhandle med, har et slikt system potensiale til å gi verdifull og kosteffektiv trening.

Simulatorsystemer og simuleringsteknologi er stadig i forandring og utvikling, og nye idéer prøves ut hver dag. Det vil trolig aldri ta slutt, og det finnes ingen perfekt simuleringsteknologi som kan ta høyde for alle krav. Men teknologien behøver ikke alltid være ny for at den gir godt treningsutbytte. Dersom det du trener er overførbart til virkeligheten, har det ingenting å si om du bruker datasystemer fra 1995 eller flunkende ny teknologi. Det viktigste er treningsutbyttet.

Referanser

- Bohemia Interactive Simulations. (2019, Nov 4). *One World Terrain*. Retrieved from Bohemia Interactive Simulations: <https://bisimulations.com/company/customer-showcase/one-world-terrain>

- Bohemia Interactive Simulations. (2019, Nov 4). *VBS Blue IG*. Retrieved from Bohemia Interactive Simulations: <https://bisimulations.com/products/vbs-blue-ig>
- IEEE. (2019, Nov 4). IEEE 1516-2010 - *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Framework and Rules*. Retrieved from IEEE Standards Association: <https://standards.ieee.org/standard/1516-2010.html>
- ITEC. (2019, Nov 4). Retrieved from ITEC: <https://www.itec.co.uk/>
- Morrison, P. (2019). *Delivering Next Generation Simulation Today: Converging Virtual, Constructive and Gaming Through Cloud Technologies*. ITEC 2019. Stockholm: ITEC.
- NATO STO. (2018). *Standardization Recommendation 4815*. NATO Science and Technology Organization.

DEL 3

Bacheloroppgaver
Operativ Marine 2019

Bacheloroppgaver

Operativ Marinelinjen 2019

Odd Sveinung Hareide, emneansvarlig bacheloroppgaven

Hensikten med bacheloroppgaven for operativ marinelinjen (OM) ved Sjøkrigsskolen er å gi offiserene anledning til å anvende kunnskaper og ferdigheter de har tilegnet seg ved bransjeutdanningen ved Sjøkrigsskolen. Oppgaven skal gi erfaring i å arbeide med en problemorientert oppgave. Den skal gi øvelse i å gjennomføre et større arbeid alene eller i gruppe. Den skal gi offiseren tid til fordypning og trening i å løse teoretiske, eksperimentelle eller praktiske problemstillinger.

Bacheloroppgaven skal være relatert til et nautisk fagområde hvor problemstillinger som påvirker Sjøforsvaret skal vektlegges. Emner eller problemstillinger kan være gitt av Sjøkrigsskolen alene, i samarbeid med Forsvarets organisasjoner eller i samarbeid med sivil bedrift. Kadettene kan også fremme egne problemstillinger. Det søkes hvert år samarbeid mot Sjøforsvaret for å finne aktuelle problemstillinger som kadettene kan fordype seg i. Den enkelte avdeling oppmuntres til å kontakte Navkomp hvis de har aktuelle problemstillinger.

Ugraderte bacheloroppgaver blir publisert på Forsvarets Høgskoles sider¹. I 2019 ble det levert 13 bacheloroppgaver fra OM (en gradert oppgave), og denne artikkelen sammenfatter kort innholdet i disse.

¹ https://fhs.brage.unit.no/fhs-xmlui/handle/11250/99243/discover?filtertype=doctype&filter_relational_operator>equals&filter=Bachelor+thesis

1 Kriseberedskap i Arktis

Problemstilling

«I hvilken grad er Norge i stand til å håndtere en større cruiseskipulykke utenfor Svalbard?»

Bakgrunn

I oppgaven har vi laget et scenario som baserer seg på Maksim Gorkiy fra 1989, men skalert slik at det passer med dagens situasjon i Arktis. Scenarioet tar for seg de tilgjengelige ressursene og variabler som avstand, vær og kapasiteter ved hjelp av et "snapshot" av virkeligheten 29. Mai 2018. Redningsarbeidet blir sett opp mot kravene som stilles i Polarkoden og om disse kravene er gode nok. Hovedfokuset er om det er sannsynlig at skip som ferdes i polare områder klarer å opprettholde §1.2.7. Denne sier at skipene skal ha utstyr og proviant til å overleve i opptil fem døgn før forventet redning.

Funn/anbefalinger

Oppgaven avdekker både mangel på kapasiteter, men belyser også områder hvor redningstjenesten er god. Sett opp mot kravene i polarkoden, vil redningstjenesten med stor sannsynlighet klare å evakuere et middels stort cruiseskip innen fem døgn. Derimot viste testene gjennomført under SAREx at fem dager vil være for lang tid å befinne seg i en livbåt eller redningsflåte. Det er stor fare for at ved ankomst av redningsressurser vil det være flere nedkjølte pasienter enn det Kystvakten og redningstjenesten har ressurser til.

2 Black Palette –Svarte netter krever svarte paletter

(Se egen artikkel i dette nummeret av Necessé)

Problemstilling

«Utvikling av «Black Palette» i K-Bridge versjon 8: Hvorfor er den bedre for Korvettvåpenet?»

Bakgrunn

Militær navigasjon skiller seg fra navigasjon i sivil skipsfart. Oppdraget og trusselen Marinen møter avgjør hvor og hvordan vi bruker fartøyet med de hjelpemidlene vi har til rådighet. Militære fartøy seiler ofte for å holde seg skjult, de tar seg gjennom trange leder som presser både fartøyet og navigatørene til marginene selv på mørkeste natten. Slik navigering krever at samspillet mellom navigatør og maskin fungerer optimalt, og at systemet ikke påvirker oss på en negativ måte. Hvordan paletten presenterer informasjon i ECDIS har mye å si for samspillet, og en palett som er tilpasset broteamets behov vil bedre dette forholdet.

Funn/anbefaling

Ved å sette brukerne i senter av produktutviklingen og kombinere deres lærdommer og ønsker med relevant teori har vi kommet frem til en palett som er bedre tilpasset brukernes behov under nattnavigering. Benyttelse av fordelaktige farger har gjort paletten mørkere, samt sterkere kontraster har gitt bedre lesbarhet og skilleevne. Konklusjonen tilsier at lysforurensningen er lavere, hindringer og hjelpemidler fremheves og brukerne er i mindre grad nødt til å tilpasse seg systemet.

Lavere lysforurensning fører til bedre nattsyn, som er sentralt for nattnavigasjon. Fremheving av essensiell informasjon og mindre brukertilpasninger gjør det enklere og raskere å orientere seg i kartet, som potensielt sett kan øke tiden navigatøren bruker på å se ut vinduene. Det anbefales at «Black Palette» implementeres på KNM sine navigasjonssystemer, da den forventes å kunne bidra til en sikrere seilas og øke broteamets ytelse. Å få «Black Palette» om bord på K-Bridge ECDIS vil også muliggjøre en mer omfattende og kontinuerlig testing i praksis.

3 Valg av fartøystype etter Sjøkrigsskolen– Kan valg av fartøystype predikeres?

Problemstilling

«Er det en sammenheng mellom utslag på enkeltbehov i Reiss' motivasjonsprofil og hvilken fartøysklasse kadettene ønsker seg til etter Sjøkrigsskolen?»

Funn

Med utgangspunkt i den deduktivt kvantitative analysen er konklusjonen at det er liten sammenheng mellom fartøysvalg og enkeltbehov i motivasjonsprofilen. Det fremkommer også at det eksisterer en ulik oppfatning av fartøystypene mellom kullene. I den grad det er en sammenheng mellom enkeltbehov i motivasjonsprofilen og hvilken fartøysklasse kadettene ønsker seg til, så vil denne sammenhengen være liten og indirekte.

Anbefaling

Anbefalingen fra denne studien er at det kan gjøres nye undersøkelser med flere utvalg innenfor en større populasjon, for å med høyere grad av sikkerhet kunne bestemme om Reiss' motivasjonsprofil kan brukes som et verktøy til fartøysfordeling. Det anbefales også å undersøke om den gjennomsnittlige motivasjonsprofilen for populasjonen i undersøkelsen eller tilsvarende utvalg skiller seg fra andre kadetter som ikke skal på fartøy.

4 Ståtid på bro for Nansen-klasse fregatt

Problemstilling

«Løser navigasjonsspesialistene utfordringene med ståtid på fregattbro?»

Bakgrunn

I 2015 ble spesialistbefalsordningen vedtatt. Bakgrunnen for ordningen var å skape tydelige karriereveier både vertikalt og horisontalt. På Sjøforsvarets fartøyer er det etter reformen tilrettelagt spesialiserte stillinger. Formålet er at personell skal stå lenger i en respektiv stilling for å tilegne seg dybdekompetanse. Det har vært detektert at det til tider på Nansen-klasse fregatt har vært utfordringer med for få klarerte vaksjefer (selvstendige navigatører) i navigasjonsdetaljen. Derfor skal oppgaven belyse noen av utfordringene vedrørende ståtid samt undersøke om den nye personellordningen med spesialistkorps løser noen av disse utfordringene.

Funn/anbefaling

Navigasjonsoffiserer står vanligvis i kun to til tre år på bro før de beveger seg videre til neste stilling. Navigasjonskrigføring er blitt et stadig mer komplekst fagfelt som krever år med intens seiling å lære seg. Av de tre årene offiserer har stilling på bro, er det kun den siste tiden de er klarert vaksjef og kan navigere selvstendig. Når langkurs arrangeres annethvert år, forsvinner en stor del av vaksjefene. Det fører til en større arbeidsmengde for de få som er igjen, og det kan resultere i at man må låne uhensiktsmessig mange fra operasjonsrom i en lengre periode.

Med innføringen av spesialistnavigatørene er det ment at de skal stå lenger i sin stilling og dermed bringe kontinuitet og erfaring til broteamet. Med dette utgangspunktet intervjuet vi en navigasjonsspesialist, en navigasjonsoffiser og en skipssjef for å høre deres synspunkter.

Samtlige var positive til innføringen av navigasjonsspesialister, og hvordan de kan påvirke fregattskvadronen. I drøftingen så vi at dersom den nye ordningen innføres slik den er tiltenkt, vil det ha en stor positiv innvirkning for fregattbroene. Utfordringen er at to av tre navigasjonsspesialister allerede etter tre år ser på muligheten for å bytte jobb. Den store fordelene ved å ha en spesialist som står lenge, bygger god erfaring og kan lære opp yngre navigatører forsvinner.

Konklusjonen for oppgavene er at innføringen av navigasjonsspesialistene er positivt, men at man må gi dem en grunn til å ville stå lenger i stilling. Først da vil de kunne utnyttes fullt ut slik de er ment.

5 Utdanningsreformen – muligheten for noe nytt. Om ny utdanning og endringsvilje på Sjøkrigsskolen

Problemstilling

«Hvordan har utdanningsreformen påvirket utdanningen ved Sjøkrigsskolen?»

Bakgrunn

Forsvarssjefen besluttet at en utdanningsreform måtte gjennomføres i Forsvaret. Bakgrunnen var OMT, nye kompetansekrav og økonomi. Sjøkrigsskolen ble truffet av denne reformen, og den ble raskt iverksatt. Vi hadde lyst til å se nærmere på: “hvordan har utdanningsreformen påvirket utdanningen ved Sjøkrigsskolen?”. Vi delte problemstillingen i to, der vi så på endringsviljen til kadetter og ansatte på skolen, samtidig som vi studerte hvilke strukturelle endringer som faktisk skjedde.

Funn/anbefalinger

Våre funn tyder på at de nye kadettene ved Sjøkrigsskolen nå er “mer sivile”, mindre erfarne og sitter igjen med en svakere profesjonsidentitet som følge av reformen. Ved å endre utdanningen, både gjennom reform og selve implementeringen, får vi også noen positive effekter. Dette i form av faglige justeringer samt de mulighetene modulbasert utdanning gir. Videre vil det trolig bli mer fellesforståelse mellom grenene. En reduksjon i utdanningstid kan også føre til mer flyt i styrkeproduksjonen. Videre resultat viser at holdningen til utdanningsreformen og OMT er variert. Kadettene ved skolen er generelt sett nøytrale i sitt inntrykk. Staben derimot, den utøvende makten, har en negativ majoritet. Dette fører til at endringsviljen er dårligere enn hvis de hadde vært positivt innstilt. Dette kan bidra til at intensjonen med utdanningsreformen ikke blir oppfylt, og at den ikke når sitt fulle potensiale.

6 Turnover i minevåpenet

Problemstilling

«Hvorfor slutter operative i minevåpenet?»

Bakgrunn

Minevåpenet har, som resten av Marinen, utfordringer knyttet til personell. I de senere årene har det også vært en økning i aktiviteten som fører til høyere belastning på personellet.

Funn/anbefalinger

Funnene i undersøkelsen viser at mange velger å slutte i Minevåpenet grunnet utfordringer knyttet til jobb vs privatlivet. Funnene tyder også på at de fleste ønsker å jobbe på sjøen. Med relativ kort vei til skipssjef ser

de ikke for seg en karriere i det noen av respondentene uttaler som en litt kjedelig landstilling.

Selv om det er en økende belastning på mannskapet kommer ikke dette frem som en av hovedårsakene til hvorfor de slutter. Dette kan skyldes at de positive effektene av det gode samholdet ombord. Sosial støtte på arbeidsplassen kan virke som en demper på stressorer som kan oppstå grunnet høyt arbeidspress.

7 Avklaringer i broteamet – En nødvendighet eller bare en formalitet?

Problemstilling

«I hvilken grad kan avklaringer i roller og kommunikasjon ha en påvirkning på navigasjonen?»

Bakgrunn

Resonnementet som ligger til grunn har blitt utviklet over tid ombord på skolefartøyene Kvarven & Nordnes, samt i simulatoren på Sjøkrigsskolen. Navigatører som gjør forberedelser klarer å skape gode felles mentale modeller i teamet. Dette fører til at de seiler raskere, med større ro, kommuniserer bedre og er mer tilpasningsdyktige når situasjonen blir uoversiktlig. For å underbygge vårt resonnement har vi benyttet oss av Eduardo Salas sin teori rundt teamledelse- «Big Five».

Funn/anbefalinger

Resultatene fra forsøket i simulatoren viser at det ikke er en direkte sammenheng mellom avklaringer og hvor bra kadettene seiler. Vi har oppdaget at rollene i navigasjonsteamet muligens er for satt og at det dermed ikke har vært nødvendig med avklaringer i roller. Det ble gjort fire funn hvor kadettene avklarer i kommunikasjon. Disse gjennomførte bedre enn gjennomsnittet når det kommer til tid, presisjon og korrekt prosedyrebruk. Dette var dessverre for få målinger til å konkludere med noe, men det ligger indikasjoner på at det er en sammenheng. Et interessant funn var at de navigatørene som forberedte seg med assistenten ikke presterte bedre enn de som seilte uforberedt. Oppgaven finner to signifikante funn, det ene er klar sammenheng mellom hvor presist man navigerer og om gruppen ble intervenert. Det andre funnet er sammenhengen mellom hvilken gruppe man tilhørte og hvor god prosedyrebruk teamet har. Forsøket gir sterke indikasjoner på at navigatører som ikke avklarer med assistent om hvordan de skal kommunisere mister relevant og viktig informasjon når tiden blir knapp. I forsøket ser vi at mange tilpasser prosedyren til farvannet uten at navigatøren har en formening om hvilken informasjon som blir utelatt.

8 Seilasplanlegging med 3D-kart

Problemstilling

«Vil 3D-kart kunne bidra til sikrere planlegging av en optisk seilas?»

Bakgrunn

Moderne kartprogram som viser bunntopografien i 3D legger grunnlag for nye måter å tenke sikker navigasjon og navigasjonsplanlegging. Det handler om å presentere data i kartet på en best mulig måte for navigatøren. Ved hjelp av 3D-modellering lages en ny måte for navigatøren å visualisere farvann under planlegging og utføring av en seilas.

De siste to årene har det pågått et prosjekt, med flere aktører og brukere fra fagmiljøet, som har utredet 3D-kart. Blant annet har prosjektet sett på hva 3D-kart kan brukes til, hvem kan dra nytte av 3D-kart og hvordan 3D-kart skal kommersialiseres. Forsvaret er interessert i prosjektet og har vært med siden starten.

Funn/anbefalinger

Gjennom forsøket som er tilpasset problemstillingen, og behandlingen av de innsamlede data, er det gjort flere interessante funn:

1. 3D-visning ser ut til å gjøre det lettere å se sitt handlingsrom
2. 3D-visning ser ut til å få navigatøren til å endre planen sin
3. 3D-visning oppleves som nyttig under seilasforberedelser i nytt og ukjent farvann
4. Navigatøren opplever økt situasjonsbevissthet etter 3D-visning av ruten
5. Mulige nye bruksområder for 3D-kart i Kongelig Norsk Marine (KNM)

Funnene fra forsøket tyder på at 3D-visning av ruten i Demonstrator er et nyttig verktøy for seilasplanlegging i nytt og ukjent farvann. 3D-visningen gir en økt opplevelse av situasjonsbevissthet for forsøkspersonene. I tillegg kommer det frem av svarene at forsøkspersonene ser potensiale til å bruke 3D-kart til utdanning av navigatører i Marinen.

9 Head-Up Display og hurtigbåtnavigasjon – Et verktøy for fremtidens navigatører

Problemstilling

«Hvilken informasjon er viktig i en HUD-briller og hvordan burde den plasseres for å forbedre navigasjonssikkerheten for hurtigbåtnavigasjon i Sjøforsvaret?»

Bakgrunn

Den teknologiske utviklingen har gitt navigatøren flere nye hjelpemidler. Dagens navigatører henter informasjon fra navigasjonshjelpemidlene om

bord for a gjennomføre seilassen. De elektroniske hjelpemidlene er inntegret sammen for a gjøre navigasjonen sikrere og lette arbeidsmengden til navigatoren. Ved å innføre flere hjelpemidler vil det også være en fare for at navigatoren flytter en større del av sin oppmerksomhet til systemene om bord. Selv med gode navigasjonssystemer er det ytre miljøet fortsatt navigatorens viktigste informasjonskilde for a navigere sikkert.

Funn/anbefalinger

Ved a vise informasjon fra navigasjonssystemet i en HUD briller vil navigatoren kunne bruke mer av sin oppmerksomhet på det ytre miljøet. Informasjon fra rutemonitorvinduet, heading og logg vises i HUD brillen for a gi navigatoren bedre situasjonsforståelse (SA). Informasjonens plassering i brillen er viktig for å unngå at den begrenser navigatorens synsfelt. Informasjon som skal tolkes sammen er plassert sammen slik at navigatoren slipper å flytte blikket mer enn nødvendig.

Oppgaven konkluderer med at navigatoren vil fa bedre SA ved a vise kritisk informasjon i en HUD briller. Dette vil bedre navigasjonssikkerheten og lette arbeidet til navigatoren. Ved a projisere informasjonen slik at den har en tilsynelatende avstand på 6 meter vil øye slippe a akkomodere når du flytter blikket fra det ytre miljø til informasjonen i HUD brillen. Basert på hvor navigatoren ser bør informasjonen vises i øvre del av brilleglasset (figur 4.3) for a unngå at den blokkerer for viktig informasjon fra det ytre miljø.

10 Kriseledelse under Turøy-ulykken

Problemstilling

«Hva påvirket beslutningene tatt av OSC og hans ledelse under krisehåndteringen av Turøy-ulykken?»

Bakgrunn

Oppgaven fremmer spørsmål om kriseledelse i Sjøforsvaret. Den snevres videre inn til å omhandle krisehåndtering under Turøy-ulykken fra KNM Otto Sverdrups perspektiv med skipssjef og hans ledelse i spissen. Her ses det på beslutninger omhandlet interne forhold om bord og hvilke påvirkninger de hadde under den pågående redningsaksjonen.

Funn/anbefalinger

Funnene bunner ut i fire betydningsfulle beslutninger som oppgaven baseres rundt. Utover disse beslutningene blir det i tillegg kartlagt tre andre læringsmoment som forklares kort.

Funnene er:

- Beslutningen om å ikke etterspørre informasjon
- Beslutningen om å sette to menige til vask av Sjøbjørnen
- Beslutningen om å legge seg øst for Sotra og forbli
- Beslutningen om å ikke seile under Rongesundbroen

Ut fra disse beslutningene konkluderer oppgaven med at de kan ha blitt påvirket av faktorer som «sunk cost», beslutningsvegring, kognitive tankemønster eller krisereaksjoner i større eller mindre grad.

11 Kjelder til vêrdata og tolking av dei – Prosessen frå anskaffing av vêrdata til evaluering

Problemstilling

«Kva vurderingar ligg bak val av kjelder og produkt når ein hentar inn vêrdata i operasjonar minevåpenet utfører?»

Bakgrunn

Dei fleste er opptekne av kva vêr det er og kva vêr som er i vente. Med nokre få tastetrykk har ein tilgjengeleg varsel på det kommande vêret. Ein har gjerne ein fast app ein nyttar og ei visning av vêrdata ein likar å sjå på. For sjøfarande verkar vêret i stor grad inn på korleis opphaldet på sjøen blir. I tillegg til å verka avgrensande kan vêret nyttast som ein effekt i operasjonar Sjøforsvaret gjennomfører, dette som til dømes «weather routing». For å få til dette krevjast høg kunnskap om vêr og kunnskap om å tolke vêrdata.

Funn/anbefalinger

I funna ser ein indikasjonar på at nokre operatørar ikkje er heilt kjent med kva som skil dei ulike kjeldene frå kvarandre og ein ser indikasjonar på at operatørane ikkje er bevisst eigenskapane til produkta som presenterer vêrdata. Vidare ser ein at det blir gjennomført ei medvitande analyse av vêrdataa.

Av desse funna bør ein ta med seg at ein i større grad bør kjenne kjeldene ein nyttar til anskaffing av vêrdata og ein bør i større grad vere klar over eigenskapane til produkta ein nyttar når ein hentar inn vêrdata. Større kjennskap til kjeldene og ein større kjennskap til eigenskapane til produkta vil kunne auke den operative evna. Dette med å minska segling for å undersøkje dei faktiske vêrforholda, noko som fartøya i dag gjer i tilfella der det er tvil om vêrforholda.

12 Simulering som middel for effektiv trening av ferdigheter

Problemstilling

«Hvordan kan Sjøkrigsskolen benytte navigasjonssimulatoranlegget til simulering og effektiv trening av ferdigheter i skolens engelskfag?»

Bakgrunn

Sjøkrigsskolen nyttar i dag Sjøforsvarets navigasjonssimulatorer hyppig til trening av navigasjon og tekniske ferdigheter hos kadetter på operativ marine-linjen. Simulatorene, som er lokalisert på Sjøkrigsskolen

i Wallemsviken, er sentrale i utdanningsløpet for kadetter på operativ marine-linjen. Utviklingen innen AR og VR gjør imidlertid at det bør være av interesse å se på hvorvidt simulatoren kan brukes til effektiv trening av andre fag enn de rent navigasjonstekniske.

Funn/anbefalinger

Oppgaven søker å svare på problemstillingen gjennom analyse av to dokumenter som omhandler emnet. Disse sees deretter opp mot viden anerkjente læringsteorier. Rent konseptuelt finner oppgaven at det ikke er noe som er til hinder for at Sjøkrigsskolen kan implementere simuleringer som et ledd i oppdraget med å drive effektiv trening av ferdigheter i engelskfaget. Diskusjonen avdekker også at en slik implementering uten tvil vil føre til effektiv trening av ferdigheter i faget. Å lykkes med å implementere simuleringer til bruk i engelskundervisningen, fordrer imidlertid at læringsmetoden gis tilstrekkelig prioritet i skolens undervisningsplan. For å kunne få til dette, er det videre en forutsetning at Sjøkrigsskolen, for kull 2021 og utover enten innfører undervisning i faget utover det som er skissert i emneplanen, eller flytter deler av undervisningen til et annet semester. Dette bunner i at faget slik det foreligger i dag utelukkende blir undervist i det semesteret der kadettene gjennomfører sitt tokt med Statsraad Lehmkuhl. Det anbefales i konklusjonen at Sjøkrigsskolen ser på muligheten for å imøtekomme dette gjennom undervisning på andre tidspunkt i utdanningsløpet.

13 Sammenligning av bruken av AR i jagerfly og potensialet for AR i Sjøforsvaret

Oppgaven er gradert begrenset. Ved interesse kontakt OK Odd Sveinung Hareide (FisB: ohareide@mil.no)

DEL 4

Gjengivelse av artikler publisert
i andre tidsskrift

A “hot” approach to incident investigation

Fenna van de Merwe ¹
Mark Fisher ²

Reaping the full benefits of incident investigations is a complex challenge. DNVGL integrated human, organizational and technical dimensions, also known as its “HOT” approach, to help Carnival Corporation & plc develop a more efficient investigation process with outcomes that have greater impact.

¹ Principal Consultant in Human Factors, Maritime Advisory

² Director, Manchester Advisory

DNV GL's experience from a range of hazardous industries suggests that while most companies are relatively confident about their incident notification and lesson-sharing systems, they often struggle with the critical step in between: the effectiveness of their investigation process.

The maritime industry takes a predominantly reactive approach to high-frequency safety events and human error – action is typically taken after the damage has occurred, rather than proactively. The industry is still learning to understand that reducing occupational accidents has little or no effect on the number of major accidents with more complex causes and more severe consequences. Limiting the focus of attention to the symptoms of malfunctioning systems, or blaming someone who made a mistake, has little effect on the more underlying causes of an accident.

Identifying root causes of incidents

What is needed is a standardized, systematic and traceable investigation methodology that allows companies to identify the root causes of incidents and derive the necessary cultural changes. The incident investigation process should be embedded in a safety management system that unearths underlying causes, explaining both how and why processes in the safety management system succeed or fail. When this is clear, systemic measures for improvement can be identified.

Because of its sheer size and global reach, Carnival Corporation & plc (Carnival), the world's largest leisure travel company, plays an important role in setting safety standards for the industry. This includes learning from near misses, incidents and accidents to prevent reoccurrence. When performing incident investigations, Carnival was facing the same challenges many in the maritime industry struggle with.

Richard Brilliant, Chief Audit Officer heading Carnival's Risk Advisory & Assurance Services (RAAS), explains: "We understood that investigations are a powerful tool for learning and improving. Taking a critical look at our processes, we realized there were opportunities to reduce the amount of time it took to perform investigations, to make sure the content and format of reports were appropriate, and that we had a five-star organizational and process model that supported investigator competency and investigation quality."

HOT dimensions of safety management

In pursuing its continuous improvement philosophy, Carnival launched an initiative to assess their incident investigation process against best practice, with an emphasis on identifying the root causes of incidents. Asked to assist Carnival in this process, DNV GL offered its "HOT" approach that highlights the interdependencies between the human (H), organizational (O) and technological (T) dimensions to optimize management performance and foster a mature organizational culture (Figure 1).

In this scheme, the management system assessment (O) is based on DNV GL's International Sustainability Rating System (ISRS), which represents best practice in safety and sustainability management. It is designed to help customers understand how to manage complex and emerging risks and demonstrate to their stakeholders

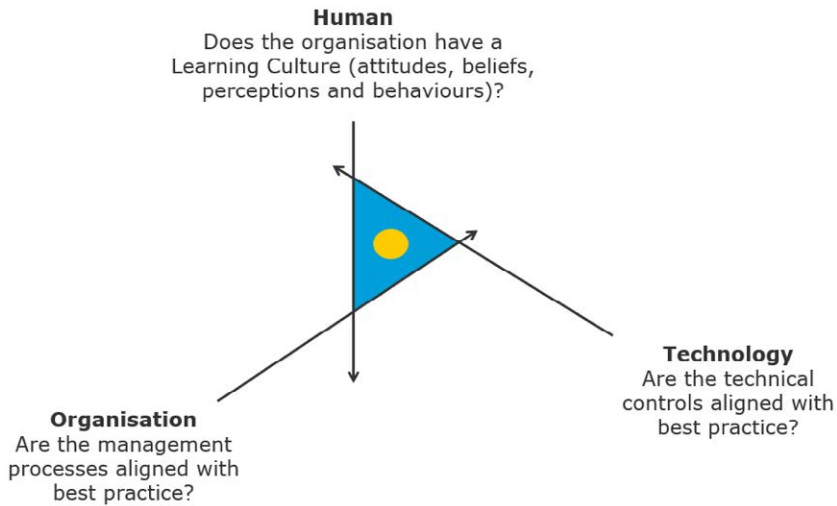


Figure 1: Answering three key questions relating to the human (H), organizational (O) and technological (T) dimensions helps companies optimize their safety management performance and foster a mature safety culture.

that their risks are under control. Incident investigation is included in the ISRS “Learning from Events” process.

DNV GLs approach to safety culture assessment (H) includes a tool for digging into the underlying causes of identified weaknesses in safety performance. It reveals discrepancies between the intended processes of a safety management system and what actually happens on the work floor.

The combination of these two assessments helps organizations chart gaps between their governance on risk (risk management in theory) and the employee perception of risk (risk management in practice).

Assessing the investigation process

In February 2018, two representatives from DNV GL interviewed 29 senior managers and other key stakeholders at the Carnival headquarters in Miami. The interviews were based on the predefined reference structure of a robust incident investigation process (Figure 2).

The purpose of an investigation should always be to maximize the lessons learnt from unintended events and to prevent reoccurrence. DNV GL therefore looked for indications that Carnival is an organization exhibiting a continuous improvement mindset as well as:

- a) a reporting culture – what gets reported when people make errors or experience near misses
- b) a fair culture – how people apportion blame when something goes wrong
- c) a learning culture – how adequately people can convert the lessons learnt into new assumptions, frameworks and action

- d) a flexible culture – how readily people can adapt to sudden and radical increases in pressure, pacing and intensity (Reason, 1997)

DNV GL concluded from the interviews that while Carnival has taken steps to improve their investigation process, certain challenges remain.

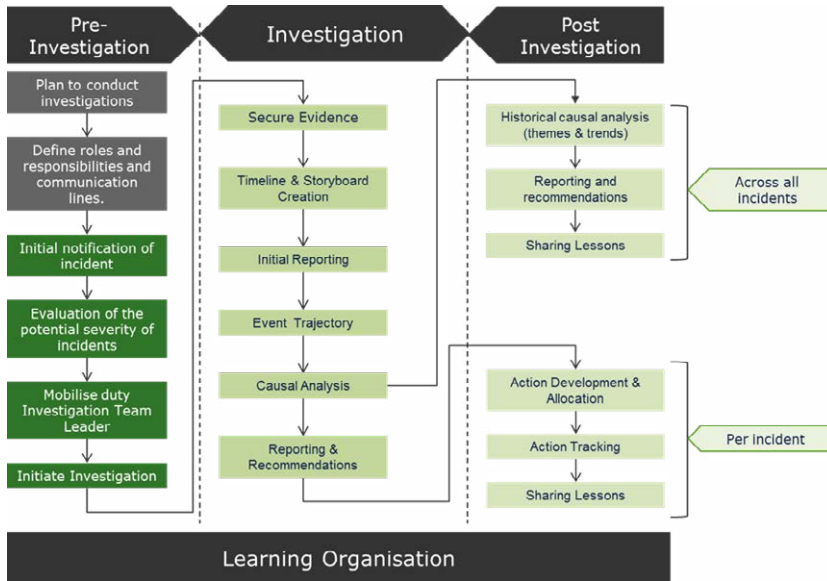


Figure 2: DNV GL uses a predefined flow chart representing a robust investigation process to guide the process assessment and identify opportunities for improvement.

Establishing a culture of trust

DNV GL's recommendations to Carnival apply to many others in the industry. Raising the quality of investigations requires organizations to establish a consistent investigation process that is documented in the management system and owned by an individual or group of individuals. While many organizations invest time and money in performing investigations, they often lack a feedback loop that helps the organization learn from the outcome. Establishing this feedback loop requires management commitment and a level of risk awareness that acknowledges the importance of incident investigations.

DNV GL has found that management systems also often lack a connection with what actually happens at the workplace. The culture assessment highlighted that Carnival's incident investigation process needed to be rooted deeper in the organization. Learning from investigations must be a collective mindset and requires that people can trust each other. Peers and managers must support a culture which encourages everybody to report near misses, incidents and accidents, to accept the outcomes of investigations, and to implement systemic improvement measures.

Implementing a consistent process

Following the assessment, DNV GL supported Carnival in establishing the necessary governance documentation for ensuring successful implementation of a robust and standardized incident investigation process. The team is currently assisting the client in establishing competency requirements and an accreditation process for investigators. This answers the need for enhanced credibility of investigators so that their work enjoys trust within the organization.

The assessment helped Carnival realize how risk management, incident investigation and culture go hand in hand. DNV GL's recommendations were comprehensive and practical, says Richard Brilliant: "DNV GL didn't just provide practical and technical expertise. They cared. They understood that the results of their partnership with Carnival would yield safety improvements. In my opinion, the approach they took was collaborative, sincere and flexible. DNV GL did not take a 'boilerplate' approach. They spent time to understand our people, processes and systems so that the solutions they help facilitate are both impactful and sustainable."

Acting on these recommendations, Carnival has started to optimize its incident investigation process, creating a process that is more efficient and effective in driving safety in the company.



Figure 3: DNV GL's HOT approach to safety culture assessment helps shipping companies establish a collective mindset among their workforce.

DEL 5

Fagfelleurderte artikler

A socio-technical perspective on the future Vessel Traffic Services

Tore Relling¹
Gesa Praetorius^{2,3}
Odd Sveinung Hareide⁴

Abstract

Autonomy is expected to cause significant changes to the Maritime Traffic System (MTS). The Vessel Traffic Services (VTS) is a control system in the MTS and will be affected by new interactions caused by autonomy. The paper proposes a proactive approach in discussing the future VTS. The paper renders the historical development of socio-technical systems theory and argues for systemic evaluation of internal and external consequences of changes in the design of the future VTS. A democratic process to involve people from the various levels of the VTS organisation with different competencies is suggested. To evaluate the consequences of change, a systemic internal and external approach is suggested. For discussing internal consequences, a levelled socio-technical systems model is adapted and applied. External consequences are suggested to be discussed by applying design principles of system-of-systems to understand the interplay between VTS and the MTS.

Keywords

Vessel Traffic Services (VTS), Maritime Traffic System (MTS), socio-technical systems, autonomy

¹ Department of Ocean Operations and Civil Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Aalesund, Norway

² Linnaeus University, Kalmar Maritime Academy, Sweden

³ University of South-Eastern Norway, Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences, Department of Maritime Operations, Tønsberg, Norway

⁴ Norwegian Defence University College, Royal Norwegian Naval Academy, Bergen, Norway

1 Introduction

The maritime industry is expected to face major changes in the coming decades. Technology 4.0, referring to the large-scale interconnection of components, systems and infrastructure (1), affects existing services and opens for new types of services. Autonomous concepts are believed to become a reality as emphasized by the International Maritime Organisation's (IMO) regulatory scoping exercise for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) (2). Exactly how these concepts will be realised is still uncertain. The concept closest in time to become a reality is the container vessel Yara Birkeland, planned to go into service with shipboard personnel in 2020 and gradually move to autonomous operation by 2022 (3). Additionally, tests with a self-driving ferry in Finland (4) and a remotely operated tug in Denmark (5) have been conducted, and small passenger ferries to replace bridges are planned (6,7).

A future with autonomous vessels will change the maritime industry in many ways. However, the change is not merely about the autonomous vessel itself. It is also about how it will interact with other actors in the Maritime Traffic System (MTS). One important measure for navigational safety in the MTS is the use of Vessel Traffic Services (VTS) to guide and advise the traffic (8). The VTS is described as a control system in the MTS with interactions within the system (the VTS) and externally with the systems in its environment (9). A future MTS with autonomous vessels will consequently cause changes for the VTS, particularly for the external interactions between conventional and autonomous vessels.

It is possible to approach the discussion of future VTS in two ways, one is reactive, and the other is proactive. The reactive approach is to take a stance that autonomy needs to be developed so it has the same capabilities as conventional vessels. The convenient consequence for the VTS is business as usual, and it is up to the ship designers to solve the challenge of designing technical solutions that respond as a human navigator would do. The proactive approach is to take ownership to the overall objectives of the MTS to be as safe and efficient as possible. However, such an approach is a complex task, since it comes with a requirement to jointly consider the VTS and the MTS. A joint consideration makes it impossible to understand the actors in the system in isolation but requires a holistic approach. This paper suggests that the proactive approach is challenging but necessary, and argues this approach requires consideration from researchers in the maritime industry.

The paper considers the VTS as a socio-technical system (9,10) and explores how a systems perspective and the use of a socio-technical systems approach could guide the early phase of designing the future VTS. The paper aims to answer the following research question:

How can a socio-technical systems approach focusing on a democratic process, and systemic evaluation of internal and external consequences, be used in the early design phase of the future VTS?

2 Background

The regulatory scoping exercise for Maritime Autonomous Surface Ship (MASS) by the International Maritime Organisation (IMO) (2) is a manifestation of the belief of autonomy being important for the future maritime industry. The IMO suggests different degrees of autonomy which are determined by the locus of control of the vessel (ship/shore) and by whether there are seafarers on board or not. In other transport segments, it is suggested not to use the term autonomy, since it is heavily dependent on the opposite of the original meaning of the word, namely communication and/or cooperation (11). The term levels of automation (LOA) has been used to describe the relationship between human control and machine control (12). In the perspective of LOA, the highest level of automation has been described as the computer decides everything, acts autonomously and ignoring humans (13). Hence, autonomy being a level of automation. The paper will consider autonomy as a process where the use of technology implies a significant change to the system's human and technology function allocation (14). Such an approach acknowledges that autonomy could be different from system to system and opens for many different concepts that all could cause major changes in the maritime industry, however, we expect autonomous systems to be able to collaborate with other maritime systems.

2.1 *Vessel Traffic Services*

The Vessel Traffic Services is one of the measures to meet the governmental responsibility of the safety of navigation and regulation of maritime traffic in maritime waters stated in the United Nations Conventions on the Law of the Sea (UNCLOS) (15). The IMO is responsible for adopting international shipping rules and standards, while the individual nations have jurisdiction for their territorial waters and nominate a Competent Authority responsible for implementing the VTS. International Non-Governmental Organisations (NGO) are a substantial contributor for IMO, and the International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) is the NGO closest associated with the development of the VTS (8).

For Norwegian waters, the government executes the responsibility through the Ministry of Transportation. The Competent Authority is the Norwegian Coastal Administration (NCA), hence being responsible for personnel, equipment, facilities, procedures, finance and legal matters (8). There are five VTS centres, four responsible for territorial waters and one for international waters. In addition, Traffic Separation Schemes (TSS) are established for transit traffic in international waters and in two of the most congested traffic areas in territorial waters (16). The individual VTS centres are responsible for everyday activities and in addition responsible for adapting the centrally developed procedures to local procedures valid for their area.

2.2 *The Maritime Traffic System*

To evaluate changes to the MTS, it is necessary to clarify what is included in the term. The MTS is context-dependent; it will change from one geographical location

to another and change over time. The paper discusses the role of VTS, hence, the context is that the VTS is involved in territorial waters where one state has jurisdiction. The term stakeholder is commonly used in systems engineering to identify groups or individuals who affect, or being affected by, the achievement of an organisation's objectives (17). To identify the MTS, systems or stakeholders that affect, or being affected by, the achievement of *safe navigation* is included.

Van Westrenen and Praetorius (18) state that control in maritime traffic is exercised by the bridge team, pilot and VTS. Mansson, Lützhöft and Brooks (19) describe key participants in navigating and manoeuvring ships in port waters to be the shipmaster, maritime pilot, tug master and the VTS-operator (VTSO). Fiaz (20) has analysed stakeholders for navigation and assessed their impact on safety and efficiency. He identified that shipowners, crew, water canals/coastal waters/straits, IMO, Flag State, Classification societies and educational institute/guideline publisher influence safety.

In sum, for the MTS the interaction between bridge team, pilot and VTS is imperative. However, this interaction is likely to be affected by the organisational context, such as identified in the stakeholder analysis where shipowners are mentioned. Consequently, one can assume both pilot organisations and Competent Authorities (for the VTS) being important. There are also several other actors such as IMO, Flag States, Classification societies, educational institutes, and guideline publishers in the stakeholder analysis. The MTS, therefore, consists of the immediate interaction between the operators involved in navigation in the area, and additionally, the organisations and stakeholders affecting their decisions. An example of a future MTS is shown in Fig. 1.

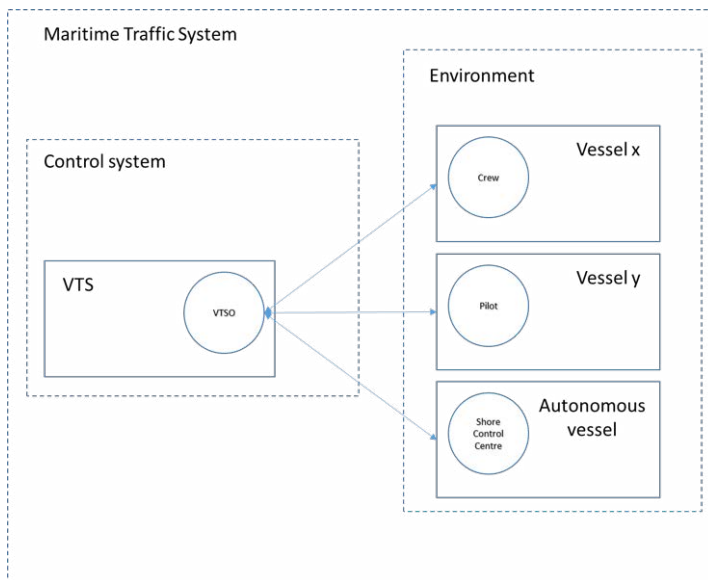


Fig. 1. The Maritime Traffic System (MTS) described as of the vessels in the area (the environment) and the VTS as the control system.

3 Theoretical frame of reference

The share of autonomy will be imperceptible for many years since the great majority of vessels will be conventional. However, in some areas, autonomous vessels will have a significant impact on the traffic situation. In these areas, the autonomous vessels will coexist with conventional vessels. Such coexistence implies new interactions between the actors in the industry. To explain the implications of the coexistence in the industry systems theory is applied. The doctrine of expansionism considering objects as a part of the whole is a cornerstone of system theory (21), and the paper presents relevant theory to explain a holistic picture of the relationship between the actors in the industry. Initially, the taxonomic distinction between systems and system-of-systems is presented. Further, the development of socio-technical systems theory that originates from the systems theory is presented.

3.1 System-of-systems

More than 50 years ago Ackoff (22) pointed to the fact that the systems concept lacks a unified set of terms, ironically lacking a *system* for the terms in systems science. Consequently, he presents a comprehensive list of terms, where a system is defined as a set of interrelated elements. Further, he defines an organisation as a *purposeful system that contains at least two purposeful elements which have a common purpose relative to which the system has a functional division of labour* (22). He differs organisations from organisms by stating that the organisms do not contain purposeful elements, and none of the organisms can display will (22). The clarification of terms by Ackoff is important and points to a difference between focusing on an organisation and an organism. It implies a difference between what could be a component in a system and what is a system. However, by zooming out to *more* than one organisation, collaboration and, at least partly, common goals between various organisations is found. Large scale, complex, socio-technical systems (such as organisations) that collaborate are often named system-of-systems, even though not all socio-technical systems are systems-of-systems (23). Similar to Ackoff's abovementioned challenge about terms for systems, there is no widely accepted definition of system-of-systems.

Maier (24) aims to create a distinction between a system and a system-of-systems. He suggests *operational* and *managerial* independence of system components could be used for creating a taxonomic distinction between systems and system-of-systems. Further, he emphasizes that the system must pass both the criteria of operational and managerial independence to be categorised as a system-of-systems. Being independent and at the same time being a system-of-systems could seem contradictory, however; Maier explains that the criteria are to be used for collaboratively integrated systems (24). He does not explicitly define what *collaboratively integrated* means, but he states that collaborative is opposed to directed, and the decision to collaborate is an on-going discussion, further, he uses the synonym 'federated system' (24). Hence, it is possible to conclude that the systems have some common goals, and the systems see a positive effect of collaborating with other systems.

The operational independence considers that if a system-of-systems is disassembled, the component systems *can* operate independently to fulfil their own purposes

and they are able to fulfil purposes on their own. Managerial independence considers that component systems *do* operate independently, and even if being integrated in a superset system, they continue their operational existence independent of the system-of-systems.

An important contribution of Maier's work on differentiating systems and system-of-systems, is his work on defining successful design criteria. The independent properties of system-of-systems require a different mindset for the design. Maier suggests designers of system-of-systems need to follow the design principles of *policy triage* (choosing what to control), *leverage at the interface* (between the component systems), *stable intermediate forms* (stability in the time period before the system-of-systems is finalised), and *ensuring cooperation* (voluntary cooperation through incentives) (24).

3.2 Socio-technical systems

The term socio-technical systems originates from the Tavistock Institute research program in the 1950s where the separate approach to either social or technical system was not seen as sufficient. A new approach where organisations were envisaged as socio-technical rather than either social or technical emerged (25). At present, the socio-technical theory is broadly acknowledged to refer to the joint optimisation between social and technical factors (26,27).

Quality of work-life and democratic processes. In the period until the late 1970s, the interest in socio-technical systems theory increased and socio-technical principles were defined to design systems with 'quality of working life' as the desired emergent property (26,28). The Scandinavian countries were pioneering the initiation of socio-technical design by legislating the cooperation between management and workforce, with emphasis on employees to participate in all levels of decision making. Several democratisation projects were initiated and the mindset on humanisation was a significant contributor for the laws on working conditions. The development did not come through without resistance, and in general two types of resistance were experienced. First, a common belief was that any management-initiated change must be for the worse. Second, some engineers and technologists perceived changes to threaten their position and status. Additionally, some unions were negative to introducing socio-technical principles since this could threaten their power and influence (26). Despite these obstacles, the democratic process and the humanisation of the work situation became important aspects associated with socio-technical systems.

Automation and complexity. During the 1980s the situation for the industry changed drastically and could have become the dark ages of socio-technical theory. From having problems getting enough staff, the increased use of technology reduced the need for workforce. Consequently, one of the main motivations for designing systems for the quality of working life diminished. The new focal point was cost-cutting, and the industry looked to lean production principles where standardisation of work processes stood opposed to the socio-technical systems principles of decentralised control and coordination. Socio-technical systems thinking lost its strong foothold, and the remaining expertise was found in dispersed, small groups (26). Several large accidents in the second half of the 1980s heavily affected the understanding of causes for accidents. The accidents Chernobyl

(1986), Challenger (1986), Zee-brugge (1987) and Dryden (1989) shifted the focus from human errors to organisational factors. Even though Robinson (29) argued for socio-technical systems principles could provide a design tool for safety problems already in the beginning of 1980s, the accidents regenerated the socio-technical systems theory's relevance for safety almost a decade later (30). The interest for organisational causes transferred to cognitive science and human factors and moved these fields closer to the socio-technical field. Literature from organisational psychology from the 1950s influenced new methods and understanding the context became an important aspect (31). Where the focus of cognitive science had been on the individual, the unit of analysis now shifted, and methods considering human and context together (Distributed Cognition (DC)) (32), or human(s) and technology in coagency (Cognitive Systems Engineering (CSE) and Joint Cognitive Systems) (33), emerged. A different challenge also caught attention in the aftermath of the disastrous accidents in the late 80s; systems were becoming increasingly more complex. The interdependence between system components, and between the system and environment, created unanticipated outcomes. Theories such as Normal Accident Theory (explaining accidents as inevitable due to complexity) (34) and High Reliability Organisations (defining characteristics of organisations coping with complexity) (35) became prominent in the safety discussion. Complexity was incorporated in socio-technical systems thinking, and the term complex socio-technical system was used and dimensions for such complexity defined (36). Such development was reflected when the socio-technical systems principles were revisited in 1987; both gathering and analysing data from users were highlighted (37) in the revised version.

Thinking in levels. In the period from the mid-80s to the new millennium, cognitive science, human factors and socio-technical system theory blended and developed the foundation for the new ways of safety thinking. Organisations, as being socio-technical systems, differed between active failures (in the sharp end) and latent conditions (in the organisations), and applied barriers to prevent accidents by managing the risks (38).

Towards the end of the 90s a significant perspective of socio-technical systems theory gained interest; in addition to understanding the system in context, the socio-technical system needed to be understood

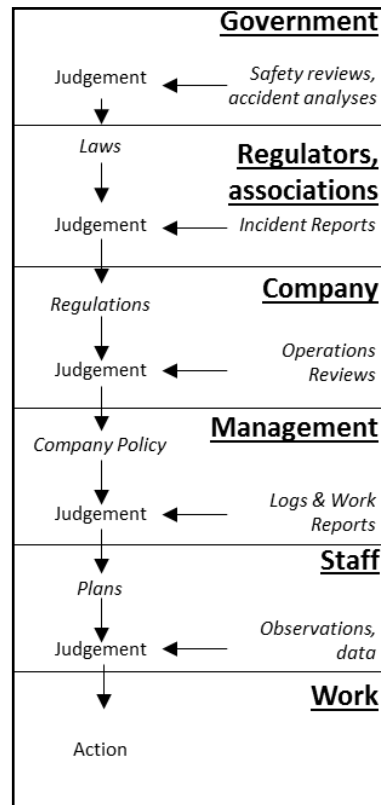


Fig. 2. Rasmussen levels of socio-technical systems (39)

in levels or layers (36,39). This way of considering the socio-technical system was first presented by Trist who presented an evolution from an initial focus on the *primary work station*, to *whole organisation systems*, and last at the *macrosocial level* (25). The need to engineer for safety, led to a focus between the human and organisation, a concept building on cybernetics where the dynamic communication within systems is emphasised (40). In line with this, an important perspective for the development of socio-technical systems the last 20 years has been Rasmussen's criticism of the research on socio-technical systems being studied separately by individual disciplines and concentrated at one level of the system. Fig. 2 presents Rasmussen's socio-technical system at levels (from operation (bottom level) to top level): *work, staff, management, company, regulators/associations, and government*. Further, Rasmussen (41) argued for cross-disciplinary studies vertically across the different levels of socio-technical systems.

Interdependencies and involving users in design. The socio-technical principles were revised for the third time by Clegg in 2000, motivated by the disappointing performance of technology itself and management practices in the development and implementation of new technologies (42). The revised socio-technical principles aimed to again bring the social and technical together to an interdependent aspect of the work system. Clegg (43) pointed to organisations lack an integrated approach to technical and organisational changes, and that users do not have enough influence on system development. The revised set of principles intent was to contribute to *design* new systems, rather than only to understand the human and organisational impact of new technologies (42).

System accident models and resilience. Apparently, the socio-technical systems theory in the field of design of complex systems has made a strong comeback after the moderate interest in the 1980s, and responds to organisations need for being adaptable, flexible, responsive and resilient (44). The perspective of levelled socio-technical systems has been the basis for a system perspective of the performance of organisations. Particularly to understand and learn from accidents, this way of thinking has been prominent since 2000. Accident models such as STAMP (45), AcciMap (46), HFACS (47) have all applied the levelled perspective to move the focus from human error as the cause of an accident to organisational causes. A different, more proactive, application of socio-technical systems thinking is found in resilience engineering. The resilience perspective is focused on how the socio-technical system sustains required functioning in a variety of operation conditions by highlighting how to succeed (rather than fail) by adapting the performance to the environment (9,48).

4 A socio-technical approach to the future VTS

The principles of socio-technical systems theory have been revisited over the last 60 years. From the focus on quality of work-life to focus on system safety, and in the later years a call for socio-technical systems thinking proactively in systems design. Many of the leading methods for assessing safety in complex systems (e.g STAMP, FRAM, HFACS), based on systems theory, share the theoretical framework as socio-technical systems theory. These methods take the necessary systemic perspective that explores the relationships between causal factors within the systems

and addresses the complexity known to be important for improving safety in modern organisations (45,49,50). On the other hand, the methods share a challenge of being time-consuming to apply, resource-intensive, and often relying on detailed and high-qualitative data (45,49–51). When designing future systems, the detail level is low and the uncertainty high. Consequently, it is difficult to apply such systemic safety models to support the initial design phase. The comprehensiveness of the methods could, therefore, become a barrier that leads to them not being used before design solutions are chosen. In turn, this shows that the methods might not be the right answer to Clegg's call for including users in the design phase (42). The following section presents a simplified approach to the discussion of the future VTS. It argues that a *democratic* process and a *systemic* evaluation of internal and external consequences of changes reflects a socio-technical systems approach in the early design phase of the future VTS.

4.1 Identifying the future role of the VTS is a democratic process

A democratic focus on the workforce has been a cornerstone in socio-technical systems theory. The democratic focus includes different aspects of emphasising the workers in the organisations. In the early phase of socio-technical thinking, by aiming for humanisation of the work situation, the employees were included to determine the required quality of work life (26). Later, the democratic focus was mainly about *understanding* cognitive activities in man-machine systems (52) and human performance in light of latent conditions (38). *User involvement* has been emphasised to design systems that are capable of self-modification (28), where both *technical and social experts* are needed for joint optimisation (37). User involvement from *all levels of decision-making* (26) and being open for *consulting and informing colleagues* (28) have been underlined as being necessary. Not only to understand socio-technical systems, but also in the *design* of such systems by involving the *responsible for manage, use and support* of the new system (42).

The development of socio-technical systems theory has shown several different aspects to why the democratic process is needed. To identify the future role of the VTS, it is necessary to initiate a democratic process where these aspects are understood and implemented.

The first step is to involve the VTS-organisation in the design phase. It is necessary to come back to the potential technology development in the MTS, and the present attention to autonomous vessels. In this development, the VTS could be a reactive system component that adapts its behaviour to the emerging requirements caused by new technology. The other option is to take a stance that the VTS could contribute to a safe and efficient MTS by a proactive approach focusing a joint optimisation between the VTS and the other system components. Hence, the involvement of the VTS organisation by anchoring the need for discussing the future role of the VTS is the first step.

The second step is to nominate users to be a part of the design process. Implicit in the socio-technical term, both technical and social expert knowledge is needed. As experts in an organisation do not come from either a technical silo or an operational silo, it is necessary to find a strategy to select people with knowledge from various expert areas in the organisation. The selection strategy should also warrant ownership, and people responsible for managing, using, and supporting the

future system should be selected. There are several levels in the organisation that manages the VTS (see discussion of internal effects), and the selection of users should be representative for the various levels. The users of the future VTS could be represented as the VTS-operators. However, all VTS-operators should not be put in the same category. As an example, some operators could be more interested in technical solutions and functionalities, while others have their interest in concept development. Consequently, such variety should be reflected when selecting users. The support of the future VTS could be both administrative and technical personnel, and representatives for the support element need to be included. A common quality of all the involved personnel is that they need to be open to communicating and consulting colleagues about assessments from the design phase.

The abovementioned two steps aim to find the people from the organisation with the 'correct' expert knowledge from the different levels in the organisation, with ownership to the design process and being open for sharing and discussing with colleagues. There is no recipe for exactly how to reach such a goal. However, good cooperation between internal organisational expertise and expertise about socio-technical systems theory could be considered beneficial. The internal expertise of the VTS-organisation will provide knowledge about the organisational structure, areas of expertise, and persons with different areas of interest. Expertise in socio-technical expertise could guide the selection process, so no expert areas are over-emphasised. Further, such expertise could make sure that the various aspects of the socio-technical democratic process are understood, and consequently, reduce the risk of just putting some people together and start discussing.

4.2 A systemic approach evaluating internal and external effects

The systems perspective as a foundation for the socio-technical systems theory points to the interactions within the system and between systems. The VTS is a part of the MTS, and as such interconnected with the other component systems. As such, deciding on the future role of the VTS will affect the other systems in the MTS. To understand the interplay between VTS design and the MTS design is therefore crucial. However, as the types and number of interconnections could be infinite, it is necessary to limit what to assess in evaluating how the future VTS would affect the MTS. The following section presents how the use of system-of-systems design principles could guide the discussion of the interplay between VTS and MTS.

Consequently, internal effects for designing the future VTS are important. The perspective in system safety models highlights the connection between the operator and the rest of the organisation. In the last section, a broader perspective on implications for future VTS is suggested, and an adapted version of Rasmussen's levels of socio-technical system is used as a framework for the discussion.

4.2.1 The interplay between MTS design and VTS design

As presented in the background, there is no static MTS. However, the bridge personnel, VTS-operators, and pilots could be considered components of the system. Additionally, the parent organisations of these operators and more distinct actors affect the system. In sum, these components collaborate to achieve a safe and efficient traffic flow, and they are integrated through rules, regulations, and

communication. Consequently, one could argue that the MTS is a collaborative and integrated system. The next question is if the MTS is a system or a system-of-systems. Following Maier's (24) taxonomy the components need to be operationally independent and managerial independent of each other to be a system-of-systems. Maier has evaluated the system-of-systems properties of an Intelligent Transport System (ITS) (53) and the similarities to the MTS could guide the assessment.

To decide if the component systems are managerial independent, an evaluation of the components being acquired and operated independently is needed. Shipping companies are owned and run by a variety of actors, and these are most certainly independent of each other. The VTS and pilot service are normally managed by the government, and to a certain degree have some common management. However, in sum, the component systems in the MTS could be stated to be managerial independent from each other. The next criterium is being operational independent. As Maier states in his evaluation of an ITS, the operation is a mixture of individual and government action. In the MTS the vessels could operate independent of each other, and potentially independent without VTS and pilots. The VTS and pilots will have no function without vessels in the area; however, it is possible to claim they are operational independent since they are not relying on another component system to function. In sum, the conclusion is that the MTS, in conformity as the ITS, is a collaborative and integrated system, and further fulfil both criteria of being a system-of-systems.

The perspective of the MTS being a system-of-systems is important in the discussion of the future VTS. The design of VTS will to a large extent affect the design of the future MTS. Consequently, the design principles for successful system-of-systems propose a solid base for discussing the interplay between VTS design and MTS design (24).

Policy triage. The most significant impact is that opposed to systems design it is not possible to fully control the configuration (e.g. traffic flow) or the evolution (e.g. design of vessels) of system-of-systems. A consequence is that even if the VTS is defined as a control system, it cannot fully control the systems in the MTS. The VTS as being a socio-technical system is in *control* when it creates a stable performance output (9,33). When designing the future VTS, it is therefore important to focus on the balance of what to try to control and what not to control, and how the VTS could contribute to a safe and efficient performance in the MTS. Maier (24) warns against over-control (will fail due to lack of authority) and under-control (will fail due to eliminating the system nature in the integrated system).

Leverage at the interfaces. Since the component systems have independent properties, the architecture of system-of-systems needs to consider the interfaces between the systems. One major change is the interface between the autonomous and conventional vessel, and it will basically be an interface between technology (autonomous vessel) and humans (conventional vessel and VTS). This will be a novel situation and requires a different way of communicating than today. The present solution to create a mutual understanding is sharing information and intentions on voice communication, and often relying on informal ways of operating. In a future MTS, it could be expected that autonomous vessel could be great at following formalised rules but poor at understanding informal ways of operating and sharing information and intentions as it is done today. Consequently, differ-

ent interfaces than the traditional voice communication need to be considered, and the future VTS should consider how it could improve interfaces between future system components.

Stable intermediate forms. Intermediate stability relates to the period until a future MTS is constructed and finalised. Such an approach could be argued to be artificial since an MTS will never reach an end-state. However, *testing and evaluation*, initially as individual components and later as integrated systems (21) is important. For autonomy, this implies that the concept will be tested in parts, but later also as a component system in the MTS.

Ensuring cooperation. The systems being collaborative, and at the same time independent, leads to cooperation in the MTS being to a certain degree voluntary. The cooperation in a future MTS with autonomous vessels will to a larger degree be between unequal actors, with both conventional vessels, autonomous vessels, most likely a shore control centre and a VTS. The development needs to find the right balance where formalised rules and control of the system is considered in the light of providing enough flexibility to users.

Designing a VTS should aim for contributing to stable performance of safety and efficiency in the MTS. The design principles for systems-of-systems are applicable to the design of the MTS, and due to VTS being a control system of the MTS, also applicable for understanding the interplay between VTS solutions and the MTS.

4.2.2 The internal effects for the VTS

An important element in the systems theory is the control system that regulates the behaviour of the overall system. In the socio-technical systems theory this has been reflected since the increasing automation of the industrial processes. The role of humans changed from being directly involved in the action, to decision making and problem solving (52). Even if the technology changed and seemed to take a larger portion of the duties, the human element became more important to control processes. The understanding of the human role in relation combined with organisational causes became important. Initially, this relationship was explained linearly, with latent conditions and swiss cheese (38). Later the relationship was understood by more complex systems models with increased awareness of the multiple connections between the operator and the organisation (45,49,50).

Rasmussen's levelled model of socio-technical systems visualised and formed much of the present understanding of socio-technical systems. In the following section, it is argued that the model could be a tool in the initial design of new socio-technical systems. The democratic process previously discussed, involves personnel from the entire or-

<u>Government</u>
<i>Ministry of Transportation</i>
<u>Regulators, associations</u>
<i>MoT, NCA</i>
<u>Company</u>
<i>NCA (Department of Maritime Safety)</i>
<u>Management</u>
<i>VTS Managers</i>
<u>Staff</u>
<i>Individual VTS Centre</i>
<u>Work</u>
<i>VTS operator</i>

Fig. 3. The Norwegian VTS organization visualized in Rasmussen's socio-technical models

organisation, and the model could initially be used to make sure that all levels are represented in the process. Fig. 3 represents a suggested visualisation of the Norwegian VTS-organisation by applying Rasmussen's model. The governmental level is defined to be the Ministry of Transportation (MoT), who is responsible for the service. Regulators and associations are both the MoT and the Norwegian Coastal Administration (NCA) since they both have responsibilities for the Harbour and Fairways Act. The company-level points to NCA and the Department of Maritime Safety. The management level is the VTS managers of the individual VTS centres. Staff is the crew on duty, and finally the work is the individual VTS-operator.

The essential step of the democratic process is to discuss potential solutions and evaluate the effects of these solutions. The complexity in discussing VTS-roles is the interplay between the VTS and the MTS as discussed in the former section. Further, the consequences for the VTS itself need to be understood. As Rasmussen highlights, the consequences are different on the various levels of the organization. As such, the future roles of the VTS should be evaluated by understanding the consequences for each of the levels in the model as shown in Fig. 4.

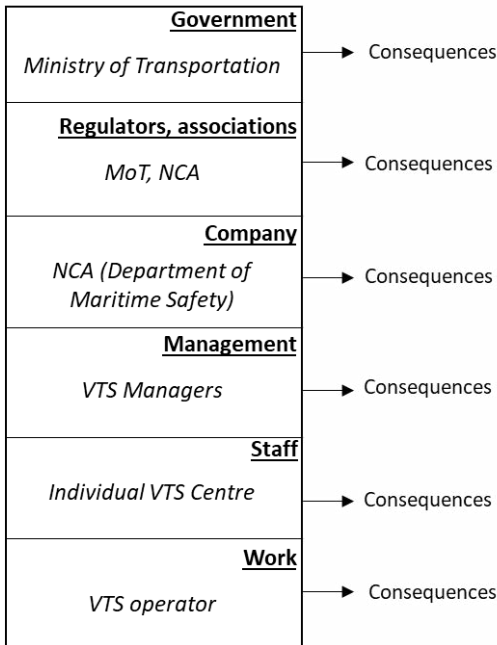


Fig. 4. The consequences of changes to the VTS should be assessed on the various socio-technical systems levels

A benefit of using the model is that it is not dependent on a high detail level. In the initial phase of designing future systems, the granularity is low, the discussion of implications might be on an overall level. However, even with a low level of detail, it is possible to identify obstacles that require attention. As an example, if auton-

omy calls for different interactions between vessels and VTS-operator, a change of regulations might be required. By only focusing on the VTS-operator, such changes could easily be omitted by arguing it is not possible due to regulations. However, by using the model, it is possible to keep it as an option and raise the argument of changing regulations to the regulator level.

The intention of the model is to understand interaction, *between* the levels. A risk of thinking in levels is ignoring such interaction and focus on the individual level and losing the overall objective. Hence, the process must be goal-oriented, asking what is required to meet the proposed solution. The answer will point to consequences for the levels and for the interaction.

In the initial design phase, the model could provide a good basis for discussion and deciding direction. The visualisation of the model is easy to communicate and to apply as a start of a discussion. Further, it facilitates that everyone involved in the design process are given a voice. However, the pitfall of ignoring interaction is a major risk that must be addressed before and during the process.

5 Conclusion

The future MTS with autonomous vessels will be different from the present. The differences will not be merely about the autonomous vessel itself; it will also be the changes in the interaction between all actors in the MTS. This understanding calls for a holistic approach to discussing the future MTS. The VTS is a control system that contributes to a safe and efficient MTS, and consequently, the VTS is essential in the discussion of autonomy in the MTS. The VTS could take a reactive stance, perceiving autonomy being a designer challenge of making autonomous vessels that have the same capabilities as the conventional vessel. The other option is a proactive approach, where the VTS takes ownership to the overall objectives of the MTS and assess how the VTS could adapt to the future need.

The paper has suggested a proactive socio-technical systems approach to discuss a democratic process and evaluate the systemic internal and external effects of changes for the future VTS. The history of socio-technical systems theory shows a development affected by societal trends and being affected by, and merging into, other approaches.

The paper has argued the *democratic process* has several aspects, ranging from understanding users to user involvement in design. However, the focus on workers has been common denominator through history and is consequently perceived as a cornerstone of the socio-technical systems theory. The paper has proposed a democratic process involving people from the entire VTS organisation with a variety of competencies is necessary to find solutions and to warrant ownership in the design phase.

Further, the paper has argued for the systemic perspective being another cornerstone of the socio-technical systems theory. The history has shown the importance of understanding human performance in a broader perspective than the individual operator. Consequently, the paper has suggested to applying a levelled socio-technical model to understand internal consequences to potential changes. Such an approach aims to provide an insight of the consequences at the various levels, but additionally, for the interaction between the levels.

The proactive approach calls for a holistic evaluation of the future VTS. The paper suggests considering the MTS a system-of-systems and apply the system-of-systems design principles. Subsequently, the VTS as a control system needs to consider how it could contribute to positively affect the design principles of the MTS when discussing the future role of the VTS.

In sum, the paper has presented a complex challenge of taking a systems perspective of discussing the future role of the VTS. The paper has argued that a simplified socio-technical approach could support the discussion in the early design phase of the future VTS.

6 References

1. Lambrou M. Shipping 4.0: Technology Stack and Digital Innovation Challenges. IAME 2017 Conference. 2017;(June):1–20.
2. IMO. IMO takes first steps to address autonomous ships [Internet]. 2018 [cited 2019 Jun 5]. Available from: <http://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/08-msc-99-mass-scoping.aspx>
3. YARA. Yara International [Internet]. 2019 [cited 2019 Jun 6]. Available from: <https://www.yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit/>
4. Rolls-Royce. Press releases - Rolls-Royce and Finferries demonstrate world's first Fully Autonomous Ferry –Rolls-Royce [Internet]. 2018 [cited 2019 Jun 20]. Available from: <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx>
5. Rolls-Royce. Our stories - Rolls-Royce demonstrates world's first remotely operated commercial vessel [Internet]. 2017 [cited 2018 Apr 30]. Available from: <https://www.rolls-royce.com/media/our-stories/press-releases/2017/20-06-2017-rr-demonstrates-worlds-first-remotely-operated-commercial-vessel.aspx>
6. Reaktor. Urban waterways [Internet]. 2019 [cited 2019 Jun 20]. Available from: <https://www.reaktor.com/work/autonomousferry/>
7. NTNU. Autoferry [Internet]. NTNU; 2019 [cited 2019 Jun 20]. Available from: <https://www.ntnu.edu/autoferry>
8. IALA. VTS Vessel Traffic Manual. Vol. 6, International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities. 2016.
9. Praetorius G. Vessel Traffic Service (VTS): a maritime information service or traffic control system? Understanding everyday performance and resilience in a socio-technical system under change. 2014. 1–72 p.
10. Nuutinen M, Savioja P, Sonninen S. Challenges of developing the complex socio-technical system: Realising the present, acknowledging the past, and envisaging the future of vessel traffic services. *Applied Ergonomics*. 2007;38(5):513–24.
11. SAE International. Surface Vehicle Recommended Practice J3016. 2016.
12. Sheridan TB, Verplank WL. Human and computer control of undersea teleoperators. Cambridge, MA: MIT Man- Machine Systems Laboratory; 1978.
13. Parasuraman R, Sheridan TB, Wickens CD. A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans* [Internet]. 2000;30(3):286–97. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/844354/>

14. Relling T, Lützhöft M, Ostnes R, Hildre HP. A Human Perspective on Maritime Autonomy. 2018;
15. United Nations. The United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). 1982.
16. Ministry of Transportation. Forskrift om bruk av sjøtrafikkentralenes tjenestoområde og bruk av bestemte farvann (sjøtrafikkforskriften) (Regulation of the use of Vessel Traffic Servie area and fairways) [Internet]. 2015 [cited 2018 Nov 22]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-09-23-1094?q=sjøtrafikkforskriften>
17. Freeman RE, Reed DL. Stockholders and Stakeholders: A New Perspective on Corporate Governance. *California Management Review* Spring83. 1983;25(3): 88–106.
18. van Westrenen F, Praetorius G. Maritime traffic management: A need for central coordination? *Cognition, Technology and Work*. 2014;16(1):59–70.
19. Mansson JT, Lutzhoft M, Brooks B. Joint Activity in the Maritime Traffic System: Perceptions of Ship Masters, Maritime Pilots, Tug Masters, and Vessel Traffic Service Operators. *Journal of Navigation*. 2017;70(3):547–60.
20. Fiaz F. Stakeholders influence on vessel operational safety and efficiency. Buskerud and Vestfold University College; 2014.
21. Blanchard BS, Fabrycky WJ. *System Engineering and Analysis*. 5th ed. Pearson Education Limited; 2013. 846 p.
22. Ackoff RL. Towards a System of Systems Concepts. *Management Science* [Internet]. 1971;17(11):661–71. 1
23. Harvey C, Stanton NA. Safety in System-of-Systems: Ten key challenges. *Safety Science* [Internet]. 2014;70:358–66.
24. Maier MW. *Architecting Principles for Systems-of-Systems*. *Systems Engineering* [Internet]. 1998;1(4):267–84.
25. Trist E. The evolution of socio-technical systems. In: Van de ven A, Joyce W, editors. *Perspectives on Organizational Design and Behaviour*. Wiley Interscience; 1981.
26. Mumford E. The story of socio-technical design: Reflections on its successes, failures and potential. *Information Systems Journal*. 2006;16(4):317–42.
27. Walker GH, Stanton NA, Salmon PM, Jenkins DP. A review of sociotechnical systems theory: A classic concept for new command and control paradigms. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 2008;9(6):479–99.
28. Cherns A. The Principles of Sociotechnical Design. *Human Relations*. 1976;29(8):783–92.
29. Robinson GH. Accidents and sociotechnical systems: principles for design. *Accident Analysis and Prevention*. 1982;14(2):121–30.
30. Waterson P, Robertson MM, Cooke NJ, Militello L, Roth E, Stanton NA. Defining the methodological challenges and opportunities for an effective science of sociotechnical systems and safety. *Ergonomics*. 2015;58(4):565–99.
31. Lützhöft M. The technology is great when it works - Maritime Technology and Human Integration on the Ship 's Bridge. *Science And Technology*. 2004.
32. Hutchins E. How a cockpit remembers its speeds. *Cognitive Science*. 1995;19(3):265–88.

33. Hollnagel E, Woods DD. Joint Cognitive Systems - Foundations of Cognitive Systems Engineering. Boca Raton: Taylor & Francis; 2005. 197 p.
34. Perrow C. Normal accidents. Living with high-risk technologies. Princeton: Princeton University Press; 1999. 464 p.
35. Roberts KH. Some Characteristics of One Type of High Reliability Organization. *Organization Science*. 1990;1(2):160-76.
36. Vicente KJ. Cognitive work analysis : toward safe, productive, and healthy computer-based work. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates; 1999. 392 p.
37. Cherns A. Principles of Sociotechnical Design Revisited. *Human Relations*. 1987;40(3):153-62.
38. Reason J. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate Publishing Limited; 1997. 252 p.
39. Rasmussen J. Risk management in a dynamic society - A modelling problem. *Safety Science*. 1997;27(2-3):183-213.
40. Wiener N. Cybernetics; or control and communication in the animal and the machine. Oxford, England: John Wiley; 1948. 194 p.
41. Rasmussen J. Human factors in a dynamic information society: Where are we heading? *Ergonomics*. 2000;43(7):869-79.
42. Clegg CW. Sociotechnical principles for systems design. *Applied Ergonomics*. 2000;31(March 1999):463-77.
43. Clegg C, Axtell C, Damodaran L, Farbey B, Hull R, Lloyd-Jones R, et al. Information technology: A study of performance and the role of human and organizational factors. *Ergonomics*. 1997;40(9):851-71.
44. Walker G. Civil Engineering and Environmental Systems Come back sociotechnical systems theory , all is forgiven 2015;6608.
45. Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*. 2004;42(4):237-70.
46. Svedung I, Rasmussen J. Graphic representation of accident scenarios: Mapping system structure and the causation of accidents. *Safety Science*. 2002;40(5):397-417.
47. Wiegmann DA, Shappell SA. The Human Factor Analysis and Classification System. Ashgate Publishing Limited; 2003. 40 p.
48. Hollnagel E, Woods D, Leveson N. Resilience Engineering : Concepts and Precepts. *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. 2006.
49. Hollnagel E, Pruchnicki S, Woltjer R, Etcher S. Analysis of Comair flight 5191 with the Functional Resonance Accident Model. Proceedings of the 8th International Symposium of the Australian Aviation Psychology Association [Internet]. 2008;(April). Available from: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/61/42/54/PDF/Hollnagel-et-al--FRAM-analysis-flight-5191.pdf>
50. Stanton NA, Salmon PM, Rafferty LA, Walker GH, Baber C, Jenkins DP. Human Factors Methods - A Practical Guide for Engineering and Design. 2nd ed. Vol. 53. Ashgate Publishing Limited; 2013.
51. Braband J, Evers B, Stefano E De. Towards a Hybrid Approach for Incident Root Cause Analysis. In: Proceedings of the 21st International Systems Safety Conference Ottawa Canada 4-8 August. 2003.

52. Hollnagel E, Woods DD. Cognitive Systems Engineering: New wine in new bottles. *International Journal Man-Machine Studies*. 1983;18:583–600.
53. Maier MW. On architecting and intelligent transport systems. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*. 1997;33(2 PART 1):610–25.

Trial application of pupillometry for a maritime usability study in field conditions

Giovanni Pignoni ¹ [0000-0003-0730-371X]
Odd Sveinung Hareide ² [0000-0003-0140-3998]
Sashidharan Komandur ¹ [0000-0002-9180-4201]
Frode Volden ¹ [0000-0002-0000-690X]

¹ Norwegian University of Science and Technology, Institutt for design, Gjøvik, Norway
postmottak@ntnu.no <https://www.ntnu.edu/design>

² Norwegian Defence University College, Royal Norwegian Naval Academy, Bergen, Norway
forsvaret@mil.no

Abstract

Eye-tracking is a tool employed in usability testing. It is primarily intended as a means for tracking the visual attention patterns of an observer on a continuous basis. Eye-tracking can also capture certain physiological data, such as pupil dilation. Pupil diameter is a validated metric of cognitive workload, meaning the pupil dilates with increasing workload.

This research evaluates the fitness, in field conditions, of an eye-tracking based method for accurate measurement of cognitive workload. This implies evaluating the fitness of this tool in changing light conditions such as in coastal navigation. This methodology thus accounts for the effect of light on pupil dilation. This means we are able to account for the effect of only cognitive workload on the pupil dilation even in changing light conditions.

This method was applied as a part of an analysis of a navigational exercise involving the navigator and the navigator's assistant on board a training vessel of the Royal Norwegian Naval Academy. Pupillometry is used alongside egocentric video recordings and Geo-positioning systems (GPS) recordings to allow for multi-faceted evaluation of the activity. Subjective data was recorded as well to evaluate the quality of the eye-tracking data. Subjective data was recorded using NASA-TLX self-report of mental workload, self-report of mental workload (on three levels) using maps and an expert assessment of the mental workload was obtained for the navigational course.

The analysis concluded that pupillometry (through eye-trackers) can have a substantial role in the evaluation of field operations and provide a good and objective estimate of the perceived workload. The eye-tracking technology has substantial limitations, for example sometimes strong infra-red sources of light can impede data collection as such with an eye-tracker, meaning the analysis is labour intensive as it relies on the ability of the operator to filter out low quality data and retain the rest.

Keywords

Eye-Tracking · Cognitive Workload · Field Studies · Maritime Usability · Navigation.

1 Introduction

Human mental workload assessment is considered important for the design and operation of safety-critical human-machine systems[2][8]. The list of valuable tools that enable the monitoring of an operators mental workload has grown and is more accessible than ever[8][7][4]. Electrocardiography, heart rate variability, brain activity (fMRI, EEG), eye-tracking (pupillometry, gaze position, saccades velocity) have proven their value in a laboratory. Still, the actual application of these technologies in a field study is limited, either by the necessity of control over confounding variables or limitations in the practical application[8][7][4]. In this regard, modern eye tracking has the advantage of satisfying most of the requirements of field applications: portable and quite unobtrusive, affordable enough to enable tracking of multiple subjects and provides rich data that can be analysed to extract multiple parameters, not only limited to vision. The influence

of ambient illumination has historically limited the application of eye-tracking as it can produce unwanted variability in the pupil size and have a disruptive effect on the tracking technology (principally caused by infrared light) used by many of the commercially available eye-trackers[7][9][13][11].

1.1 Pupillometry for a field study

Maritime Navigation can be conducted in a team or by a single person. The Royal Norwegian Navy has presented a methodology, known as the phases of navigation [12], which provides the navigator and the navigation team with a common decision-making strategy. The methodology fits on any type of vessels, but the process is more demanding in confined water and with higher speed. When the speed increases or the spatial environment is more complex, the cognitive workload will increase for the navigator and the navigation team. The importance of not going into cognitive overload is imperative for the navigator and the navigation team, and several maritime accident investigations state loss of Situation Awareness (SA) as one of the factors in their reports [30]. If the navigator and the navigation team is aware of an increase in their cognitive workload, they could be able to implement measures to compensate in order to facilitate safe navigation. This could be to reduce the speed/stop the vessel, or to conduct a better distribution of the tasks at hand in the navigation team. Safe navigation in littoral waters can be a demanding and safety-critical activity. Consequently, the role of the navigator and other critical crew members, as well as the relative Human-Machine Interaction (HMI), has become of ever increasing interest during the design and evaluation of the technology present on ship bridges. Being able to consider and evaluate the human element in the design of the onboard systems is, therefore, necessary to reduce the potential human error and increase safety[11]. As part of the thesis research project [28] and as presented at the HCI 2019 conference [27], an experimental method has been developed to counteract the effect of light on the pupil size and enable pupillometry in a field study. This paper describes the experimental application of the method in a maritime environment.

2 Background

2.1 Cognitive workload

The cognitive workload is the result of the interaction between a user (his psychological state, experience and personality), conceptualised as the “available resources” and the resources necessary to complete a task [5][14]. Time, accuracy, error rate and fatigue can be considered as a secondary product of workload (e.g. for a given task, lower training results in a higher workload and possibly longer execution time). As cognitive workload is a human-centred metric, user related parameters such as insufficient training, anxiety, fear, fatigue, visual or auditory overload can all have a significant effect on the subjective workload even if the task is kept stable. Common cognitive workload measurement can be categorised as the three different approaches they are based upon [6][29][14]:

- Subjective-empirical measurements of perceived workload, rated by the subject, are usually administered as “paper-and-pencil” questionnaires and multidimen-

- sional ratings, (e.g. the NASA-TLX[14], which was selected in this study for its widespread use and relevance). They offer high face validity and high user acceptance as well as being relatively easy to administer. Still, they are limited by relying on memory and self-perception of the participant[31].
- Performance based measurements of workload use a controlled task (primary or secondary) and a performance metric to evaluate the workload (error rate, response time or similar). A dual-task performance measure is based on the assumption that the secondary task is executed in a realm of limited resources, used by the primary task in a variable amount and is consequently affected by the variation of the primary's load on the user[19]. Performance-based measurements offer an objective approach to workload measure but do so by mixing the definition of workload to the definition of performance. Contextual variations and the presence of overload or under-load are not well captured by performance data. Moreover, the use of a secondary task can create by itself overload or result in low user acceptance.
 - Physiological indices of cognitive state can also be used to measure workload. Psychophysiological techniques are based on a documented relationship between a behavioural phenomenon and a quantifiable activity of the central nervous system. Mental workload has been related to heart rate and heart rate variability, respiratory rate, galvanic skin response, brain activity (fMRI, EEG), as well as eye activity[3][6]. Physiological indices, depending on the setup, can be non-intrusive and provide rich, objective data over time. Difficulty in the control of confounding variables and setup are the main limiting factors to a generalised adoption of physiological indices.

NASA Task Load Index The NASA Task Load Index is a multidimensional rating procedure, developed at the NASA-Ames Research Center, that provides an overall workload score based on a weighted average of ratings on six subscales: Mental Demands, Physical Demands, Temporal Demands, Own Performance, Effort and Frustration[16]. The NASA TLX allows data to be obtained in an operational setting, in between tasks or retrospectively (videotaped/regenerated activities)[16].

Pupil size and cognitive workload The pupillary system can be described as a “dually innervated organ”[3], and the pupil size as the result of the opposite action of both the parasympathetically innervated constricting circular muscles and sympathetically innervated radial muscles. The resulting pupil size is predominantly determined by the circular muscles activity in response to the light reflex. This can be interpreted as the pupil size baseline at any given moment. The sympathetic, dilating, activity is not only responsible for slowly adapting the pupil size to a luminance decrement, but it is also affected, in the form of short peaks, by the user's cognitive state, in particular, mental activity, and can thus be used as a psychophysiological parameter[28].

The pupillary response has been observed and linked to workload as far back as 1964[15], with the controlled induction of changes in the pupil size through a variety of mathematical and memory-intensive tasks[20] as well as writing, listening and speech-based tasks[21]. The pupillary response has been used to estimate the effect of more complex and variable tasks, such as driving (e.g.[26] shows the connection between driving performances and pupil size).

Unified formula for light-adapted pupil size. Watson AB. and Yellott JI. at the NASA Ames Research Center and the University of California[32], reviewed seven historical psychophysical functions of the relation between target luminance (cd/m²) and expected pupil diameter and published a newly developed, unified formula. High-temporal-resolution tracking of cognitive workload compensated for changes in ambient light has been attempted with various levels of success and implementation[33][23]. However, no system is freely available and sufficiently documented for reuse. Building upon the knowledge provided by multiple proofs of concepts[25], Pignoni[28] integrated the Unified formula for light-adapted pupil size[32] with eye-tracking data to estimate the expected pupil diameter for a given visual stimulus and differentiate the changes in pupil diameter related to the cognitive workload from the pupillary light response.

3 Methods

This study is enabled by the development of an apparatus able to record the participant's pupil dilation and visual stimulus based on the Pupil Labs EyeTracking Glasses (ETGs), an external luminance sensor as well as the software needed to analyse the raw data, estimate the effect of light on the pupil size and extract a measure of cognitive workload. The data collection was conducted in a field study onboard the Royal Norwegian Navy training vessel, Kvarven (Figure 1). This was done in order to evaluate the use of the apparatus in an actual operational environment (ease of application, flexibility and user acceptance of the apparatus) as well as the quality of the data it could provide. The scope of the field test is not to validate the instrument, partial validation of the instrument has been carried out in laboratory conditions before the field experiment[28]. Other studies (mainly collecting visual attention data from a glasses based eye trackers [12][10][13]) have been conducted on high-speed crafts (both in the form of a simulator and an actual high-speed craft).



Fig.1. The vessel, Kvarven, used for the test session.

Research questions:

- Is the described method reliable in field condition (where luminance variate in an unpredictable manner)?

- Is the described method sufficiently sensitive to record small variations of cognitive workload, as those to be expected in a typical navigation task?
- Does the result correlate with subjective data and can it be used in conjunction with such data?

3.1 *Eye-Tracking Glasses and pupillometry*

The eye-tracking technique and newly developed mean of removing the effect of luminance is extensively described in [28]. The hardware is standardised and commercially available:

- The Pupil Pro eye-tracking glasses[22], equipped with an egocentric video camera and video tracking of the right eye.
- A single TSL2591[1] external Light sensor mounted on the eye-tracker, alongside the egocentric video camera.
- An Arduino[18] compatible board used to read the TSL2591 and log the data[28].

The software provided by Pupil Labs is used to perform the eye-tracking recording independently from the luminance logging, it records a video feed from the user's point of view as well as an estimated gaze position on the video and the pupil size. The recorded data, egocentric video recording, gaze position and luminance from the external sensor, is analysed to estimate the variable effect of light on the pupil size, this value is expressed as a baseline pupil diameter (the average dilatation that is expected for a given visual stimulus), sampled for the entire recording. The pupil diameter baseline is used to generate an estimate of cognitive workload, expressed as the residual dilatation of the pupil (the difference between the expected pupil size and the actual pupil size). The data pipeline is described in the implementation chapter of [28].

The use of two Pupil Pro eye-tracking Glasses[22] enabled tracking of two participants for each session. The eye-tracking glasses were configured to work at a sampling frequency of 120 Hz and a resolution of 400x400px. The tsl2591 Lux sensor[1] was used to record the average luminance in front of the participants with a sample rate of 10Hz. The data was saved directly onto two different laptops. Gps coordinates were also recorded through a smartphone. The subjective data relied on pen and paper (NASA TLX [14] and self-report workload maps), the original material is visible in [28].

3.2 *Royal Norwegian Navy Training Vessels*

The training vessel is fifteen metres long, and are capable of speeds up to 40 knots, the vessel speed for the test was set to 25 knots. The integrated Navigation System (INS) is the same as onboard larger vessels (e.g. a Frigate or a Platform Support Vessel), and the vessels are used for navigation training to prepare the cadets at the Royal Norwegian Naval Academy for their onboard service.

The INS is from a major Original Equipment Manufacturer (OEM), and consists of the traditional setup with Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), Radar, and Conning. These three applications can be presented on either of the two Multi-Function Displays (MFDs) in front of the navigation team. The navigation team onboard the Training Vessel consists of three persons:

- The Navigator: Is in charge of safe navigation and is the leader of the navigation team.
- The ECDIS assistant: Provides the navigator with navigational information, which is aligned with Standard Operatin Procedure (SOPs). Conducts navigational tasks for the navigator, such as position fixes, which is aligned with SOPs.
- The helmsman: Is responsible for the wheel and throttle of the vessel. Sets speed and steers course as ordered by the navigator.

3.3 Scenario

The data collection was conducted on the 24th of April 2019 in littoral waters west of Bergen, as shown in Figure 2. The participants were recruited from the Royal Norwegian Naval Academy and were graduating students in the operational branch. This implies they have about 300 hours on board the training vessels prior

to the data collection. The test session started with a long pretest session to test and adapt the equipment before embarking and briefing the participants inside the vessel. They were familiarised to the route (Figure 2) the stop points and the test procedure. They were given time to read through the instructions regarding the NASA TLX self-report and time to read and sign the consent form.

Five test sessions were performed, requiring three participants for each session: the navigator, sitting in the centre, the ECDIS assistant on the left and the helmsman on the right. Eye-tracking data was recorded for the ECDIS assistant and the navigator only. The field study consisted of five participants, which each conducted one scenario at different positions on board. The participants have been coded with a letter and a number (Nx, Ax). N for the navigator, A for the ECDIS assistant, followed by the sequential number of test rounds (e.g. N2 and A2 were recorded at the same time). Due to technical challenges, data from subjects N1 and A1 had to be discarded and is not part of the data analysis. The test session was divided into two parts, each consisting of on average eighteen minutes of navigation. In between the two halves, the participants were asked to compile the NASA TLX pairwise score for the task [14] and the rating scale. At the end of the course, the participants were asked to compile a second TLX rating scale on a pen and paper form, and the visual self-report by drawing on a map of the route with three markers. Green was



Fig.2. The route, starting and ending under the Sotra Bridge near the RNoNA harbour, running clockwise around the Bjoryhavn island.

defined as “below average workload”, yellow as “average workload” and red/purple as “above-average workload”.

3.4 Expert Workload Map

To evaluate the use of pupillometry in field conditions, it was deemed necessary to produce comparable measures of workload over the course. The expert map (Figure 3) was created in a workshop with six Subject Matter Experts (SMEs) from the Royal Norwegian Navy. The participants experience range from 10 to

25 years of navigation, primarily with High-Speed Craft (HSC) navigation on vessels up to 50 metres. Each of the SMEs filled out one form to rate the expected cognitive workload throughout the course with regards to three different colour; green (below average workload), yellow (average workload) and red (above-average workload). After each had completed their subjective evaluation, the group discussed discrepancies between them. The discrepancies between the SMEs were presented and discussed, and the group agreed on one overall expert evaluation of the course, which is shown in Figure 3. The experience level will differ between the SMEs and the participants. The expert workload map is a generic workload assessment based on any experience level for the navigation team. The expert team emphasised the importance of reading the map as changes to workload in the different phases of navigation during the given passage, and this is expected to be valid for any experience level. Thus the expert map would apply to the participants in this study.

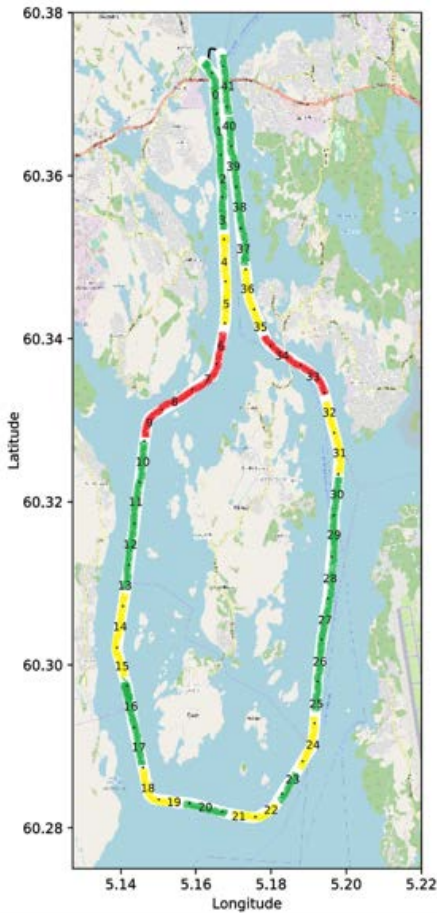


Fig.3. Expert evaluation of the course representing the expected workload of the crew for normal sailing conditions (e.g. only considering the course itself and not other variables such as traffic.). The map express the expected workload in three steps (yellow = average, green = below average and red = above average).

3.5 Data Recording and Analysis

The workload data recorded during the five-session includes multiple data sources. This includes pupillometry and eye-tracking data, combined with luminance measurements and video, to produce a psychophysical measure of the relative changes of cognitive workload over time. Multiple subjec-

time data sources were used: NASA TLX self-reported workload measure, (sampled halfway and at the end of each course), digitised self-report maps, representing the perceived workload over the course and a map of the expected workload (Figure 3) compiled by SMEs from the Royal Norwegian Navy. The NASA TLX final score for each session is a standardised index of cognitive workload and allows to compare the perceived workload of the two halves of each run.

Self-reported workload was scored by the participants in segments. These segments were self-selected at the end of the navigational exercise. This is because the map represented the course as a continuous path. This data was segmented into forty-one 0.27 nautical miles (500 meters) sections and is scored accordingly to colour (1-green, 2-yellow and 3-red), see Figure 7 (bottom) for an example.

The pupillometry data is obtained processing the eye-tracking recording and is paired with GPS tracking. Numerically it is the measurable Δ Pupil Diameter as a consequence of the changes in workload. The Δ Pupil Diameter is used to generate either an objective measure of average workload (mean Δ Pupil Diameter) for each of the forty-one sections and a graphical visualisation of the measured workload over the course for qualitative analysis of workload, see Figure 7 (top) for an example.

A simple linear regression analysis (Figure 4) is used to analyse the relationship between the Δ Pupil Diameter (dependant variable) and the subjective measures (independent variables): Self Reported Workload (Figure 5) and Expert Reference Workload (Figure 6). The tools used to perform the statistical analysis are SPSS [17] and Minitab Express [24]. The variables satisfy the requirements to perform the statistical analysis.

4 Results

Simple Regression: Δ Pupil Diameter vs Self Reported Workload

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	0,052669	0,0526693	12,35	0,0011
Error	40	0,170553	0,0042638		
Total	41	0,223222			

Model Summary		
S	R-sq	R-sq(adj)
0,0852980	23,59%	21,68%

Simple Regression: Δ Pupil Diameter vs Reference Workload

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	0,031557	0,0315565	6,59	0,0141
Error	40	0,191666	0,0047916		
Total	41	0,223222			

Model Summary		
S	R-sq	R-sq(adj)
0,0692217	14,14%	11,99%

Fig.4. Report of the regression analysis comparing the pupillometry based measure of workload (Δ Pupil diameter) and the subjective measures: Self reported workload (left) and Reference workload (right).

The three measures of workload have been compared to attempt cross-validation between them. The regression analysis (Figure 4) between the mean Δ Pupil Diameter (m Δ Pd) and Expert Reference workload (F-val=6.59 and P-val=0.0141) as well as mean Δ Pupil Diameter and Self Reported Workload (F-val=12.35 and P-val=0.0011) support the validation of this system as a measure of perceived workload.

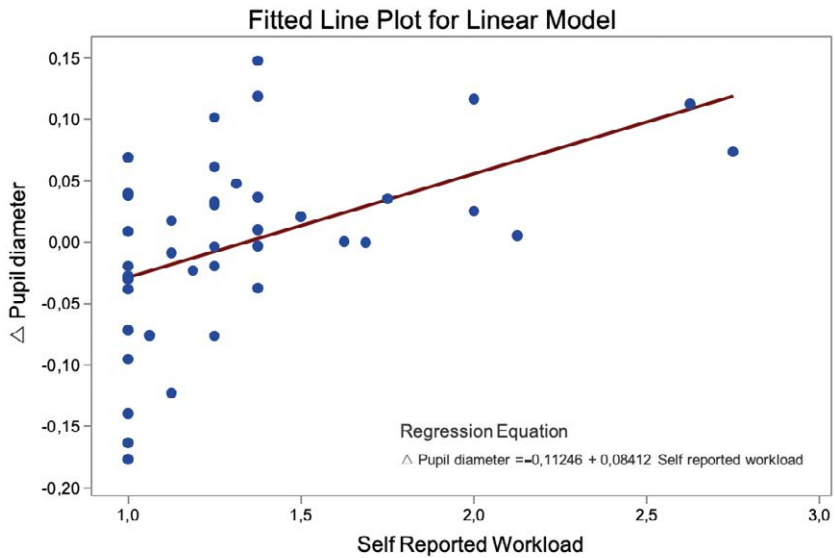


Fig.5. Plot of the linear regression analysis comparing the pupillometry based measure of workload (Δ Pupil Diameter) to the Self Reported Workload.

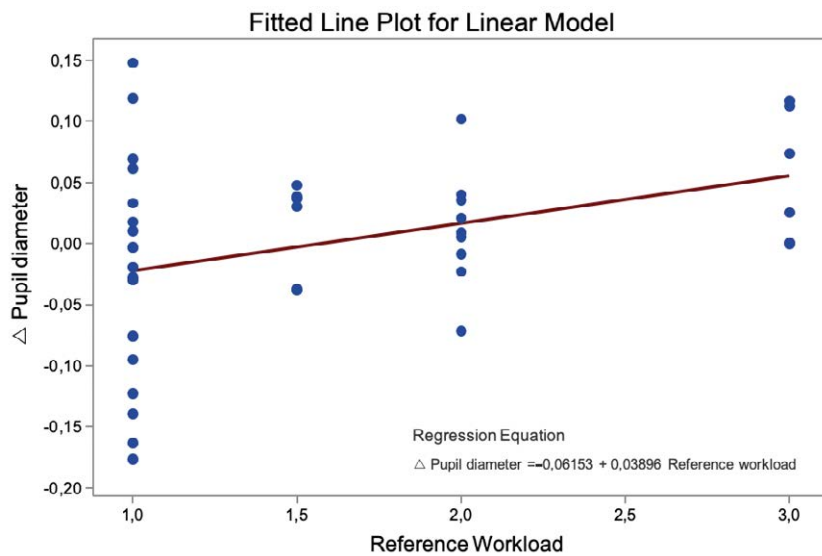


Fig.6. Plot of the linear regression analysis comparing the pupillometry based measure of workload (Δ Pupil Diameter) to the Expert Reference Workload.

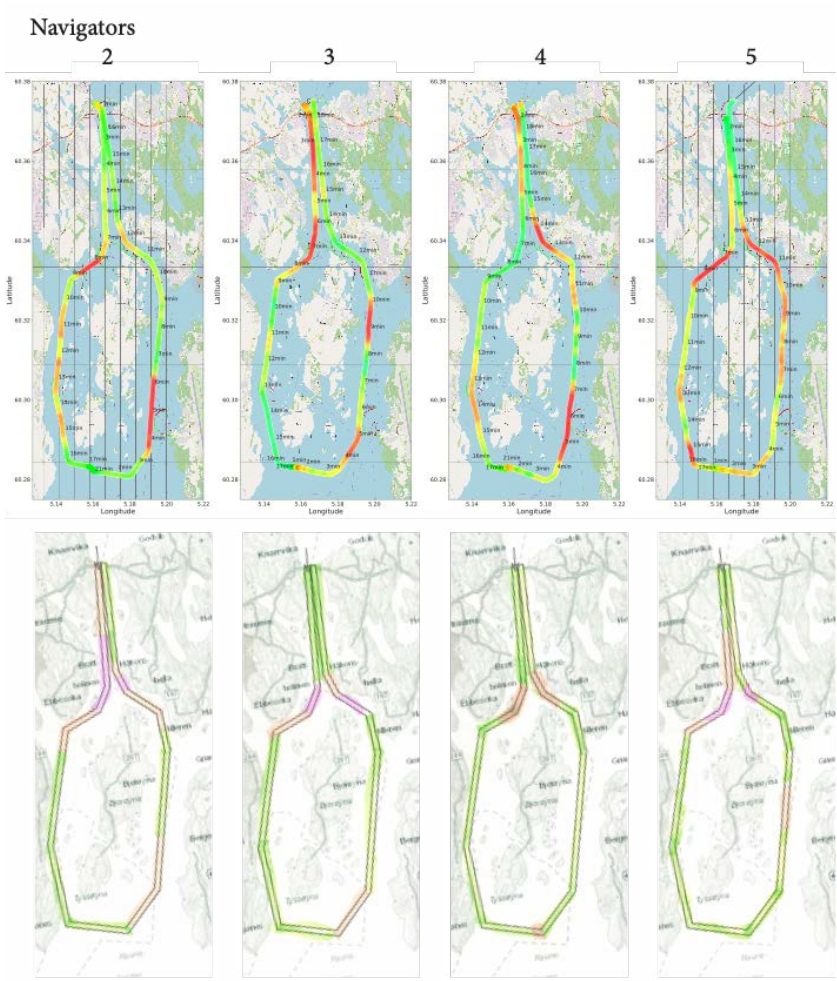


Fig.7. Output data for qualitative analysis of workload: self report maps (bottom) can be compared to the output of the eye-tracking (top). The self report maps express workload in three steps (yellow = average, green = below average and red = above average). The eye-tracking maps represent workload (mean Δ Pupil Diameter) from -1.5 SD (standard deviations) (green) trough average (yellow) to $+1.5$ SD (red). The maps for all the participants is available in [28].

The reliability of this measure is still limited by the presence of noise and the performance of the eye tracker in general. Both the expert evaluation and the self-report map are linearly related to the mean Δ Pupil Diameter. A higher correlation was found between $m\Delta Pd$ and Self Reported Workload than $m\Delta Pd$ and Reference Workload, which can be explained by the abstraction of the expert evaluation, based solely on the course topography and not on the other (unpredictable) confounding variables such as traffic that are instead going to affect the Self-reported workload.

The NASA-TLX scores have a limited temporal resolution can be used as an absolute measure of cognitive workload for the different phases of the experiment. The TLX data shows how the task did not include extreme conditions of overload or under-load. Therefore, the average yellow/orange (in figure 7) can be considered as a comfortable working condition with fluctuations (red/green) representing a normal attention cycle.

The qualitative analysis of the eye-tracking data, (reviewing the video recordings to identify the source of workload), highlights how the precision of the workload data is highly dependant on the quality of the eye-tracking data.

Light reflection in the pupil and incorrect framing can unpredictably affect the tracking either and create false positives. This and other practical limitations of the eye tracker have to be accounted for and expected in field conditions and require manual analysis of the data to be recognised. Good quality eye-tracking data shows a connection between the actions of the participants, the surroundings and the level of workload.

The self-reported workload has proven to be a useful resource to support eye-tracking data and verify the quality of the recordings as well as the Expert Workload maps. The NASA TLX has value, instead, as an absolute measure of workload and helps to contextualise the pupillometry data.

5 Discussion

The described method is sufficiently sensitive to record small variations of cognitive workload. Patterns of such measures are visible in the data and correlate with the subjective measurements of workload over the course. Partial validation of the instrument has been carried out in laboratory conditions before the field experiment[28]. Nevertheless, the field experiment indicates the ability of the tool to track small changes in workload over time. The use of the eye-tracker in high-speed craft maritime conditions was reliable. This means it was easy to instrument and set up the eye-tracker for collecting pupil dilation measures. This holds even after the algorithm was corrected to account for changing light conditions. There was only one instance where there was a technical failure which resulted in the loss of data from one navigator and one assistant. The nature of the technical failure is that the video data that was collected from the assistant was corrupted and there was no data collected from the navigator mainly because the apparatus stopped tracking the eye. These errors could have happened even without the modified algorithm. Thus with this method, data can be reliably collected and saved. The use in conjunction with subjective data not only enabled cross-validation for the measurements but also produces useful outputs for either research or training purpose. Examples of such outputs, such as the workload maps, encourages the use of a variety of data sources to produce meaningful data visualisations.

Limitations: The quality of the cognitive workload measurement is directly dependant upon the quality of the eye-tracking data. Consequently inheriting some of the limitations relative to the use of eye-tracking in a filed condition. Incident sunlight has a particularly disruptive effect on the eye-tracking, as reflections of windows and light sources from infrared light becomes visible in the recording and can partially or entirely cover the iris and pupil. When this happens, it is almost

impossible to get a reliable recognition of the pupil size and orientation. For this reason, recordings at sundowns and sunset should be avoided. The size and shape of the participant's eye can have a significant effect on the quality of the recording. It was noted how variations in the eye appearance such as a pronounced "Epicanthic Fold" or a lower contrast between the iris and pupil (dependant on how the iris reflects or absorbs infrared light) can reduce the quality of the eye recognition as the computer vision algorithm struggles to identify the eye's features in the video. Highlighting when the tracking of the pupil has failed during a recording is currently a manual process as the metrics of confidence included in the eye-tracking software is not reliable for what concerns the tracking of pupil size. It was noted that as the data analysis is currently not immediately available, which implies that the results are not available shortly after the end of the recording session, the potential application of the apparatus in a training setting is limited. Nevertheless, optimisation of the algorithm is possible, and it is expected this limitation will be resolved before the next iteration of the study.

Confounding variables: Information regarding participants arousal level was not collected as well as substance consumption (such as caffeine). Environmental factors (e.g. temperature, vibration, weather conditions, etc.) which may also be contributing to the noise in the data as of now. The effect on the workload that could be induced by the different waters the vessel had to navigate during the test was not characterised. More challenging waters, with narrower passages and an increasing amount of turns or spatially complex due to inlets, would potentially create an increased cognitive workload level. Traffic and emerging situations (e.g. if a vessel is sighted and a give way situation occurs) were not recorded, the effect of such occurrences on workload is therefore not tracked. To conclude, the self-reported workload maps are subjected to recall bias as they were compiled by the participants only at the end of each run; each run has a duration of around forty minutes.

The discussion in the SME group highlighted a series of observations on the workload distribution and variability of the course that are of particular interest for the interpretation of the workload analysis. They noted how the cognitive workload should increase when approaching a turn and when the vessel is approaching narrow waters. The cognitive workload is instead expected to decrease when the turn is finished and when the complexity of the waterways decreases (more open waters). The cognitive workload is thus expected to vary with the water confinement. Blue waters should, therefore, be characterised by a general lower cognitive workload than littoral waters. Furthermore, it was mentioned how, when a particular situation occurs (e.g. a give way situation with another vessel), the cognitive workload should increase. This is due to the cognitive process of updating the navigator's situational awareness (SA) with the new environmental information which will affect the future passage of the vessel. The navigator has to notice, comprehend and project the future state of the vessel in order to determine a give way situation. In conjunction with this, the navigator has to conduct an action to change the course or speed of the vessel in order to comply with the collision regulations. An increase or decrease in traffic will influence the cognitive workload of the navigator. This is shown in the south-eastern part of the passage with navigator 2 and 4. When they turn the vessel northbound, they need to update their SA with the introduction of several ships in the environment. Even though the vessels are not in direct conflict

of the passage, the cognitive workload will rise as the navigators are updating their SA. The weather condition will influence the cognitive workload. With demanding weather conditions (darkness, severe wind, rain, fog, snow), there will be an increase in the cognitive workload.

6 Conclusion

The developed system is promising as a tool for use in maritime field conditions, but the general limitations of the eye-tracking technology still apply: the set up of the eye tracker and designing the experiment are time-consuming, but critical to producing good quality workload data. It provides a higher temporal resolution recording compared to pen and paper methods but cannot measure workload on an absolute scale (only records changes in workload).

An online and objective measure of workload could find relevant application in a variety of fields. During design/testing/validation the data produced by this tool can be used as design input, alongside other measures of workload (subjective or psychophysical). In the context of training and human performance assessment, this tool can be a valuable feedback tool both for instructors and trainees.

Self-reported Workload and Expert Reference Workload both correlate to the result of the pupillometry. The use of three different methods to measure workload helps to support the eye-tracking data and verify the quality of the recordings. The NASA TLX scores can still be used in parallel as a tool to evaluate the cognitive workload as an absolute measure over larger portions of the task.

6.1 Future work

To resolve most of the limitations related to the outdoor field conditions and control the variability in the course (traffic and weather) a new session of tests should be scheduled using a more controlled condition, and the most obvious solution would be to use a navigation simulator. Nevertheless, it was important to test the fitness of this technology in a field setting first. As a next step, we can expand the applicability of our method. Thus we would like to understand the variability in the measures of workload for a wide variety of coastal navigation conditions which is best recreated in a simulator. This assumes a recreation of a wide variety of changing light conditions.

References

1. AMS: TSL25911 Datasheet. AMS (Apr 2013), https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TSL25911_Datasheet_EN_v1.pdf
2. Bjørneseth, F.B., Renganayagalu, S.K., Komandur, S., Dunlop, M., Hornecker, E.: Towards an experimental design framework for evaluation of dynamic workload and situational awareness in safety critical maritime settings. <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2012.43>
3. Cacioppo, J.T., Tassinari, L.G., Berntson, G. (eds.): Handbook of Psychophysiology. Cambridge University Press, Cambridge, 3 edn. (2007). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546396>, <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9780511546396>

4. Cain, B.: A review of the mental workload literature
5. Council, U.N.R. (ed.): Tactical display for soldiers: human factors considerations. National Academy Press, Washington, D.C (1997)
6. Di Stasi, L., Marchitto, M., Antol, A., Caas, J.: Saccadic peak velocity as an alternative index of operator attention: A short review. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology* **63**(6), 335–343 (Nov 2013). <https://doi.org/10.1016/j.erap.2013.09.001>, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1162908813000741>
7. Eric Farmer, Adam Brownson, QinetiQ: Review of workload measurement, analysis and interpretation methods. https://doi.org/10.1163/1570-6664_zyb_SIM_org_39214 https://referenceworks.brillonline.com/entries/international-year-book-and-statesmens-who-s-who/*-SIM_org_39214, type: dataset
8. Gao, Q., Wang, Y., Song, F., Li, Z., Dong, X.: Mental workload measurement for emergency operating procedures in digital nuclear power plants **56**(7), 1070–1085. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.790483>, <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.790483>
9. Groen, M., Noyes, J.: Using eye tracking to evaluate usability of user interfaces: Is it warranted? *IFAC Proceedings Volumes* **43**(13), 489–493 (2010). <https://doi.org/10.3182/20100831-4-FR-2021.00086>, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474667015325817>
10. Hareide, O.S., Mjelde, F.V., Glomsvoll, O., Ostnes, R.: Developing a HighSpeed Craft Route Monitor Window. vol. 10285, pp. 461–473. Springer International Publishing, Cham (2017). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58625-033>, http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-58625-0_33
11. Hareide, O.S., Ostnes, R.: Maritime usability study by analysing eye tracking data. *Journal of Navigation* **70**(5), 927–943 (2017). <https://doi.org/10.1017/S0373463317000182>, https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0373463317000182/type/journal_article
12. Hareide, O.S., Ostnes, R.: Scan pattern for the maritime navigator. *TransNav* **11**(1), 39–47 (2017). <https://doi.org/10.12716/1001.11.01.03>, http://www.transnav.eu/Article__Hareide,41,696.html
13. Hareide, O.S., Ostnes, R.: Validation of a Maritime Usability Study with Eye Tracking Data. In: Schmorrow, D.D., Fidopiastis, C.M. (eds.) *Augmented Cognition: Users and Contexts*, vol. 10916, pp. 273–292. Springer International Publishing, Cham (2018). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91467-122>, http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-91467-1_22
14. Hart, S.G., Staveland, L.E.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In: *Advances in Psychology*, vol. 52, pp. 139–183. Elsevier (1988). [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9), <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166411508623869>
15. Hess, E.H., Polt, J.M.: Pupil Size in Relation to Mental Activity during Simple Problem-Solving. *Science* **143**(3611), 1190–1192 (Mar 1964). <https://doi.org/10.1126/science.143.3611.1190>, <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.143.3611.1190>
16. Human Performance Research Group, N.A.R.C.: TASK LOAD INDEX NASATLX Paper and Pencil Package, <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20000021488.pdf>

17. IBM, C.: IBM SPSS Statistics (2017)
18. Industries, A.: Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits (2019), <https://www.adafruit.com>
19. ISO: Road vehicles Transport information and control systems Detection-Response Task (DRT) for assessing attentional effects of cognitive load in driving. ISO 17488:2016. (2016)
20. Kahneman, D., Beatty, J.: Pupil Diameter and Load on Memory. *Science* **154**(3756), 1583–1585 (Dec 1966). <https://doi.org/10.1126/science.154.3756.1583>, <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.154.3756.1583>
21. Kahneman, D., Beatty, J., Pollack, I.: Perceptual Deficit during a Mental Task. *Science* **157**(3785), 218–219 (Jul 1967). <https://doi.org/10.1126/science.157.3785.218>, <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.157.3785.218>
22. Kassner, M., Patera, W., Bulling, A.: Pupil: An Open Source Platform for Pervasive Eye Tracking and Mobile Gaze-based Interaction. In: Adjunct Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. pp. 1151–1160. UbiComp '14 Adjunct, ACM, New York, NY, USA (2014). <https://doi.org/10.1145/2638728.2641695>, <http://doi.acm.org/10.1145/2638728.2641695>
23. Marshall, S.P.: Method and apparatus for eye tracking and monitoring pupil dilation to evaluate cognitive activity (Mar 1999), <https://patents.google.com/patent/US6090051A/en>
24. Minitab, L.: Minitab statistical process improvement tools (2019)
25. Palinko, O., Kun, A.: Exploring the Influence of Light and Cognitive Load on Pupil Diameter in Driving Simulator Studies. In: Proceedings of the 6th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design : driving assessment 2011. pp. 329–336. University of Iowa, Olympic Valley-Lake Tahoe, California, USA> (2011). <https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1416>, <http://ir.uiowa.edu/drivingassessment/2011/papers/48>
26. Palinko, O., Kun, A.L., Shyrovok, A., Heeman, P.: Estimating cognitive load using remote eye tracking in a driving simulator. In: Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications - ETRA '10. p. 141. ACM Press, Austin, Texas (2010). <https://doi.org/10.1145/1743666.1743701>, <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1743666.1743701>
27. Pignoni, G., Komandur, S.: Development of a Quantitative Evaluation Tool of Cognitive Workload in Field Studies Through Eye Tracking. In: Harris, D.(ed.) *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, vol. 11571, pp. 106–122. Springer International Publishing, Cham (2019). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22507-09>, http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-22507-0_9
28. Pignoni, G.: Development of a quantitative evaluation tool of cognitive workload in field studies through eye tracking, <http://hdl.handle.net/11250/2617732>
29. Rusnock, C.F., Borghetti, B.J.: Workload profiles: A continuous measure of mental workload. *International Journal of Industrial Ergonomics* **63**, 49–64 (Jan 2018). <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.003>, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814116301287>

30. Sandhland, H., Oltedal, H., Eid, J.: Situation awareness in bridge operations a study of collisions between attendant vessels and offshore facilities in the north sea. *Safety Science* **79**, 277–285 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.06.021>, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925753515001630>
31. Tsang, P.S., Velazquez, V.L.: Diagnosticity and multidimensional subjective workload ratings. *Ergonomics* **39**(3), 358–381 (Mar 1996). <https://doi.org/10.1080/00140139608964470>, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139608964470>
32. Watson, A.B., Yellott, J.I.: A unified formula for light-adapted pupil size. *Journal of Vision* **12**(10), 12–12 (Sep 2012). <https://doi.org/10.1167/12.10.12>, <http://www.journalofvision.org/lookup/doi/10.1167/12.10.12>
33. Wierda, S.M., van Rijn, H., Taatgen, N.A., Martens, S.: Pupil dilation deconvolution reveals the dynamics of attention at high temporal resolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**(22), 8456–8460 (May 2012). <https://doi.org/10.1073/pnas.1201858109>, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1201858109>

The indirect effect of experience between personality hardiness and situational awareness

Bjørn Helge Johnsen ¹
Evelyn-Rose Saus ²
Roar Espevik ³
Sverre Sanden ⁴
Olav Kjellevoid Olsen ³

Abstract

Studies on the relation between personality and Situation Awareness (SA) have been inconclusive. The present study investigates the relation between personality hardiness and SA during a simulated police scenario using a mediation approach. One hundred and sixty-seven police officers completed the test in a scenario with the arrest of a suspected perpetrator. The results showed a direct relationship neither between hardiness and SA, nor a total effect of the model tested. However, an indirect relationship between hardiness and SA, through the amount of annual operational training, beyond mandatory training, occurred. This indirect effect of training occurred for the total hardiness score, and for the control dimension on the facet level of the Dispositional Resilience Scale (15 items). The findings were interpreted as police officers high on hardiness being more motivated and engaged in voluntary operational training. By being more involved in training, they were gaining more experience in perceiving and interpreting critical stimuli in operational scenarios. Thus, the findings of an indirect effect was seen as a result of the relationship between experience and SA.

Keywords

Police training, Situation awareness, personality hardiness, indirect effect.

Corresponding author: Bjørn Helge Johnsen. Dept. Psychosocial Science, University of Bergen, Christies gt. 12. 5015 Bergen, Norway. E-mail: bjorn.johnsen@uib.no

¹ University of Bergen, Norway and Royal Norwegian Navy, Medical Branch

² University of Bergen, Norway, and Norwegian Armed Forces Joint Medical Services

³ University of Bergen, Norway and Royal Norwegian Naval Academy

⁴ Royal Norwegian Navy, Medical Branch

Introduction

Situation awareness

Situation awareness (SA) is crucial for operational personnel in their performance of critical activities. This is of outmost importance in the decision-making process of police personnel involved in handling scenarios where the officers or other members of the public is at risk (Johnsen et al., 2016). SA as a cognitive concept has received broad support in human factor communities (Lo, Sehic, Brookhuis & Meijer, 2016). Endsley's hierarchical model of SA consists of perception of information (level 1), understanding the meaning of the information (level 2) which is the basis for predicting the status in the near future (Level 3; Endsley, 1995).

According to this - SA is important for the performance in critical situations and a lack of an ability to generate or maintain SA can result in potentially dangerous failures. Accident analyses from the offshore oil-drilling industry showed that 67% of human errors could be attributed to a lack of perception of critical signals (Level 1). Twenty percent could be attributed to comprehension (Level 2) and 13% to the inability to project the status of the situation in the near future (Level 3; Sneddon, Mearns & Flin, 2006).

SA can be influenced by both environmental and individual factors, resulting in operators exhibiting different accuracy of SA in the same situation. When controlling for experience Carretta, Perry and Ree (1996) identified cognitive factors such as working memory, spatial reasoning and divided attention predicting SA. In addition, Durso and coworkers (2007) stated that SA relies heavily on cognitive mechanisms as knowledge, long-term memory and mental models. In the oil and gas industry Roberts, Flin and Cleland (2015) studied drillers, and identified six factors with the potential to aid and hinder SA. These were distraction, experience, and expectation, coping with stressful or demanding situations, work environment and workload.

Personality factors as predictors of Situation awareness

Although most of the literature on individual differences as predictors of SA have focused on the cognitive domain, also personality factors are worth investigating. One reason is the growing interest in using personality assessment in selection of police personnel (Sanders, 2003). Increased knowledge of a potential relationship between personality factors and SA, including mechanisms of how this potential relationship works, could result in selection and training of law enforcement personnel with an increased ability to succeed in operational scenarios. However, surprisingly few studies have examined this link. An example of an indirect evidence for this link could be found in studies using a Big- Five approach (Costa & McCrae, 1992). Flin (2001) reported that high scores on Extraversion and Conscientiousness and low scores on Neuroticism are characteristics in predicting success in the training of emergency service recruits. The selection of emergency service recruits is not specifically related to SA. However, these services rely heavily on SA in order to successfully perform their role (Saus, et al., 2012). High scores on Extraversion and Conscientiousness and low scores on Neuroticism are referred to as a Resilient Personality Type (Asendorpf, Borkenau, Ostendorf & Van Aken, 2001; Berry, Elliott, & Rivera, 2007; Rammstedt, Riemann, Angleitner & Borkenau, 2004; Saus et al., 2012; Schnabel, Asendorpf & Ostendorf, 2002). Subjects with a

resilient personality type are known to be adept in their responses to environmental demands and when confronted with stressful situations. Thus, resilience may indicate a well-adjusted personality profile with better coping abilities in demanding situations. Saus et al., (2012) confirmed the proposed link between resilient personality type and SA. In her study, naval cadets profiled as a resilient personality type based on their scores on Neuroticism, Extraversion and Conscientiousness, showed higher SA during performance in a navigation simulator compared to a non-resilient type.

Personality hardiness and Situation Awareness

Within the field of resilience research, the concept of Personality hardiness has gained increasing attention. Although hardiness is found to correlate with several of the Big Five factors (Bartone, Eid, Johnsen, Laberg & Snook, 2009), it is considered to be a separate resilience construct. Several studies have shown the explanatory power of hardiness when the broad personality domains of the Big Five approach have been controlled for (Bartone, et al., 2009). Furthermore, a meta-analysis including 180 studies, conducted by Eschleman, Bowling and Alarcon (2010), confirmed hardiness as a unique resiliency resource across a wide range of research areas, even when controlling for the domains of the Big Five.

Personality hardiness is defined as to as a personality or cognitive style marked by increased levels of commitment, control, and challenge (Kobasa, 1979; Maddi & Kobasa, 1984). Individuals with high hardiness scores believe they can control or influence events and are strongly committed to activities, the environment they operate in and to interpersonal relationships. They are also committed to their own self, in that they recognize their own distinctive values, goals and priorities in life (Johnsen, Bartone, Sandvik et al., 2013). This influences the individual to cope with challenges in a constructive and proactive manner (Kobasa et al., 1982). People high on the challenge dimension of hardiness consider change as more common than stability, and a difficult situation is a potential for learning and growth, which should not be avoided. Hardiness could be related to SA in complex and high-intensity situations because high hardy people would show higher *commitment* to the task at hand. High commitment results in greater involvement in the scenario, which could lead to an increased ability to generate and maintain SA. High commitment and involvement create a greater chance of detecting critical stimuli (Level 1), integrating these stimuli in order to understand a situation (Level 2), and making a plan to solve the situation (Level 3). Subjects high on hardy *control* view difficult situations as possible to master through increased effort. High hardy control subjects exercise control over own activity and understand that effort increases the probability of success. This approach strategy of increased effort and mastery beliefs could result in a broaden experience base and thus increase SA in high-intensity situations. High hardy *challenge* subjects would interpret difficult situations as having learning potential, and by that show an approach towards the situations. By learning from experience, novices would transform into experts, and the higher ability to generate and maintain SA in experts compared to novices is a stable finding in the literature (Caretta et al, 1996; Kas, Cole & Stanny, 2007; Roberts, Flin & Cleland, 2015; Saus, Johnsen & Eid, 2010). Thus, one may argue for a positive relation between hardiness and SA in the present study.

Hardiness and motivation

It has been argued that personnel motivated for operational duty could have been more engaged in previous operational activities, proactively searched for opportunities to engage in such activities, and by doing so, showing an increased ability to generate SA (Johnsen et al., 2017).

Theoretical and empirical bases. One could argue that operators in demanding occupations who are high on personality hardiness have an increased motivational ability to expose themselves for stressful training. For instance, several studies have concluded that in high-risk occupations, hardiness represents one promising pathway to train and select resilient individuals who can remain healthy under stress (Bartone, Eid, & Hystad, 2016; Westphal, Bonanno, & Bartone, 2008). On a theoretical level, Maddi (2007) stated in a presentation of the initial hardiness project: “*The conclusion reached was that, under stress, the courage contained in the hardy attitudes provided the strength and motivation to do the hard work of transformational coping, supportive social interactions, and facilitative self-care*”. Furthermore, Maddi (2004) claimed that based on hardiness theory, the combined influence of the dimensions of commitment, control and challenge constitutes the existential courage and motivation.

There is also empirical support for an association between hardiness and motivation in operational settings. In studies of stressful military training exercises, cadets high in hardiness were viewing themselves as more capable of coping with the training and considered the training exercises as less threatening (Johnsen et al., 2013). Furthermore, several reports have presented a positive relationship between hardiness and achievement motivation in a variety of environments. Hedayati and Khaeez (2015) reported a positive and meaningful relationship in an industrial organization and Cole, Field and Harris (2015) found the relationship in academic performance. The same relationship was also found in Greek schoolchildren (Kamtsios & Karagiannopoulou, 2016).

One behavioural output of motivation could be increased level of training in order to cope with operational scenarios. Based on hardiness theory a link between hardiness and training could be caused by high hardy police officers perceive stressful operational training as something to be committed to (commitment), it has to be approached in order to learn (challenge) and these situations could be controlled depending on own effort (control). On the other hand, the effect of low hardiness would result in alienation (low in commitment), powerlessness (low on control), and threat (low on challenge; Maddi, 2005). This in turn would result in an avoidance of stressful training, with the consequence of less experience and less SA in operational settings.

One way to record the behavioural output of motivation, is through training hours that extends mandatory training. Thus, the present study predicts a positive relation between Hardiness and hours of operational training beyond mandatory training.

Experience and Situation Awareness

One of the most influential predictors of SA is experience. This has been reported in studies of aviation (Caretta et al., 1996), drilling operators (Roberts, Flin & Cleland, 2015), driving simulators (Kas, Cole & Stanny, 2007) as well as in ship-handling simulators (Saus, Johnsen & Eid, 2010). For instance, Carretta, Perry and

Ree (1996) found that number of flying hours was the best predictor of SA in simulation using F-15 fighter pilots. It has been suggested that the ability to achieve and maintain SA seem to develop over time, resulting from an increased level of experience (Prince & Salas, 1998). This has been shown in visual attention and the transition from novices to advanced drivers (Underwood, 2007), as well as in the context of decision-making in a real-time, complex cognitive tasks (Randel, Pugh & Reed, 1996). The results revealed that experts emphasize decisions of the nature of the situation and concentrate on assessing the situation correctly. Novices, on the other hand, were more focused on strictly following procedures. Expertise also promotes a larger array of mental models which again can give rise to better and faster acquisition of SA. Hence, in our study a positive relation between annual training hours and SA was hypothesized.

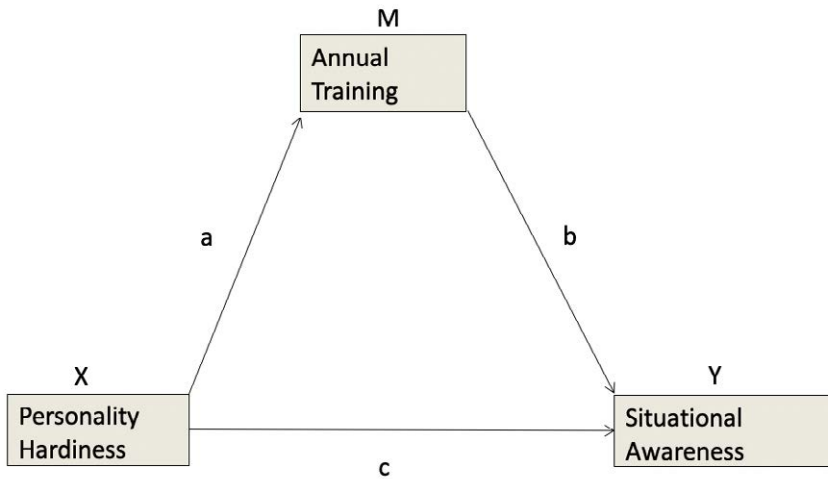


Figure 1 presents a proposed model with Annual training hours as a mediator between Personality Hardiness and Situational Awareness

Study aims

The first aim of the present study was to investigate the relationship between personality hardiness and SA in a simulated police scenario. It was hypothesized a direct effect of personality hardiness on SA (c). The relatively limited findings in the literature of an association between personality and SA may be caused by previous research models lack of an integration of potential mediators in their design. Thus, the second aim was to investigate a possible mediating role of training hours between personality hardiness and SA. Operational training, and particularly simulations, are the most common way to gain experience in critical situations that occur infrequently in natural settings. A pre-condition for a possible indirect effect between hardiness and SA stipulate a positive relationship between personality hardiness and annual training hours (a) as well as a positive association between annual training hours and SA (b). Based on the proposed association between the variables, a mediated indirect effect of annual training hours between personality hardiness and SA (ab) was predicted (see Figure 1 for hypothesized model).

Method

Subjects

The subjects in the present study consisted of Norwegian operational police officers. All officers had completed a three-year bachelor program in the Norwegian Police Academy. 167 officers participated in the study out the 183 (34 females and 149 males) subjects involved in the training. Exclusion was caused by missing data. The sample consisted of personnel from a police district on the west coast of Norway, from both urban and rural areas.

Questionnaires and Procedures.

Personality hardiness. The Dispositional Resilience revised 15-item scale was used to measure personality hardiness. This is a revised scale that improves over earlier instruments of hardiness, includes both positively and negatively keyed items, and covers the three important hardiness dimensions of commitment, control and challenge (DRS-15-R; Hystad, Eid, Johnsen, Laberg & Bartone, 2010). The items are scored on a four-point Likert scale (from 0 = *Not true* to 3 = *Completely true*). Example items are: “By working hard you can nearly always succeed in reaching your goals,” and “Change in routines are interesting.” The standard measure for internal reliability is Cronbach’s alpha and previous studies on military samples have revealed alpha values ranging from .62 to .79 (Bartone et al., 2008; Hystad et al., 2010;). The DRS-15 scale consists of three dimensions of five items each. It has been suggested (Taber, 2017) that Cronbach’s alpha underestimate internal consistency of scales with 10 items or less. The suggested alternative measure of internal consistency was mean inter-item correlation values (Herman, 2015). Since the present study report the reliability measures for the three dimensions separately, the mean inter-item correlations were used as a reliability measure on this scale. For commitment a mean $r(183) = .223, p < .05$; for the control dimension a mean $r(183) = .259, p < .01$ and for the challenge dimension a mean $r(183) = .278, p < .01$ were found. The total scale showed a mean inter-item correlation of $r(183) = .253, p < .05$. In a psychometric study of the DRS-15, Hystad and coworkers (2010) reported hardiness as a hierarchical model comprised of the three intercorrelated dimensions under a general hardiness factor. This call for separate analyses of the dimensions and the total hardiness score.

Situational Awareness. SA was measured by the *Situational Awareness Rating Scale* (SARS; Waag & Houck, 1994 adapted to use in a shooting simulator, see Saus et al., 2006). Originally the SARS consisted of 25 items including a dimension of general ability. In the Norwegian version this dimension was excluded, and the version consisted of 17 SA related items (scored 1 – “to a minor extent” to 6 – “to a great extent”). The scale included the SA-dimensions of tactical planning, equipment operations, communication, information interpretation, tactical decisions and general tactics (see also Saus, et al., 2010; 2012). Example of item was “To what extent could you create a plan of the situation?” Cronbach’s alpha for the SARS was .73.

Annual training hours. Annual mandatory police training for Norwegian Police Officers is 48 hours. Thus, professional experience was measured by one item: “How many hours of operational training, the last year, did you perform, with the

exception of the mandatory hours?” The responses to this variable were square root transformed.

Test situation. The subjects were tested as part of their annual training program. The test scenario was designed in order to tap into Endsly’s model of SA, and focus was put on critical details in the situation. The test scenario consisted of two person patrols, which is the standard set-up for Norwegian police patrols. Allocation to teams were random, excepting officers who normally patrol together, which would not be teamed up for the exercise. The subjects received exercise instructions orally while seated in a patrol car. The subjects were instructed regarding a robbery of a shop in which an employee was stabbed by the perpetrator. The perpetrator was later observed entering a hostel known for hosting several previously convicted persons. The main task of the patrol was to guard the back door while another unit entered from the front in order to arrest the criminal. After the patrol had positioned themselves at the back door, one person would exit the door. This person was similar to the description of the perpetrator except for two details. These small, but significant details (SA-level one) were important in order to generate and maintain SA during the simulation. The second person exiting 30 seconds later was identical to the perpetrator.

Statistics

The PROCESS procedure for SPSS (Hayes, 2013) was applied in our analyses to estimate possible direct and indirect effects. The PROCESS procedure uses an OLS regression-based path-analytic framework for estimating indirect effects, and provides inferential procedures such as the normal theory Sobel Test (Sobel, 1987) to test for indirect effects. Training hours (M) was proposed as a mediator in four separate analyses in the relation between Personality Hardiness (X) and Situational Awareness (Y). The first analysis used the sum score of Hardiness as independent variable (X) and the rest of the analyses used the dimension of challenge, commitment and control as independent variable (X). In our analyses, 1000 bootstrap resamples were used to estimate the 95% bootstrap confidence intervals for the indirect effects. If the confidence interval does not contain zero, this supports the conclusion that an indirect effect exists (Hayes, 2013). The analyses of possible indirect effects were performed even when the total effects did not differ from zero. This was done because there is a possibility that X could exert an effect on Y indirectly through M even if a total effect could not be shown (Hayes, 2018). Hayes (2018, p. 117) states that: “There is now a general consensus among methodologists that a total effect of X on Y should not be a prerequisite to searching for evidence of indirect effects”. He even strengthens this argument (p. 118) by claiming that it is a mistake to condition the investigation of possible indirect effects on evidence of a total effect of X on Y. In the analyses, all regression weights are presented as unstandardized Betas.

Results

Inter-correlations and descriptive statistics are presented in Table one. As can be seen in Table one, the total score of DRS-15 correlated with annual training hours ($r(183) = .20, p < .01$). When separating the DRS-15 into its dimension, only the

control dimension correlated with annual training hours ($r(183) = .17, p < .05$). A correlation between annual training hours and SA was also found, $r(167) = .30, p < .011$. When testing the total effect of the model, no correlations between hardiness measures and SA reach the significance level (see Table 1).

	Mean	SD	1	2	3	4	5
Sum Hardiness (1)	28.76	3.18					
Commitment (2)	9.3	1.49	.71**				
Control (3)	11.89	1.80	.76**	.38**			
Challenge (4)	7.57	1.49	.51**	.06	.03		
Training hours (5)	4.77	4.25	.19**	.10	.17*	.08	
Situational Awareness (6)	78.34	10.64	-.06	-.15	.07	-.08	.30**

* = $p < .05$ (two-tailed) ** = $p < .01$ (two-tailed)

Table 1 presents descriptive statistics and inter-correlations of the variables

In order to look for mediating or indirect effects of training hours between hardiness and SA, associations between the three variables have to be established. A positive association between hardiness and annual training hours occurred ($B = .246, p < .018$). Furthermore, a positive relation between number of annual training hours and SA also appeared ($B = .788, p < .000$). No direct effect of hardiness on SA occurred ($B = -.214, p < .4$). However, the indirect effect of annual training hours on the relationship of personality hardiness on SA was significant ($B = .194$, Bootstrap Lower Level Confidence Interval = .042 and Bootstrap Upper Level Confidence Interval = .466).

When separating personality hardiness into its three dimensions of challenge, commitment and control, the only significant model that occurred was for the control dimension. A positive association was found between hardiness- control and training hours ($B = .378, p < .04$) as well as between training hours and SA ($B = .751, p < .000$). No direct effect was found between hardiness - control and SA. However, an indirect effect of annual training hours was found for the relation ($B = .284$, Bootstrap Lower Level Confidence Interval = .025 and Bootstrap Upper Level Confidence Interval = .727).

Discussion

The present study revealed an indirect effect of annual training hours on the relationship between personality hardiness and SA. The only dimension of hardiness showing this effect was control. Neither the direct effect between hardiness and SA was revealed, nor did we find a total effect of the model.

Pre-conditions for indirect modeling

The inter-correlation revealed significant positive relations between the total hardiness score and annual operational training hours, indicating that as levels of

hardiness increase, so do training hours. This positive association was only evident for the total score on hardiness and the dimension of control. The positive relations are in line with our predictions. As expected, a positive correlation was found between number of training hours and SA, showing that increased training was associated with increased SA. Since the purpose of operational training is to enhance experience through development of knowledge and mental models (Durso et al., 2006), the finding is in line with numerous studies showing a positive relation between expertise and SA (Carretta et al., 1996; Prince & Salas, 1998; Roberts, Flin & Cleland, 2014). However, the size of these significant correlations were small to medium (range = .17 to .30). When further examining the intercorrelations, all hardiness dimensions showed a strong association to the DRS-15 total score (range .51 to .56). Surprisingly, the intercorrelations of subdimensions did not reach significance. The exception was a medium size correlation between commitment and control. The lack of intercorrelations between the subscales did not match the theoretical assumption (Maddi, 2007) or previous research (Hystad et al., 2010).

The indirect effect of training hours

The main finding of the present study was the indirect effect of training hours on the relation between Hardiness and SA. In order to explain the indirect effect revealed in the present study, the hardiness concept could be viewed as an individual factor that motivates for operational training. The construct of Hardiness is thought of as the foundational basis for a person's interactions with his/her surroundings, and provides a source of motivation to endure hardship (Maddi, 2002) as well as to provide courage and motivation to approach and engage in difficult tasks (Maddi, 2007). This motivational factor could be the source for involvement in operational training, which in turn act as a precursor for the development and maintenance of SA, through the use of cognitive mechanisms like working memory, long-term memory (acquired knowledge) and mental models. An interpretation of hardiness as an individual motivational factor is strengthened by the fact that annual training hours, as measured in the present study, excluded mandatory training for the police officers. When further analyses of the dimensions of Hardiness were conducted, the indirect effect of operational training hours on SA was only found for Hardiness - control. Hardiness is often viewed as involving positive coping strategies (Bartone, 1999; Bartone, Johnsen, Eid, Brun, & Laberg, 2002; Tohamssen et al., 2015; 2018). The coping style most commonly associated with hardiness is transformational coping, an optimistic style of coping that transforms stressful events into less stressful ones (Kobasa, 1982). Individuals high in hardiness control are believed to react to challenging situations by increased interaction to strive to gain control. This personality style could be an underlying factor and act as the motivating force for training, and as a result higher SA is experienced during complex and intense training scenarios. Personnel high on hardiness control also have the notion that they can influence their surroundings by their own actions. This again would result in a focus on and a will to be involved in training and thereby better performance in training and real-life scenarios. People low on hardiness control would view their experiences as something they could not influence, and in extreme cases as something they do not have the resources to control. Therefore, these operators

would avoid operational training and at best only be involved in mandatory training. Thus, both motivation for and effects of operational training could be viewed as dependent on personality hardiness.

The present study did not reveal a total effect of the model. The total effect tested, included both the direct and the indirect effect. According to Hayes (2018) the lack of a total effect, in spite of a significant indirect effect, is common and could be caused by several factors. One reason for this finding could be that the analyses of indirect effects have more power compared to the analyses of the direct effects due to larger number of sampling errors in the analyses of direct effects. Furthermore, the sample or subsamples could show an opposite direction on the total effect versus the indirect effect (Hayes 2018, p.117 and 118). Thus, subsamples of high hardy police officers could show no or negative association between hardiness and SA. Further research has to explore this hypothesis.

In one of the few studies on the relation between personality and SA, Saus et al. (2012) found that a resilient personality type predicted SA in a navigational simulator. The scarce body of positive findings reported in the literature could be caused by studies investigating direct effects, ignoring the possibilities of indirect effects indicating that the relationship is working through a “chain of events”.

Limitations of the study

Some limitations of the study should be noted. The study only used number of operational training hours exceeding standard annual training. Thus, no control for type and quality of training were recorded. It could be argued that specific types of training enhances SA to a greater degree compared to others (Graafland et al., 2014). Despite this, the scope of the present study was to investigate how the relation between individual differences of hardiness and SA works (mediation), rather than when (moderation) it works (Hayes, 2013).

Another limitation of the present study is the use of self-report measures. It has been argued that the use of the hardiness scale on professionals in operational environments could be influenced by social desirability (Thomassen et al., 2015). However, the mean score on the hardiness questionnaire ($M = 28,76$) was considerable lower than in for instance the military sample reported by Thomassen et al. (2015; $M = 32,29$). If social desirability was influencing the self-report of hardiness, the data indicate that the influence of social desirability plays a lesser role in the present compared to other studies (Thomassen, 2015).

A third limitation is the relatively low scores on internal consistency. Although the correlations were in the low range (range .223 to .278) they were all significant and could be used as a reliability measure in the study.

Conclusions

To sum up, this study expands previous knowledge showing an indirect effect of annual operational training hours on the link between personality hardiness and SA. Personality hardiness could be viewed as a motivational factor for gaining experience through training, which in turn increases SA in operational scenarios. Since only the total hardiness and the control dimension showed an indirect effect, the study confirms previous theoretical assumptions of hardiness as comprised of a general factor (G-factor) and three separate dimensions. Thus, hardiness could be

viewed as being more than its dimensions. The study increases the knowledge of hardiness, by relating it to SA and describing how this relation occur. It also helps to fill the gap in the literature in the study of personality factors related to SA, by indicating the need to use indirect models. The study also has practical implications by giving an argument for using hardiness in selection or focusing on programs aimed at developing hardy attitudes.

References

- Asendorpf, J. B., Borkenau, P., Ostendorf, F., & Van Aken, M. A. G. (2001). Carving personality description at its joints: Confirming of three replicable personality prototypes for both children and adults. *European Journal of Personality*, 15, 169-198. DOI: 10.1002/per.408
- Bartone, P. T. (1999). Hardiness protects against war-related stress in Army reserve forces. *Consulting Psychology Journal*, 51, 72-82. DOI: 10.1037/1061-0875.51.2.72
- Bartone, P. T., Johnsen, B. H., Eid, J., Laberg, J. C., & Brun, W. (2002). Factors influencing small unit cohesion in Norwegian Navy Officer cadets. *Military Psychology*, 14, 1-22. DOI: 10.1207/S15327876mp1401_01
- Bartone, P. T., Roland, R. R., Picano, J. J. & Williams, T. J. (2008). Psychological hardiness predicts success in US Army Special Forces candidates. *International Journal of Selection and Assessment*, 16, 78-81. DOI: 10.1111/j.1468-2389.2008.00412.x
- Bartone, P.T., Eid, J., Johnsen, B.H., Laberg, J.C., & Snook, S.A. (2009). Big five personality factors, hardiness, and social judgement as predictors of leader performance. *The leadership & Organization Development Journal* 30, 498-521
- Berry, J. W., Elliott, T. R., & Rivera, P. (2007). Resilient, undercontrolled, and overcontrolled personality prototypes among persons with spinal cord injury. *Journal of Personality Assessment*, 89(3), 292-302. DOI: 10.1080/00223890701629813
- Carretta, T. R., Perry, D. C., & Ree, M. J. (1996). Prediction of situational awareness in F-15 pilots. *The International Journal of Aviation Psychology*, 6(1), 21-41. DOI: 10.1207/s15327108ijap0601_2
- Cole, M.S., Field, H.S. & Harris, S.G. (2004). Student learning motivation and psychological hardiness: Interactive effects on students' reaction to a management class. *Academy of management learning and education*, 3, 64-85
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Durso, F.T., Bleckley, K. & Dattel, A.R. (2006). Does situation awareness add to the validity of cognitive tests? *Human Factors*, 48, 721-733
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64. DOI: 10.1518/001872095779049543
- Eschleman, K. J., Bowling, N. A., & Alarcon, G. M. (2010). A meta-analytic examination of hardiness. *International Journal of Stress Management*, 17(4), 277-307. DOI: 10.1037/a0020476
- Flin, R. (2001). Selecting the right stuff. Personality and high-reliability occupations. In B. W. Roberts & R. Hogen (Eds.), *Personality psychology in the*

- workplace (pp. 253-275). Washington DC: American Psychological Association.
- Graafland, M., Schraagen, J.M.C., Boermeester, M.A., Bemelman, W.A., & Schivjen, M.P. (2014). Training situational awareness to reduce surgical errors in the operating room. *British Journal of Surgery*, 102, 16-23. DOI: 10.1002/bjs.9643
 - Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York, NY: The Guilford Press
 - Hayes, A.F. (2018): *Introduction to mediation, moderation and conditional process analyses. A regression based approach*. New York, NY; The Guilford Press
 - Hedayati, M. & Khaeez, P. (2015). The relationship between psychological hardiness and achievement motivation. *International journal of research in social sciences*, 5, 1-9.
 - Herman, B. C. (2015). The influence of global warming science views and sociocultural factors on willingness to mitigate global warming. *Science Education*, 99(1), 1–38. DOI:10.1002/sce.21136
 - Hystad, Eid, Johnsen, Laberg, & Bartone, (2010). Psychometric properties of the revised Norwegian dispositional resilience (hardiness) scale. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 237-245
 - Johnsen, B. H., Bartone, P., Sandvik, A.M., Gjeldnes, R., Morken, A.M., Hystad, S.W., & Stornæs, A. (2013). Psychological Hardiness Predicts Success in a Norwegian Armed Forces Border Patrol Selection Course. *International Journal of Selection and Assessment*, 21, 368 – 375. DOI: 10.1111/ijsa.12046
 - Johnsen, B.H., Espevik, R., Saus, E.R, Sanden, S. & Olsen, O.K. (2016). Note on a Training Program for Brief Decision Making for Frontline Police Officers. *Journal of Police and Criminal Psychology*, 31,182-188. DOI: 10.1007/s11896-015-9180-7
 - Johnsen, B.H., Espevik, R., Saus, E.R, Sanden, S. & Olsen, O.K., Hystad, S.W. (2017). Hardiness as a Moderator and Motivation for Operational Duties as Mediator: The Relation between Operational Self-Efficacy, Performance Satisfaction and Perceived Strain in a Simulated Police Scenario. *Journal of Police and Criminal Psychology*, 32, 331-339. DOI: 10.1007/s11896-017-9225-1
 - Kass, S.J., Cole, K.S. & Stanny, C.J. (2007). Effects of distraction and experience in situation awareness and simulated driving. *Transportation research, Part F*, 321-329
 - Kamtsios, S. & Karagiannopoulou, E. (2016). Validation of a newly developed instrument establishing the links between motivation and academic hardiness. *Europe's journal of psychology*, 12,29-48
 - Kobasa, S. C. (1979). Stressful life events, personality, and health: An inquiry into hardiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 1-11. DOI: 10.1037/0022-3514.37.1.1
 - Kobasa, S. C. (1982). Commitment and coping in stress resistance among lawyers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42(4), 707-717. DOI: 10.1037/0022-3514.42.4.707
 - Lo, J. C., Sehic, E., Brookhuis, K. A., Meijer, S. A. (2016). Explicit or implicit situation awareness? Measuring the situation awareness of train traffic controllers. *Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 43, 325-338. DOI: 10.1016/j.trf.2016.09.006

- Maddi, S.R. (2002). The story of hardiness: twenty years of theorizing, research, and practice. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research* 54(3):175-185. .DOI: 10.1037/1061-4087.54.3.173
- Maddi, S.R. (2007). Relevance of Hardiness assessment and training to the military context. *Military Psychology*, 19, 61-70.
- Maddi, S.R. (2004). Hardiness; An operationalization of existential courage. *Journal of Humanistic Psychology*, Vol.44 No.3, Summer 2004 279-298
DOI:10.1177/0022167804266101
- Maddi, S. R. (2005). On Hardiness and Other Pathways to Resilience. *American Psychologist*, 60(3), 261-262. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.60.3.261>
- Maddi, S. R., & Kobasa, S. C. (1984). *The hardy executive: Health under stress*. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin.
- Prince, C., & Salas, E. (1998). Situation assessment for routine flight and decision making. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 1(4), 315-324.
- Rammstedt, B., Riemann, R., Angleitner, A., & Borkenau, P. (2004). Resilients, overcontrollers, and undercontrollers: The replicability of the three personality prototypes across informants. *European Journal of Personality*, 18, 1-14.
DOI: 10.1002/per.495
- Randel, J. M., Pugh, H. L., & Reed, S. K. (1996). Differences in expert and novice situation awareness in naturalistic decision making. *International Journal Human-Computer Studies*, 45, 579-597. DOI: 10.1006/ijhc.1996.0068
- Roberts, R., Flin, R., & Cleland, J. (2015). "Everything was fine": An analysis of the drill crew's situation awareness on Deepwater Horizon. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 87-100. DOI 10.1016/j.jlp.2015.08.008
- Sanders, B. (2003). Maybe there's no such thing as a "good cop": Organizational challenges in selecting quality officers. *Policing: An international Journal of Police Strategies & Management*, 26, 313-328. DOI: 10.1108/13639510310475787
- Saus, E.R., Johnsen, B.H., Eid, J., Riisem, P.K., Andersen, R., & Thayer, J. (2006). The effect of brief situational awareness training in a police shooting simulator: An experimental study. *Military Psychology*, 18, 3-21.
DOI: 10.1207/s15327876mp1803s_2
- Saus, E.R., Johnsen, B.H., Eid, J. (2010). Perceived learning outcome: The relationship between experience, realism and situation awareness during simulator training. *International Maritime Health*, 61, 258-264
- Saus, E.R., Johnsen, B.H., Eid, J., & Thayer, J.F. (2012). Personality and heart rate variability in relation to situation awareness during navigation training. *Computers in Human Behavior*, 28, 1262-1268. DOI: 10.1016/j.chb.2012.02.009
- Schnabel, K., Asendorpf, J. B., Ostendorf, F. (2002). Replicable types and subtypes of personality: German NEO-PI versus NEO-FFI. *European Journal of Personality*, 16, S7-S24. DOI: 10.1002/per.445
- Sneddon, A., Mearns, K., & Flin, R. (2006). Situation awareness and safety in offshore drill crews. *Cognition, Technology and Work*, 8, 255-267.
DOI: 10.1007/s10111-006-0040-1
- Sobel, M. E. (1987). Direct and indirect effects in linear structural equation models. *Sociological Methods & Research*, 16, 155-176.
DOI: 10.1177/0049124187016001006
- Taber, K.S. (2017). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting

- research instruments in science education. *Research in Science Education*, June, DOI: 10.1007/s11165-016-9602-2
- Thomassen, Å.G., Hystad, S.W., Johnsen, B.H., Johnsen, G., Laberg, J.C., & Eid, J. (2015). The combined influence of hardiness and cohesion on mental health in military peacekeeping mission: A prospective study. *Scandinavian Journal of Psychology*, 56, 560-566. DOI: 10.1111/sjop.12235
 - Thomassen, Å., Hystad, S.W., Johnsen, G., Bartone, P.T., & Johnsen, B.H. (2018). The effect of hardiness on PTSD symptoms: A prospective mediational approach. *Military Psychology*, 30, 142-151. DOI: 10.1080/08995605.2018.1425065
 - Underwood, G. (2007). Visual attention and the transition from novice to advanced driver. *Ergonomics*, 50(8), 1235-1249. DOI: 10.1080/00140130701318707
 - Waag, W. L., & Houck, M. R. (1994). Tools for assessing situational awareness in an operational fighter environment. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 65(Suppl. 5), 13–19. PMID:8018073

Implementering av teamevaluering i operativ avdeling: En case studie av «Bottom-Up» organisasjonsutvikling

Bjørn Helge Johnsen ¹

Roar Espevik ²

Rune Villanger ³

Sammendrag

Operative avdelinger er avhengig av gode teamferdigheter. Slike ferdigheter omfatter mer en taktikk og prosedyrer og gode avdelinger har også et fokus på samhandling (også kalt non-technical skills) da dette bidrar til bedret oppdragsløsning. Til tross for den uttalte betydningen av samhandling i team har få avdelinger et redskap for å vurdere og utvikle slik atferd. Denne artikkelen har derfor til hensikt å beskrive implementering av en tilnærming til evaluering og utvikling av teamatferd i politiets spesialstyrke (Beredskapstroppen), basert på teorien om felles mentale modeller. Prosessen med implementering, fra seleksjon av operatører til tilnærmingen ble integrert i daglig virksomhet, representert ved trening og øving, er redegjort for. Basert på erfaringen med implementering av evalueringsmetoden er det utledet en «Bottom-up» modell som forklaring på hvorfor en slik tilnærming til organisasjonsutviklingsprosesser (OU-prosesser) kan virke i operative avdelinger. Kunnskap om virksomme måter å evaluere og utvikle teamatferd samt hvordan OU-prosessene kan virke i avdelinger med svært dedikert personell, er viktig innen alle operative virksomheter.

Adresser all korrespondanse til: Bjørn Helge Johnsen, Institutt for Samfunnspsykologi, Universitetet i Bergen, Christies gt 12, 5015, Bergen. E-post: bjorn.johnsen@uib.no

¹ Institutt for Samfunnspsykologi, Universitetet i Bergen

² Sjøkrigsskolen og Senter for Krisepsykologi, Universitetet i Bergen

³ Beredskapstroppen, Oslo Politidistrikt

Innledning

Da all operativ virksomhet foregår i team vil kunnskap om og implementering av virksomme teamprosesser øke sannsynligheten for vellykkede resultater i operasjoner. Psykologisk kunnskap om slike prosesser vil dermed kunne sees på som en styrkemultiplikator og øke operative leveranser (Johnsen & Eid, 2019). Svært mye av evaluering av operativ virksomhet tar for seg prosedyrer, taktikk og samhandling mellom avdelinger. Mer sjelden vektlegges evaluering av teamprosesser mellom operatører. Det er rimelig å anta at dette skyldes manglende kunnskap om teamprosesser og hvilke teoretiske modeller som er relevante i et operativt miljø. Evaluering av teamprosesser blir dermed noe som oppleves som vanskelig og der evaluering blir foretatt blir dette uttrykt svært generelt og vurderinger gjenspeiler ofte individuelle forskjeller i stedet for spesifikke atferdsindikatorer på godt eller dårlig samarbeid. Dette igjen resulterer i at evaluering av teamprosesser blir nedprioritert og til dels unngått.

Teamprosesser er knyttet til prestasjoner. For eksempel er det rapportert at 70 til 80 prosent av medisinske uhell skyldes menneskelig feil (Westli et al., 2010) noe som har resultert i spesifikk opplæring innen teamprosesser og teamlederskap i det britiske helsevesen (General Medical Council, 2016; National Health Service, 2016). Videre har studier fra forskergruppen i Operativ Psykologi ved Universitetet i Bergen, dokumentert effekt av team prosesser i ekspertteam innen akuttmedisinsk behandling (Westlie et al., 2010), ledelse av akuttmedisinske team (Johnsen et al., 2017), Sjømilitære operative ferdigheter (Espevik, Johnsen, Eid & Thayer, 2006, Espevik, Johnsen & Eid 2011a; 2011b) og polititaktiske ferdigheter (Saus et al., submitted).

Evaluering og utvikling av teamferdigheter må bygge på teori som har empirisk støtte innen operativ virksomhet. Sentralt vil være en operasjonalisering av teoretiske begreper til observerbar atferd. Tydelige atferdsindikatorer medfører en felles forståelse av begrepene og vil dermed øke en opplevelse av relevans hos operatører samt øke reliabilitet og validitet i vurderingene som blir foretatt. Områder der slik evaluering vil ha betydning er innen seleksjon, evaluering av trening og øvelser, samt vurdering av utførte operasjoner. Svært mange operative avdelinger gjennomfører en eller annen form for seleksjon av potensielle medlemmer. Egenskaper en ofte selekterer på er individuelle egenskaper som innsatsvilje, stamina, stressmestring og teamferdigheter. Under trening/øving/operasjoner blir ofte evaluering av teamferdigheter nedprioritert til fordel for taktikk, prosedyrer og utstyr. Noen unntak fra dette finnes, men dette er ofte innen skoleavdelinger der personlig utvikling som leder står i fokus.

Det er derfor et dilemma at all operativ virksomhet erkjenner betydningen av teamprosesser, samtidig som evalueringer og utvikling av slike blir nedprioritert. Vår antagelse er at dette skyldes en mangel på en metodikk for å vurdere samt sette mål for utvikling av slike prosesser. Dette arbeider ønsker å presentere en operativt relevant tilnærming til slik vurdering og utvikling.

Det har blitt hevdet at medlemmene av organisasjoner må være i sentrum når en implementerer nye prosesser i en organisasjon (Porras & Robertson, 1992; Tetenbaum, 1998), noe som har resultert i fokus på avklaringer av betingelser der medlemmene støtter og involverer seg i organisasjonsendring. Dette har resultert i

en rekke studier av ansattes holdning til slike endringer. Færre studier har fokusert på motivasjon for endring, der en forsøker å forklare hva som driver fram vellykkede endringsprosjekter. Dette arbeidet bidrar til å lukke gapet med å introdusere en modell for motivasjon til endring, basert på erfaring med implementering av en slik endringsprosjekt i en operative avdelinger.

Implementering av nye tilnærminger som skal inkluderes i samtlige deler av en avdeling kan sammenlignes med organisasjonsutviklingsprosesser. Organisasjonsutvikling (OU) er ofte en planlagt intervensjon som er styrt og koordinert fra ledelsen i organisasjonen, noe som kan beskrives som en «Top-Down» tilnærming til endring. Praktisk erfaring viser imidlertid at behovet for endring i operative avdelinger ofte kommer fra operatør nivå, altså behovsdrivet endring som en konsekvens av en erfart mangel. Litteraturen er det en generell mangel på beskrivelser av OU-prosesser der endring er initiert og drevet «nedenfra» i organisasjoner og spesielt er det en mangel på litteratur om OU-prosesser i operative avdelinger. En kan anta at operative organisasjoner skiller seg fra andre organisasjoner ved at den inneholder svært dedikert personell. Et argument for dette er at personellet i disse organisasjonene utsettes for betydelig belastning over tid og mestring av en slik hverdag krever nettopp slik dedikasjon. Dedikasjon til organisasjonen vil også medføre et sterkt ønske om bedring av organisasjonens produksjon. Det er derfor et behov for en beskrivelse av slike OU-prosesser i operative avdelinger. Beskrivelser av OU-prosesser i operative avdelinger gir innspill på hvordan en kan gjennomføre slike prosesser. Imidlertid har en ren deskriptiv gjennomgang begrenset forklaringsverdi på hvorfor, eller hvilke mekanismer som driver fram endringer i en avdeling. Kunnskap om slike mekanismer vil bidra til en generell forståelse og dermed styrke effekten av OU-prosesser på tvers av ulike operative avdelinger.

Hensikten med denne artikkelen er derfor todelt. For det første ønsker en å beskrive en tilnærming til evaluering og utvikling av teamprosesser som er implementert i politiets spesialstyrke (Beredskapstroppen). Tilnærmingen benyttes for tiden av hele avdelingen fra stab til patrulje. Det andre formålet med artikkelen er å forklare hvorfor intervensjonen kan ansees som virksom. Dette gjøres gjennom å presentere en ny modell for en «Bottom-Up» drevet intervensjon i en operativ avdeling. Modellen er basert på forfatterens tolkning av den beskrevne OU-prosessen som ledet fram til implementeringen av evalueringsmetoden i hele organisasjonen. «Bottom-up» tilnærmingen er ikke tidligere beskrevet og den drøftes i forhold til mer tradisjonelle tilnærminger som kan beskrives som «Top-Down».

Metode

Utvalg

OU-prosessen ble gjennomført for instruktører og kurselever ved Politiets Grunnkurs i Anti-terror, som er Beredskapstroppens seleksjonskurs. Deltagerne var søkere i perioden 2014 til 2019. I tillegg omfattet OU-prosessen alle Beredskapstroppens divisjoner samt stab. Studien omfatter dermed alt operativt personell i Beredskapstroppen.

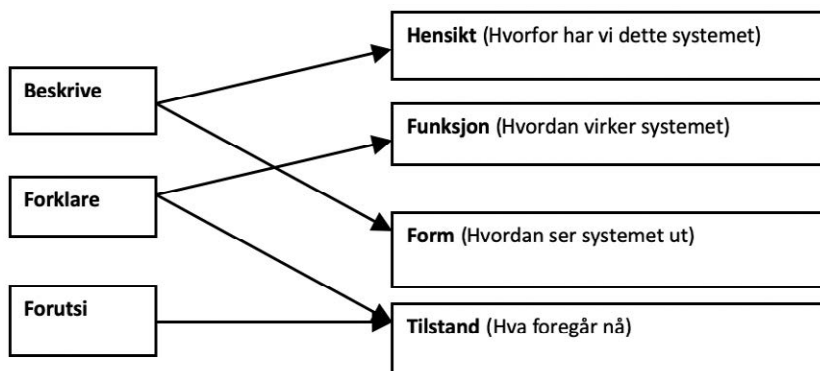
Prosedyre

Et pilotprosjekt ble gjennomført for instruktører og kurselever ved seleksjonskurset i 2014. Pilotprosjektet ble i 2015 utvidet til en OU-prosess ved å inkludere tiltak for alt operativt personell i avdelingen samt de påfølgende seleksjonskurs.

Data ble samlet inn gjennom intervju med instruktører, operatører, ledelsen for seleksjon og ledelsen for trening og utdanning. Videre ble direkte observasjon av OU-prosessen og konsekvensene av dette foretatt av to av forfatterne. En viktig kilde til data var gjennomgang av kursevalueringsrapporter, kurselevens refleksjonsnotat og skriftlig eksamen samt avdelingens evalueringsnotat basert på spesifikke øvelser. Avdelingens erfaringsnotater omfatter erfaringer på enkeltmann og teamnivå.

Teoretisk grunnlag for teamevaluering og utvikling -felles mentale modeller

Team må være modne i sitt samspill for kunne kommunisere og koordinere, uanstrengt i møte med kompleksitet. To aspekter er helt avgjørende: evnen til å oppdage når en ny situasjon har oppstått og evnen til å koordinere raskt for å kunne handle innenfor den tid som er til rådighet. Innenfor kognitiv psykologi er mentale modeller sentrale for å forklare hvordan mennesker oppfatter, tolker og handler (Gentner & Stevens 1983). Rouse og Morris (1986) definerer en mental modell som en mekanisme som mennesker bruker for å lage beskrivelser av et systems (f.eks. et operasjonsrom) formål og form, forklaringer av systemenes funksjoner og observerte tilstand, samt å forutsi fremtidige system tilstander (se figur 1).

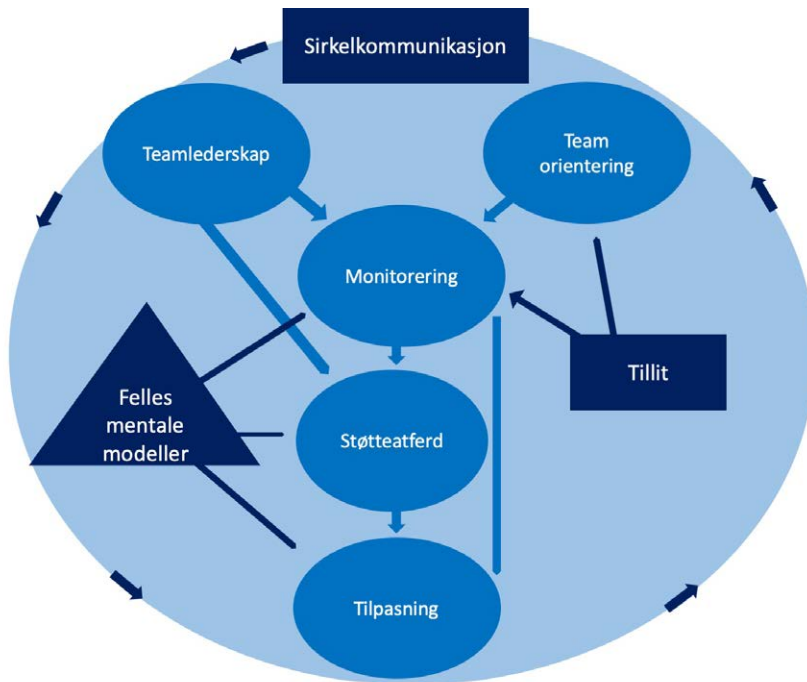


Figur 1: Figuren viser hensikten med mentale modeller (Rouse & Morris, 1986).

De mentale modellene er med dette styrende for hvordan mennesker oppfatter, konkluderer, predikerer, forstår, velger alternative handlinger, samt kontrollere systemets samlede ytelse (Johnson-Laird, 1983). Derfor vil det å få en situasjonsforståelse med rask tilpasning og koordinering, være avhengig av om teammedlemmene makter å skape gode mentale modeller av systemet og miljøet. Gode team vil være i stand til å bringe ut og utnytte "forskjellighetene" i medlemmenes perspektiver (persepsjon og kognitive evner). Gode mentale modeller vil også øke

sannsynligheten for å forstå og oppdage avvik. Med andre ord, har viktige endringer funnet sted (nivå 1: situasjonsbevissthet, Endsley & Garland, 2000).

I teamsammenheng har flere påpekt at teamets felles mentale modeller som en forklaring på observasjonen at noen team presterer bedre enn andre. Converse, Canon-Bowers og Salas (1993) hevder at gode team jobber kontinuerlig med å utvikle felles mentale modeller som gjør dem i stand til å forutsi og forstå hva andre i teamet kommer til å gjøre og trenger (for eksempel viktig informasjon). En rekke studier har vist at felles mentale modeller innenfor teknologi/utstyr, oppgavene, samhandling og teammedlemmene bidrar til økt team effektivitet (Volpe, Cannon-Bowers, Salas, og Spector, 1996; Urban, Bowers, Monday, & Morgan, 1995; Stout, Cannon-Bowers, Salas, og Milanovich, 1999; Mathieu et al, 2000; 2005; Espevik et al., 2006; 2011a; 2011b).



Figur 2: Figuren viser de koordinerende mekanismers (Felles mentale modeller, sirkelkommunikasjon og gjensidig tillit) forhold til de fem teamarbeid prosessene; teamlederskap, teamorientering, monitorering, støtte, tilpasning (Salas et.al. 2005).

Hvilke teamprosesser fremmer og trenger felles mentale modeller

Det er viktig å identifisere hvilke teamarbeidprosesser som er knyttet til å skape og vedlikeholde felles modeller. Salas et.al. (2005) gjennomgikk 138 ulike teamarbeid modeller og basert på likheter og hva som empirisk kunne knyttes til effektivitet konkluderte de med teamledelse, gjensidig monitorering, støtteatferd, tilpasning, og teamorientering, og kalte dem «de fem store i teamarbeid» (se Figur 2). Hver av prosessene hadde sine atferdsindikatorer der en i observerbar atferd definerer

hvilken prosess som er i virksomhet. Salas et. al. (2005) hevder at for å sikre at disse fem teamarbeid prosessene er oppdatert og riktig informasjon blir fordelt i hele teamet må teammedlemmene ha *en klar og felles forståelse* av den enkeltes rolle i helheten, de ressursene som er tilgjengelige, sannsynlige scenarier og hver enkelt sin kompetanse mm. eller mer spesifikt felles mentale modeller av viktige årsaks-sammenhenger. For å hindre friksjon (for eksempel intern konkurranse) mellom teammedlemmer er forståelse av roller ikke tilstrekkelig, da er det nødvendig å også akseptere egen rolle. Dette kan gjøres gjennom tydelig teamledelse.

I tillegg til felles mentale modeller fremhever Salas et.al. (2005) betydningen av sirkelkommunikasjon og tillit for effektiv koordinering.

Vi kan si at tillit og sirkelkommunikasjon holder teamets arbeid sammen. Felles mentale modeller blir derfor både veien mot og det bevegelige målet da det sikrer hurtig og riktig oppfattelse, reaksjon og koordinering i situasjonen.

Team lederskap

Dersom ingen i teamet skaper retning eller struktur for samhandling er det stor fare for at manglende effektivitet blir resultatet. Teamlederen har det formelle ansvaret, men ideelt bør de fleste i teamet delta i aktiviteter som å sette mål, velge effektive metoder for problemløsning, bestemme hva som er effektiv kommunikasjon osv. Stadig mer avansert teknologi og økt spesialisering gjør det utfordrende for en teamleder å være ekspert på alle områder.

Teamleder (som alle teammedlemmer) er sentral i etablering, vedlikehold, og nøyaktigheten av teamets felles mentale modeller. Videre må teamledelse ivaretas ved at det etableres klare forventninger om teammedlemmenes atferd og ytelse. Teamlederen (og forhåpentligvis andre teammedlemmer) må stille forventninger til akseptable samhandlingsmønstre (f.eks. alle skal fremme informasjons-utveksling) og kanskje viktigst skape forventninger og normer for et teamklima som oppmuntrer til gjensidig monitorering, støtteatferd og tilpasnings atferd. (Festinger, Schachter, & Back, 1950). Det kan konkluderes med at teamets effektivitet, ikke bare handler om å synkronisere teammedlemmenes aktiviteter, men i stor grad om å få teammedlemmenes til å forstå deres gjensidige avhengighet og fordelene ved å jobbe sammen (Hinsz, Tindale, og Vollrath, 1997; Zaccaro, Rittman & Marks, 2001).

Team orientering

Teamorientering er ikke bare en preferanse for å jobbe med andre, men også en tendens til å forbedre individuelle prestasjoner gjennom samordning, evaluering og utnyttelse av innspill fra andre medlemmer mens en utfører egne oppgaver (Driskell & Salas, 1992). Teamorientering er en generell preferanse for å ville nå teamets/organisasjonens heller enn egne individuelle mål. Teamorientering er en viktig dimensjon ikke bare fordi det forbedrer individuell innsats og prestasjoner innen et team (Shamir, 1990; Wagner, 1995) og individuell tilfredshet (Campion, Medsker & Higgs, 1993 1976), men også fordi det er direkte knyttet til gode prestasjoner (Driskell & Salas, 1992). Teamorientering styrker samarbeid og koordinering mellom teammedlemmene (Eby & Dobbins, 1997), og ytelse gjennom økt oppgaveengasjement, informasjonsdeling og samspill. For eksempel fant Driskell og Salas (1992) at personer med god teamorientering oftere vurderte

innspill fra andre teammedlemmer når de bestemte seg for hva de skulle gjøre. Teamorienteringen vil derfor kunne påvirke felles mentale modeller ved å styrke samhandling, klargjøre forventninger, fordeling av arbeid, kommunikasjon, og ansvar.

Gjensidig monitorering

Gode team er bevisst at de fungerer bedre når alle følger med andre teammedlemmers arbeid og forsøker å finne feil før eller kort tid etter de har oppstått (McIntyre og Salas, 1995). Dette blir en evne og vilje til å følge med på andre teammedlemmers jobb mens du utfører dine egne, med en intensjon om å sikre at alt går som forventet. Denne prosessen styrker sin betydning ved øket arbeidsbelastning (tidsnød, arbeidsmengde, trussel). Teammedlemmer med mindre arbeidsbelastning som har en viss distanse til andres detaljerte arbeid har lettere for å se feil eller uoverensstemmelser (Espevik et al, 2011). Å være fokusert på detaljer i egne oppgaver kan redusere evnen til å være bevisst mangler ved egen ytelse (Doten, Cockrell, og Sadacca, 1966). Her vil tilbakemeldinger fra andre kunne føre til at de mer pressede teammedlemmene blir mer bevisst egen prestasjon. Gjensidig monitorering aktiverer teammedlemmene til å identifisere feil, og denne kunnskapen, distribuert til riktig teammedlem gjør teamet til mer enn summen av individuelle prestasjoner og skape en synergi av teamarbeid og til slutt økt effektivitet.

En felles mental modell er viktig for effektiviteten av gjensidig monitorering fordi det gir andre teammedlemmene en forståelse av hva de ulike teammedlemmene skal gjøre. Hvis teamet ikke deler den samme mentale modell for hvordan teamet skal håndtere ulike situasjoner, blir tilstandskontrollen lite effektiv, og tilbakemeldinger kan oppleves som irrelevant eller gale og reduserer teamets evne til å både se og vurdere hva som skjer. Teamet kan da ende opp med å gjøre ingenting eller direkte feil.

Et åpent og tillitsfullt klima er også avgjørende for en effektiv tilstandskontroll (gjensidig monitorering). Derfor må teamet ha en akseptert norm på denne type atferd (McIntyre & Salas, 1995). Uten en slik aksept kan gjensidig monitorering oppfattes som negativt og gi uønskede effekter.

Støttende atferd

Dersom et teammedlem gjennom gjensidig monitorering oppdager at et annet teammedlem har for mye å gjøre, kan de som har mindre å gjøre uoppfordret tilby å ta på seg nye arbeidsoppgaver for å avlaste det overbelastede teammedlemmet. Marks, Sabella, Burke & Zaccaro, (2002) beskriver tre måter å gi støtteatferd på; gi tilbakemelding og rettleiding, bistå i å utføre en oppgave og fullføre en oppgave for den som er overbelastet. Støtte atferd påvirker ytelsen direkte ved å sikre at alle aspekter av teamets oppgaver blir fullført og viser teamets evne til å redusere mulighetene for overbelastning. Det siste er viktig da dette hindrer at ett teammedlem bremser opp teamets produksjon grunnet overbelastning, noe som kan fungere som en ekstra og meget destruktiv stressor for hele teamet. Selv om hvert enkelt teammedlem har ansvar for egne konkrete oppgaver, er det evnen til teamet til selv å se overbelastning og fordele den til andre som øker den totale ytelsen og viser hvor god teamet er til å håndtere skiftende omgivelser. Derfor er ikke viktigheten av støtteatferd kun bedre ytelse, men en større tilpasningsdyktighet i forhold til skiftende og nye uventede situasjoner.

Støtteatferd må forstås som en reaksjon på et reelt behov for hjelp. Hvis ikke kan det fort oppleves av mottaker som en negativ innblanding. Effektiv støtteatferd atferd krever derfor at det finnes tilstrekkelige felles mentale modeller og gjensidig monitorering fordi det danner grunnlaget for beslutninger om når det er nødvendig og hva som eventuelt skal gis av hjelp.

Tilpasningsdyktighet

Et team som skal fungere effektivt må kunne klare å holde det overordnede bilde av den situasjon de står overfor, noe som er utfordrende i hurtig skiftende omgivelser. Tilpasningsdyktighet innebærer å være i stand til å identifisere signaler på at endringer har skjedd, tildele endringen mening og utvikle en ny plan for å håndtere endringene (Priest, Burke, Munim, og Salas (2002)). Som det ble diskutert i forhold til støtte atferd og gjensidig monitorering må teammedlemmene fokusere på hverandre for å oppdage feil og beslutte hva de skal gjøre (Espevik et.al., 2011b).

Behov for tilpasning er drevet av økt kompleksitet i oppdrag og understreker at teammedlemmene må drevet av hva teamet skal oppnå og ikke bare den enkeltes ansvar og oppgaver, Med andre ord, må endringer i omgivelsene/situasjonen eller alternative handlinger vurderes fortløpende for å avgjøre om de nåværende koordineringsprosessene fortsatt er effektive for å nå teamets mål.

Derfor er styrken av denne samarbeidsprosessen ikke bare evnen til å oppdage endringene, men også mulighetene for å bekjempe oppståtte avvik. Tilpasningsdyktighet har direkte konsekvenser for teamets effektivitet og krever at det foreligger tilstrekkelige felles mentale modeller og deltakelse i gjensidig monitorering og støtteatferd. Samlet vil dette kunne øke teamets handlekraft, fordi det vil øke teamets evne til å se, vurdere og handle hurtigere og riktigere.

Case: Innføring av en team-evaluering og utviklingsmetode i Politiets Beredskapstropp basert på felles mentale modeller.

Opplevd behov på avgrenset arena

Innføringen av team-evalueringprogrammet startet på Beredskapstroppens seleksjonskurs. Seleksjon av tjenestemenn og kvinner foregår innen rammen av «Assessment center»-tilnærming og innebærer en periode der fokus for utvelgelse er basert på individuelle egenskaper som blir etterfulgt av en periode der grunnlaget for seleksjon er teamferdigheter (se Johnsen, 2017 for en beskrivelse av seleksjonsprosedyren). Operatører ved Beredskapstroppen fungerer som instruktører ved seleksjonskurset og er karakterisert av høy grad av dedikasjon til tjenesten samt stor autonomi i utvikling av elementer i kurset (f.eks. ulike situasjonstester). Dette sammen med en felles oppfattelse om seleksjonskurset som ekstremt viktig, både i forhold til utvelgelse av de rette operatører og som identitetsskapende aktivitet, gjorde at instruktører stadig ønsket å forbedre sine prestasjoner i forhold til utvikling av kurset. Seleksjonskurset er svært ressurskrevende og dermed et tydelig signal på ledelsen sin prioritering av seleksjon. Prioriteringen av både menneskelige og økonomiske ressurser til formålet blir foretatt til tross for en betydelig belastning på avdelingen.

Erfaringer fra seleksjonsperioden avdekket et behov for kunnskap, felles språk og avklaring av hvordan en kan observere god samhandling i team. Behovet ble

fanget opp av ledelsen for seleksjonen og en bestilling på leksjoner for instruktører om temaet ble formidlet. Leksjonen ble utført av psykolog med langvarig kontakt med avdelingen, spesielt innenfor seleksjon av operatører til Beredskapstroppen. Omfanget av leksjonen var en time og omfattet en kort gjennomgang av teorien rundt felles mentale modeller samt en vektlegging av «de fem store» teamprosessene (basert på Salas et al., 2005), samt atferds indikatorer på disse prosessene. Salas og medarbeidere (2005) beskriver kun prosesser som fremmer teamatferd noe som medførte at presentasjonen ble utvidet til også å omfatte destruktiv atferd i team og en operasjonalisering av slik atferd. For å øke relevansen ble instruktørene utfordret til en diskusjon om hvordan de ulike teamprosessene vil komme til uttrykk i kursets ulike elementer. Intervensjonen ble akseptert av instruktørene, noe som manifestertes seg ved at de benyttet begrepsapparatet og atferdsindikatorene på evalueringene av kurselevens teamatferd videre i kurset.

Teorien om felles mentale modeller og teamprosessene som følger av denne ble *oppfattet som relevant* i denne situasjonen og kurselevne benyttet tilnærmingen til å vurdere eget samarbeid på ulike læringsarenaer videre i kurset (fagperioden). Egenvurderingen av teamprosesser under fagperioden ble fasilitert av ledelsen på kurset og inkluderte en presentasjon av «de fem store» for kurselevne for å skape en felles forståelse og et felles språk. Elevenes egenvurdering skulle lede opp til individuelle forbedringsområder definert med utgangspunkt i «de fem store» og egenvurderingen ble gjentatt ved faste intervaller under kurset. Den enkeltes utviklingsområder ble holdt skjult for instruktørene da disse skulle evaluere endringer i kurselevens teamferdigheter fra før tiltaket ble iverksatt til avslutning av kurset. Kurselevne tok eierskap av prosessen og gjennomførte på eget initiativ tilbakemeldinger til sine medelever basert på «de fem store». Denne prosedyren ble benevnt som «hot-seat». Kjøreregler for «hot-seat» var introdusert i andre deler av kurset. Instruktørens evaluering viste en entydig endring i positiv retning noe som resulterte i at gjennomgangen for instruktører ble utvidet i de påfølgende seleksjonskurs og egenvurdering med fokusområder ble et fast moment i alle påfølgende kurs. Leksjoner og gruppearbeid for instruktører, gjennomført av psykolog, samt egevaluering av kurselever ble videreført som fast element også etter endring av ansvarlige for og instruktører ved kurset, noe som indikerer en organisatorisk endring. Den initiale intervensjonen på seleksjonskurset til beredskapstroppen hadde dermed karakter av et pilotprosjekt.

Opplevelse av behov på organisasjonsnivå

Etter seleksjonskurset var instruktørene og de nye operatørene tilbake ved avdelingen. I avdelingen ble det fanget opp at personellet som hadde deltatt på seleksjon (instruktører og kurselever) hadde kunnskap og et verktøy som de resterende operatørene ikke hadde tilgjengelig. Det ble deretter uttrykt et ønske fra avdelingen om en utdanningspakke for alle divisjoner i Beredskapstroppen. Omfanget av intervensjonen var en dags kurs for hver divisjon og den ble gjennomført av samme psykolog som ble benyttet på seleksjonskurset. Utdanningspakken baserte seg på prinsippene om kunnskapsformidling og egeninvolvering. I kunnskapsdelen ble teori og empiri rundt felles mentale modeller presentert. Også her ble teamprosessen og atferdsindikatorene, altså hvordan observere godt og dårlig samarbeid, vektlagt. Egeninvolvering ble foretatt gjennom gruppeoppgaver der operatørene ble bedt

om å vurdere eget teams fungering basert på tilnærmingen, hvilke elementer de er gode på og hvilke har behov for å utvikles. Videre skulle en plan for forbedring beskrives. For å gi en egenerfaring med elementer i tilnærmingen og uoppfordret («push») deling av informasjon i laget, ble en gruppe- oppgave gjennomført. Denne vektla uoppfordret formidling av informasjon (teamorientering), evne til å endre plan (tilpasningsevne), koordinering (hvem har hva), støtteatferd (fordeling av arbeidsoppgaver/hjelpemidler) og utsjekking av arbeidsbelastning samt hvor andre er i arbeidet fram mot målet (monitorering). Under gjennomføring av intervensjonen på divisjonsnivå kom en bestilling om å gjennomføre samme intervensjon på stab. Staben gav uttrykk for et behov for samme kunnskap og evalueringsprosedyre som resten av organisasjonen.

Intervensjonen ble gjennomført med tydelig *støtte i ledelsen*. Når behov nedenfra i organisasjonen blir tatt på alvor og gis støtte både verbalt og resursmessig tyder det på tillit i organisasjonen. Den operative betydning av psykologisk kunnskap er også beskrevet av Sjefen for Beredskaps-troppen (Mehus, 2019), noe som gir et tydelig signal om forankring i ledelsen.

Implementering i avdelingens daglige virke

Avdelingen tok eierskap av intervensjonen og integrerte tilnærmingen som standard prosedyre i trening og øving ved at en benyttet «de fem store» i evaluering av samhandling under øvelser. Noen ganger var det uttalte målet med en øvelse å trene, vurdere og forbedre samhandling. Ved slike øvelser ble det i forutsetningen, som ble gjennomgått før øvelsen, klargjort at øvelsens formål var vurdering av teamatferd med målsettingen om forbedring av denne. Andre øvelser ble gjennomført der teamene antok at det var en trening av prosedyrer eller taktikk. Ved gjennomgang av øvelsen i ettertid ble det kun fokusert på teamatferd. Tanken bak denne tilnærmingen var en vurdering av samhandling ved naturlig utførelse av øvelsene. En slik bruk av tilnærmingen resulterer i en repetisjon av taktikk og prosedyrer, men samtidig en evaluering av teamatferd uten at det var en eksplisitt forventning om dette. På denne måten øker validiteten i evalueringen ved at teammedlemmene ikke kunne tilpasse sin atferd til det de blir evaluert på. Ved å integrere tilnærmingen i øvelser unngår en at tilnærmingen integreres i et faglig vakuum, slik at operatøren får en umiddelbar feedback på teamprosessene under utførelsen av operativ relevant atferd.

En annen indikasjon på at organisasjonen har tatt eierskap på intervensjonen er at organisasjoner som er tilknyttet Beredskapstroppen har vist interesse for tilnærmingen. Tilknyttede avdelinger har bedt om informasjon og representanter fra Beredskapstroppen har gitt orientering om hvordan tilnærmingen benyttes.

Forskere (Jones, Jimmieson, & Griffiths, 2005; Meyer, Srinivas, Lal, & Topolnytsky, 2007; Weeks, Roberts, Chonko, & Jones, 2004) har hevdet at endringsprogrammer kun er virksomme dersom en opplever endring i daglig virke og endringene vedvarer over tid. Da evalueringsformen som beskrives er utviklet til å bli en sentral metode i beredskapstroppen daglige virke, fra seleksjon til trening og øving (som utgjør 50% av tjenesten) kan en, basert på forskerne nevnt over argumentere for at intervensjonen har vært virksom.

Denne OU-prosessen kan beskrives som en «Bottom-Up»-prosess da initiativet kommer fra operatørene i avdelingen og sprer seg utover og oppover i orga-

nisasjonen. En erfaring en kan trekke fra casen er at tillit, ledelse, holdninger og behov for relevante intervensjoner er sentrale elementer ved implementering av en OU-prosess i operative avdelinger. Til tross for at en kan beskrive en slik prosess, gjenstår det å forklare prosessen. Et sentralt spørsmål blir hvorfor, eller hvilke mekanismer, driver denne prosessen frem til et vellykket resultat?

Diskusjon: Organisasjonsutvikling – «Top-Down» vs. «Bottom-Up»

«Top-Down» drevet endring

Organisasjonsutvikling innebærer endring av organisasjonen. De fleste OU-programmer er planlagte tiltak for å øke effektivitet, tilpasningsevne, ansattes tilfredshet og miljømessig bærekraft (Cummings & Worley, 2015, s. 1). Teambygging og utvikling vil være innenfor en slik beskrivelse av OU-tiltak. OU skiller seg fra andre planlagte tiltak for å øke produktivitet og inntjening, som kreativitet og utvikling av nye produkter, da OU-prosesser som oftest har et fokus på menneskelig samhandling i motsetning til individuelle forskjeller og produktutvikling. Cummings og Worley (2015 s. 78) beskriver en overordnet modell for effektiv endring i organisasjoner. Modellen inneholder ulike steg der en starter med utvikling av mål for intervensjonen sammen med ledelsen. Neste steg er å utvikle en overordnet plan for tiltakene som skal inneholde en diagnose av problemer, beskrivelse av gjennomføringen og evaluering. Videre skal det foretas en avklaring av «stakeholders» samt roller og ansvar til involverte. Neste steg er en detaljert beskrivelse av de spesifikke intervensjonene som skal gjennomføres og hvordan de er planlagt gjennomført (møter; treninger etc). Til slutt avtales de økonomiske rammene for OU-programmet. En slik tilnærming vil kunne beskrives som en «Top-Down» tilnærming der motivasjonen for iverksetting av tiltakene ofte er styrt av ledelsen behov for endring. Ofte ser en motstand i organisasjonen mot disse programmene noe som skyldes negative holdninger blant medlemmene (Choi,2011).

«Bottom-Up» drevet endring

«Bottom-Up» drevet endring er, i motsetning til planlagt endring styrt av ledelsen, drevet av behov som er opplevet av operatører i daglig tjeneste. I avdelinger med dedikert personell ser en ofte endringer som er motivert av behov for tiltak ned i organisasjonen og som over tid inkorporeres i hele organisasjonen.

Forutsetninger for endring

Holdninger til endring

Choi (2011) gikk gjennom litteraturen om holdninger blant ansatte som påvirker effekten av OU-intervensjoner. Med utgangspunkt i 16 533 artikler relatert holdninger til endringer i organisasjoner, trakk han ut 56 relevante studier basert på de mest frekvent benyttede begreper. Basert på de inkluderte studiene bekreftet han fire generelle nøkkelbegreper. Disse begrepene er tidligere rapportert og det er antatt at de styrer endring i betydelig grad. Et nøkkelbegrep er i hvor stor grad ansatte er klar for endring («readiness for change»; Eby, Adams, Russell, & Gaby, 2000). Begrepet omfatter ansattes opplevelse av behov for endring og i hvilken grad en opplever at en er i stand til å gjennomføre slik endring. Ansatte vil skape

en meningsfullhet rundt endringen og forsøke å forutse fremtidig status (positive og negative konsekvenser). Et annet nøkkelbegrep er i hvor stor grad ansatte var dedikert til endring («Commitment to change»; Herscovitch & Meyer, 2002). Dette begrepet kan defineres som den relative styrken på tilhørighet til organisasjonen en tilhører (Mowday, Steers, & Porter, 1979, p. 226). Choi (2011) konkluderte videre at åpenhet for endringer («Openess to change»; Wanberg & Banas, 2000) er relatert til suksess i organisasjonsendringer. Faktoren er relatert til den individuelle ansattes tilpasningsevne og omhandler individuelle forskjeller i kognitiv og atferdsmessig fleksibilitet. Dersom en avdeling klarer å utvikle individers fleksibilitet og tilpasningsevne til en kollektiv holdning er dette en indikasjon på en læringskultur i avdelingen. Et fjerde nøkkelbegrep ble beskrevet som kynisme i forhold til organisasjons-endring («Cynicism About Organizational Change»; Wanous, Reichers, & Austin, 2000). Fenomenet omhandler vurderinger den ansatte gjør basert på tidligere erfaringer med organisasjonen en tilhører. Fenomenet består av styrken på antagelser den ansatte har om organisasjonens integritet, den ansattes negative følelser mot organisasjonen og i hvilken grad den ansatte viser atferd i tråd med disse negative antagelsene.

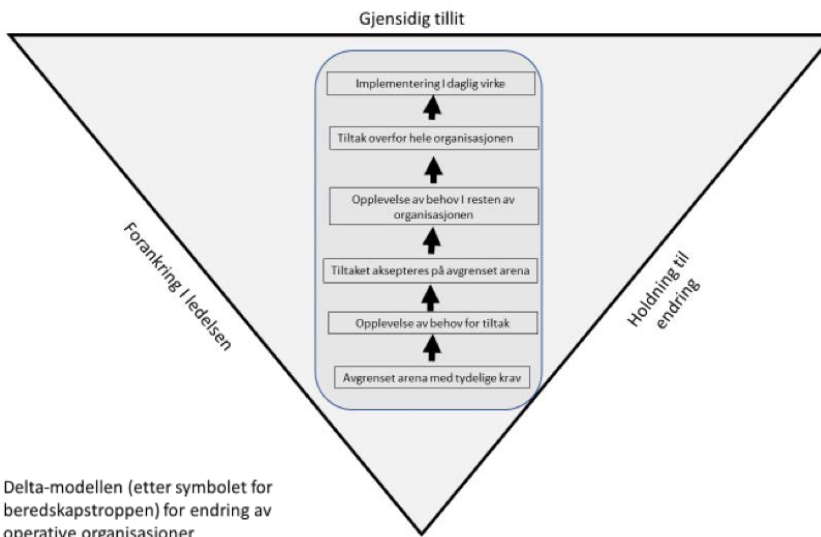
Gjensidig tillit

Fenomenet tillit innebærer å gjøre seg sårbar for konsekvensene av andres beslutninger og handlinger og innebærer en forventning om at det er gode intensjoner som ligger bak beslutninger og handlinger (Olsen, 2019). I en operativ kontekst vil dette medføre at operatører viser tillit til ledelsen ved en villighet til å utsette seg for mulige negative konsekvenser av ledelsens beslutninger. Samtidig må ledelsen vise tillit til at operatører kan gjennomføre selvstendige oppdrag, noe en ofte ser ved delegering av oppgaver. En slik gjensidig tillit er viktig ved implementering av tiltak for å endre en operativ avdeling. Ledelsen må stole på at et ønske om endring fra operatører er reelt og alvorlig og dermed prioritere endringstiltak. Operatørene må også ha tillit til at ledelsen har en intensjon om å bedre situasjonen til operatørene ved valg av tiltak og tildeling av ressurser.

Tillit vil også omfatte tillit til personen (fasilitator) som gjennomfører tiltakene. Dersom fasilitator er kjent for operatørene og har høy grad av tillit, vil motstand blant deltagerne i endringsprogrammet være betydelig mindre sammenlignet med bruk av ukjente fasilitatorer. Forhold som øker tillit til fasilitator er kjennskap til avdelingen, kjennskap til operasjonsmønster og «stammespråk» samt tidligere positive erfaringer i møte med mellom avdeling og fasilitator.

Forankring i ledelsen

Alle intervensjoner vil kreve ressurser i en eller annen form. Vanligvis vil tiltak kreve økonomiske og menneskelige ressurser. Gjennomføring av tiltak vil innebære at man trekker ressurser ut fra produksjonen til avdelingen. En får dermed et klassisk dilemma mellom utdanning og produksjon (se Johnsen og Espevik, 2019). En god forankring i ledelsen vil resultere i at det avsettes økonomiske så vel som ressurser i form av tid, lokaler og instruktører.



Figur 3: Viser den foreslåtte modellen for «Bottom-up» implementering ved organisasjonsutvikling (OU). Modellen viser forutsetningene: forankring i ledelsen, tillit og holdninger samt de ulike stegene i OU-prosessen. Pilene som indikerer overgangene mellom stegene representerer motivasjon basert på driftsreduksjon.

Modell for endring.

En modell for «Bottom-Up» motivert OU-prosess i operative organisasjoner er beskrevet i Figur 3.

Modellen inneholder tre forutsetninger. Intervjuene bekreftet at forutsetningene for virksomme gjennomføringer av endringstiltak er forankring i ledelse, gode holdninger til endring i avdelingen, gjensidig tillit mellom ledelse og operatører samt mellom operatører og fasilitator (beskrevet over). I tillegg til forutsetningen antar modellen seks deskriptive steg samt motivasjonelle prosesser som driver overgangen mellom stegene. Motivasjonen eller drivkraften i endringene er drevet frem av en diskrepans mellom ønsket tilstand (kvalitet på prestasjoner) og aktuell tilstand. Dette kan beskrives som et avvik fra en homeostatisk tilstand og et behov etableres som motiverer for å gjenopprette likevekten ved å redusere eller fjerne denne dissonansen. Denne forståelsen er basert på tilbakemeldinger fra Beredskapstroppen der diskrepansen mellom kunnskap blant instruktører og kurs-elever sammenlignet med operatører i resten av avdelingen skapte et uttalt behov for tiltak og var utgangspunktet for en bestilling av OU-prosessen. Likeledes ble samme argument benyttet for en utvidelse av OU-prosessen til også å gjelde avdelingens stab. En slik forståelse har elementer felles med klassiske driftsreduksjonsteorier (se Kringelbach & Berridge, 2016 for en kritisk gjennomgang). Disse forskerne har også redegjort for et moderne syn på funksjonene til drifter som motivasjons faktor og hvordan fenomenene er knyttet til behov («wanting»), affektiv vurdering («liking») og læringsprosesser («learning») samt fenomenenes nevroanatomiske basis.

Situasjoner eller arena som *er avgrenset og med tydelige krav*, vil tydeliggjøre gapet mellom aktuelle og ønskede tilstand. Slike situasjoner kan være arbeidsmiljø eller oppdragstype for subgrupper i avdelingen eller diagnostisering (f. eks. arbeidsmiljøundersøkelser/manglende måloppnåelse/ferdigheter) i avgrensede deler av avdelingen. Desto mer avgrenset og tydelige en situasjon er, jo sterkere vil opplevelsen av diskrepans være, noe som resulterer i en opplevelse av *behov for tiltak* for å fylle det opplevde gapet. Motivasjonen for endring, basert på gapet mellom aktuell og ønsket tilstand, vil bli påvirket av operatørens holdninger til endring, grad av tillit i organisasjonen, ledelse samt tillit til fasilitatorer som gjennomfører endringsprogrammet. Operative avdelinger og spesielt spesialstyrkeavdelinger er selektert på prestasjonsmotivasjon og omstillingsevne og en kan anta at slike avdelinger kjennetegnes av holdninger til endring med høy grad av «readiness», commitment og openness» samt er lav grad av «cynicism» (beskrevet over). Slike holdninger vil påvirke endringsprosessen i betydelig grad. En lignende effekt vil være resultat av et tillitsfullt klima. En operativ avdeling med en felles opplevelse av at tiltakene som iverksettes er basert på positive intensjoner øker motivasjon for endring. Ett av kjennetegnene på vanlige OU-prosesser («Top-Down»-prosesser) er at den skal forankres i ledelsen før prosessen blir igangsatt. En «Bottom-up» tilnærming, med utgangspunkt i casen, skiller seg fra «Top-Down» ved at en forankring i ledelsen skjer på et senere tidspunkt. Behovet og gjennomføring av tiltak på den avgrensede arenaen kan skje med bruk av svært små ressurser og trenger ikke å være forankret i ledelsen, før større deler av organisasjonen blir involvert. Dette var også erfaringen fra den aktuelle prosessen. I tillegg til allokering av ressurser til OU-prosesser vil ledere som aktiv uttrykker støtte bidra positivt til endring. Under implementering av tiltaket og senere ble slik støtte gitt (Mehus, 2019).

Dersom *tiltak gjennomføres på den avgrensede arenaen*, ofte som pilotprosjekt eller tiltak overfor subgrupper, og tiltakene blir *akseptert og ansett som virksomme* vil dette skape en ubalanse eller gap mellom subgruppen og resten av avdelingen. Tilbakemeldingen fra intervjuene var entydig i at avdelingen opplevde en slik dissonans ved at subgruppene var i besittelse av virksomme verktøy eller kompetanse resten av organisasjonen ikke har. Dette vil påny skape et *behov i resten av avdelingen* som motiverer for endring og iverksettes av *tiltak for resten av avdelingen* for å redusere diskrepansen. Dette er eksemplifisert i intervjuene ved bestilling av tiltak for alle divisjoner samt staben til Beredskapstroppen. Det siste steget i modellen innebærer at tiltakene *inkorporeres i daglig virke ved avdelingen*. Intervjuer av instruktører og ledelse av trening og øving ved Beredskapstroppen rapporterte de at evalueringsmetodikken var innført som nye prosedyrer. Prosedyrene omfattet alle operative elementene i avdelingen og de ble i tillegg opplevd som klart virksomme med øket operativitet som resultat. Da implementeringen resulterte i endrede og virksomme prosedyrer i hele avdelingen, kan en påstå at organisasjonsendring har funnet sted.

Konklusjon

Operative team er svært avhengig av god samhandling innen og mellom team og derfor er vurdering og utvikling av teamprosesser helt avgjørende. Evaluering

av samhandling er utfordrende og en viktig årsak til at teamevaluering ofte blir nedprioritert til fordel for taktisk og teknisk evaluering, er manglende kunnskap om en systematisk måte å forstå og vurdere teamarbeid (Johnsen og Espevik, 2019). En tilnærming til problemet er å ta utgangspunkt i relevante teorier som har empirisk dokumenterte effekter på samhandling i operative avdelinger (Johnsen & Espevik, 2019). Teorien om felles mentale modeller gir en forståelse av operativ samhandling i team og omfatter observerbare atferdsindikatorer på godt teamarbeid. Dette gjør den egnet som utgangspunkt for evaluering av teamprosesser. Imidlertid er det ikke tilstrekkelig å ha en adekvat tilnærming til evaluering av teamarbeid om den skal implementeres i hele organisasjonen. Det kreves også en forståelse av hvorfor OU-prosesser virker i slike avdelinger. En slik kunnskap kan gi et betydelig bidrag til gjennomføring av ulike OU-prosesser i slike organisasjoner. Artikkelen lanserer en ny modell for OU-prosesser i operative avdelinger. «Bottom-up» modellen er basert på en tolkning av en «case» som beskriver implementering av felles mentale modeller som evaluerings og utviklings metode for teamarbeid i Politiets Beredskapstropp. Som et resultat av OU-prosessen ble metoden inkorporert i hele Beredskapstroppens organisasjon og samarbeidende avdelinger har vist interesse for den. En slik påvirkning på hele avdelingens ordinære aktiviteter over tid (Meyer et al., 2007), samt interessen fra tilstøtende organisasjoner er en indikasjon på at OU-prosessen har vært virksom.

En begrensning med modellen er at den er utledet av kun en case. Det er derfor behov for en videre empirisk testing av denne.

Referanser

- Bandow, D. (2001). Time to create sound teamwork. *The Journal for quality and participation*, 24(2), 41.
- Champion, M. A., Medsker, G. J., & Higgs, A. C. (1993). Relations between work group characteristics and effectiveness: Implications for designing effective work groups. *Personnel psychology*, 46(4), 823-847.
- Choi, M (2011). Employees attitudes towards organizational change: A literature review. *Human Resource Management*, 50, 479-500.
- Converse, S., Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1993). Shared mental models in expert team decision making. *Individual and group decision making: Current issues*.
- Cummings, T.G & Worley, C.G. (2015). *Organization Development & Change 10th ed.* Stamford USA; Cengage Learning.
- Doten, G. W., Cockrell, J. T., & Sadacca, R. (1966). *The use of teams in image interpretation: Information exchange, confidence, and resolving disagreements.* System development corp. Santa Monica CA.
- Driskell, J. E., & Salas, E. (1992). Collective behavior and team performance. *Human factors*, 34(3), 277-288.
- Eby, L. T., Adams, D. M., Russell, J. E. A., & Gaby, S. H. (2000). Perceptions of organizational readiness for change: Factors related to employees' reactions to the implementation of team-based selling. *Human Relations*, 53(3), 419-442.
- Eby, L. T., & Dobbins, G. H. (1997). Collectivistic orientation in teams: An individual and group-level analysis. *Journal of Organizational Behavior*, 275-295.

- Endsley, M. R., & Garland, D. J. (2000). Theoretical underpinnings of situation awareness: A critical review. *Situation awareness analysis and measurement*.
- Espevik, R., Johnsen, B.H., Eid, J., & Thayer, J. (2006). Shared Mental Models and Operational Effectiveness; Effects on performance and team processes in a submarine attack team. *Military Psychology*, 18, 23-36.
- Espevik, R., Johnsen, B. H., & Eid, J. (2011a). Outcomes of shared mental models of team members in cross training and high-intensity simulations. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 5(4), 352-377.
- Espevik, R.E., Johnsen, B.H., & Eid, J. (2011b). Communication and Performance in Co-Located and Distributed Teams: An Issue of Shared Mental Models of Team Members? *Military Psychology*, 23, 616–638.
- Espevik, R. (2011c). Expert Teams: Do Shared Mental Models of Team Members make a Difference? *Doctoral dissertation, University of Bergen*
- Festinger, L., Schachter, S., & Back, K. (1950). Social pressures in informal groups; a study of human factors in housing
- General Medical Council. Tomorrow's doctors: Outcomes and standards for undergraduate medical education. www.gmc-uk.org/Tomorrow_s_Doctors_1214.pdf_48905759.pdf. Accessed 16 Dec 2016.
- Gentner, D., & Stevens, A. L. (2014). *Mental models*. Psychology Press.
- Herscovitch, L., & Meyer, J. P. (2002). Commitment to organizational change: Extension of a three-component model. *Journal of Applied Psychology*, 87(3), 474–487.
- Hinsz, V. B., Tindale, R. S., & Vollrath, D. A. (1997). The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological bulletin*, 121(1), 43.
- Johnsen, B.H. (2017). "Selection of Police Special Operations Officers: The role of the psychologist". In S. Bowles and P. Bartone (Eds). *Military Psychology: Clinical and Organizational Practice*. Springer publishing.
- Johnsen, B.H., & Eid, J. (2019). Introduksjon til Operativ Psykologi II – Anvendte aspekter. I B.H. Johnsen og J. Eid (Red.). *Operativ Psykologi II – Anvendte aspekter*. Fagbokforlaget. Bergen, ISBN: 978-82-450-2547-7
- Johnsen, B.H., & Espevik, R. (2019). Hvordan øve operative team. I B.H. Johnsen og J. Eid (Red.). *Operativ Psykologi II – Anvendte aspekter*. Fagbokforlaget. Bergen, ISBN: 978-82-450-2547-7
- Johnsen, B.H., Westli, H.K., Espevik, R., & Wisborg, T. (2017). High-performing trauma teams: Frequency of behavioral markers of shared mental models displayed by team leaders and quality of medical performance. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 25:109 DOI 10.1186/s13049-017-0452-3.
- Jones, R. A., Jimmieson, N. L., & Griffiths, A. (2005). The impact of organizational culture and reshaping capabilities on change implementation success: The mediating role of readiness for change. *Journal of Management Studies*, 42(2), 361–386.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). A computational analysis of consciousness. *Cognition & Brain Theory*.
- Kozlowski, S. W., & Ilgen, D. R. (2006). Enhancing the effectiveness of work groups and teams. *Psychological science in the public interest*, 7(3), 77-124.
- Kringelbach, M. and Berridge, K. (2016), "Neuroscience of Reward, Motivation,

- and Drive", *Recent Developments in Neuroscience Research on Human Motivation (Advances in Motivation and Achievement, Vol. 19)*, Emerald Group Publishing Limited, pp. 23-35. <https://doi.org/10.1108/S0749-74232016000019020>
- Marks, M. A., Sabella, M. J., Burke, C. S., & Zaccaro, S. J. (2002). The impact of cross-training on team effectiveness. *Journal of Applied Psychology, 87*(1), 3.
 - Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. *Journal of Applied Psychology, 85*(2), 273.
 - McIntyre, R. M., & Salas, E. (1995). Team performance in complex environments: What we have learned so far. *Team effectiveness and decision making in organizations*, 9-45.
 - Mehus, H. (2019). Forord. I B.H. Johnsen & J. Eid (Red). *Operativ psykologi 2: Anvendte aspekter*, Bergen, Fagbokforlaget.
 - Meyer, J. P., Srinivas, E. S., Lal, J. B., & Topolnytsky, L. (2007). Employee commitment and support for an organizational change: Test of the three-component model in two cultures. *Journal of Occupational and Organizational Psychology, 80*(2), 185–211.
 - Mowday, R. T., Steers, R. M., & Porter, L. W. (1979). The measure of organizational commitment. *Journal of Vocational Behavior, 14*(2), 224–247.
 - National Health Services: Institute for innovation and improvement. Medical Leadership Competency Framework; Enhancing Engagement in medical leadership, July 2010; third edition. www.leadershipacademy.nhs.uk/wp-content/uploads/2012/11/NHSLeadership-Leadership-Framework-Medical-Leadership-Competency-Framework-3rd-ed.pdf. Accessed 16 Dec 2016.
 - Olsen, O.K. (2019) Tillit og samarbeid mellom fremmede i kritiske situasjoner. I . I B.H. Johnsen & J. Eid (Red). *Operativ psykologi 2: Anvendte aspekter*. Bergen, Fagbokforlaget.
 - Orasanu, J. (1990). Shared mental models and crew decision making.
 - Porras, J. I., & Robertson, P. J. (1992). Organizational development: Theory, practice, and research. In M. D. Dunnette & L. M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial & organizational psychology*, 2nd ed. 3,).
 - Priest, H. A., Burke, C. S., Munim, D., & Salas, E. (2002, September). Understanding team adaptability: Initial theoretical and practical considerations. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (Vol. 46, No. 3, pp. 561-565). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
 - Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin, 100*(3), 349.
 - Salas, E., Sims, D.E. & Burke, C.S. (2005). Is there a “big five” in teamwork? *Mall Group Research, 36*,555-599
 - Saus, E.R., Johnsen, B.H., Espevik, R., Sanden, S., Olsen, O.K. (submitted) Brief decision making training for frontline police officers: Effects on situational awareness and team behavior.
 - Tetenbaum, T. J. (1998). Shifting paradigms: From Newton to chaos. *Organizational Dynamics, 26*(4), 21–32.
 - Shamir, B. (1990). Calculations, values, and identities: The sources of collectivistic work motivation. *Human Relations, 43*(4), 313-332.

- Volpe, C. E., Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Spector, P. E. (1996). The impact of cross-training on team functioning: An empirical investigation. *Human factors*, 38(1), 87-100.
- Wanberg, C. R., & Banas, J. T. (2000). Predictors and outcomes of openness to changes in a reorganizing workplace. *Journal of Applied Psychology*, 85(1), 132-142.
- Wanous, J. P., Reichers, A. E., & Austin, J. T. (2004). Cynicism about organizational change: An attribution process perspective. *Psychological Reports*, 94(3), 1421-1434.
- Weeks, W. A., Roberts, J., Chonko, L. B., & Jones, E. (2004). Organizational readiness for change, individual fear of change, and sales manager performance: An empirical investigation. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 24(1), 7-17.
- Westli, H.K., Johnsen, B.H., Eid, J., Rasten, I., & Brattebø, G. (2010). Teamwork skills, shared mental models, and performance in simulated trauma teams, *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. Vol. 18(47), 18-47.



Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter inviterer til
Navigasjonskonferanse onsdag 4. desember 2019

Tema:

NAVIGASJONSSIKKERHET

LÆRING AV HENDELSER
KNM HELGE INGSTAD

STED: Sjøkrigsskolen, Inge Stenslands auditorium, kl. 0800 - 1600

PÅMELDING: Avdelingsvis påmelding med navn sendt på FisB til KL Kåre Schiøtz
innen 18. november



“Navigare necesse est, vivere non necesse”

The quote is attributed to Pompey (56 BC), who used it to urge his sailors on when they refused to set sail on a stormy sea, in order to bring grain from Africa to Rome where people were starving. This is a task familiar to every naval officer: to do his or her duty to society when the situation demands it, is more crucial than own survival. The quote means, literally, “It is necessary to sail, it is not necessary to live”. This means that it is necessary to depart, even if you are not at all sure that you will ever arrive.

It is more “necesse” than ever that we set sail within the academic world. The picture on this last page, the possible monster, Nessie of Loch Ness, symbolizes our quest for knowledge within the naval domain. What is truth? With what kind of certainty can we claim to know the truth? These are central questions whether dealing with a monster or with naval warfare. It is an ongoing process that makes us wiser but not certain. The Royal Norwegian Naval Academy dates back 200 years and the purpose of our magazine is to put our competence, or sometimes even the lack of it, out into the open for debate. We have a threefold wish; to invite to debate and reflection, to present competent arguments, and to publish knowledge gained through peer reviewed research. In short, we have a deep desire to present through “Necesse” our latest academic thoughts, research and efforts concerning anything that is important to a naval officer. “Necesse” will include scientific articles, especially brilliant bachelor papers by our cadets, and works of scholars at our own Academy or others writing within the naval officer sphere.

