

NECESSE

ROYAL NORWEGIAN NAVAL ACADEMY
MONOGRAPHIC SERIES

VOLUME 1 ISSUE 1 2016

Militær navigasjon - effektiv og troverdig

→ [Innholdsfortegnelse](#)

«Necesse» kommer i 5 utgivelser hvert år. Skriftserien har til enhver tid Dekan som hovedredaktør og en fagredaktør for hver utgivelse. Samlet under hovedoverskriften sjømilitær profesjonskompetanse har vi en tverrfaglig tilnærming hvor 5 sjømilitære fagfelt; Militær Navigasjon, Sjømilitær Teknologi, Logistikk/sikkerhetsstudier Sjømakt og Sikkerhet, Sjømilitært Lederskap, og har vært sitt nummer i løpet av et år. Alle synspunkter i denne publikasjon står for forfatterens egen regning. Hel eller delvis gjengivelse av innholdet kan bare skje med forfatterens samtykke.

Roar Espevik

2016 © Sjøkrigsskolen
PB 5 Haakonsværn, 5886 BERGEN

ISSN 2464-353X

Tittel: Necesse
Royal Norwegian Naval Academy monographic series
Volume 1, Issue 1, 2016
Undertittel: Militær navigasjon - effektiv og troverdig
Foto omslag: <http://www.scotlandnow.dailyrecord.co.uk>

Hovedredaktør: Roar Espevik, dekan Sjøkrigsskolen

Fagredaktører: Odd Sveinung Hareide og Frode Voll Mjelde

Omslag og layout: Katrine Austgulen, HOS Grafisk
Trykk: HOS Grafisk, Sjøkrigsskolen

NECESSE

ROYAL NORWEGIAN NAVAL ACADEMY
MONOGRAPHIC SERIES

VOLUME 1 ISSUE 1 2016

Militær navigasjon
- effektiv og troverdig

Innhold

Del 1

MILITÆR NAVIGASJON

- 14 Veien til vakt sjef
Vaktsjefsklarering, fra skolebenken til utsjekk gjennom et systematisk arbeid innen teori og praksis. For å sikre den ønskede yteevnen på våre fartøyer må vi sørge for å gjøre dette på en effektiv og kvalitetssikret måte.
Tekst: Steinar Nyhamn
- 17 Militær navigasjon- «Gryteklare navigatører ut fra Sjøkrigsskolen»
Målet med faget praktisk militær navigasjon er at navigatøren skal kunne navigere like sikkert og like hurtig under alle værforhold med få eller ingen hjelpemidler. Hensikten med all treningen er at kadettene skal kunne bli klarert som vaktsjef kort tid etter de tiltrer om bord etter endt utdanning.
Tekst: Stig Brandal
- 20 Fokus på militær navigasjon
Gjennomførte mønstrenger av Sjøforsvarets navigasjons-team har avdekket store forskjeller i tilnærming til utførelsen av militær navigasjon og i hvordan fartøyene følger opp retningslinjene som foreligger.
Tekst: Bjarne Haukås
- 26 Militært hurtigbåtkurs
inkludert BRM og ERM
Å føre et hurtiggående fartøy kan være svært krevende og medføre stor risiko for materiell og personell. Alle som skal føre hurtigbåt bør derfor være godt trent i navigasjon, kommunikasjon og teamwork. Militært hurtigbåtkurs gir et solid grunnlag for å beherske fremføring av hurtiggående fartøy.
Tekst: Magne Bolstad
- 29 I beredskap døgnet rundt
En eventuell trussel mot Norge vil ikke ta hensyn til vær, vind, bølgehøyde eller farvann. Sjøforsvarets navigatører skal beherske militær navigasjon for å kunne navigere i alle forhold på en taktisk og effektiv måte.
Tekst: Odd Sveinung Hareide og Steinar Nyhamn

Del 2

POSISJON, NAVIGASJON OG TIMING (PNT) OG NAVIGASJONSKRIGFØRING

- 32 Flerkonstellasjons GNSS-utstyr er bedre enn GPS
GPS har vært den primære posisjonssensoren for fartøy i mange år. Målinger tatt på Svalbard viser at utstyr som bruker flere satellittbaserte navigasjonssystemer i tillegg til GPS gir best robusthet, redundans og nøyaktighet i arktiske områder.
Tekst: Henning Sulen
- 37 Utfordringer ved unøyaktig GNSS-oppdatering av INS for Ubåt
Hovedutfordringen med å bruke GNSS som primær sensor for oppdatering av INS på ubåt er at navigatøren ikke får en god indikasjon på hvor nøyaktig posisjonen er. Forsøk viser at kvaliteten på GNSS-oppdateringen har større innvirkning enn kvantiteten av målinger.
Tekst: Bård Hess
- 41 GPS-jamming
GPS-jamming blir stadig mer utbredt, og sårbarheten til GNSS-systemer har fått økt fokus. Forsøk gjort ved NavKomp viser at selv små håndholdte jammere med svært lav effekt kan sette ut hele navigasjonssystemet til et fartøy på lang avstand.
Tekst: Øystein Glomsvoll

Del 3

MENNESKELIGE FAKTORER OG SIMULATOR

- 46 Oppnåelse av Forsvarets oppgaver gjennom teknologi og integrasjon
Anskaffelse av ny teknologi som fokuserer på integrasjonen mellom mennesket og systemet vil øke systemets overlevelses-evne, sikre interoperabilitet, redusere behov for bemanning og trening, balansere bredde og dybde i strukturen, optimalisere operativ evne og redusere livssyklus kostnader.
Tekst: Frode Voll Mjeldre

- 50 Effektiv bruk av simulator
Bruken av simulatoranlegget på Sjøkrigsskolen i forbindelse med navigasjonstrening er stor. Denne artikkelen søker å besvare hvorfor det er fornuftig å investere tid og ressurser på å benytte en maritim navigasjonssimulator.
Tekst: Odd Sveinung Hareide

- 53 Simulator eller simulering?
Sjøforsvarets bruk av simulert støtte til utdanning og trening er en kosteffektiv utnyttelse av teknologi for å skape mest mulig kampkraft, fra utdanning av enkelt individ til trening av team. Det er dog viktig å bemerke at det er anvendelsen av simulatorsystemer som øker stridsevnen, ikke teknologien i seg selv.
Tekst: Petter Lunde

- 56 Militær navigasjon basert på Commercial Off The Shelf (COTS) produkter
Et militært fartøy må kontinuerlig opprettholde evne til navigasjon og operasjon både innaskjærs og utaskjærs, dag eller natt, i eller utenfor seilingsleden, på overflaten eller under vann. Fortsatt evne til å operere sikkert og effektivt stiller derfor særskilte krav til navigasjonssystemet.
Tekst: Stein Egil Iversen

Del 4

SAMARBEID MED ANDRE

- 62 Sjøkrigsskolen og de andre nasjonale maritime høyskoler og universiteter – styrking gjennom samarbeid?
Med tettere samarbeid med andre maritime skoler kan SKSK knytte til seg kompetanse fra andre miljø, samt drive felles FOU-virksomhet, noe som er en nødvendighet for å bygge kompetanse.
Tekst: Hans Magne Gloppen

- 66 Rapport etter tjeneste ved hovedkvarteret til Combined Maritime Forces (CMF)
Bahrain, juli 2015 – januar 2016
Rapport etter tjeneste ved hovedkvarteret til Combined Maritime Forces (CMF), Bahrain, fra juli 2015 til januar 2016. CMF er en USA-ledet koalisjon med 31 medlemsland, etablert i 2002 etter terrorangrepet mot USA 11. september 2001. Formålet er å fremme maritim sikkerhet i operasjonsområdet.
Tekst: Lasse Hiis Bergh

- 72 Ulykkesgranskning og sikkerhetskultur
På bakgrunn av hendelse med RS Bill gjennomførte DNV-GL en ulykkeskommisjon for å avdekke direkte og indirekte årsaker til hendelsen. Artikkelen fokuserer på viktigheten av de indirekte årsakene, samt hvordan en organisasjons sikkerhetskultur kan påvirke læring i forbindelse med en hendelse.
Tekst: Hareide og Relling

Del 5

GJENGIVELSE AV PUBLISERTE VITENSKAPELIGE ARTIKLER

- 77 Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments
The purpose of this paper was to investigate the effectiveness of simulator-based training versus live training, and to present a tool for assessing team performance levels in complex maritime environments.
Tekst: Frode Voll Mjælde

- 84 Military teams, a demand for resilience
The objective is to document the need for resilience in military teams and to expand the understanding of how such behavior can be meaningfully instilled through team training interventions. Eight cadet teams at the RNoNA were assessed during two separate 4-hour simulator training exercises and a 48-hour live training exercise.
Tekst: Frode Voll Mjælde

- 96 Comparative study of Skjold-class bridge navigation- and simulator training
This paper presents a comparative analysis of the visual focus of the navigator during a passage in Norwegian littoral waters and in a maritime bridge simulator. Findings indicate that use of a simulator is efficient when it comes to navigation training, and provides the same training outcome as on board navigation training. The results also indicates that a simulator passage is a more demanding cognitive process requiring a higher mental workload.
Tekst: Odd Sveinung Hareide

Forord

Odd Sveinung Hareide og Frode Voll Mjelde

Norge har verdens nest lengste kystlinje og et enormt havområde for utøvelse av myndighet og suverenitetshevdelse - et område syv ganger større enn det norske fastlandet. 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 havstrekk som gir null beskyttelse fra havets og værrets 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 centimeter-navigasjon. 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 ytelse.

Forståelsen av grunnleggende forutsetninger for menneskelige prestasjoner og anvendelsen av denne kunnskapen i design og bruk av teknologi er avgjørende for systemets totale prestasjon. Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter forfekter i denne sammenheng en brukersentrert tilnærming som tar utgangspunkt i navigatørens ulike roller og oppgaver i hele systemet og søker å optimalisere teoretisk kunnskap med realistisk trening og øving. Riktig anvendelse av ny teknologi som støtter operasjoner i en felles operativ kontekst gir økt utnyttelse av våpen og sensorer, tilfredsstillende miljøkrav, gir reduksjon i driftsavbrudd og øker Sjøforsvarets stridsevne.

Høyt kunnskapsnivå, robuste ferdigheter og gode holdninger skapes gjennom en 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 *Necesses* 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.

Ansatte ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter



Kommandørkaptein
Steinar Nyhamn

Avdelingsleder
steinar.nyhamn@sksk.mil.no

Avdelingsleder for Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter. Bakgrunn fra MTB som skipssjef og skvadronsjef. Masterutdanning innen nautikk fra University of Nottingham. Norsk representant i NATO arbeidsgruppe Navigasjon.



Orlogskaptein
Petter Lunde

Leder simulatorkontoret
petter.lunde@sksk.mil.no

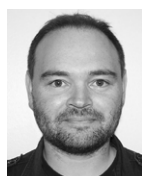
Leder Simulatorkontoret. Utdannet ved Sjøkrigsskolen og studert ved NTNU i Trondheim. Har bakgrunn som NK på MTB og skipssjef på Minerydder. Jobbet ved Navkomp som lærer i 9 år med bruk av simulator i undervisning og forskning, prosjektleder ved anskaffelser av simulatorene og simulatorleder siden 2009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



Orlogskaptein
Frode Voll Mjelde

Simulatoroffiser
frodevoll.mjelde@sksk.mil.no

Jobber til daglig på Simulatorkontoret. Bakgrunn som VTO fra MTB, Kystvakt og Minerydder. 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.



Kapteinløytnant
Magne Bolstad

Hovedinstruktør for
«Militært hurtigbåtkurs»
magne.bolstad@sksk.mil.no

Hovedinstruktør ved Simulatorkontoret. 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 inne Praktisk Navigasjon, ECDIS-kurs, CRM/BRM/ERM-kurs og Militært Hurtigbåtkurs. Studerer for tiden ledelse ved NTNU i Ålesund.



Orlogskaptein
Henning Sulen

Leder undervisningskontoret
henning.sulen@sksk.mil.no

Leder ved undervisningskontoret ved NavKomp. Sjøtjeneste på undervannsbåt, skolefartøy og fregatt med 2 deployeringer til STANAVFORLANT. Utdannet ved Sjøkrigsskolen og tok nylig Master of Science innen nautikk ved University of Nottingham. Underviser i navigasjonsfag og militær navigasjon med fokus på å gjennomføre rutineene, teknikkene og metodene på en enkel måte.



Høgskolelektor
Hans Magne Gløppen

Lærer militær nautikk
hansmagne.gloppen@sksk.mil.no

54 år, arbeidet som høyskolelektor i nautikk ved SKSK siden 2007. Bakgrunn først fra fiskeri, senere som dekksoffiser offshore, surveyor - undervannsoversjåere offshore og som lektor på maritim teknisk fagskole. Maritim kandidat fra NTNU, utdannet dekksoffiser kl 1 fra Fiskeriteknisk høyskule i Ålesund, praktisk pedagogisk utdanning fra høyskolen i Bergen.



Kapteinløytnant
Bård Hess

Lærer militær nautikk
bard.hess@sksk.mil.no

Lærer Militær Nautikk ved Sjøkrigsskolen. Tilbrakte ungdomstiden i oprom på MTB. Gikk ut fra Sjøkrigsskolen i 2006 og tjenestegjorde på Ubåt frem til 2011. Deretter NORTG, SNMG1-stab og utdanning ved University of Nottingham. Begynte ved Navkomp høsten 2015.



Orlogskaptein
Lasse Hiis Bergh

Leder øvingskontor
lasse.hiisbergh@sksk.mil.no

Leder for øvingskontoret. 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.



Kapteinløytnant
Bjarne Haukås

Mønstringsoffiser
bjarne.haukas@sksk.mil.no

Mønstringsoffiser ved øvingskontoret. Hovedansvarsområde er mønstring og støtte til Sjøforsvarets avdeliger i militær navigasjon. Bakgrunn fra Minedykkerkommendoen, Hauk klasse MTB og Skjold klasse kystkorvett. Tar for tiden master i "Management of Demanding Marine Operations" ved NTNU.



Kapteinløytnant
Stig Brandal

Faglærer Militær Navigasjon
stig.brandal@sksk.mil.no

Stig Brandal har hovedsakelig hatt operativ tjeneste på fregatt i perioden 1995-2006. Nautisk utdanning ved Sjøkrigsskolen (1999-2002). Har også tjenestegjort på USS Monterey (US Navy) og som personelloffiser i fregattvåpenet. Har siden 2009 vært ansatt ved Navigasjon Kompetansesenter og har i dag ansvaret for den praktiske opplæringen i navigasjon ved Sjøkrigsskolen.



Orlogskaptein
Stein Egil Iversen

Leder navigasjonssystemkontoret
steinegil.iversen@sksk.mil.no

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



Kapteinløytnant
Øystein Glomsvoll

Lærer navigasjon
oistein.glomsvoll@sksk.mil.no

Lærer i nautikk ved Sjøkrigsskolen. Bakgrunn som skipssjef på Stridsbåt90 og navigator på Skjold-klasse, Minerydder og Nornen-klasse IKV. Begynte på Navkomp høsten 2014 etter fullført MSc. in Positioning and Navigation Technology ved University of Nottingham.



Kapteinløytnant
Odd Sveinung Hareide

Fagleder elektronisk navigasjon
oddsveinung.hareide@sksk.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, gjennomfører for tiden en doktorgrad i nautikk ved NTNU og Universitetet i Tromsø.



Kapteinløytnant
Kåre Schiøtz

Fagleder navigasjonssystemkontor
kare.schiotz@sksk.mil.no

Fagleder navigasjonssystem med fokus på radar. Bakgrunn fra MTB og minevåpenet.



VELKOMMEN TIL NAVCOMP

KL Øystein Glomsvoll
Lærer navigasjon



KL Odd Sveinung Hareide
Fagleder
Navsyskontoret



HLEK Hans Magne Gloppe
Høyskolelektor
Undervisningskontoret



OK Stein Egil Iversen
Fagleder
Navsyskontoret



KL Kåre Schiøtz
Fagleder
Navsyskontoret



Konferanserom



OK Lasse Hiis Bergh
Kontorleder
Øvingskontoret



KL Bjarne Haukås
Mønstringsoffiser
Øvingskontoret



OK Cato Rasmussen
Programoffiser
Vellederkontoret



KL Stig Brandal
Mønstringsoffiser sjo
Øvingskontoret



OK Frode Voll Mjelde
Simulatoroffiser
Simulatorkontoret



KL Magne Bolstad
Hovedinstruktør
Simulatorkontoret



OK Henning Sulen
Kontorleder
Undervisningskontoret



KL Bård Hess
Lærer mil. nautikk
Undervisningskontoret



KL Jarle Johannessen
Studieveileder OM
Vellederkontoret



OK Petter Lunde
Kontorleder
Simulatorkontoret



VK Bratsberg
Lærling
Simulatorkontoret



KK Steinar Nyhamn
Avdelingsleder
Navkomp



Du står her

DEL 1

Militær navigasjon

Veien til vaktsjef

Steinar Nyhamn

Den høyeste stillingen en navigatør kan oppnå er vaktsjef. Denne klareringen kan kun oppnås gjennom et systematisk arbeid innen teori og praksis. Løpet mot dette klareringsnivået starter allerede på skolebenken og ender på en operativ enhet hvor offiseren får en klarering basert på mange og krevende kriterier. Den vanskeligste delen av denne veien til vaktsjef er den delen som skal foregå om bord. Dette er imidlertid også den som er vanskeligst å gjennomføre og den delen som gjøres i varierende grad på våre operative fartøyer. For å sikre den ønskede yteevnen på våre fartøyer må vi sørge for å gjøre dette på en effektiv og kvalitetssikret måte. Dette gjennomføres i dag på forskjellige nivåer, fra veldig bra til under det man bør forvente.



Vaktsjef Bjørne Haukås på broen på KNM Skjold. Foto: Forsvarets mediearkiv



Det sivile motstykket til vaktstjef er styrmann eller overstyrmann som det også kreves lang praksis for å oppnå. Her slutter også likheten. Sjøforsvaret har andre og mer krevende forutsetninger da det er langt mer enn krevende navigasjon som skal trenes. Vi omtaler dette som militær navigasjon og det inkluderer taktikk, navigering under trussel og navigasjonskrigføring hvor fartøyene må fortsette å operere selv uten input fra GPS. Dette innebærer også navigering i alle typer farvann fra 60 knop innaskjærs til det å beherske mørke og ugjestmilde arktiske strøk med dårlige kart og dårlig vær. Militær navigasjon er en støtte til de andre krigførsområdene på fartøyet, noe som gjør at navigatøren også må ha innsikt i disse områdene.

Vaktstjefen er sjefens stedfortreder, noe som gir føringer på hva som må tilegnes av kunnskaper og ferdigheter og ikke minst hvilken tillit som må opparbeides.

Prinsippet for veien til vaktstjef kan beskrives med modellen vist øverst.

Modellen viser en tredeling i veien til vaktstjef. De to første følger et fast innarbeidet mønster og er avgrenset i tid. Det er imidlertid den tredje delen som er den viktigste og den som gjennomføres på mange forskjellige måter.

GRUNNLEGGENDE UNDERVISNING

Det hele starter imidlertid med grunnleggende undervisning. Dette er alle sertifikater både for fritidsbåt og opp til høyeste dekksoffisers sertifikat, D1. Innholdene i kursene eller utdanningen er regulert av norske myndigheter eller den internasjonale maritime organisasjon, IMO. Felles for disse er at de danner kun et generisk grunnlag som ikke gir noe spesifikk kompetanse. Kurs som for eksempel Electronic Chart Display & Information System (ECDIS) og Bridge Resource Management (BRM) er også av generisk natur og danner et fundament for videre utvikling. Sjøforsvaret har besluttet å følge disse sertifikatreglene for våre operative fartøyer. NavKomp gjennomfører alle disse kursene, men har lagt vekt på å tilpasse dem til det militære behovet som gir ekstra godt utbytte for deltakerne.

TYPEKURS

Typekurs er en første innføring i det systemet offiseren skal bruke om bord på fartøyet han skal tjenestegjøre på. Dessverre er våre ulike klasser veldig forskjellige, og selv innen samme klasse kan det være utstyr som ikke er helt likt innen navigasjonsdetaljen. Dette gjør at et typekurs hvor offiseren får en systemforståelse er særdeles viktig. Kurset skal beskrive hvordan systemet er bygget opp, hvordan de forskjellige sensorene er integrert og danner således et grunnlag for å lære seg ytelsen til systemet.

De fleste fartøyer har typekurs, men med større grad av standardisering kunne kanskje dette vært gjennomført på en mer effektiv måte, og muligens deler av kurset for personellet kommer om bord.

KLARERINGSLØP

Den desidert viktigste del av veien til vaksjef er den siste fasen i denne prosessen. På tross av at dette er det viktigste stadiet er det her vi ser de største forskjellene. Det er viktig at denne etappen kvalitetssikres etter felles prinsipper.

Det blir imidlertid gjort mye bra arbeid fram mot endelig klarering selv om ikke det alltid er tilfelle at vaksjefene blir utviklet etter kriteriene for kvalitetssikring som kan være:

- Tydelige krav
Når offiseren starter sin vei mot vaksjef er det særdeles viktig at han vet hva som forventes for at han skal kunne oppnå klarering til vaksjef. Disse må være skriftlige og forståelige.
- Systematisk oppfølging
Planen og kravene må vise hvordan oppfølgingen skal være. Dette kan for eksempel være ukentlige og/eller månedlige tilbakemeldinger som har til hensikt å gi en status i forhold til planen.
- Plan med milepæler
Når kravene er mottatt og forstått må det utarbeides en plan med faste milepæler. Det må være tydelig hva som skal til for å kunne passere en milepæl og gå videre i planen. Det må også føres en logg som viser hva kandidaten har vært igjennom og hvilke tilbakemeldinger som har blitt gitt. Dette er spesielt viktig ved skifte av fartøy.
- Målinger med konsekvenser
Milepælene kan være av forskjellig art og de kan være konkrete målinger eller deleksamener. Det er viktig at målingene blir gjort etter formelle regler slik at synsing unngås.
- Objektivitet
Under evaluering blir kandidaten instruert og evaluert. Det er viktig at dette forgår så objektivt som mulig. I den daglige tjeneste er det urealistisk at det skal være en objektiv tredjepart om bord men det er allikevel viktig at det noen ganger er andre enn de faste medarbeiderne som evaluerer og gir tilbakemelding. Det er helt essensielt at tredjepart deltar aktivt ved målepunkter og klarering slik vi unngår effekten av "bukken og havresekken". Noen våpen har allerede innført at det ikke er skipssjef som har ansvar for den endelige klareringen men har selv sagt ansvar og myndighet til å autorisere offiseren på sitt fartøy når han er klarert. Dette er en god praksis som må innføres på alle enheter.
- Formell utsjekk
Som sagt må alle utsjekkspunkter være av en formell karakter men det er særdeles viktig at den siste og

endelige klareringen til vaksjef blir avsluttet med en endelig formell test, som hvis kandidaten består ender opp i en klarering. På denne klareringen skal det ikke være noen hemmelighet hva en blir målt på.

- NavKoms rolle
NavKomp har som oppgave å samle informasjon og innføre felles generiske føringer innen navigasjon i Sjøforsvaret og Forsvaret. I denne saken ville det være naturlig at NavKomp startet arbeidet med å utforme generiske krav for gjennomføring av typekurs, OJT og klarering av vaksjefer. Dette må selvsagt gjøres i samarbeid med de som har ansvaret. De endelige retningslinjene kan deretter bli publisert i SNP 500.

KONKLUSJON

Kompleksiteten i moderne militære fartøyer gjør at veien til vaksjef ikke er lett. Samtidig er det innført «lean manning» og lite seilas som gjør at denne klareringen må gjøres så effektivt som mulig. Det er derfor ingen vei utenom at klaringsløpet må gjøres om bord i vanlig operativ tjeneste og på simulator. Selv om det gjennomføres i tjenesten kan det ikke være slik at klareringen skjer når skipssjefen synes kandidaten er god nok. Hvis behovet for vaksjefer er stort kan det påvirke beslutningen til skipssjefen. Dette er ikke rettferdig eller riktig og gir ikke den ønskede ytelse.

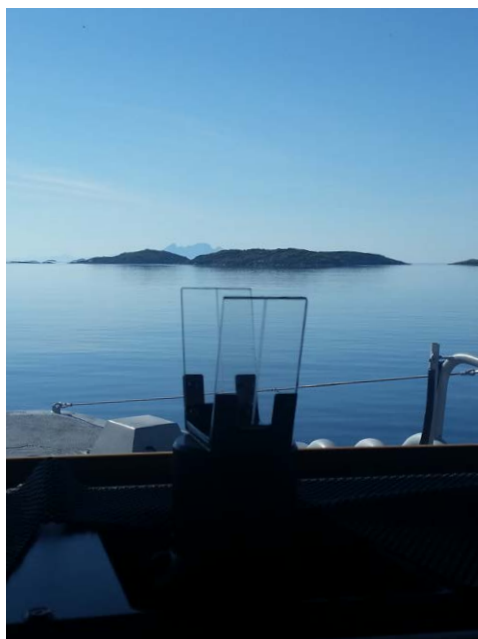
Sjøforsvarets fartøyer må derimot starte en kvalitetssikring som tydelig viser for kandidaten hva som skal til fra første dag til ferdig klarert vaksjef. For å minimalisere ressursene må det utvises kreativitet i bruk av eksterne personer som evaluerer, kanskje mens de likevel er om bord på besøk. På simulator kan viktige og vanskelige elementer trenes på en kosteffektiv måte. Det er allerede i Sjøforsvaret mønster eksempler på hvordan det skal gjøres og disse kan danne en mal slik at det ikke er nødvendig å starte med blanke ark.

I dag er det for store forskjeller på kandidatenes vei mot vaksjef og det kan vi ikke leve med lengre. Dette er mulig å endre, og NavKomp er klar til å ta sin del av ansvaret om denne beslutningen blir tatt! Det trengs kun at det blir besluttet og fulgt opp.

Militær navigasjon - «Gryteklare navigatører ut fra Sjøkrigsskolen»

Stig Brandal

På Sjøkrigsskolen undervises og trenes det langt utover nasjonale og internasjonale krav hva som angår navigasjon i praksis. Målet med faget militær navigasjon er at navigatøren skal kunne navigere like sikkert og like hurtig under alle værforhold med få eller ingen hjelpemidler. Hensikten med all treningen vi legger ned er at kadettene skal kunne bli klarert som vaksjef kort tid etter at de tiltrer om bord etter endt utdanning. Generalinspektøren for Sjøforsvaret ønsker «gryteklare navigatører» uteksaminert fra Sjøkrigsskolen.



*Peilesøylen er primærhjelpemiddel i semester 2
Foto: Stig Brandal*



*Skolefartøyet Nordnes
Foto: Stig Brandal*

Operativ marine (OM)
 Militær navigasjon

VÅR-SEMESTER 0	HØST-SEMESTER 1	VÅR-SEMESTER 2	HØST-SEMESTER 3	VÅR-SEMESTER 4	HØST-SEMESTER 5	VÅR-SEMESTER 6
NAV ØV Grimstadfjord	3 måneder seilas med Statsraad Lehmkühl	Lederskaps- utvikling	Simulatorøving 1	Simulator øving 1	NAVØV Troms	Kveldsseilas nr 1
Simulatorøving 1			Simulatorøving 2	Simulatorøving 2	Simulatorøving 1	Kveldsseilas nr 2
Simulatorøving 2	Lederskaps- utvikling		Kveldsseilas nr 1	Kveldsseilas nr 1	Simulatorøving 2	Helgeseilas
Simulatorøving 3			Simulatorøving 3	Simulator øving 3	Kveldsseilas nr 1	Utplussing
Kveldsseilas nr 1			Kveldsseilas nr 2	Kveldsseilas nr 2	Simulatorøving 3	
Simulatorøving 4			Simulatorøving 4	Simulatorøving 4	Kveldsseilas nr 2	
Simulatorøving 5			Kveldsseilas nr 3	ARPA-kurs	Simulatorøving 4	
Simulatorøving 6			Simulatorøving 5	NAVØV Ryfylke	Kveldsseilas nr 3	
Simulatorøving 7			Helgeseilas	Simulatorøving 5	Simulatorøving 5	
ECDIS-kurs			Simulatorøving 6	Kveldsseilas nr 3	Helgeseilas	
NAVØV Blindleia			Simulatorøving 7	Simulatorøving 6	Simulatorøving 6	
				Helgeseilas	Simulatorøving 7	
				Simulatorøving 7		
				Eksamen	Eksamen	Eksamen
ECDIS-operator	Egentrening i simulator		Optiske prinsipper	Radarnavigasjon	Selvstendig navigatør	Vaktsjef-trening og automasjon

En navigatør i Sjøforsvaret må mestre navigering med svært begrensede hjelpemidler. I moderne navigasjon er radar og GPS de mest brukte hjelpemidlene. Dette er hjelpemidler som er svært sårbare. Vi må anta at en eventuell fiende både har kapasitet til å jamme GPS-signalene og kunne sette GPS-satellitter ut av drift. Videre må det antas at en fiende er i besittelse av peileutstyr som kan lokalisere en navigasjonsradar, men ikke minst missiler som sikter seg inn på utsendelsen av energipulser som enhver navigasjonsradar har. I et krise- eller krigsscenario vil det dermed være aktuelt med hensyn til egen sikkerhet å verken benytte seg av GPS eller navigasjonsradar.

Faget militær navigasjon på Sjøkrigsskolen går over fem av de syv semestrene navigatørene utdannes på. På timeplanen er det fire timer trening i simulator annenhver uke. I tillegg seiler elevene ved operativ marine (navigatørene) skolefartøyene både på kveldstid, i helger og på lengre navigasjonsøvinger langs norskekysten.

SEMESTER 1 – SJØMANNSKAP OG KUNNSKAP OM DET ELEKTRONISKE KARTET

Det første semestret er det fokus på sjømannskap og ECDIS (Electronic Chart Display and Information System). Her trenes det shiphandling, planlegging av innenskjærs seilas, samarbeid mellom kartleser og navigatør og enkle optiske navigasjonsprinsipper som stevning og posisjonering. Allerede første uken på

Sjøkrigsskolen kastes elevene inn i sin første navigasjonsøving, navigasjonsøving Grimstadfjord. Her blir eleven kjent med navigasjonssimulatoren og skolefartøyene. På denne øvingen fokuseres det på sikkerhet og sjømannskap. Elevene får også sitt første møte med ECDIS og enkle navigasjonsprinsipper. Som avslutning på semesteret har elevene ECDIS-kurs. Etter en uke på kurs hvor de får dypgående kunnskap om det elektroniske kartsystemet seiler elevene fra Bergen til Oslo med skolefartøyene. På navigasjonsøving Blindleia, som denne seilasen er døpt, får de praktisere bruk av ECDIS, samt trent på rollen som navigatør. Her dannes grunnlaget for videre fordykning som kommer i de kommende semestrene.

SEMESTER 2 – OPTISK NAVIGASJON

I semester nummer to skal elevene spesialiseres på bruk av peilesøylen og baugen som primær orientering i farvannet. Gamle optiske metoder som halvstrek og stevning er basisen for kontrollmetoder, i tillegg til posisjonering med firestrek og krysspeilinger. Stoppeklokken og måling av beholden fart brukes som erstatning for eller kontroll av logg. Tidlig i semesteret gjennomfører de navigasjonsøving Stadt som er seilas i ledene mellom Bergen og Stadt. Her drilles det på alle optiske kontrollmetoder og posisjonering. Semesteret avsluttes med praktisk eksamen i navigasjonssimulator.



I semester 3 må navigatørene sitte bak et forheng på skolefartøyene for å bygge opp tillit til radaren. Foto: Katrine Austgulen

SEMESTER 3 – NEDSATT SIKT

I semester nummer tre trenes det utelukkende med radar og stoppeklokke som navigasjonshjelpemiddel. I simulator seiles det med 100 meter sikt og om bord i skolefartøyene blokkeres utsikten til navigatøren med gardiner. Her tvinges elevene til å navigere i alle de kjente radarmodene (North-up, Course-up) både i relativ og true motion. På denne måten får de god innsikt i fordeler og ulemper med de ulike mulighetene og begrensningene som er i en navigasjonsradar. Videre må de vise at de behersker å seile med radar Head-up, en nødmode hvor radar har mistet input fra alle andre sensorer. Navigasjonsoving Ryfylke er en ukeseilas i nettopp Ryfylke, et eldorado for radarnavigasjon med ferger og hurtigbåter som seiler på kryss og tvers mellom alle øyene nord for Stavanger. Også dette semesteret avsluttes med praktisk eksamen i navigasjonssimulator.

SEMESTER 4 – SELVSTENDIG NAVIGATØR

I dette semestret er målet at kadettene skal være selvstendige og kunne ivareta navigasjonssikkerheten selv. De skal primært navigere optisk (som i semester tre), men med støtte i radar som en ekstra sikkerhet. Videre er det spesielt fokus på nattnavigasjon med maksimal utnyttelse av lyktesektorer og hurtigbåtblinker for å ha kontroll på alle farer. Semesteret starter i august med seilas tur-retur Tromsø fra Haakonssvern i Bergen. Det

navigeres primært i 24 knop, og kadettene må lære seg god struktur og arbeidsmetodikk for å ivareta navigasjonssikkerheten. Semesteret avsluttes med to eksamener i navigasjonssimulator, hvorav den ene seilassen er i mørke.

SEMESTER 5 – FULL UTNYTTELSE AV NAVIGASJONSSYSTEMET

Kadettene første møte med GPS som hjelpemiddel kommer i semester fem. I alle foregående semestre har kadetten måtte klare seg uten. Det har i praksis betydd at selv i det elektroniske kartet må kadettene posisjonere seg manuelt (dead reckoning). I semester fem skal kadettene utnytte ECDIS med alle tilgjengelige sensorer fullt ut. Dette er en stor overgang for elever som har kontrollert seilassen med stoppeklokke og peilesøyle i fire semestre. Videre er det lagt vekt på trening med autopilot og banestyring.

KAN VI LEVERE NOE MER ENN «GRYTEKLARE NAVIGATØRER»?

Generelt er tilbakemeldingene fra Sjøforsvarets skipssejfer at kadettene som kommer ut til tjeneste har meget gode ferdigheter i navigasjon, men at vi bør vektlegge mer trening i sjømannsskap og på funksjonen som vaktsejfer. Basert på disse tilbakemeldingene har vi det siste året forsøkt å vektlegge dette mer, men ikke på bekostning av navigasjonsfaget. Vi håper grepene viser resultater, men det er begrenset hva vi får til med de ressursene vi har. Skolefartøyene er ikke optimale for øvelser som for eksempel ankring eller sleping. Selv å fortøye dagens skolefartøyer byr på små utfordringer i forhold til sjømannskap da skolefartøyene ikke er særlig store. For å ta steget videre må vi børste støv av prosjektet «Nytt stort skolefartøy», samt øke volumet av øvelser. Kanskje kan Sjøkrigsskolen en dag levere noe mer enn «gryteklare navigatører»?



Kvarven og Nordnes på helgeseilas. Foto: Stig Brandal

Fokus på militær navigasjon

Bjarne Haukås

En del av besetningene på fartøyene i Sjøforsvaret må ha høyere fokus på militær navigasjon. Det handler om å forholde seg til den profesjonen vi er en del av og å skape de holdningene som er nødvendige for å kunne gjennomføre kvalitativ trening. Målet må være å nå de kravene som faktisk foreligger og dermed øke ytelsen og effektiviteten i navigasjonsteamene vi er en del av. Hovedmålet er å kunne løse pålagte oppdrag under vanskelige forhold på en krevende kyst, samtidig som at sikkerheten ivaretas.

Det pågår en rivende teknologisk utvikling innenfor navigasjonsfaget. Den tekniske nyvinningen som sterkest utfordrer tradisjonell navigasjon er innføring av ECDIS. Bruken av elektroniske kart med et symbol som viser hvor du er i verden har ført til mindre fokus på grundig planlegging og optisk kontroll av seilassen. I tillegg er det en påstand at navigatørene er mindre aktive på vakt, med de farene det medfører, når de har en forestilling om at det er tilstrekkelig å følge med på symbolet i kartmaskinen.

I dag får vi presentert plottet vårt elektronisk i stedet for med et blyantkryss i et papirkart og symbolet i ECDIS blir oppdatert hyppig med en nøyaktighet på fem til ti meter. Eller blir den det? Kan vi stole på systemet til enhver tid? Har vi fokus på å kontrollere det, og hvordan kan vi kontrollere det? Kan vi miste signalet til GPS? Kan vi miste radar på grunn av tekniske problemer eller operasjonelle begrensninger? Det er mange spørsmål med minst like mange svar. En fellesnevner for svarene synes å være et behov for fornuftige og anvendbare kontrollmetoder som fører til sikker og effektiv navigasjon. Senest i uke 14 2016 gikk et fartøy på grunn i Ulvsundet fordi mannskapet utelukkende fulgte med på ECDIS, som viste feil posisjon, i stedet for å kontrollere seilassen i forhold til virkeligheten utenfor frontruten.

Navigasjonskompetansesenteret (Navkomp) ved Sjøkrigsskolen (SKSK) skal på vegne av Generalinspektøren for Sjøforsvaret (GIS) følge opp at navigasjon i Sjøforsvaret foregår innenfor gitte retningslinjer for å ivareta navigasjonssikkerheten. For å ivareta denne i en operativ kontekst er det viktig at Sjøforsvarets navigasjonsteam er i stand til å gjennomføre militær navigasjon med alt hva det innebærer.

Gjennomførte mønstringer av Sjøforsvarets navigasjonsteam har avdekket store forskjeller i tilnærming til utførelsen av faget og i hvordan fartøyene følger opp retningslinjene som foreligger. I denne artikkelen vil vi se litt på hva som kanskje kan være bakenforliggende årsaker til at noen team ikke presterer i forhold til Sjøforsvarets krav og forventningene, samtidig som vi beskriver mandatet som er tildelt Navkomp i denne sammenheng.

MANDAT

En av rollene til øvingskontoret ved Navkomp består i tilrettelegging for veiledning og eksaminering i militær navigasjon for Sjøforsvarets enheter. Kontoret består av tre mann som ut fra fartøystyper som skal mønstres, låner personell fra andre kontorer ved behov. På en mønstring forholder Navkomp seg til retningslinjer gitt ut av Sjefen for Kysteskadren og Sjefen i Kystvakten. Navigasjonsbesetningene og fartøyene blir målt ut fra

NAVIGASJONSTEKNISKE FAKTORER				MENNESKELIGE FAKTORER
KART-GRUNNLAG	SENSOR/SYSTEM	TYPE AUTOMASJON	KONTROLL-MODE	SAMARBEID
Sist oppdatert? ENC eller RNC? Målestokk? Nøyaktighet ENC? T/P rettelser	<u>Sensor:</u> Posisjonssensorer Headingsensorer Fartssensorer Dybdesensor Andre sensorer <u>System:</u> Signaldistribusjon Konsollkonfigurasjon Redundans Integrasjon mot andre system ECDIS Hardware Software	<u>Autopilot:</u> Banestyling Waypoint-styring Heading-styring Kurs-styring Curved EBL <u>Manuell</u> Rorordrer	Farvann? Trafikk? Lys/mørke? Sikt? 3 moder: Optisk Radar Kombinasjon optisk/radar	+ Rolleavklaring Kommunikasjon Situasjonsbevissthet Søvn Aktivitetsnivå Forberedelser Forventninger Humør/væremåte Alder/grad Arbeid i team Støtte hverandre i teamet Fokus på nåværende rolle

Faktorer som påvirker navigasjonsteamet

retningslinjer og krav gitt i SNP 500. Denne publikasjonen dikterer retningslinjer for utøvelsen av navigasjon i Sjøforsvaret.

UTFØRELSE AV MØNSTRING OG OPPØVINGSSTØTTE

Navkomp er i direkte dialog med fartøyene og deres respektive koordinatører for å komme om bord for å støtte eller eksaminere et fartøy. Avdelingen har de senere årene hatt et sterkt fokus på å utvikle fartøyenes ferdigheter innen praktisk navigasjon. Dette kan i noen grad ha gått ut over kontroll av de teoretiske kunnskapene, men vi mener observasjon av de respektive navigasjonsteamene har gitt tilstrekkelig grunnlag for å vurdere deres teoretiske kunnskaper. Selv under mønstring fortsetter vi med veiledning og utvikling av ferdigheter for å oppnå en kosteffektiv kombinasjon.

Når vi har en støttende funksjon blir det gjennomført undervisning innenfor utvalgt teori, navigasjonsutstyr og etter fartøyenes konkrete behov, mens vårt hovedfokus hele tiden vil være planlegging av seilas, bruken av navigasjonsprinsipper i praksis, forståelsen av det relative bildet rundt fartøyet og bevissthet på systemets og teamets ytelser. I tillegg blir det gjerne holdt leksjoner angående tekniske temaer. Figur 1 gir et oversiktsbilde over faktorer vi vurderer ved en mønstring.

RESULTATER AV MØNSTRINGER FRA HØSTEN 2013 TIL VÅREN 2016

Gjennom de siste tre årene er det gjennomført 25 mønstringer og remønstringer. Blant disse mønstringene var resultatet at syv fartøyer fikk vurderingen ikke bestått. I tillegg måtte noen mønstringer omgjøres til støtte da det tidlig ble avdekket at fartøyene ikke hadde tilstrekkelig nivå for å gjennomføre en mønstring med et positivt resultat. I disse tilfellene burde besetning, skipssjefer og våpensjefer innsett dette på forhånd og bedt om støtte fra Navkomp i forkant av mønstringsperiode. Av de fartøyene som har hatt støtte på forhånd er det kun ett fartøy som ikke har oppnådd tilfredsstillende resultat.

Det finnes flere årsaker til at fartøy ikke består navigasjonsmønstringer. En av disse er ferdighetsnivået, som gjerne er den mest synlige faktoren. Det som ikke er like synlig er de bakenforliggende årsakene til at ferdighetsnivået er for lavt, noe som bør få økt oppmerksomhet ute i avdelingene. Flere år med mønstringer og oppøvningsstøtte har avdekket noen trender og mulige årsaker til dette. Dette innlegget setter søkelyset på (1) ferdigheter, (2) planlegging, (3) profesjon og kultur, (4) seleksjonsgrunnlaget, (5) trening og øving og (6) holdninger.



Øverst: Skolefartøyene Kvarven og Nordnes. Foto: Sjøkrigsskolen
Nederst: Radarnavigering på skolefartøyene. Foto: Katrine Austgulen

FERDIGHETER

Den ferdigheten vi mener det slites mest med er evnen til forberedelse som gjenspeiler seg i planleggingsfasen. Å opparbeide seg et tankesett og forståelse for militær navigasjon begynner ofte med gode forberedelser. Å forberede militær navigasjon krever opplæring. Fartøy som ikke består mønstring har få hensiktsmessige planer for hvordan man skal forberede seg til gjennomføring av militær navigasjon. Det utvises samtidig en manglende kunnskap i militære navigasjonsprinsipper samt at det mangler forståelse for hvordan en navigasjonsplan skal følges opp i praksis. De fleste navigatører kjenner prinsippene for forberedelser, men manglende opplæring og øvingstid gjør at de ikke utnyttes godt nok i praksis. Når øvingsnivået mangler reduseres også den kognitive kapasiteten til å fokusere på viktige aspekter som det relative bildet rundt fartøyet, monitorering av broteamets og navigasjonssystemets ytelse, i tillegg til å ivareta andre vaktsejfsfunksjoner.

Det å kunne tenke høyt og kommunisere det relative bildet i tillegg til å overvåke teamets prestasjoner bør være et øvingsmål i seg selv. De navigasjonstekniske faktorene i figur 1 må læres, forstås og utnyttes for å forsterke kapasiteten på samhandling i broteamet. Et annet hovedemne vi etterlyser er bedre kunnskap

om, og et høyere fokus på de fire fasene i navigasjon. Forberedelsesfasen, tørnfasen, kontrollfasen og transittfasen bidrar til å sikre god organisering ved utføring av navigasjon om bord. Det er sentralt at alle navigatører i Sjøforsvaret forstår viktigheten og innholdet av disse fasene. Et bevisst forhold til gjøremålene i de fire fasene, sammen med god kommunikasjon bidrar til å øke navigasjonssikkerheten.

PLANLEGGING

Sjøforsvarets fartøyer og besetninger har lange tradisjoner innenfor navigasjonsfaget, både med bruk av tradisjonelle navigasjonshjelpemidler og nye teknologiske hjelpemidler. For ti år siden var det få fartøyer som hadde installert ECDIS. Fregattvåpenet fikk godkjent ECDIS med Nansen-klassen og MTB-våpenet fikk godkjent ECDIS ved innføring av Skjold-klassen. Første ubåt fikk ECDIS installert i 2015. For stridsbåtene er det et pågående prosjekt å få installert ECDIS i disse dager. Det er med andre ord kun kort tid siden seilassen ble presentert og plottet frem i et papirkart fremfor elektronisk, slik det blir i dag. Det hersker ikke tvil om at ECDIS er en fantastisk plotter og holder et svært godt bestikk, men det fratar ikke enhver navigatør i Sjøforsvaret kravet om å planlegge seilassen sin på en måte som gjør at de kan kontrollere seilassen, systemets ytelse og at bestikket faktisk henger med i virkeligheten. Forutsetningen for at ECDIS holder et godt bestikk er at GPS-systemet fungerer. Derfor må det utvikles holdninger som medfører at alle navigatører planlegger i forhold til prinsippet om hva som setter klar farer ved optisk nattseilas.

Planlegging av seilassen er noe av det viktigste en navigatør gjør. Gjennom planlegging oppnås kunnskap om farvannet og forståelse for bruken av prinsipper. Alle navigatører bør planlegge sine egne ruter og som et minste felles multiplum gjøre seg kjent med ruten som skal seiles. Det viktigste i så måte er å identifisere det mest krevende farvannet og avklare hvilke optiske prinsipper som setter fartøyet klar av farene ved nattseilas.

I planlegging av seilas skal det alltid legges vekt på å planlegge for "elektronisk posisjonering med optisk kontroll (natt)". En god plan vil sette navigatøren i stand til å seile en planlagt rute selv uten tilgang på hjelpemidler som GPS eller radar. Når vi besøker fartøyer i Kystvakten eller Marinen er det fartøyene med lavt fokus på planlegging etter tradisjonelle navigasjonsprinsipper som presterer dårligst. Navkomp har dermed høyt fokus på at teamene skal kunne presentere en god plan hvor navigatørene har et forhold til potensielle farer og hva som setter klar av dem. Det er med andre ord fokus på hindringer og hjelpemidler.

Selv for fartøyer som er mye ute i åpent hav er det mulig å trene på innenskjærs navigering. Dette kan gjøres ved

at en person planlegger en rute innskjøers og argumenterer for sine valg overfor de andre navigatørene ved en samling i operasjonsrom. På denne måten økes kompetansen på alle i navigasjonsteamet og det bidrar til å utvikle et profesjonelt tanke sett rundt optisk planlegging av seilaser.

PROFESJON OG KULTUR

Som nevnt er ferdigheter og forståelse det vi måler nivået på, og slik må det også være. Regelverk i form av instruksjoner som stiller krav og hva som forventes av navigasjonsteamene ligger fast. Besetningene må ha større fokus på å identifisere hva de ikke kan i henhold til kravene og gjennomføre realistiske treninger for å oppnå den dyktigheten som militær navigasjon krever. Dette kommer ikke av seg selv slik at det må prioriteres tid til dette på lik linje med andre oppgaver.

I Sjøforsvaret skal vi utvikle profesjonelle navigatører med en troverdig holdning til hvordan en brovakt gjennomføres. Militær navigasjon er en profesjon vi rett og slett ikke har råd til å miste. Å forholde seg til et elektronisk plott er ikke godt nok. Mange spør seg hvorfor vi må dette. Argumentene imot er gjerne at Kystverket er i ferd med å slukke lykter da de er dyre i drift. Et annet argument er at det ikke er tid sett opp mot andre prioriterte oppgaver. Prioriteringskonflikter oppstår både fra operasjonsstaber og internt på fartøyene. Operasjonsområdet for mange fartøy, spesielt ytre kystvakt, medfører liten tid til trening på navigasjon. Fartøysbesetningene må begynne å konsentrere seg mer om hvilket regelverk som foreligger og hvordan de kan trene for å følge dette opp på best mulig måte. Det er generelt ikke holdbart å unnskylde seg med at en ikke har tid. Måltrett arbeid for å ta ut navigasjonspotensialet i besetningene er det som skal til. Vi må alle ta inn over oss at vi jobber i en profesjon som krever spesielle ferdigheter når situasjonen dikterer det. En slik ferdighet er militær navigasjon.

Det er et sjefsansvar å identifisere kompetansegap i sin besetning og forespørre ressurser for å kunne gjennomføre tilstrekkelig kvalifisert trening.

I tillegg til tekniske utfordringer, som kan skyldes at vi har fått en treffer, jobber alle som er i Sjøforsvaret innenfor en profesjon hvor vi kan bli pålagt ikke å ha utsendelse på radar, for eksempel for å unngå å bli dekkert av fienden. Vi kan utføre operasjoner i et miljø hvor GPS-signaler ikke er tilgjengelige, enten fordi en potensiell fiende har satt systemet ut av funksjon eller vår egen kommando velger å gjøre signalene utilgjengelige for å forhindre at andre kan benytte seg av dem. Det er forbausende enkelt å jamme ut et GPS-signal. Selv innretninger på land og i biler kan forstyrre signalet tilstrekkelig til at påliteligheten reduseres eller bortfaller. Disse eksemplene bør være gode nok argumenter for at vi fremdeles skal kunne navigere i optisk

kontroll uavhengig av om elektroniske hjelpemidler er tilgjengelig eller ikke.

I mangel av en optimal kultur vil kvaliteten på den enkelte navigatør eller på de enkelte teamene være svært avhengig av de kravene som stilles fra skipssjef. Hvis skipssjef har lite fokus på navigasjon og heller ikke har en nestkommanderende eller navigasjonsoffiser som bryr seg om navigasjonsfaget, er det vanskelig å tilegne seg og opprettholde nivået som kreves. Dette fenomenet kan kalles en systemfeil i organisasjonen og det krever mye fra ledelsen på de respektive fartøyene og ledelsen fra sentralt hold for å snu et handlingsmønster eller en bestemt oppfatning i organisasjonen.

Fokuset til alle sjefer bør være å kunne løse pålagte oppdrag under alle forhold, og til enhver tid tenke sikkerhet. Dette betyr at det må fokuseres på riktig trening i tilstrekkelige mengder i militær navigasjon. Før vi kommer inn på trening vil vi se nærmere på seleksjon av personell til stillinger som krever navigasjonsutdanning.

SELEKSJON

Seleksjon og plassering av personell på fartøyer og i riktige stillinger henger nøye sammen med kultur. Det første leddet i en ansettelsesprosess er å velge personer ut fra et kompetansebehov. Personell blir gjerne ansatt ut fra formelle krav og det er opp til avdelingene å tette kompetansegap som foreligger i forhold til krav og operasjonsmønster.

I Sjøforsvaret er det variasjon i hvor det rekrutteres fra. Marinen henter mye av sitt personell direkte fra SKSK. Sjøkrigsskolen har høyt fokus på navigasjon i optisk kontroll mode og radar kontroll mode. Det blir skilt mellom modene i forskjellige semestre for det hele blir satt i sammenheng i siste semester. Rekrutteringen er gjort gjennom SKSK over lang tid slik at det er etablert en sterk kultur for hvordan militær navigasjon skal gjennomføres. I tillegg til selve rekrutteringen vil hver enkelt navigatør gjennomføre en eller flere klareringer i sitt karriereløp, noe som sikrer nivået over tid. Personell som går hele løpet til sjef tar med seg kulturen de er innlemmet i, noe som sikrer kvalitet i holdningene til militær navigasjon.

I Kystvakten er det en sterkere tradisjon for å rekruttere fra sivile fagskoler eller høyskoler. Ved disse institusjonene er det et mye lavere fokus på navigasjonsmetodene som predikeres på SKSK og som Sjøforsvarets avdelinger er pålagt å beherske. Dette skaper naturligvis utfordringer i forhold til det kompetansenivået vi ønsker at alle navigatørene i Sjøforsvaret skal inneha. Personell ved disse avdelingene har også et karriereløp som kanskje innebærer at de blir sjef. Men for de blir sjef er de inntil mange stillinger som innebærer at de går navigasjonsvakter og går gjennom en eller flere klareringer.



Fra indre kystvakt sin hurtiggående patruljebåt (HPB). Foto: Bjarne Haukås

På enkelte fartøy er kanskje ikke klareringsprosessene like krevende eller gjennomtenkte som på andre fartøyer. Dette medfører at de som skal lære opp personell selv ikke er tilstrekkelig opplært, noe som igjen medfører en ond sirkel. Oppfølging av kravene forvitres dermed gradvis til kompetansen er borte, eller at ledelsen ikke evner å motivere personellet til å opprettholde den. Når kompetansen er borte eller kun tilgjengelig i begrenset grad reduseres fartøyet ferdighetsnivå dramatisk, noe som går utover navigasjonssikkerheten.

Når slike forhold oppstår i en avdeling er det svært vanskelig å opprettholde et profesjonelt nivå på alle fartøy og i alle besetninger. Litt av poenget er at navigasjonsteamene kan navigere, men de må introduseres for verktøyene som militær navigasjon innebærer og det må øves på de metodene som er nødvendig for å navigere sikkert og effektivt samt at forståelsen av planleggingsfasen må forsterkes.

TRENING/ ØVING

Gjennom mønstringer og støtte på fartøyene er det avdekket at manglende trening og manglende kontinuitet på øvelser og trening gjør navigasjonsteamene usikre. Utgangspunktet for en god treningsøkt er alltid å ha en god plan. Noe av det viktigste med trening er å ha et mål og en hensikt slik at det er mulig å måle nivået

i forhold til kravene sett opp mot potensialet. Det er nødvendig å analysere de dokumentene som krever noe av oss og trekke ut essensen for å legge opp treningen. Det er viktig å øve så realistisk som mulig. Dette kan innebære at den som trenes ikke har radaren tilgjengelig, eller at radaren stilles inn på en skala hvor en mister navigasjonsoversikten men likevel ivaretar sikkerheten. Samtidig bør også ruten i radaren fjernes for ikke å ha den å støtte seg på. I det miljøet det forventes at vi som offiserer skal kunne operere er det ikke usannsynlig å miste GPS signalet og dermed må det også øves uten denne tilgjengelig. Med fornuftige planer etter optiske prinsipper er det uproblematisk å seile sikkert selv med bortfall av GPS og andre hjelpemidler. Når GPS-signalet ikke er tilgjengelig kan heller ikke sjefene benytte seg av denne typen kontroll og de bør dermed trene på kontroll av seilassen ved å overvåke kommunikasjonen og selv vite hvor begrensningene i farvannet ligger.

I april 2016 mønstret Navkomp Kv Njord i navigasjon. De hadde gjennomført forbillidlige forberedelser uten at Navkomp var involvert. De hadde identifisert øvingsbehov og iverksatt realistisk trening for å øke forståelsen for militær navigasjon. De trente for eksempel radar-navigasjon ved å dekke til ventilene. Denne typen realistisk øving er prisverdig og den er fullt mulig å gjennomføre samtidig som sikkerheten ivaretas.

Det er med andre ord viktig å definere hva som skal trenes, hvem som skal trenes og hvilke sensorer som skal være tilgjengelig. Navkomp forventer at navigatører i Sjøforsvaret kan seile et fartøy sikkert fra A til B selv med bortfall av navigasjonssensorer. Dette betyr at sjefen må legge opp treningen etter disse forventingene, som er basert på kravene oppstilt i gjeldende instruksjoner innenfor navigasjonsfaget.

HOLDNINGER

Etter å ha lest artikkelen kan det kanskje virke som om det står dårlig til med navigasjonsdetaljene i Sjøforsvaret. La oss understreke at slik er det ikke, men vi ønsker å få dradd med oss hele gjengen i riktig retning. Gjennomføring av militær navigasjon på en profesjonell måte er nødvendig sett i relasjon til vår profesjon og det er meget tilfredsstillende å mestre dette faget på vår svært krevende kyst.

Sjøforsvaret trenger en positiv holdning til navigasjonsfaget i forhold til hvordan vi opptrer ute på avdelingene. Navkomp ønsker selvfølgelig å være en pådriver for å utvikle et profesjonelt tankesett rundt planlegging av ruter og praktisk gjennomføring av seilas. Uavhengig av vår rolle må besetningene gjøre jobben selv. Det er viktig å utnytte den kompetansen som finnes om bord. Navigasjon er ikke vanskelig, men det krever trening for å øke forståelsen. Det er viktig at sjefene på fartøyene motiverer til militær navigasjon og faktisk krever at navigasjonsteamene er på et akseptabelt nivå. Dette må sjekkes ut i forbindelse med vaktstjefklareringer. Videre er det viktig at hver enkelt navigatør tar en realitetssjekk på om de tilfredsstiller kravene som stilles eller om det må gjennomføres trening på forskjellige ferdigheter. Det er videre viktig at de kommuniserer hvilke behov de har overfor ledelsen.

Til slutt er det sentralt at de respektive fartøyene får tid til å øve på navigasjon. Øverste ledelse har et ansvar for å avsette tilstrekkelig tid for å kunne tilfredsstille kravene i de instruksene som er gjeldende. Det er like fullt nødvendig at vaktstjefer på vakt som forflytter fartøyet sitt innenskjærs benytter tiden aktivt til å trene på identifiserte kompetansegap.

FREMTIDEN

Øvingskontoret ved Navkomp ser på muligheten for å arrangere et generisk vaktstjefkurs som baserer seg på militær navigasjon. Vi ser at personell som gjennomfører hurtigbåtkurs får økt forståelse for hva kommunikasjon og militær navigasjon innebærer. Navkomp har både simulatorsystemer og skolefartøy som er velegnet for å arrangere denne typen kurs. Kurset vil i første rekke rette seg mot personell som har en sivil navigasjonsutdanning.

Bruk av simulator for øving og trening er et viktig element for å øke kunnskap og ferdigheter i navigasjon og kan anbefales på det sterkeste. Selv om broene ikke

nødvendigvis har de samme systemene som om bord er vi overbevist om at avdelingene vil oppleve trening i simulator som verdifull.

Prioritering av tid for å løse pålagte oppdrag og samtidig gjennomføre hensiktsmessig trening innenfor respektive detaljer krever kløkt og klokskap. Fremfor alt krever det bevissthet og selvinnsikt i hvor skoen trykker, og ikke minst gode holdninger og profesjonalitet for å løse utfordringene. Hvis det ikke finnes tid utenom de ordinære sjøvaktene bør i alle fall disse utnyttes til individuell utvikling. Dette krever bevissthet om hva som skal være øvingsmål for hver vakt.

Øvingskontoret vil fortsatt ha et høyt fokus på å gi støtte til de avdelingene som ønsker det. Samtidig ser vi at det finnes mye kompetanse på fartøyene allerede, men potensialet må utnyttes bedre ved at en utvikler et tankesett og gjennomfører realistiske øvelser som er relatert til kravene som eksisterer. Kv Njord var et eksempel til etterfølgelse for realistisk trening før sin mønstring i april 2016. Det er mange andre fartøy som gjennomfører tilsvarende trening og dermed oppnår et godt nivå innenfor militær navigasjon. Navkomp ønsker å bidra til å fjerne eller å redusere frykten for militær navigasjon, og å vekke interessen for navigasjonsfaget for alle Sjøforsvarets fartøy. Militær navigasjon er en profesjon som vi ikke har råd til å miste. Dette må sees opp mot hvilket yrke vi er i og hvilken jobb vi i ytterste konsekvens skal kunne utføre. Å beherske navigasjonsfaget på denne måten er både gøy og tilfredsstillende samtidig som at sikkerheten om bord blir langt bedre ivaretatt.

Avdelingene oppfordres til å benytte Navkomp i oppøvingsfasen ved behov, men det viktigste er kanskje å utnytte de ressursene som allerede finnes i de respektive besetningene. Kravene til utøvelsen av navigasjon i Sjøforsvaret ligger fast. Alle avdelinger oppfordres til å se på mulighetene i stedet for begrensningene.

God trening og god seilas.

Militært hurtigbåtkurs inkludert BRM og ERM

Magne Bolstad

Å seile et hurtiggående fartøy kan være svært krevende og medføre stor risiko for både materiell og personell. Alle som skal føre hurtigbåt bør derfor være godt trent i navigasjon, kommunikasjon og teamwork. Militært hurtigbåtkurs søker derfor å gi personell som tjenestegjør på hurtigbåter et solid grunnlag for å beherske fremføring av hurtiggående fartøy på en trygg og sikker måte.



Haarek-klasse



Militær RHIB



Kystvaktens HPB

HVA ER MILITÆRT HURTIGBÅTKURS?

I Forsvaret har vi i dag svært mange hurtiggående båter. Alt fra RHIB'er, Sjøbjørner og Goldfish til Kystvaktens HPB'er og Sjøheimvernens FBF'er. Fartspotensialet er fra 20 knop til 60-70 knop. På større fartøy i Marinen og Kystvakten har det lenge vært fokus på at man må ha sertifikater for å kunne seile som selvstendig vakt-sjef på bro. De fleste fartøystypene har i tillegg et klare-ingsregime bestående av navigatørklarering, vakt-sjefs-klarering og sjefsklarering, der man må bevise at man behersker navigasjon og ledelse av et mannskap. Men hvilken klarering og opplæring gir man til mannskapet som går om bord i en RHIB eller en HPB?

Militært hurtigbåtkurs er et tilbud til de som skal føre et av Forsvarets hurtiggående fartøy og som ønsker å lære om grunnleggende navigasjonsteknikker for hurtigbåter, samt hvilke forhold som påvirker mennesker og om teamledelse. Kurset har eksistert lenge, men ble revidert i 2013 til å inneholde både navigasjon og CRM, og tilfredsstillende i dag Sjøfartsdirektoratets emneplan for hurtigbåt. Etter bestått kurs kan man søke om kvalifikasjonsbevis for navigatører på hurtiggående fartøy (forut-satt at andre krav til sertifikater er tilfredsstillende) og kurset tilfredsstillende samtidig IMO og Sjøfartsdirektoratet sine krav til ERM/BRM-kurs.

Kurset består av teori innen optisk navigasjon, radar-navigasjon, navigasjonssensorer (GPS, kompass, farts-logg osv.) og planlegging av seilas, i tillegg til praktisk gjennomføring og øvelser i simulator. I løpet av kurset får elevene ca 28 timer i simulator med instruktør som gir veiledning og tilbakemelding. Videre inneholder kurset, som nevnt tidligere, ERM/BRM-teori om men-neskelige faktorer, kommunikasjon, koordinering, rol-leavklaring, team-ledelse osv. Kurset baserer seg på fulle dager med lange kvelder, og varer i én uke.

HVEM BØR DELTA PÅ MILITÆRT HURTIGBÅTKURS?

Kurset er laget med utgangspunkt i «Forskrift om kvali-fikasjoner og sertifikater for sjøfolk»¹ § 65 som sier at skipsfører, styrmenn, vakthavende offiser og andre sjøfolk som har sin tjeneste på bro under fart på et hurtiggående fartøy skal ha gjennomført og bestått hurtigbåtkurs. NavKomp anbefaler at alle som har en funksjon ombord på en hurtigbåt gjennomfører dette kurset, enten man er navigatør, rommann, maskinist, skytter eller dekksmannskap. Formålet med kurset er å gjøre alle som seiler hurtigbåter bevisst den fare det medfører å seile fort i den norske skjærgården, og hvordan denne risikoen kan håndteres på en trygg måte. Små hurtigbåter seiles ofte med få personer i teamet og etter NavKomp sin mening så bør alle om bord kunne bidra inn i navigasjonsteamet slik at far-er og feil unngås eller oppdages i tide. Det er viktig å ikke bare tenke på hva som kreves av papirer i lover og forskrifter, men også tenke på hvem som skal ombord og hvilke funksjoner som skal fylles. Tenk heller på hvem som har behov for hurtigbåtkurs enn hvem som har krav til hurtigbåtkurs. Til nå har vi hatt deltagere fra Kystvakt, MDK, SHV, MJK, Ingeniørbataljonen, Politiet og Brannvesenet og tilbakemeldingene fra elevene har til nå vært udelt positive. Personellet har tjenestegjort på alt fra små RHIB'er til større hurtig-gående fartøy. Det eneste kravet NavKomp stiller for å få plass på kurset er at elevene som et minimum har båtførerproven.

HVORFOR DELTA PÅ MILITÆRT HURTIGBÅTKURS?

Forsvaret har som nevnt tidligere mange forskjellige hurtiggående båter, i ulike størrelser og til dels til ulike formål. Sjøforsvarets større fartøy har gjerne en eller flere

¹ FOR-2011-12-22-1523



Goldfish



Nansen og Goldfish

hurtiggående lettbåter ombord som brukes til mange forskjellige formål. I operasjoner, øvelser og patruljer kan det kreves at disse båtene skal operere i mørke, dårlig vær, ukjent farvann, krevende farvann, i redningsaksjoner (SAR) osv. Det har tidligere vært dødsulykker, kollisjoner, uhell og nesten-uhell med Forsvarets hurtigbåter. For bare noen uker siden gikk SHV Hvasser på grunn i en fart på ca 30 knop i Lauvøyfjorden utenfor Namsos. Heldigvis endte grunnstøtingen uten større personellskader, men potensialet for fatale konsekvenser var stort.

Å seile små hurtiggående fartøy kan være minst like krevende som å seile større fartøy fra Marinen og Kystvakten, fordi man gjerne opererer i grunt, trangt og ukjent farvann og mange av de som seiler har ikke mye erfaring med hurtigbåtnavigasjon eller planlegging av seilas. Ofte er det å seile hurtigbåt bare én liten del av tjenesten, hovedoppgaven kan gjerne være dykking, minesprengning, fiskeriinspeksjon eller dekkmannskap på et større moderfartøy. For SHV's mannskaper er man gjerne bare inne en uke i året – en uke som skal brukes til mye mer enn bare å trene navigasjon på et FBF. For Kystvakten så har man gjerne mange andre oppgaver som krever tid og ressurser, noe som fører til lite overskudd til trening på hurtigbåtnavigasjon med HPB.

For å bli en dyktig hurtigbåtnavigatør kreves det tid til trening. Gjennom hurtigbåtkurset på NavKomp får elevene opplæring i navigasjonsteknikker og teori og masser av praktisk trening på navigasjonssimulatoren. Samtidig fokuserer vi på ansvar og holdninger. Det å være seg bevisst sitt ansvar og ha evnen til å stoppe i tide er noe av det viktigste elevene lærer på hurtigbåtkurset. Elevene trenes i prosedyrer og kommunikasjon for å unngå misforståelser og farlige situasjoner og for å utvikle en felles situasjonsbevissthet i teamet som er ansvarlig for sikkerheten til fartøyet. Vi legger vekt på planlegging og kontroll av seilasen og kontroll av sensorer under seilasen. Vi gjennomfører simulatorøvelser

for å understreke viktige poeng innenfor ERM/BRM og menneskelige faktorer som er identifisert gjennom undersøkelser av, og forskning på, større og mindre ulykker som skyldes teamsvikt. Etter hver øvelse får elevene individuelle tilbakemeldinger som fokuserer på både det navigasjonstekniske, på teamledelse og ERM/BRM.

VEIEN VIDERE ETTER MILITÆRT HURTIGBÅTKURS

Det er viktig å understreke at elevene, etter endt hurtigbåtkurs, ikke innehar en automatisk klarering fra NavKomp til å seile hurtigbåt. Vi klarerer ikke elevene for videre tjeneste, men gir elevene et grunnlag å bygge videre på. Det er avdelingene selv som må sørge for at deres personell får riktig opplæring/trening, utsjekk og klarering på de fartøy de skal seile og på det utstyret som de skal bruke. Våre instruktører er levende engasjert i fagfeltet og svært motivert for å lære fra seg. Vi har lagt ned mye tid og energi i å lage realistiske og lærerike simulatorøvelser for elevene på kurset. Etter endt kurs oppfordrer vi elevene til å fortsette treningen ved hjemmeavdeling og det er også mulighet for å bestille tid til trening på navigasjonssimulatoren ved NavKomp.

NavKomp oppmuntrer alle som i sin tjeneste skal ut å seile hurtiggående fartøy til å gjennomføre «Militært hurtigbåtkurs». Vi oppfordrer også alle avdelinger i Forsvaret som har hurtiggående båter, enten det er en RHIB eller et større fartøy, til å sende personellet sitt på kurs hos oss, og til å ta kontakt for ytterligere informasjon. Hurtiggående fartøyer er en viktig kapasitet for Forsvaret og da gjelder det å kunne bruke disse på en trygg og sikker måte.

I beredskap døgnet rundt

Odd Sveinung Hareide & Steinar Nyhamn

En eventuell trussel mot Norge vil ikke ta hensyn til vær, vind og bølgehøyde. Sjøforsvarets navigatører skal beherske militær navigasjon og kunne navigere over alt på en taktisk og effektiv måte. Det er utfordrende i et havområde som er kjent for vanskelig værforhold.

Norge har en langstrakt kystlinje og et enormt havområde som det skal utøves myndighetsutøvelse og suverenitetshevdelse over. Området er cirka sju ganger så stort som det norske fastlandet. Den norske kystlinjen karakteriseres av sine 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. Nordområdene er spesielt utfordrende, med lave temperaturer, sterk vind og åpne havstrek som gir null beskyttelse fra havets og værrets vrede. Dette gjør norsk navigasjon spesiell og utfordrende. Ikke minst gjelder dette militær kystnær navigasjon.

Det har vært lang tradisjon for at utenlandske styrker kommer til Norge for å øve; skal en bli best, må en trene i de områdene som er mest utfordrende. Dette området må norske navigatører beherske 24 timer i døgnet, 365 dager i året. Når andre fartøy går til kai, må marinen være beredt.

AVANSERTE FARTØYER

Offiserer har inngått en samfunnskontrakt. Offiseren skal beskytte og verne det norske folk fra en eventuell trussel uten- og innenfra.

Det norske sjøforsvar har moderne fartøyer. Fregattene er 134 meter lange, 17 meter brede, og for-

ventes å operere i den norske skjærgård i hastigheter over 26 knop. Kystkorvettene er designet for hastigheter over 60 knop. Ubåtene skal holde seg «on scene, unseen», med andre ord neddykket i alle norske farvann, i lange perioder. Minefartøyene skal klarere krevende farvann for eksplosiver med centimeter-navigasjon. Stridsbåtene (SB-90) skal sette i land patruljer hvor som helst i Norge med ekstremt kort reaksjonstid, i hastigheter opp mot 50 knop. Samtlige av Sjøforsvarets fartøy benytter seg av elektroniske kartsystemer (ECDIS/ECS), og har ulik grad av integrerte navigasjonssystemer (INS) som presenterer og forenkler navigasjonen for navigatøren.

Det finnes ingen kommersielle fartøyer som kan sammenlignes med de krav som stilles til de militære fartøyene. Det å komme seg fra A til B for å gjennomføre et oppdrag er den største selvfølge, og den virkelige oppgaven starter først i punkt B. De fleste kommersielle fartøyer som opererer i disse hastighetene har klare begrensninger på fartsområde og begrensninger i forhold til bølgehøyder. En eventuell trussel mot Norge vil ikke ta hensyn til vær, vind og bølgehøyde. Sjøforsvarets navigatører skal kunne navigere over alt på en taktisk og effektiv måte.

MANGE UTFORDRINGER

Det norske sjøforsvaret har moderne fartøyer som er godt utstyrt med hensyn på broutrustning. Sensorene

som gir kurs, fart og posisjon er moderne og har god ytelsesevne. Alle fartøyer er utstyrt med radar som gjør det mulig å se i mørke og i dårlig sikt, samt elektro-optiske sensorer med nattoptikk. Man skulle kanskje tro at alle disse hjelpemidlene gjør navigasjon til en lek, men i et scenario med konflikt, krise eller krig er det ikke så enkelt.

Posisjon: Globale navigasjonssystemer (GNSS), som for eksempel GPS, er brukt av både militære og sivile fartøyer for å få nærmest et sanntidsbilde av fartøyet sin posisjon. Utfordringen med GNSS er at det er et sårbart system. Det vil si at det kan lett «forstyrres» slik at det ikke virker (interferens/jamming). Dette er lett tilgjengelig teknologi, og kan kjøpes av alle gjennom ulike nettbutikker. Det er ikke lov til å bruke denne typen utstyr, men det er heller ikke ulovlig å kjøpe det.

Radar: Radar er et fantastisk hjelpemiddel for navigatøren når det er nedsatt sikt, enten på grunn av mørke eller værforhold. Utfordringen med radar er at den har stor utsendelseeffekt. Mange militære operasjoner går ut på at en ønsker å holde egne styrker skjult, og i enkelte operasjoner kan man ikke benytte radar på grunn av faren for å bli oppdaget.

Elektro-optiske (EO) sensorer: Elektro-optiske sensorer med nattoptikk blir benyttet for å kunne «se» i mørket. Dette er også et fantastisk hjelpemiddel for navigatøren, men navigatøren er ikke den eneste som ønsker å benytte dette. Operasjonsrom benytter denne sensoren aktivt for å få situasjonsforståelse over det som skjer rundt fartøyet. Samtidig er EO-sensorer veldig påvirkelige av været, det vil i praksis si at de er ubrukelige så snart det regner. Alle som har seilt langs den norske kyst, vet at ikke alle dager er solskinnsdager.

EFFEKTIV ELEKTRONISK NAVIGASJON

Militær navigasjon betegnes av «effektiv elektronisk navigasjon». Det innebærer å føre fartøyet raskt og sikkert fra A til B. Hvis fartøyet har et fartspotensiale på 60 knop, så skal en beherske denne hastigheten i alle områder det er forventet at en skal operere.

Navigatøren må ha inngående kjennskap til navigasjonstekniske og menneskelige faktorer. Når det gjelder de navigasjonstekniske faktorene, deles de inn i fire grunnpilarer (kartgrunnlag, sensor/system, automasjon og kontrollmode), og hver enkelt pilar krever stor forståelse for hvordan enkeltsystemer fungerer samt er koblet sammen i et integrert navigasjonssystem. I tillegg kreves det en kontinuerlig kontroll i form av ulike kontrollmoder, der den viktigste kontrollmoden er optisk kontroll som kjennetegnes ved det tradisjonelle navigasjonshåndverket.

På tross av at en har fått tilført mange ulike sensorer til hjelp i navigasjon, er det udiskutabelt at den tradisjonelle optiske posisjoneringen er ryggraden i trygg og

effektiv elektronisk navigasjon. Bakgrunnen for dette er at alle sensorer har sine muligheter og begrensninger, og disse kan kontrolleres enkelt ved hjelp av optiske kontrollmetoder (for eksempel bruk av stevn, tårnindikatorer, krysspeilinger og så videre). I tillegg har det ved integrasjon blitt enklere for navigatøren å kontrollere seilassen ved hjelp av sammenligning og bruk av andre sensorer, som vi betegner ved konvensjonelle kontrollmetoder (for eksempel kartunderlegg i radar).

Det er mange likhetstrekk mellom sivil og militær navigasjon, men i militær navigasjon spiller også taktikk en viktig rolle. I mange scenarioer må navigatøren utnytte potensialet i fartøyet for å skaffe seg en fordel i forhold til motparten, denne kan for eksempel være i form av navigasjon nærme land eller skjult navigasjon (ikke bruke radar eller annet utstyr som en kan detekteres av).

KREVER MYE

Militær navigasjon stiller høye krav til navigatøren. Holdninger, ferdigheter og kunnskapsnivået til navigatøren må være høyt, og dette skapes gjennom en grundig utdanning med en kombinasjon av teori, simulator og praksis. Sjøkrigsskolen er den eneste nautiske høyskolen med faget «Praktisk navigasjon». Dette er helt nødvendig for at navigatørene skal få trene realistisk og nå et tilfredsstillende nivå før de starter på sin sjøtjeneste. Det er også nødvendig med kontinuerlig faglig påfyll og nivåkontroller for å sørge for at nivået holder seg på et tilfredsstillende nivå etter at utdanningen er ferdig.

Dagens militære fartøyer er avanserte skrog som betegnes av høy fart, mye teknologi og et krevende operasjonsområde. Denne kombinasjonen krever mye av den militære navigatøren, og dette grunnlaget legges gjennom den fagutdanningen som de tilføres på Sjøkrigsskolen.

Kombinasjonen mellom en omfattende sertifiserende fagutdanning (bachelor) og praktisk navigasjon er helt nødvendig for at fremtidens militære navigatører skal få tilført kompetansen de trenger. Gjennom Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter blir morgendagens navigatører rustet til å møte de utfordringene de treffer om bord på Sjøforsvarets fartøyer.

DEL 2

Posisjon, navigasjon og timing (PNT) og navigasjonskrigføring

Elektronisk posisjonering

Flerkonstellasjons GNSS-utstyr er bedre enn GPS

Henning Sulen

GPS har vært den primære posisjonssensoren for fartøy i mange år. Nå viser analyse av målinger tatt på Svalbard at elektronisk posisjoneringsutstyr som bruker flere satellittbaserte navigasjonssystemer i tillegg til GPS gir best robusthet, redundans og posisjonsnøyaktighet.



ARKTIS: Fartøy i arktisk farvann. Foto: frmt.com

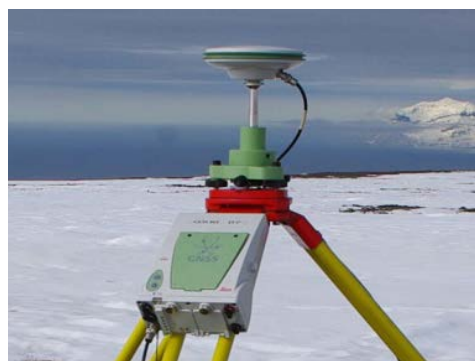
Global Positioning System (GPS) som USA utviklet var også det første Global Navigation Satellite System (GNSS). Den sivile delen av GPS heter Standard Position Service (SPS) og ble raskt den dominerende posisjons-sensoren i verden. I dag finner vi GPS i mobiltelefoner, biler, busser, transportkjøretøyer, tog, fly, fartøyer og i annetutstyr som trenger posisjonssensor. GPS ble helt operativ i 1995, og den gode posisjonsnøyaktigheten og stabiliteten gjorde at det maritime elektroniske posisjonssystemet DECCA ble lagt ned.

“GPS er jo så bra og nøyaktig - hvordan kan noe bli bedre enn det?”

Svaret ligger i utviklingen av mottakersensoren, nye måter å beregne posisjonen på, feilkildene og sårbarhetene til et satellittbasert radiobølgesystem, moderniseringen av GPS og utviklingen av andre GNSS systemer. Med utgangspunkt i målingene tatt på Svalbard svarer denne artikkelen på hvorfor bruk av flere satellittbaserte navigasjonssystemer gir bedre robusthet, redundans og posisjonsnøyaktighet enn GPS.

MÅLINGENE PÅ SVALBARD

Målingene ble tatt ved Kongsberg Satellitt Service Svalbard Satellitt Station (SVALSAT) ved Longyearbyen på Svalbard den 16. – 18. juni 2015. To Leica geodetiske GNSS mottakere som står 61m fra hverandre, tar opptak av satellittsignalene. Antennen på den ene mottakeren står i ro hele tiden. Den andre mottakeren gjør målinger



OPPTAKSSTED: Øverst: Svalbard Satellitt Station (SVALSAT). Nede til venstre: den faste antennen. Nede til høyre: mottakeren med bevegelig antenne.

med en bevegelig antenne som simulerer rullingen og stampingen til et fartøy.

BEDRE MOTTAKERE

Data chippene blir mindre, billigere og får bedre og bedre kapasitet. Det er stor konkurranse blant GNSS-produsentene som tvinger dem til å utvikle og lansere nye og bedre GNSS mottakere. GNSS mottakeren trenger signaler fra minimum 4 satellitter for å kunne løse de 4 ukjente verdiene: posisjonskoordinatene X, Y, Z og tiden. Første generasjons mottakere kunne bare registrere signaler på en frekvens fra maks 6-10 satellitter. I dag kan posisjonen bli beregnet ut i fra signaler fra 150-200 satellitter som sender på mange ulike frekvenser.

NYE MÅTER Å BEREKNE POSISJONEN PÅ

GPS ble utviklet for militære formål. Den sivile delen av GPS er konstruert slik at signalet fra satellitten er kodet. Koordinatene til satellittene er kjent i tillegg til satellitt-tiden når signalene forlater satellitten. Mottakeren registrerer kodene i signalet, og beregner avstanden til satellitten basert på differansen fra når signalet forlater satellitten med når mottakeren registrer signalet. GPS er derfor et system basert på tid. Denne metoden kalles «stand alone pseudo-range». Resultatet er en avstand til satellitten som i kartet blir en del av en sirkel. Mottakeren er et sted på denne sirkelen som kalles en stedbue. Posisjonen er i skjæringspunktet til minimum 4 stedbuer fra 4 satellitter.

Dersom det går to signaler ut fra satellitten på 2 ulike frekvenser kan mottakeren beregne pseudo-rangen for hver frekvens, og sammenligne dem. Dette er fremgangsmåten til en fler-frekvens mottaker.

En flerkonstellasjon GNSS-mottaker beregner posisjonen ut i fra satellittsignalene på flere ulike frekvenser fra flere satellitter enn ett GNSS-system.

Differensiell GPS (DGPS) bruker pseudo-range og korrigerer koordinatene med rettelser den mottar fra en referansestasjon i nærheten.



GNSS-utstyret om bord på fartøyer bruker i hovedsak de nevnte kodebaserte pseudo-rangemetodene. Målingene som artikkelen baserer seg på er fra posisjonsmetodene: GPS enkel frekvens mottaker, GPS flerfrekvens mottaker, DGPS og flerkonstellasjon GNSS-mottaker til systemene GPS og GLONASS.

NYE GNSS-SYSTEMER

I 2011 ble det russiske GNSS-systemet GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS) det andre fullt ut operative GNSS-systemet. Andre fremtidige GNSS-systemer er EUs Galileo og Kinas BeiDou som begge er i utviklingsfasen med kun noen satellitter i bane. En flerkonstellasjon GNSS-mottaker kan utnytte flere GNSS-systemer fordi koordinat-systemene de bruker er nå tilnærmet likt, og alle bruker Universal Coordinated Time (UTC) som utgangspunkt for sin systemtid. Sammensetningen av satellittsignalene til de ulike systemene er kjent for produsentene av GNSS-utstyr.

FEILKILDENE TIL SATELLITTBASERTE NAVIGASJONSSYSTEMER

Satellitten er ikke der hvor den sier den er fordi den endrer litt bane over tid. Det er noe etterslep på oppdateringen til satellittkoordinatene. GPS er det beste systemet her med en feil på ca 1 m.

Klokkene i satellittene er svært nøyaktige, men akkumulerer allikevel små feil som må oppdateres. Størrelsen på feilen i satellittklokken påvirker direkte feilen i mottakerens posisjon. GPS har de beste satellittklokkene med ca. 1,5 m feil i fartøysposisjonen.

Ionosfæren reduserer hastigheten til satellittsignalet som gjør at mottakeren måler for lang avstand til satellitten. Solaktiviteten styrer tettheten i ionosfæren, og dermed reduksjonen i signalets fart. Ionosfæren bremser signalene ulikt på ulike frekvenser så en flerfrekvensmottaker kan fjerne 98 % av ionosfærefeilen ved å sammenligne forskjellen på to ulike frekvenser sendt fra samme satellitt. Enfrekvensmottaker kan ved hjelp av modell av solaktivitetssyklusen på 11 år bare fjerne ca. 50 % av ionosfærefeilen, og kan sitte igjen med opp til 10m feil i posisjonen.

Troposfæren både reduserer signalhastigheten og bøyer retningen pga refraksjonen. Troposfærefeilen er delt mellom den hydrostatiske komponenten (atmosfæretrykk og temperatur) og den våte komponenten (luftfuktigheten). Satellittens elevasjon påvirker i stor grad størrelsen på feilen. Moderne GNSS mottakere kan måle trykk, temperatur og elevasjonen til satellitten som modell for å redusere feilen. Tidlig generasjon GPS-mottakere har ikke, eller har bare en enkel modell og kan oppleve ca. 2 m eller mer feil i fartøys posisjon.

Multipath-feil er når mottakeren mottar satellittsignalet fra flere retninger enn den direkte linjen til satellitten. Fartøy som krenger vil motta multipathsignaler reflektert fra sjøen, overbygningen og master i nærheten av antennen. Hvis mottakeren bruker et multipath signal vil avstanden til satellitten bli for lang. Nyere GNSS-mottakere bruker polariseringen av signalet og choke-ring antenne til å slette signaler som er reflekterte. Multipathfeilens maks størrelse er styrt av bølgelengden til det kodede signalets chip. GLONASS er ca. dobbelt så bra som GPS. I praksis så er feilen på ca 2 m opp til 20m på satellitter med lav elevasjon. Analysen av multipathmålingene viser at GLONASS frekvens L2 har minst multipath, deretter GLONASS L1 så GPS L1 og GPS L2 med størst multipath feil.

Feil i mottakeren er styrt av kvaliteten på antennen og mottakeren, og hvor mye egenstøyen til mottakerutstyret påvirker kodemålingen. Moderne mottakere som flerfrekvensmottakere har lav engenerert støy og bruker filter for å bedre målingene.

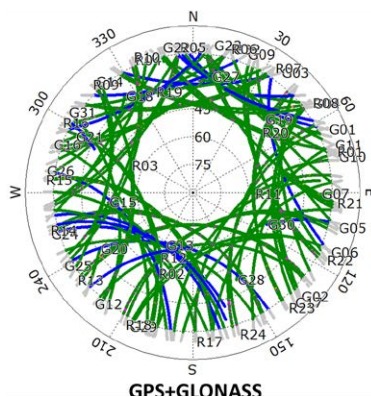
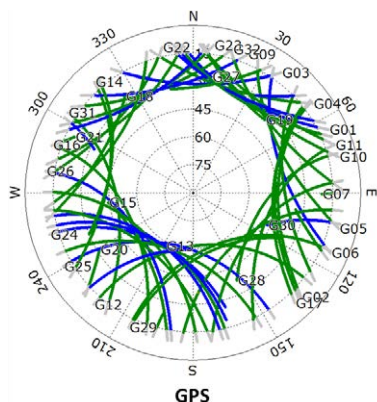
Feilen i fartøysposisjonen følger Gauss' lov om forplantning av feil av alle feilkildene.

SÅRBARHETEN TIL GNSS SYSTEMENE

Signalstyrken til radiobølgene som alle GNSS-systemene bruker, er systemenes svakeste ledd. Satellitt signalene som når frem til mottakerne er så svake at de er godt skjult i den naturlige bakgrunnsstøyen. Det er kun kjennskapen til sammensetningen av signalene som gjør mottakeren i stand til å finne og trekke ut GNSS-signalene. Dersom bakgrunnsstøyen øker, kan mottakeren miste evnen til å finne GNSS-signalene.

GNSS-radiobåndene er beskyttet av International Telecommunication Union (ITU) slik at kun GNSS-systemene kan bruke de tildelte frekvensene. Likevel har interferens (radiobølgesignaler fra uønsket kilde) fra nabofrekvensene skapt problemer for beregning av posisjonen. Annen tilfeldig interferens som feil i antennen eller skadet isolering på koaksledningen, kan gi posisjonsfeil opp til 100m. Solstormer kan ødelegge/redusere evnen mottakeren har for å finne GNSS-signalet.

Planlagt interferens som jamming, spoofing eller resending av GNSS-signaler gjør systemene sårbare. Jamming er utsending av radiostøy for å hindre at mottakeren finner signalene i bakgrunnsstøyen. Jamming har forekommet i virkeligheten og i forsøk. Resultatet er at systemene blir påvirket. Spoofing er utsendelse av falske GNSS-signaler for å påvirke løsningene til mottakeren. Forskning viser at spoofing gjør at fartøysmottakeren gir feil posisjon, kurs og fart til ECDIS. Opptak av reelle GNSS-signaler for så å sende de ut på nytt gir mottakerne større utfordringer og har resultert i feilposisjonering.



Øverst: Satellitter: GPS Block IIF-satellitt og GLONASS M-satellitt.
 Midten: Skyplot fra Svalbard: GPS og de to operative systemene GPS og GLONASS. Grønn farge er frekvens L1 til GPS og L1 og L2 til GLONASS. Blå viser GPS L2.

Erkjennelsen av sårbarheten til GPS- og GNSS-systemene, har resultert i at USA har gjeninnført astronomisk navigasjon i den amerikanske marinen.

Teknisk feil med kontrollsystemet til GPS-satellittene har forekommet. Feil som skyldes menneskelige faktorer som overavhengighet av GNSS, manglende kunnskaper om systemene og manglende trening er også med på å gjøre GNSS-systemene sårbare.

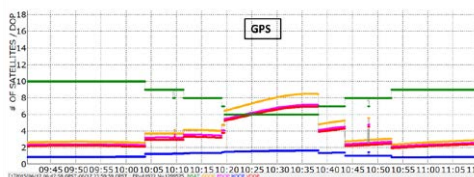
FLERE SATELLITTER

Jo flere satellitter som mottakeren kan bruke, jo bedre mulighet har mottakeren til å velge satellitter med lav andel av feilkildene som påvirkes av satellittenes elevasjon. Å fjerne en satellitt med dårlig inngangsverdi til mottakerens posisjonsprosess gir i seg selv en bedre posisjonsløsning. Flere satellitter tilgjengelig gjør at fartøyet bevegelser påvirker i mindre grad på antall satellitter mottakeren kan bruke. Når fartøyet og antennen krenger vil den miste noen satellitter på den ene siden, men få nye satellitter på den andre siden.

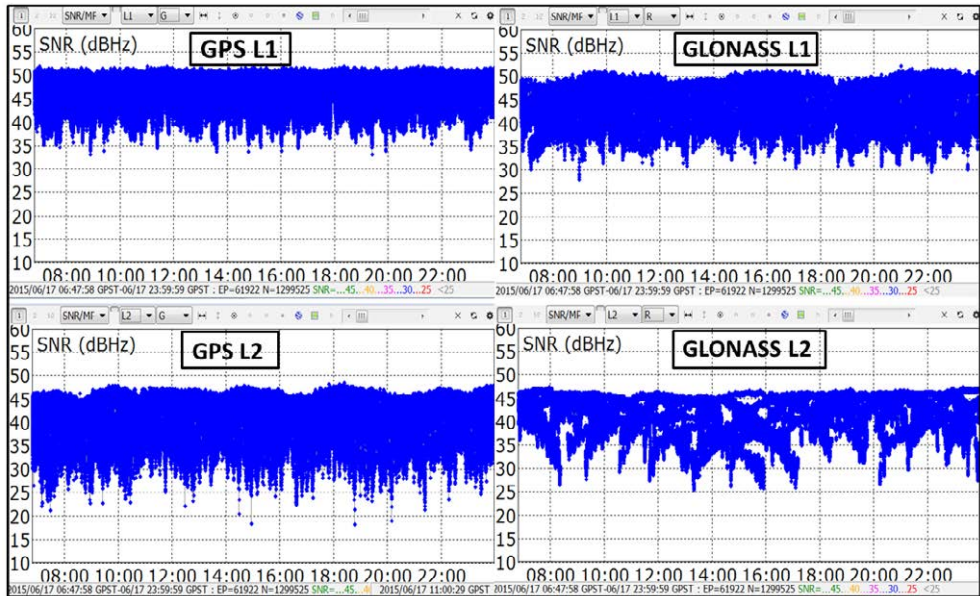
Skyplot viser hvor satellittene er i retning og elevasjon i forhold til mottakeren. Mottakeren er i midten, med

satellittenes lave elevasjon ytterst på sirkelen og rett over mottakeren i midten. GLONASS sine satellittbaner har 9,8 grader større vinkel til ekvator enn de 55 gradene som GPS-satellittene følger. Mottakere som kan bruke alle satellittene til GPS og GLONASS får bedre dekning i elevasjon og bedre spredning i retning samt større satellitt-tetthet.

Geometric Dilution of Precision (GDOP) er den geometriske spredningen av satellittene hvor stor spredning gir lav verdi som angir den beste skjæringen mellom stedlinjene. VDOP er vertikal DOP, og HDOP er horisontal DOP som er den aktuelle for fartøysposisjonene. Jo flere satellitter mottakeren kan bruke, jo bedre DOP-verdi og jo bedre geometrisk skjæring av stedlinjene i kartet.



Antall satellitter og DOP verdier: Plott av GPS-DOP verdier og antall satellitter. Grønn farge er antall satellitter, gul er GDOP, rød er VDOP og blå er HDOP. Når antallet satellitter går ned så øker DOP verdiene og reduserer dermed den geometriske skjæringen til stedlinjene i kartet.



Mottatt signalstyrke: Målt signalstyrke på Svalbard. Høyest SNR har GPS-frekvens L1 øverst til venstre, deretter GLONASS L1 øverst til høyre så GLONASS L2 nederst til høyre og dårligst GPS-frekvens L2 nederst til venstre.

FLERE SATELLITTSIGNALER

Multikonstellasjons GNSS-mottakere kan utnytte satellittsignalene sendt på flere frekvenser og redusere ionosfærefeilten til kun 2 %. Ved å bruke mange signaler på ulike frekvenser vil interferens som i verste fall gir bortfall av en frekvens kun redusere utvalget av frekvenser med en. Enfrekvens-mottaker derimot vil slutte å gi løsning når den eneste frekvensen blir rammet av interferens som blokkerer satellittsignalet helt.

Styrken på satellittsignalene ved mottakeren måles i Signal to Noise Ratio (SNR), og er sluttproduktet av styrken på signalet når den forlater satellitten, dempingen av signalet i ionosfæren og troposfæren, elevasjonen til satellitten sett fra mottakeren og kvaliteten på mottakerutstyret.

ROBUSTHET OG REDUNDANS

Robusthet er evnen computersystemer har til å takle feil under utførelsen av operasjonen. Redundans er dupliseringen av kritiske komponenter eller funksjoner til et system hvor hensikten er å øke påliteligheten. Økt redundans og pålitelighet øker robustheten til systemet.

Flerkonstellasjons GNSS-mottakerutstyr er det eneste utstyret som har muligheten til å velge de beste komponentene og egenskapene til 2 eller flere GNSS-systemer.

For å kunne utnytte moderniseringen av GPS og de nye GNSS-systemene med sine nye satellitter og nye sivile signaler, må et sivilt fartøy skifte til et moderne flerkonstellasjons GNSS-mottakerutstyr.

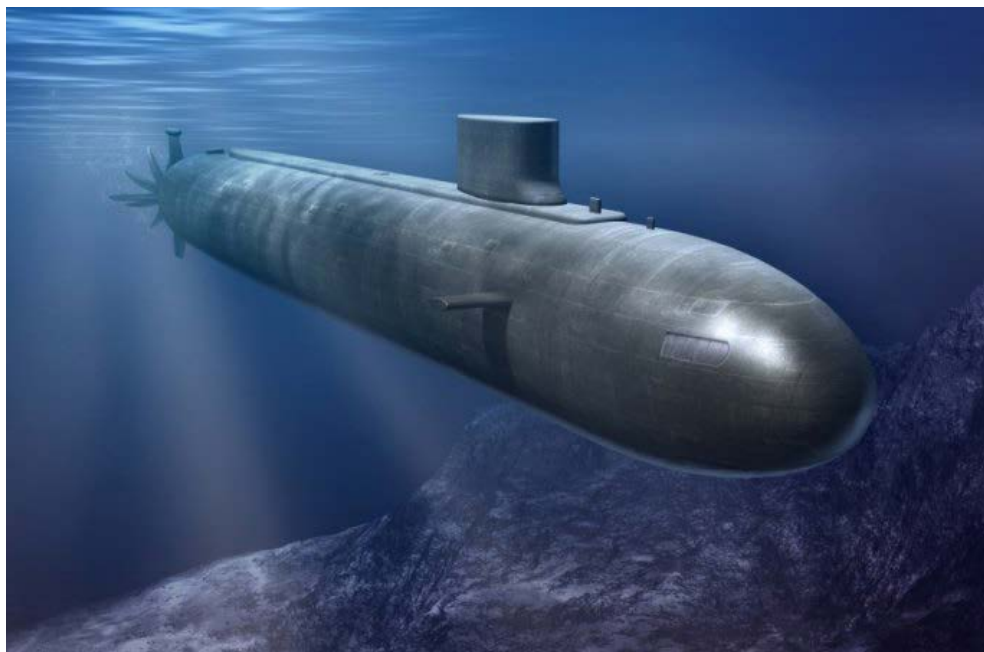
Imilitær navigasjon og "Navigation Warfare" (NAVWAR) er det gunstig å oppdatere GNSS-utstyret sitt med flerkonstellasjon GNSS-utstyr, selv om EU kontrollerer Galileo, GLONASS opereres av Russland og BeiDou av Kina - nettopp derfor.

Denne artikkelen er skrevet på bakgrunn av forskningsprosjektet «Civil Maritime GNSS Combinations In Arctic Area» gjennomført av forfatteren som masteroppgave ved studiet "Master of Science in Positioning and Navigational Technology at The University of Nottingham, UK»

Utfordringer ved unøyaktig GNSS-oppdatering av INS for ubåt

Bård Hess

GNSS (Global Navigation Satellite System) er en av hovedsensorene for oppdatering av en INS (Inertial Navigation System) om bord på en ubåt. Nøyaktigheten av et GNSS-fix er påvirket av flere faktorer, blant annet tid (perioden antennen mottar signaler), satellittgeometri og multipath (refleksjon av signaler). Ubåten kan i mange tilfeller bli tvunget dypt før en nøyaktig GNSS-løsning er oppnådd, enten av taktiske eller sikkerhetsmessige årsaker. Vil en unøyaktig oppdatering av ubåten primære sensor for neddykket navigasjon (INS) ha en operativ betydning?



Neddykket navigasjon stiller store krav til nøyaktighet (foto: wonderpolis.org)

INS: INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

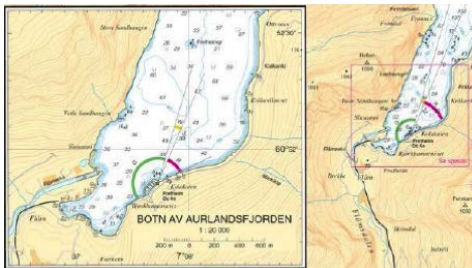
INS er et selvdrevet system bestående av to ulike sensorer (akselerometer og gyroer).

Akselerometrene måler den spesifikke kraften i en retning og gyroene måler turn-rate.

Både akselerometer og gyroene foretar beregninger uten noen ekstern referanse

INS er et eksempel på et «Dead Reckoning» navigasjonssystem.

INS er ofte omtalt som «Treghetsnavigator»



Illustrasjon av aktuelle operasjonsområder.

UBÅTOPERASJONER OG NAVIGASJON

Det er to suksesskriterier for ubåtoperasjoner: Evnen til å operere skjult samt sikker navigasjon. Ubåten må være i stand til å løse et vidt spekter av oppdrag, fra fredstidsoperasjoner til fullskala krigsscenarioer. For å være i stand til å løse disse oppgavene er kravene til nøyaktig navigasjon høy. I tillegg til navigasjon oppdaterer også posisjonssystemet kommando-, kontroll- og våpensystemer.

Både omgivelsen og været påvirker seilassen for både overflatefartøy og ubåt. Operasjoner i det åpne hav gir helt andre utfordringer enn å operere innaskjærs eller nært land.

De høye kravene til nøyaktig navigasjon kombinert med behovet for å operere skjult er en utfordring når det gjelder design av navigasjonssystemet for en ubåt. I motsetning til et overflatefartøy har ikke ubåten kontinuerlig tilgang til GNSS eller andre visuelle hjelpemidler. En annen forskjell er at overflate fartøy navigerer to-dimensjonalt (X og Y i planet) (kurs og fart), mens ubåten navigerer tre-dimensjonalt og må i tillegg løse Z-vektoren (dybde). Neddykket bruker ubåten INS som primært navigasjonshjelpemiddel, kombinert med andre teknikker.

INNASKJÆRSOPERASJONER

Innaskjærsoperasjoner er utfordrende på flere måter for en ubåt. Det er ofte høy trafikk tetthet og høy risiko for å bli oppdaget både av fartøyer men også fra land. Trange fjorder omgitt av høye fjell er også et utfordrende miljø for GNSS-utstyret, både med tanke på multipath (refleksjon) og satellittgeometri. Omgivelsene kan også påvirke «Time to first fix» (TTFF), avhengig av hvor lenge ubåten har vært neddykket. For å minske faren for deteksjon er ubåtenes antenne bare noen få cm over havoverflaten, og i høy sjø vil den bli overskyt av vann.



Trusler for ubåt som kan tvinge den dypt.

TRUSSEL

Med bakgrunn i trusselen for enten å bli oppdaget (taktisk) eller for å unngå kollisjon (sikkerhet) kan ubåten bli tvunget til å gå dypt før en tilstrekkelig nøyaktig GNSS-oppdatering er oppnådd. I slike tilfeller vil INS bli oppdatert med en unøyaktig posisjon og/eller attityde (kurs/fart).

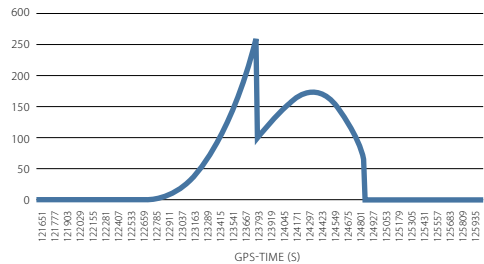
KONSEKVENSER AV UNØYAKTIG GNSS-OPPDATERING AV INS

En studie utført ved University of Nottingham i 2015 ser på konsekvensene av en unøyaktig GNSS-oppdatering av INS.

Studien er gjennomført ved å manipulere posisjons- og attitydefeil i inputen til INS og sammenligne resultatet med sannheten. Videre ble det sett på om tidsperioden GNSS-signal var tilgjengelig hadde noen innvirkning på nøyaktigheten. Forsøket er gjennomført med bil og analysert ved hjelp av analyseprogrammet «Inertial explorer».

Studien viser at både posisjons- og attitydefeil påvirker nøyaktigheten til INS'en. Noen av forsøkene viser at den manipulererte feilen ofte gir et positivt utslag på den absolutte nøyaktigheten. Utfordringen er at navigatøren ikke har noe verktøy til å avgjøre konsekvensen av den unøyaktige oppdateringen.

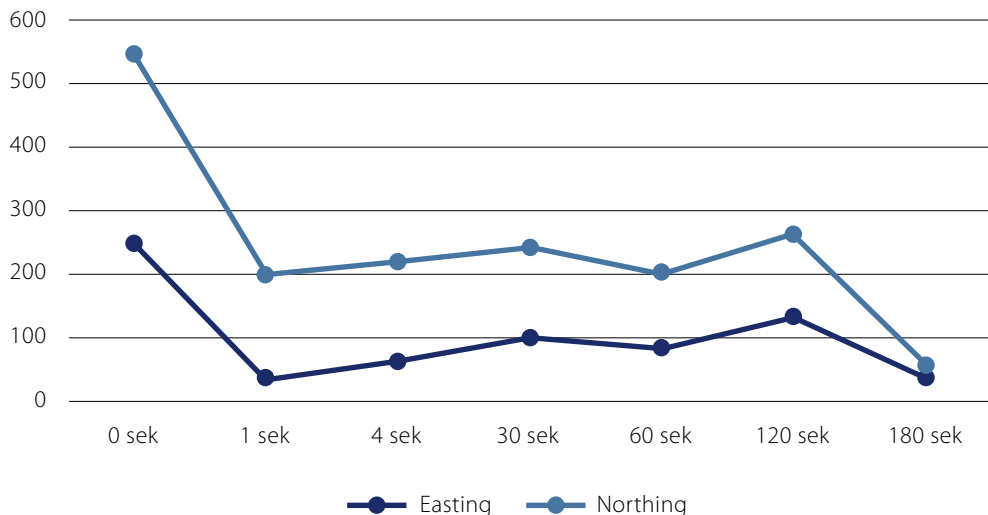
Absolute accuracy northing
Trial A1-5m Variance



Manipulert feil 100m nord

Når feilen blir manipulert 100m lenger nord enn sannheten, viser det seg at dette slår positivt ut for INS. Kurven konvergerer og nøyaktigheten øker før «oppdykking».

Accuracy Summary



Oppsummering ulike tidsintervall med GNSS-dekning

Resultatene fra målinger med ulike tidsintervall med GNSS-tilgjengelighet viser som ventet at en oppdatering på 180 sekunder, 1Hz gir høyest nøyaktighet. Det er overraskende at 1 sekund, 1Hz har like god nøyaktighet som 60 sek, 1Hz og bedre enn 120 sek, 1Hz oppdateringene. Årsaken til dette kan være måten GNSS og INS er integrert. Videre kan målingen ha blitt tatt på et gunstig tidspunkt for INS. Utfordringen for navigatøren er at han ikke er i stand til å avgjøre kvaliteten på oppdateringen av INS.

OPPSUMMERING

Nøyaktigheten til INS er god når den opererer autonomt uten oppdatering av GNSS. Dette fordrer at INS har en god «alignment» og GNSS-tilgjengelighet før ubåten dykker. Akselerasjon og de-akselerasjon samt krappe tårn påvirker nøyaktigheten i størst grad.

Videre viser det seg at INS har høyere nøyaktighet på tvers av kursen enn langs kursen. Dette indikerer at gyroene har meget høy nøyaktighet.

Forsøket viser at kvaliteten på GNSS-oppdateringen har større innvirkning enn kvantiteten av målinger. Lokale variasjoner kan få negativt utslag.

Hovedutfordringen med å bruke GNSS som primær sensor for oppdatering av INS er at navigatøren ikke får

en god indikasjon på hvor nøyaktig posisjonen er. DOP-verdien kan gi en indikasjon, men viser ikke hvilken retning feilen ligger og hvor stor den eventuelt er.

I fremtidige prosjekter bør en vurdere ulike løsninger for integrasjon mellom GNSS og INS. For en ubåt som har begrenset tilgang til GNSS er kanskje en «Tightly coupled» INS/GNSS-integrasjon som baserer seg på bruk av «Carrier-phase» å foretrekke.

Kilde: Hess, Bård – Challenges and consequences of a poor position update of a submarine INS in the littoral – The University of Nottingham 2015

GPS-jamming

Øystein Glomsvoll

De siste årene har GPS-jamming blitt mer og mer utbredt, og sårbarheten til GNSS-systemer har fått økt fokus. Forsøk gjort ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter (NavKomp) viser at selv små håndholdte jammere med svært lav effekt kan sette ut hele navigasjonssystemet til et fartøy på lang avstand. Forsøkene viste at ulike GPS-mottakere har varierende resistens mot jamming, og at enkelte mottakere kan reagere på jamming ved å gi misvisende posisjoner uten noen varsling eller alarm. En ny algoritme for å få tidlig deteksjon av en jammetrussel ved å logge signal-til-støy forholdet (SNR) fra hver enkelt GPS-satellitt har blitt avdekket. SNR-informasjonen er enkelt tilgjengelig i NMEA protokollen, og ingen Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) nyttiggjør seg av denne viktige informasjonen i dag.

JAMMETEST OM BORD KV FARM

Denne artikkelen beskriver et forsøk som ble gjort om bord på kystvaktfartøyet Farm i 2014. Ytelsen til GPS-mottakeren om bord, som er en typisk maritim GPS-mottaker, ble sammenliknet med to andre typer GPS-mottakere når de ble utsatt for jamming. Antallet satellitter som mottakerne klarte å 'tracke' samt posisjonsnøyaktigheten ble analysert. SNR-verdiene ble videre studert for å se om det finnes muligheter til å få en tidlig indikasjon på jamming med det GPS-utstyret som allerede finnes om bord.

KV Farm er utstyrt med en Furuno GP90 GPS-mottaker som kun mottar sivil C/A-kode på GPS L1-frekvensen. Dette er en standard sivil maritim mottaker som koster ca. 20.000 kr. For å ha et utgangspunkt til å vurdere jamme-resistensen til denne mottakeren ble ytelsen sammenliknet med en avansert Leica GS10 mottaker, som ligger i prisklassen 2-300.000 kr., og en enkel håndholdt Garmin-mottaker.

Leica-mottakeren ble koblet til fartøyets GPS-antenne (Furuno GPA019-S) via en splitter slik at Leica-mottakeren og Furuno-mottakeren mottok den samme informasjonen fra fartøyets antenne. Figur 2 viser oppkoblingen ombord. Garmin-mottakeren som har en egen integrert antenne ble plassert ved siden av fartøyets GPS-antenne.



Figur 1. Furuno GP-90, Leica GS10 og Garmin e-trex 20



Figur 2. Oppkobling ombord

En GPS-jammer med senterfrekvens 1575.42 MHz og båndbredde 60MHz ble benyttet. Denne jammeren dekker da hele GPS L1-båndet, og hadde en konstant effekt på 0.33mW. For å variere jamme-effekten ved mottakerne ble jammeren tatt med ut i lett båten som varierte sin distanse til KV-fartøyet.

Testen ble utført ved at lett båten med jammeren ombord startet i en posisjon 2,5 km øst for KV-fartøyet. Lettbåten seilte så mot KV-fartøyet med konstant fart mens KV-fartøyet lå og driftet med vind og strøm i nord-østlig retning i ca. 0,5 knop. Antall satellitter som ble 'tracket' av mottakerne, signal-til-støy forholdet (SNR) fra hver enkelt satellitt og posisjonsløsningen ble logget via NMEA-protokollen.

RESULTATER

Mottakernes evne til å 'tracke' satellitter og gi posisjonsløsning.

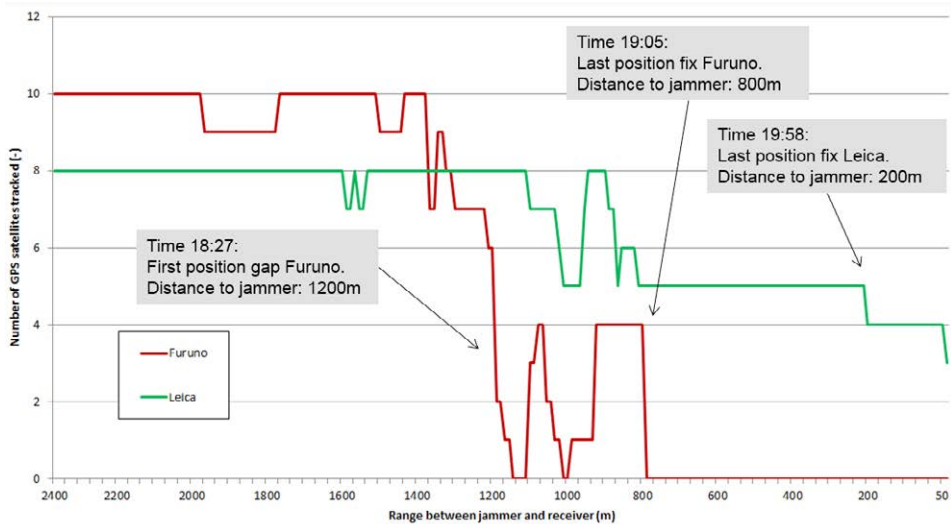
Figur 3 viser antall GPS satellitter som ble 'tracket' av Furuno (rød) og Leica (grønn). Til å starte med 'tracket' Furuno alle de 10 satellittene som var tilgjengelig over horisonten mens Leica 'tracket' 8 satellitter siden det i denne mottakeren var mulig å velge å ikke 'tracke' satellitter med lavere enn 10 graders elevasjon. Dette fordi signalet fra lave satellitter inneholder mye støy og dermed har en lavere SNR verdi. Da jammeren nærmet seg KV-fartøyet og hadde en avstand på 1400 meter

begynte antall satellitter 'tracket' av Furuno-mottakeren å falle, og da distansen var 1200 meter klarte mottakeren å 'tracke' færre enn 4 satellitter som medførte bortfall av posisjonsløsning. Furuno-mottakeren klarte å produsere enkelte posisjoner fram til distansen til jammeren var 800 meter, og på nærmere avstander ble ingen satellitter lengre 'tracket'. Til sammenlikning klarte Leica-mottakeren å gi kontinuerlig posisjonsløsning helt til jammeren var på 200 meters avstand med de samme GPS-signalene som Furuno-mottakeren fikk gjennom den samme antennen. Da jammeren var nærmere enn 200 meter klarte Leica-mottakeren fortsatt å 'tracke' 4 satellitter, men ga ingen posisjonsløsning lengre siden innebygde algoritmer i mottakeren klarer å fange opp at signalene er svært dårlig basert på en integritetskontroll som blant annet måler SNR-verdiene til satellittene.

Disse resultatene viste at Leica GS10-mottakeren har en signifikant bedre evne til å 'tracke' satellitter og gi posisjonsløsninger enn Furuno GP10 når effekten av en jammer øker.

POSISJONSNØYAKTIGHET

Posisjonen til Furuno- og Leicamottakeren ble plottet underveis i forsøket i tillegg til posisjonen fra Garmin-mottakeren. Det røde plottet i figur 4 viser at Furuno-mottakeren mistet kontinuerlig posisjonsløsning da



Figur 3 Antall GPS satellitter 'tracket' av Furuno og Leica mottakerne

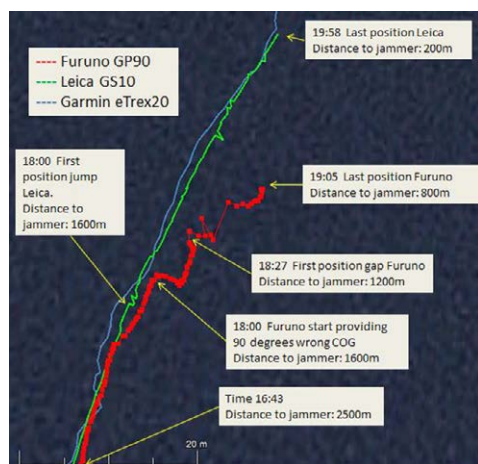
jammeren var på en avstand på mindre enn 1200 meter og færre enn fire satellitter ble 'tracket' (ref. figur 3), og evnen til å gi 'position fix' bortfalt totalt på 800 meters avstand.

Leica (grønn) og Garmin (blå) klarte å holde samme 'track', men Leica-mottakeren ga små posisjonshopp fra enn jammeavstand på 1600 meter. Leica-mottakeren mistet posisjonen totalt ved en jammedistanse på 200 meter. Den håndholdte Garmin-mottakeren ga posisjonsløsning fram til avstanden til jammeren var ca. 100 meter. Garmin har en mindre avansert antenne og en smalere front-mottaker som gjør at mindre støy trenger gjennom når den utsettes for jamming i forhold til de to andre mottakerne, noe posisjonsplottet bekrefter.

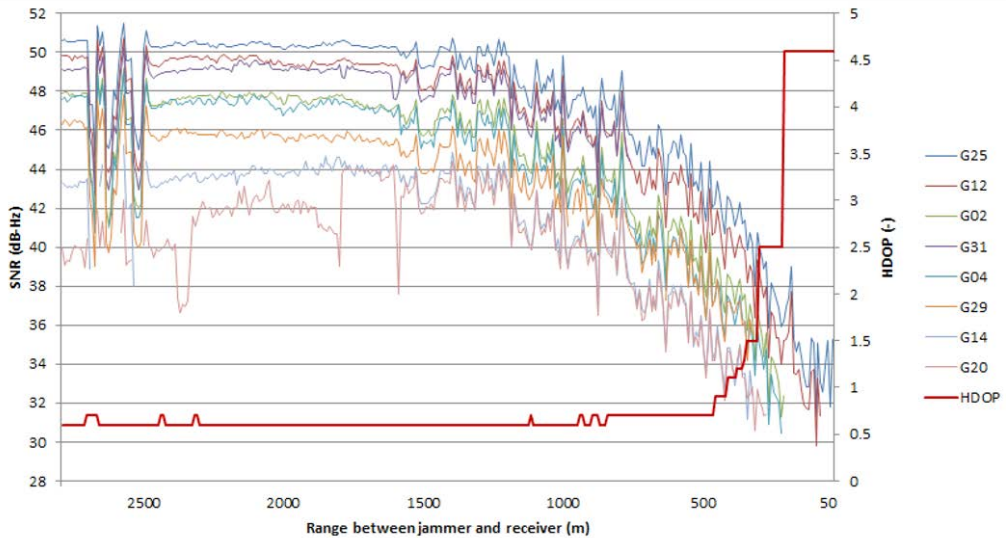
Det mest interessante funnet var at Furuno-mottakeren ga svært misvisende posisjon da jammeavstanden var ca. 1600 meter. I dette tilfellet avvakte kurs over grunn (COG) informasjon fra mottakeren med ca. 90 grader i forhold til sann COG. Mottakeren ga ikke noe varsel eller alarm, og ingen andre systemer på broa fanget opp denne feilen i posisjonen. På denne distansen fungerte altså jammeren som en spoofer som førte til at GPS-mottakeren ga svært misvisende eller villedende informasjon.

Som vi ser av plottet stoppet Leica-mottakeren å gi posisjon i stedet for å gi feil informasjon når signalkvaliteten

på GPS-signalet var dårlig. Dette er en helt klart foretrukket situasjon når en navigerer siden det å gi feil posisjon kan medføre at det ikke oppdages at det er problemer med GPS-signalet.



Figur 4. Posisjonsløsningen til Furuno-, Leica-, og Garminmottakerne



Figur 5. SNR-verdiene til hver satellitt og HDOP

INDIKASJONER PÅ JAMMING

Under testen ble SNR-verdien til hver satellitt logget. Figur 5 viser SNR-verdiene på venstre akse til de 8 satellittene som Leica-mottakeren 'tracket'. Jo høyere SNR, jo bedre. Figuren viser at mottakeren ikke lenger klarer å 'tracke' signalet når SNR-verdien når en nedre grenseverdi på 30-35 dB-Hz. SNR varierer hovedsakelig med satellittenes elevasjon. En høy satellitt er mindre påvirket av støy, og i denne testen har GPS-satellitt G25 en elevasjon på 70 grader mens satellitt G20 har en elevasjon på 20 grader. Figuren viser også at de høyeste satellittene som i utgangspunktet har høyest SNR-verdi er minst sårbar for interferens og 'trackes' lengst når jammeren nærmer seg.

Da jammeren ble skrudd på ved en avstand på ca. 2500 meter ser vi en sterk oscillering i SNR-verdien til alle satellittene. Mottakeren kompenserer for denne støyen jammeren produserer og SNR flater ut igjen. Når lett båten nærmer seg og jammeeffekten blir større starter alle satellittenes SNR-verdier å synke fra ca. 1600 meters avstand. Figuren viser at HDOP-verdien (Horizontal Dilution of Precision) øker på det tidspunktet mottakeren mister 'tracket' på de laveste satellittene, og dette skjer mye senere enn fallet i SNR-verdiene siden HDOP-verdien først øker når mottakeren mister 'tracket' på enkelte satellitter som igjen medfører at satellittgeometrien blir dårligere.

SNR-verdiene distribueres fra mottaker i NMEA protokollen (\$GPGSV) til ECDIS-ene. Denne informasjonen er vanligvis ubenyttet, men som figuren viser kan SNR-verdiene gi svært nyttig informasjon i forhold til å få en tidlig varsling av en jammetrussel. Dette er noe ethvert militært fartøy burde fått implementert i brosystemet sitt.

KONKLUSJON

Ulike GPS-mottakere reagerer ulikt i en jammesituasjon både når det kommer til evne til å 'tracke' satellitter og gi en nøyaktig posisjonsløsning. Integritetskontroll i mottakeren kan bidra til å unngå misvisende posisjon og heller stoppe å gi 'position fix' når det er mye støy i satellittsignalene, noe som absolutt er å foretrekke ved navigasjon. Alle brosystemer mottar SNR-informasjon fra satellittene som gjør det mulig å detektere en jammetrussel. Det eneste som mangler i dagens brosystemer er software som gjør det mulig å nyttiggjøre seg av denne viktige informasjonen i en jammesituasjon, og at han har kunnskaper og erfaring til å avdekke signalstøy.

En militær navigatør må mestre å føre fartøyet frem selv uten GNSS signal, og det er svært viktig at navigatøren har kunnskap om hvordan sitt eget GPS-utstyr oppfører seg i en jammesituasjon, og at han har kunnskaper og erfaring til å avdekke signalstøy fra for eksempel jamming.

DEL 3

Menneskelige faktorer og simulator

Oppnåelse av Forsvarets oppgaver gjennom teknologisk integrasjon

Frode Voll Mjelde

Anskaffelse av ny teknologi som fokuserer på integrasjonen mellom mennesket og systemet vil øke systemets overlevelsesevne, sikre interoperabilitet, redusere behov for bemanning og trening, balansere bredde og dybde i strukturen, optimalisere operativ evne og redusere livssykluskostnader.



Figur 1
Amerikansk modell av HSI – Human Systems Integration

Forsvaret skal til enhver tid opprettholde *samfunns-målet* om å være tilgjengelig for politiske oppdragsgivere, nasjonalt og globalt. Samfunnsmålet nås gjennom utførelse av *Forsvarets oppgaver* (FO 1-9) som beskrevet i St.prp.nr. 73 S (Forsvarsdepartementet, 2011-2012). Teknologisk utvikling gir Forsvaret muligheter til å ta i bruk nye teknologiske konsepter i den hensikt å kunne løse fremtidige oppdrag på en best mulig måte (gevinst). Samtidig vil innføring av ny teknologi kunne påvirke taktikk og konsepter i et fremtidig Forsvar, og usikkerheter i forhold til å kunne implementere foreslåtte tiltak må synliggjøres og analyseres.

Ny teknologi som støtter operasjoner i en felles operativ kontekst og som gir økt utnyttelse av våpen og sensorer, tilfredstiller miljøkrav, gir reduksjon i driftsavbrudd som utdanning og vedlikehold, samt øker stridsevnen må naturligvis prioriteres for å opprettholde samfunns-målet. Samtidig er dagens materielle struktur, eksisterende perspektivplaner for videreføring og oppdatering av strukturen, økonomiske rammer og tildeling av årsverk grunnleggende utgangspunkt og viktige faktorer som påvirker beslutningsprosessen.

Forsvarets anskaffelsesprosess er svært ressurs- og tidskrevende, og det kan gå svært lang tid mellom at et behov blir identifisert og at materiellet faktisk er på plass hos utøvende avdeling. Komplekse teknologiske anskaffelser kan således ende opp med å være utdatert når det endelig leveres til brukerne, i tillegg til at det ofte krever grundig opplæring og trening før det nye systemet bidrar til økt stridsevne. En forutsetning for tidsriktig og hurtig anvendelse av ny teknologi ligger derfor i evnen til "å gjøre det riktig i starten" gjennom fokus på brukernes forutsetninger og forventninger. Det må også sørges for at systemet kan fungere i samspill med andre systemer (NATO, 2016) og at det kan oppgraderes både med maskinvare og programvare uten at gjenkjennbarheten forsvinner hos operatørene.

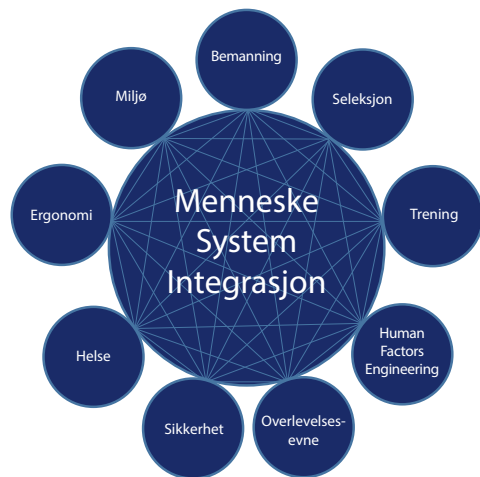
I komplekse menneske-maskin-systemer er det som regel organisatoriske og teknologiske endringer som utgjør drivkreftene for utvikling av systemet. Effektene av disse endringene på brukerne adresseres ofte ad hoc gjennom trening og en forventning om menneskelig tilpasning og skjerpede krav til kompetanse og ytelse. Systemets totale prestasjon avhenger da av hvordan brukeren er i stand til å mestre de teknologiske og organisatoriske forutsetningene. Denne tilnærmingen baserer seg erfaringsmessig ofte på en forenklet forståelse av menneskets kapasiteter, fremfor en systematisk og grunnleggende gjennomgang av menneskelige muligheter og begrensninger og hvordan disse påvirker systemets prestasjon (Heimdal, 2011).

Begrepet *teknologisk utvikling* skaper samtidig forventninger til en ny "dings" - en ny teknisk innretning eller

et nytt system. En enkel og vid definisjon av teknologi er «praktisk bruk av vitenskapelig kunnskap», hvor teknologi kan ses på som et verktøy for å påvirke våre omgivelser. Teknologi omfatter dermed samspillet (integrasjonen) mellom teknikk og menneske, altså vår evne til å bruke teknikken (NOU, 2000).

HUMAN SYSTEMS INTEGRATION (HSI)

Fagfeltet Human Systems Integration (HSI; også kalt Human Factors Integration (HFI) i Europa) representerer i denne sammenheng en brukersentrert tilnærming som tar utgangspunkt i menneskets ulike roller og oppgaver i det totale systemet og søker å optimalisere utførelsen gjennom å velge de mest egnede teknologiske (og organisatoriske) løsningene. HSI fokuserer på integrasjonen av det menneskelige element i design, anskaffelse og drift av komplekse teknologier og systemer for å redusere livssyklus kostnader, sikre interoperabilitet med andre enheter og systemer og optimalisere operativ ytelse (US Department of Defense, 2015). Forståelsen av grunnleggende forutsetninger for menneskelige prestasjoner og anvendelsen av denne kunnskapen i design og bruk av teknologi er avgjørende for systemets totale prestasjon (Booher, 2003).



Figur 2
Norsk modell av HSI – Menneske System Integrasjon

HSI DOMENER	BESKRIVELSE
Bemanning	Antall og kombinasjon (militære, sivile, kontraktører) av personell som trengs for å drifte, vedlikeholde, reparere og støtte systemer som anskaffes.
Seleksjon	Kriterier for kunnskaper, ferdigheter, evner og erfaring som er nødvendig for å utføre arbeidsoppgaver til å drifte, vedlikeholde og støtte et system.
Trening	Instruksjoner og ressurser som trengs for å tilføre personellet nødvendig kompetanse til å drifte, vedlikeholde og støtte et system.
Human Factors Engineering (HFE)	Vurderinger og integrasjoner av designkriterier, psykologiske prinsipper, menneskelig atferd, menneskelige kapasiteter og begrensninger for å optimalisere menneske-system interaksjon for alle brukere. HFE sikrer at systemer som krever minimal bemanning aksepteres av brukerne gjennom brukervennlig design for operering og vedlikehold. HFE sikrer overlevelsessevne for personell og system.
Systemsikkerhet	Sikkerhetsfaktorer inkluderer designkarakteristikker for system og operatør som minimaliserer sjansen for ulykker og skader på personellet.
Overlevelsessevne	Faktorer som reduserer risiko for at egen enhet blir oppdaget og angrepet, og som reduserer risiko for personell og system ved et angrep.
Helse	Identifisering og korrigerende av design og funksjoner som skaper betydelig helserisiko og som reduserer personellens ytelse.
Ergonomi	Kvalitetene til det fysiske miljø for operatør og støttepersonell påvirker oppdragets effektivitet. Gode arbeidsforhold er viktig for moral og motivasjon, og forebygger yrkesskader.
Miljø	Miljøfaktorer innebærer fokus på sammenhengen som eksisterer mellom vann, luft, jord og alle levende organismer.

Tabell 1 HSI Domener og beskrivelser

HSI baserer seg på optimalisering av det totale systemets ytelse gjennom kosteffektiv trade-off mellom ni domener (Naval Postgraduate School, 2013) som påvirker samspillet mellom teknikk og menneske (Tabell 1).

I det amerikanske forsvaret er HSI, sammen med fagfeltet Systems Engineering (SE), en integrert del av anskaffelsesprogrammet av militært utstyr. Studier og analyser viser at HSI har en positiv effekt på operativ ytelse uansett på hvilket tidspunkt det anvendes i systemets livssyklus, men at det gir størst økonomisk gevinst og raskere tilgang på anskaffet materiell ved anvendelse i en tidlig fase av prosjektet (US Department of Defense, 2015). I forsøket på å oppnå systemets ytelse som spesifisert i kravdokumenter, kan prosjektledere vedta et kortsiktig fokus for å holde på tidsplan og være innenfor budsjett. Resultatet kan bli et system som er innenfor budsjett, men som viser seg å ende opp som et sub-optimalt våpensystem som ikke kan anvendes trygt og effektivt før det har gjennomgått kostbare reparasjoner og ombygginger (US Air Force, 2009). Tabell 2 viser eksempler fra USA og Storbritannia hvor korrekt anvendelse av HSI-kunnskap hadde betydelig positiv økonomisk effekt i to militære anskaffelser, og hvor fravær av HSI hadde negativ effekt i en tredje anskaffelse (MoD HFI DTC, 2006).

En forutsetning for å lykkes med HSI er at metodikken tas i bruk så tidlig som mulig i en anskaffelsesprosess. Utfordringen er at gevinstene ikke er synlige for systemet er tatt i bruk, altså etter levering. Det må derfor være både krav og aksept høyere opp i systemet for at en prosjektoffiser skal tildele midler til HSI-relaterte formål selv om man ikke får øyeblikkelig gevinst. HSI-kostnadene for innføringen av US Army Comanche helikopter var på hele 75 millioner dollar (tabell 2). Dette er svært mye penger og kan virke avskrekkende i en tidlig fase, men besparelsen på over 3000 millioner dollar medførte en enorm gevinstfaktor på 1:40.

SYSTEMS ENGINEERING

Systems Engineering (SE) er en teknisk disiplin som kompletterer HSI gjennom fokus på integrering av systemer som tilfredsstiller tekniske standarder og som kan videreutvikles og påbygges uten å måtte bytte ut hele systemer. SE sikrer at oppgraderinger av programvare og maskinvare kan utføres kontinuerlig eller gradvis uten reduksjon i tilgjengelighet og kvalitet på systemet, og som dermed øker levetiden på systemet. Det viktigste formålet med SE er å sørge for opprettholdelse av system arkitektur, og at teknisk ytelse er oppnådd i henhold til behov, kravspesifikasjon og konstruksjon.

PROSJEKT	HSI KOSTNADER	RESULTAT
US Army "Comanche helicopter"	\$74.9 millioner	Besparelse: \$3.29 milliarder
US Army "FOX M93A1, NBC Recon system"	\$60 tusen	Besparelse: \$2-4 millioner
UK Navy "Single role minehunters"	HSI ikke anvendt	Kostnad for ombygging: £1.9 mill.

Tabell 2 HSI-kostnader og gevinster i militære prosjekter

OPPSUMMERING

Anskaffelse og innføring av ny teknologi i Forsvaret må være styrt av en tilnærming hvor brukerforutsetningene er sentrale i utformingen av menneske-maskin-systemer. Brukere av moderne våpensystemer forventer produkter som kan brukes trygt og effektivt. De forventer også at beslutningstakere og systemutviklere har adressert brukernes kognitive og fysiske kapasiteter og begrensninger som grunnleggende forutsetninger for systemets ytelse. Disse forventningene kan ikke realiseres uten en enhetlig og integrert SE og HSI innsats som krever en investering av tid, økonomiske ressurser og personalressurser.

Gevinsten er et økt utbytte av investeringer gjennom en analyse av kapabilitetskrav og tilgjengelige ressurser for å gi en kvalitativ trade-off mellom behov og kostnader - i den hensikt å optimalisere systemets ytelse, redusere behov for bemanning og trening, balansere bredde og dybde i strukturen, optimalisere operativ evne og redusere systemets livssyklus-kostnader.

REFERANSER

- Booher, H. R. (2003). *Handbook of Human Systems Integration*. John Wiley & Sons, Inc.
- Forsvarsdepartementet, St.prp.nr. 73S (2011-2012), *Et forsvar for vår tid*. Oslo: Det Kongelige Forsvarsdepartementet.
- Heimdal, J. (2011). *Human Factors, betraktninger om menneskelige forutsetninger og teknologiske systemer*. Oslo.
- MoD HFI DTC. (2006). *Cost Arguments and Evidence for Human Factors Integration*. Defence Technology Centres. Systems Engineering & Assessment Ltd.
- NATO (8. mars 2016). *NATO Library Homepage*. Hentet 6. april 2016 fra NATO Interoperability: <http://natolibguides.info/interoperability>
- Naval Postgraduate School. (5. mars 2013). *HSI Domains*. Hentet Apr 2, 2016 fra Naval Postgraduate School: <http://www.nps.edu/Academics/Schools/GS/OIS/Departments/OR/HSI/Domains.html>
- NOU (2000:21). *En strategi for sysselsetting og verdiskaping*. Statens forvaltningstjeneste, Informasjonsforvaltning. Oslo: Norges Offentlige Utredninger.
- US Air Force. (2009). *Human System Integration Handbook*. (7. H. Division, Red.) Brooks City-Base TX, USA: Directorate of Human Performance Integration.
- US Department of Defense. (2015). *Instruction 5000.02 - Operation of the Defense Acquisition System*. USA: US Acquisition, Technology & Logistics.

Effektiv bruk av simulator

Odd Sveinung Hareide

Bruken av simulatoranlegget på Sjøkrigsskolen i forbindelse med navigasjonstrening er stor. Denne artikkelen søker å besvare hvorfor det er fornuftig å investere tid og ressurser på å benytte en maritim navigasjonssimulator, og spesielt simulatoranlegget ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter.

ELEKTRONISK NAVIGASJON

Kravene som blir stilt i forbindelse med militær navigasjon betyr ekstra utfordringer for Sjøforsvaret i forbindelse med utdanning av militære navigatører. Prinsippet for å utdanne gode militære navigatører er en blanding av teori og praksis. Praksis gjennomføres i simulatoranlegget ved Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter (NavKomp) og om bord på skolefartøyene Kvarven og Nordnes. Faget praktisk navigasjon er viktig i utdanningen av militære navigatører, og bruken av simulator er omfattende i faget.

Figur 1 viser kompleksiteten i det å gjennomføre effektiv militær navigasjon på et elektronisk kartsystem. Per april 2016 baserer samtlige fartøyer over 15 meter i Sjøforsvaret seg på elektronisk navigasjon. Det vil si at de benytter elektroniske kartsystemer i en eller annen form. Overgangen fra papirkart til elektroniske kart har blitt betegnet som et paradigmeskifte. Hensikten med elektronisk navigasjon har vært å støtte og forenkle arbeidet til navigatøren med å føre fartøyet sikkert fra A til B. Etter noen års bruk og erfaring med elektronisk navigasjon ser vi nå at paradigmeskiftet også har ført med seg nye utfordringer for den militære navigatøren. Kompleksiteten i et integrert navigasjonssystem er høy, og det krever inngående kunnskap i navigasjonssystemer for å forstå hvordan en skal benytte systemet effektivt med hensyn på muligheter og begrensninger.

BRUK AV MARITIME SIMULATORER

Navigasjonstrening (Navigation Exercise, Navex) fikk for noen år tilbake en god del tid i øvingsprogrammet til Sjøforsvarets fartøyer. Med nye fartøyer, kostnader ved drift, mindre seilaser og mer komplekse operasjoner, har tiden til navigasjonstrening under øvelser minket. I løpet av denne tiden har det blitt etablert en egen simulatoravdeling ved NavKomp på Sjøkrigsskolen (NavSim). Utnyttelsesgraden av simulatoren er stor, og samtlige våpen benytter seg av simulatoren i varierende grad. Enkelte våpen har store deler av navigatørtrening samt vaktsejersklarering i simulator, spesielt MTB-våpenet som har en identisk simulator som om bord (1:1). Det er et stort potensiale for bruk og effektiv utnyttelse av scenariobasert trening i simulator for samtlige våpen.

Det har vært gjennomført flere studier i forbindelse med navigasjon i NavSim. I 2013 ble det utført en studie hvor en så på hvorvidt Sjøforsvarets navigatører var bevisst sårbarheten i GPS (GNSS), og om navigasjonsteamene evnet å fange opp feil i den primære posisjonssensoren (GPS) ved seilas i området Haakonvern til Fedje. Studien viste at det i gjennomsnitt tok 7,5 minutter før en feil ble oppdaget, og i enkelte scenario var feilen så stor som 1 nautisk mil (NM) før den ble oppdaget. Dette viser viktigheten av å kontrollere det elektroniske kartsystemet gjennom for eksempel tradisjonell optisk kontroll, samt

NAVIGASJONSTEKNISKE FAKTORER				MENNESKELIGE FAKTORER
KART-GRUNNLAG	SENSOR/SYSTEM	TYPE AUTOMASJON	KONTROLL-MODE	LEDELSE AV RESSURSER PÅ BRO
Type kart (ENC) Oppdatert Målestokk CATZOC T/P –rettelser Safety Contour/Depth Informasjonslag Tilpasse oppsett under seilas	<u>Sensor:</u> Posisjonssensorer Headingsensorer Fartssensorer Dybdesensorer Andre sensorer <u>System:</u> Konsollkonfigurasjon Signaldistribusjon Redundans Integrasjon mot andre system ECDIS/ECS HW/SW	<u>Autopilot:</u> Banestyling Waypoint-styring Heading-styring Course-styring Curved EBL Manuell <u>Rormann:</u> Rorordre	<u>3 moder:</u> Optisk Radar Kombinasjon optisk/radar (NVG) Velg mode basert på: FarvannTrafikkLyst/ MørkeSikt Se ut !	Kommunikasjon Rolleavklaring Eksplisitt koordinering Situasjonsbevissthet Teamarbeid og utvikling Ledelse og beslutningstaking Søvn og tretthet Brovakt og beredskap Risikovurderinger Aktomhetsnivå Arbeidskrav og belastning Forberedelser Forventninger Trivsel og miljø Støtte hverandre i teamet Fokus på nåværende rolle

Figur 1. Faktorer som påvirker militær navigasjon.

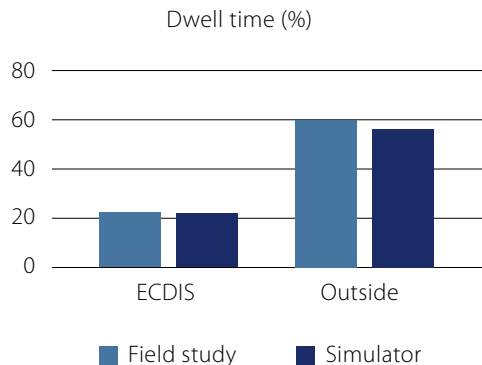
viktigheten av systemforståelse med hensyn på det elektroniske kartsystemets muligheter og begrensninger.

FUNGERER MARITIME SIMULATORER?

I 2015 ble det gjennomført en studie for å se på nytteverdien av NavSim i forbindelse med likhet i navigasjonstrening om bord og i simulator. Denne studien ble gjennomført ved å samle inn data ved hjelp av EyeTracker. EyeTracker er briller som en person har på seg, og disse brillene registrerer hvor øyet ser. Det er også en rekke andre data som EyeTracking registrer, som for eksempel blunk, hvor lenge vi ser på et område og hvilket mønster øyet søker. Disse dataene kan analyseres for å for eksempel se på likheter i navigasjon om bord og i en simulator.

Datainnsamlingen bestod av totalt 2,5 timer opptak, halvparten om bord på Skjold-klassen og halvparten i Skjold-klasse simulatoren ved NavKomp. Figur 2 viser at tiden brukt på å se ut og å se på det elektroniske kartsystemet er sammenfallende om bord og i simulator. En kan derfor argumentere for at måten navigasjon gjennomføres på om bord og i simulator er lik. Det ble også avdekket en rekke andre interessante observasjoner under studien ved analyse av EyeTracking dataene. Et viktig funn er at den kognitive og mentale belastningen er større i simulator enn ved seilas om bord. Dette kan

blant annet forklares ved at mennesket (navigatøren) er vant til å tolke verden slik som han eller hun kjenner den i 3D, med høy oppløsning og med gode fargekontraster. I simulator er verden presentert i 2D, med lavere oppløsning og dårligere fargeoppløsning.



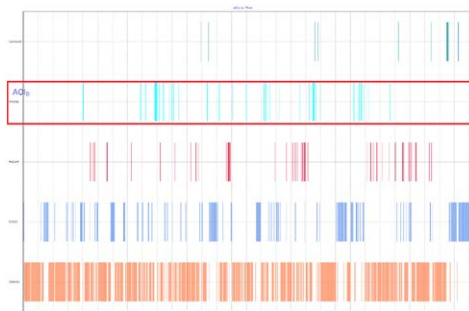
Figur 2. Dwell time i EyeTracker-studie



Figur 3. Scan Path elektronisk kartsystem (Kongsberg ECDIS)

Det ble også tydelig identifisert at design er viktig for å understøtte effektiv navigasjon. I figur 3 ser vi at navigatøren bruker mye tid på å lese av informasjon i et vindu nede til høyre i det elektroniske kartsystemet. Dette vinduet er rutemonitoreringsvinduet, som gir navigatøren essensiell informasjon om neste kurs, tørnindikatorer og stevneindikatorer samt hvor mye avviket fra planlagt rute er.

En ser også av figur 4 at navigatøren bruker mye tid til å resette loggen som er oppe til venstre for navigatøren. Ved et bedre design av broen ville denne informasjonen vært lettere tilgjengelig, og en ville dermed frigitt mer tid til det viktigste: Se ut!



Figur 4. Sekvens kart navigator Skjold-klasse

EFFEKTIV BRUK AV SIMULATOR

Studien viser at det å bruke navigasjonssimulatoren gir god navigasjonstrening. Kost-nytteverdien av dette er stor, da en kan designe gode navigasjonsscenarioer som løses med kun navigasjonsteamet tilgjengelig i det tidsrommet som passer for besetningen. Det viser også viktigheten av en gjennomtenkt broløsning, som understøtter navigatøren i hans viktigste oppgave: Se ut! Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter ønsker alle Sjøforsvarets fartøyer hjertelig velkommen til effektiv navigasjonstrening i NavSim!

Simulator eller simulering?

Petter Lunde

Sjøforsvarets bruk av simulert støtte til utdanning og trening er en kosteffektiv utnyttelse av teknologi for å skape mest mulig kampkraft, fra utdanning av enkeltindivider til trening av team. Det er dog viktig å bemerke at det er anvendelsen av simulatorsystemer som øker stridsevnen, ikke teknologien i seg selv. En naturlig rekkefølge for analyse av treningsbehov er derfor å fokusere på hva og hvem som skal trenes, og deretter definere hvordan man skal trene.

Simulatorsystemer får mer og mer innpass i forbindelse med opplæring og trening i dagens samfunn. Leverandørene jobber på sprenget for å stadig levere nye og mer avanserte simulatorsystemer med masse finurlige detaljer og tekniske spissfindigheter. De ser lekre og imponerende ut, og tilfredsstillende alle mulige krav som er satt til slike opplæringsystemer - men trenger vi egentlig alt sammen? Ved navigasjonssimulatoren på Sjøkrigsskolen i Bergen har vi valgt å gå en litt annerledes vei. Vi hevder at det ikke er simulatorene i seg selv som gir oss de gode resultatene, men hvordan de blir brukt. Masse fancy utseende datautstyr gir oss lite eller intet treningsutbytte - det er selve simuleringen og pedagogikken som gir resultater (Sjøkrigsskolen, 2009)! Denne artikkelen deler litt av de erfaringer vi har gjort oss gjennom 16 års drift av navigasjonssimulatoren ved Sjøkrigsskolen, og gir forhåpentligvis et innblikk i hvorfor vi har flyttet fokus fra «simulator» til «simulering».

«AVKLARINGEN»

«Avklaringen» er det aller første vi må ta stilling til. Det må avklares om det skal trenes «tekniske ferdigheter» eller «ikke-tekniske ferdigheter». Dette fordi de to ferdighetstypene fordrer helt forskjellig fasilitering og tankegang ved design av konsepter og øvelser for å kunne gi elevene den trening som er påkrevd.

«TRENINGENS ABC»

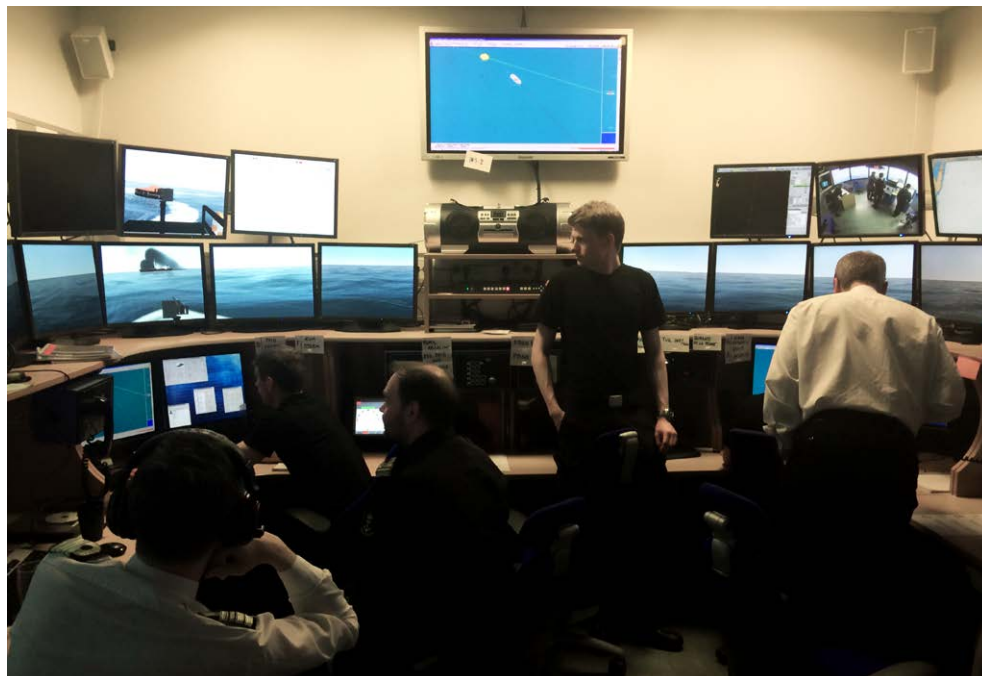
Det neste som møter oss er «Treningens ABC». For å drive effektiv trening, uavhengig av fagområde, så er dette tre grunnleggende faktorer man ikke kommer unna (Eid & Johnsen, 2006). Treningens ABC burde egentlig hete treningens 3 Her - Hva, Hvem og Hvordan, og er anvendelig langt utover trening på simulatorer.

- A. HVA er det som skal trenes/øves/gjøres?
- B. HVEM er det «HVA»'et skal gjøres for?
- C. HVORDAN skal man tilrettelegge og fasilitere for at HVEM skal oppnå HVA?

Alle disse tre punktene må henge sammen, og «avklarings» ligger til grunn for dem alle. Generelt sett så sier vi til kunder at dersom de kan klare å identifisere «hva» de skal trene, og «hvem» som skal trenes i dette, så kan vi hjelpe dem med å identifisere «avklaringen» samt å finne ut «hvordan».

HVA SKAL TRENES?

«Hva» må være så spesifikt at øvingsutbyttet er direkte målbart etter treningen. Det betyr at det ikke er godt nok å si at man skal trene «innenskjærs seilas», fordi dette er alt for generelt og relativt altomfattende. En slik trening kan gi noe utbytte i trygghetsfølelse fordi man mengde-trener, men den er ikke målrettet og lite utviklende.



Fasilitering av Scenariobasert trening. Foto: Sjøkrigsskolen

Eksempler på spesifikke øvingsmål («hva») kan være:

- i. nøyaktighet i krysspeilinger med varierende vanskelighetsgrader basert på siktforhold og fartøysbevegelser (teknisk ferdighet)
- ii. hoderegning på 6-minuttersregelen med ukurante verdier (teknisk ferdighet)
- iii. samarbeide i et broteam med fokus på å etablere og opprettholde felles mentalt bilde (ikke-tekniske ferdigheter)
- iv. «booste» teamprosesser (i nye team med ukjente mennesker) (ikke-tekniske ferdigheter)

Dette er fire helt forskjellige treningsmål, som krever helt forskjellig fasilitering avhengig av «hvem» som skal trenes. De vil likeledes ende med helt forskjellige «hvordan».

HVEM SKAL TRENES?

«Hvem» som skal trenes blir nå ekstremt viktig for det etterfølgende «hvordan». Her må det identifiseres på hvilket nivå den enkelte deltaker (eller gruppen dersom det er en relativt homogen gruppe) står innen emnet, ikke minst med tanke på kunnskap om feilkilder og indre/ytre påvirkninger i forhold til det som skal øves. F.eks er kadetter ved Sjøkrigsskolen en relativt homogen gruppe i mange sammenhenger, men selv i en slik

gruppe er det nivåforskjeller mellom både bransjer, klasser og enkeltelever. Dersom gruppen består av både sivile og militære vil man normalt oppleve et betydelig mer sprikende grunnlag på elevene. «Hvem»-analysen kan fort resultere i behov for flere instruktører, og dermed økte kostnader for kursgjennomføringen. Det viktige i denne sammenheng er å ikke se seg blind på driftsøkonomien for treningen, men «Return Of Investment (ROI)» som kommer gjennom drift i normal virksomhet i etterkant av treningen.

HVORDAN SKAL DET TRENES?

Dette er et område som det ikke er plass til å gå helt i dybden på i en artikkel som denne, men noen grove retningslinjer kan trekkes frem der alle spørsmål må besvares sett mot «Hva» og «Hvem» (dette er langt fra noen uttømmende liste):

- Skal det trenes individuelt, i par eller grupper?
- Hva er det eleven opplever under et reelt tilfelle?
- Hvordan får eleven «input» i et reelt tilfelle?
- Hvordan er miljøet (omgivelser og arbeidsforhold) i et reelt tilfelle?
- Hvordan kan vi gjenspele nødvendig reell opplevelse under treningen?
- Hvordan kan vi isolere bort irrelevant «støy» for å holde fokus på øvingsmål?

For å trene krysspeilingene (i) vil en innretning med relevant peileinstrument og mulighet til å variere siktforhold og stabilitet på egen plattform i forhold til omgivelsene være viktig. Alt dette finner man i en navigasjonssimulator, men man kan også komme langt med en peileinnretning montert på en tilhenger som kjøres sakte rundt på ujevnt underlag (dersom ingen simulator er tilgjengelig innen rimelig avstand).

For å trene hoderegningen (ii) så trenger man egentlig ikke mer enn en sparringspartner, og så kan man gi hverandre regneoppgaver som løses som hoderegning på tid. En måte å gjøre dette på er å «kaste ut» en oppgave til en makker når du ser ham/henne, og så er det om å gjøre for vedkommende å raskest mulig sende svaret tilbake – før du selv er ute av syne (f.eks ved passering i gangen). Det er ikke behov for noen simulator til dette, selv om det godt kan trenes der også.

For å trene på felles mentale bilder (iii) er det litt mer utfordrende. Ikke-tekniske ferdigheter krever normalt mer komplekse scenarier, og spesielt hvis det er mange deltakere. Siden det visuelle inntrykket utgjør det største grunnlaget for våre beslutninger, så er det viktig under slik trening at informasjonen som tilkommer elevene underveis i all hovedsak fremmes visuelt. Scenarioet kan med fordel være minst mulig gjenkjennbart for elevene i forhold til deres hverdag, slik at de ikke blir for låst av egne prosedyrer og tidligere erfaringer. På den måten gir man elevene bedre mulighet til å fokusere på seg selv og ikke på det organisatoriske systemet og regelverket de omgis av. Et hendelsesrikt scenario med enkelte flertydige informasjonen til elevene vil da lett skape grunnlag for utfordringer til et felles mentalt bilde for gruppen. Gjennom debrief og analyse av slike scenarier vil ofte hjelpen og behovet for midler som blant annet prosedyrer utpeke seg, og betydningen av dem forsterkes for elevene.

For å «booste» teamprosesser (iv) må det tenkes enda litt annerledes. Her er motivering og enkelhet nøkkelfaktorer. En effektiv måte å gjøre dette på er gjennom konkurranser der teamene må samarbeide for å prestere bra. Konkurransene må ha meget enkle regler som er lett målbare for poenggiving og rangering, og det må gjennom flere gjennomkjøringer være mulig å forbedre seg slik at man kan klatre på rangeringen. Hvilket fagområde det konkurreres i er ubetydelig så lenge man har laget øvelsen på en slik måte at elevene selv kan se hvor de feilet og hva som skal til for å bedre seg.

Eksempelene (iii) og (iv) er typiske tilfeller der vi anvender det vi kaller *scenariobasert trening* (Figur 1). Det er her laget et målrettet startscenario, og elevenes handlinger styrer i stor grad hvilken retning utviklingen går. I slike scenarier er det en kritisk faktor å kunne monitorere elevenes kommunikasjon og handlinger, slik at instruk-

tøren kan respondere relevant i forhold til øvingsmålene, proaktivt eller reaktivt, gjennom kontroll av en annen simulator eller via rollespill.

OPPSUMMERING

Den gode simuleringen er måten man tilrettelegger på for at elevene skal få en opplevelse som gir dem best mulig grunnlag for god innlevelse, som igjen gir dem en oppfatning av virkelighet (selv om en simulator er langt derifra). Det trenger ikke være likt for å oppleves likt, og det trenger heller ikke oppleves likt for å gi læringsutbytte. Utbyttet og effekten de får av treningen vil i stor grad avhenge av hvor grundig de har gått gjennom HVA, HVEM og HVORDAN, og dernest i hvor stor grad man har kompetente instruktører til å gjennomføre et treningssenario der det holdes fokus på å holde elevene «i den relevante sonen», blant annet gjennom å respondere på elevenes handlinger med realistiske reaksjoner som passer inn i scenariet. På denne måten kan man trene på elementer som ligger langt utenfor en eventuell simulators tiltenkte virkeområde, uten å måtte investere i kostbare nye simulatorer. En god og effektiv trening krever en god simulering, men er ikke avhengig av en kostbar og avansert simulator.

REFERANSER

- Eid, J., & Johnsen, B. H. (2006). *Operativ psykologi* (2. utg.) Bergen: Fagbokforlaget.
- *Alle mann til brasene! - sjømilitært operativt lederskap og lederutvikling: Sjøkrigsskolens lederutviklingsfilosofi* (2 utg. 2009) Bergen: Sjøkrigsskolen.

Militær navigasjon basert på Commercial Off The Shelf (COTS) produkter

Stein Egil Iversen

Et militært fartøy må kunne opprettholde evnen til fortsatt sikker og effektiv navigasjon ved bortfall av GPS. Mens sivile fartøyer enten stopper opp eller går til nærmeste havn, må militære fartøyer være i stand til å fortsette en pågående operasjon. Dette gjelder både innaskjærs og utaskjærs, dag eller natt, i eller utenfor seilingsleden, på overflaten eller under vann. Fortsatt evne til å operere sikkert og effektivt stiller derfor særskilte krav til navigasjonssystemet.

Det norske forsvaret har fartøyer som varierer i størrelse fra små lettbåter til helikopterbærende fregatter, og logistikkfartøyet KNM Maud som er under bygging i Sør-Korea. Majoriteten av fartøyene er utrustet med elektroniske navigasjonssystemer som muliggjør papirløs navigasjon. Systemene varierer fra enkle kartplottere, Electronic Chart System (ECS), Electronic Chart and Display Information System (ECDIS) og Warship ECDIS (WECDIS). Alle er basert på COTS. I henhold til internasjonalt og norsk regelverk, er det kun ECDIS som er typegodkjent for papirløs navigasjon. Ytelseskravene til ECDIS tar utgangspunkt i Safety Of Life At Sea-konvensjonen (SOLAS). Et typegodkjent system anses dermed å kunne ivareta navigasjonssikkerheten.

Kravene til ECDIS slår fast at systemet skal ha input fra to separate autonome posisjoneringssystemer, fortrinnsvis av forskjellig type. Dette kravet er uten unntak løst ved å bruke GPS eller andre satellittbaserte radionavigasjonssystemer. Disse er basert på høyfrekvente signaler med lav effekt som sendes fra satellitter i verdensrommet. Dette gjør disse systemene sårbare for elektromagnetisk påvirkning.

Militær navigasjon har et taktisk aspekt. Under operasjoner må militære fartøyer være vanskelige å oppdage av en fiende. Dette gjelder både visuelt, elektromagnetisk og infrarødt. Bruk av radar vil kunne være avgrenset

til sporadiske sektorsveip eller ingen utsendelse. AIS er som hovedregel kun i passiv mode. Lanterner kan enten være dimmet eller avslåtte. Ruter kan være basert på lokal farvannskjennskap og lagt utenfor seilingsleder for å oppnå maksimal effektivitet og øke overraskelsesmomentet. Operasjoner må kunne fortsette ved bortfall av GPS. For å kunne navigere sikkert under disse forholdene kreves det både særskilte holdninger og ferdigheter understøttet av et egnet navigasjonssystem.

NAVIGASJONSSENSORER

Militære fartøyer er som regel utrustet med minst en militær GPS mottaker. Dette muliggjør samtidig mottak av både sivile og militære GPS signaler. Disse sendes ut på to forskjellige frekvenser. Ved å korrelere signalene mot hverandre kan ionosfære-forsinkelsen elimineres. Dette gir økt posisjonsnøyaktighet, men siden det krypterte militære signalet er like sårbart for elektromagnetisk påvirkning som det sivile, oppnås kun marginal beskyttelse mot forstyrrelser.

For å øke motstandsdyktigheten kan antenner med styrt antennemønster (Controlled Reception Pattern Array – CRPA) anvendes. Disse antennene undertrykker eventuell elektromagnetisk påvirkning og styrer antennemønsteret mot GPS-signalet. Dette gir beskyttelse mot jamming inntil jammesignalet blir for sterkt.



Militære GPS-mottakere og CRPA-antenner



Sigma 40 treghetsnavigator



Integrert OBD og utsnitt fra ECDIS ved terrestrisk posisjonering

Andre systemer som kan understøtte militær navigasjon er treghetsnavigatorer. Disse fungerer som komplementære sensorer og er koblet mot GPS. Ved bortfall av GPS vil en treghetsnavigator drifte i posisjon med ekspanderende feil over tid på grunn av dynamiske målefeil i akselerometre og rategyroer. Posisjonen til en treghetsnavigator kan oppdateres manuelt ved å bruke eget operatørpanel eller fra selve navigasjonssystemet dersom det er implementert brukergrensesnitt for dette.

Et militært navigasjonssystem må dermed ha utvidet funksjonalitet, både for å kunne oppdatere treghetsnavigatoren og oppdatere eget skips posisjon når GPS ikke er tilgjengelig.

NAVIGASJONSTEKNIKKER

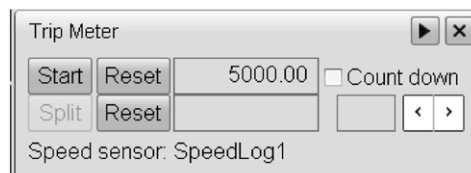
Innaskjærs terrestrisk navigasjon muliggjør presis posisjonering uten GPS, og baserer seg på enkle prinsipper og hjelpemidler. SNP-500, Sjøforsvarets retningslinjer for utøvelse av navigasjon, sier at ruter skal planlegges for optisk kontroll. Dette innebærer at alle legg i ruten planlegges enten med stevn eller tørt i forhold til optiske navigasjonshjelpemidler. Ved å integrere en optisk peilesøyle (Optical Bearing Device - OBD) vil man kunne peile det aktuelle objektet og skyte peilinger inn i navigasjonssystemet. På denne måten kan man både verifisere og oppdatere posisjonen.

Lengden på alle legg i ruten er kjent. Ved å benytte stoppeklokke og logg kan navigatøren lett beregne tid til tørt punkt. Denne metodikken lar seg lett implementere og automatisere i et navigasjonssystem.

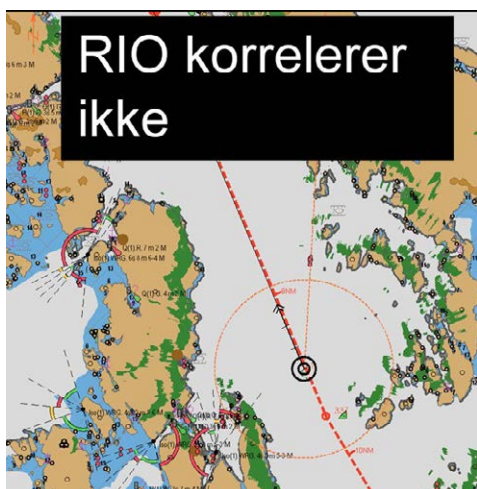
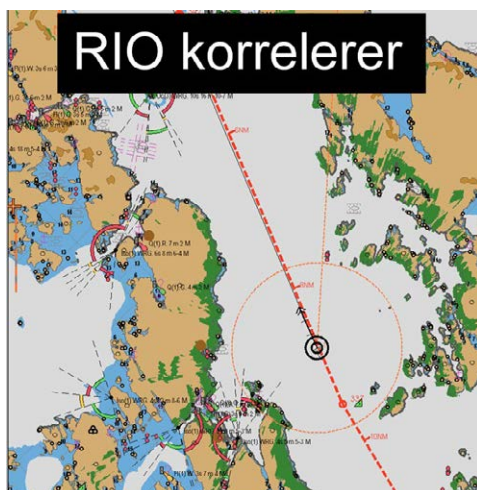
Fysisk plassering av OBD og loggrepeater bør være slik at de er enkelt tilgjengelige og ha et brukergrensesnitt som er egnet for fartøyet.



Loggrepeater og stoppeklokke



Automatisert klokke/logg



Radar Information Overlay

Andre metodikker for posisjonering er å legge radarbildet over det elektroniske kartet og korrelere disse mot hverandre (Radar Overlay Information – RIO). Alle moderne navigasjonssystemer har denne muligheten.

For et militært fartøy kan den taktiske situasjonen forårsake at bruk av radar ikke er mulig. En integrert OBD med hensiktsmessig brukergrensesnitt i kombinasjon med klokke/logg-prinsippet vil dermed være uunnværlige hjelpemidler ved bortfall av GPS.

Det eksisterer ingen obligatoriske krav til kommersielle systemer om dette, som gjør at få, om noen, COTS-systemer er i stand til å understøtte militær posisjon fordi de ikke er designet for dette formålet.

Utaskjærs eller i områder med få eller ingen visuelle navigasjonsmerker, er de eneste tilgjengelige posisjoneringssystemene i dag enten LoranC eller astronavigasjon. De færreste fartøy, hverken militære eller sivile, har LoranC-mottaker integrert mot navigasjonssystemet. Astronavigasjon læres på alle maritime utdanningsinstitusjoner, men praktiseres så sjelden at kunnskap om hvordan dette skal gjennomføres glemmes. LoranC har blitt videreutviklet til eLoran (enhanced Loran) og har potensiale til å oppnå posisjonsnøyaktighet tilsvarende GPS. Det foregår i dag undersøkelser både nasjonalt og internasjonalt om hvorvidt dette lar seg implementere i et kost/nytte perspektiv.

KRAV TIL MILITÆR NAVIGASJON

Foruten mulighet for fortsatt operasjon ved bortfall av GPS, fordrer militær navigasjon ytterligere krav. Avhengig av type fartøy og de operasjoner det er tiltenkt å gjennomføre, bør et militært navigasjonssystem kunne lese og presentere andre kartdata enn det som obligatorisk for COTS. Militære navigasjonsdata som Additional Military Layers (AML), Digital Navigation Charts (DNC) og Tactical Ocean Data (TOD) kan inneholde enten data med større oppløsning enn ENC eller inneholde komplementær informasjon som øker operasjonsevnen. Bruk av andre kartdata enn ENC gjør at COTS ECDIS mister typegodkjenningen.

For å øke situasjonsforståelsen samt bidra til bildebygging, bør navigasjonssystemet kunne motta og sende data til kommando-kontrollsystemet. Siden dette systemet håndterer gradert informasjon vil dermed også navigasjonssystemet bli gradert som medfører at ekstra sikkerhetstiltak må implementeres i systemet og som også får konsekvenser for design av bro. I tillegg må leverandøren kunne sikkerhetsklareres av Nasjonal Sikkerhetsmyndighet (NSM). Disse sikkerhetskravene øker anskaffelses- og driftskostnadene. Symbolikken til taktiske data er standardisert innen NATO. Disse følger ikke symbolikkstandarden for ENC. Presentasjon av taktiske data på COTS ECDIS vil medføre at typegodkjenningen faller bort.

REGELVERK

SOLAS, som alle ytelseskrav til fartøyer er hjemlet i, er ikke obligatorisk for en flaggstats egne fartøyer. Til tross for dette følger alle nasjoners mariner intensjonene i SOLAS.

Det foreligger ingen eksplisitte krav om at militære fartøyer skal klassifiseres, men et stadig økende antall militære fartøyer underlegges klassekravene. Ved å gjøre dette vil en ekstern klassifiseringsinstans følge opp at alle krav oppfylles. Dette gjør at man sparer tid, personellressurser og utgifter.

Full etterlevelse av de klassenotasjoner som velges for et fartøy får konsekvenser for navigasjonsutrustningen. Klassenotasjonen regulerer funksjonalitet til navigasjonssystemet, type og antall navigasjonssensorer samt

krav om typegodkjenning. Alle COTS-produkter oppfyller disse kravene.

Et komplett COTS-navigasjonssystem gir flere fordeler. Produsenten har gjennomført all nødvendig systemdesign og testing. Kostandene er fordelt blant antall kjøpere, og et stort antall standardiserte produkter kan leveres i løpet av kort tid.

Graden av etterlevelse av SOLAS med assosierte ytelseskrav for militære fartøyer er et nasjonalt anliggende. Det samme gjelder for klassenotasjoner. Full etterlevelse av regelverkene gjør implementering av påkrevet funksjonalitet nærmest til en umulig oppgave. Anvendelse av sivilt regelverk og standarder bør derfor brukes som en rettesnor og ikke følges bokstavelig.

MILITÆRT COTS-BASERT SYSTEM

Et system som er fullt ut basert på COTS kan ikke møte militære krav. Bruk av COTS er fortsatt mulig, men da som et system som er basert på COTS-komponenter og produkter med ekstra militær kapabilitet. Ved å ta en standard ECDIS, beholde alle basisfunksjonene og implementere de særskilte militære funksjonalitetene som kreves, vil man kunne oppnå dette.



Militær COTS-basert ECDIS

Det er flere viktige momenter man må være seg bevisst ved anskaffelse av militære COTS-baserte systemer. Denne løsningen fører uvegerlig til at enkelte krav ikke lar seg implementere fullt ut eller ikke i det hele tatt. Enkelte COTS-funksjonaliteter vil enten måtte modifiseres eller tas bort.

De færreste leverandører har god nok kjennskap til militær navigasjon og hva dette innebærer. Denne kunnskapen bygges over lang tid og går begge veier. Ved testing og verifikasjon av kravoppfyllelse er det essensielt at begge parter har den samme forståelse av hva kravet innebærer.

COTS-produkter tilbyr stor grad av fleksibilitet som muliggjør at produktenes opprinnelige state-of-the-art status kan opprettholdes gjennom oppdateringer. Denne fleksibiliteten ønskes opprettholdt også for COTS-baserte leveranser. Dette betinger at implementeringen av ekstra militær funksjonalitet gjøres slik at oppdateringer vanskeliggjøres i så liten grad som mulig. Aktiv deltakelse fra sluttbruker er nødvendig for å oppnå maksimal ytelse.

ANSKAFFELSER

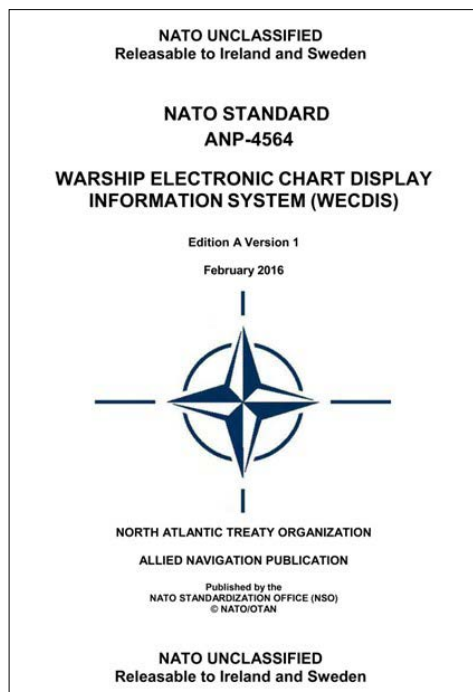
I henhold til anskaffelsesregelverk for forsvarssektoren skal anskaffelser som overstiger en viss terskelverdi utlyses på åpen konkurranse. Dette for å kunne oppnå ønsket produkt til lavest mulig pris. Når det gjelder store anskaffelser bestemmer Stortinget hvilken leverandør som skal brukes. På grunn av gjenkjøpsavtaler vil dette ikke bare inkludere hovedleverandør men også forskjellige underleverandører.

Ved bygging av nye fartøyer har de fleste verft rammeavtaler for produsenter av forskjellige systemer og sensorer. Dersom andre systemer ønskes, vil man måtte betale ekstra for dette.

Disse faktorene kan medføre at anskaffelser ikke fullt ut er i henhold til de opprinnelige brukerkravene. Siden avgjørelsen av valg av leverandører ikke er opp til Forsvaret vil det også kunne vanskeliggjøre standardisering av utstyr og systemer.

MILITÆR NAVIGASJON I NATO – ANP4564

Militære fartøyer kan og vil bli operert under forhold som ikke er dekket av sivile lover og regler. For et militært navigasjonssystem sitt vedkommende vil dette medføre behov for særskilt funksjonalitet. En ekspertgruppe i NATO har i de tre seneste år redigert Standard NATO Agreement (STANAG) 4563 Warship ECDIS. Den nye publikasjonen vil utgis som ANP 4564 (Allied Navigation Publication).



Grunnet saksbehandlingstid i NATO, avventer publikasjonen å bli lagt ut for ratifisering og offentliggjøring. Forhåpentligvis vil denne prosessen påbegynnes innen utløpet av 2016.

Innholdet i ANP 4564 er basert på «best practice» innen NATO samt mangelen på understøttelse av militær navigasjon i COTS-systemer. WECDIS defineres til å være basert på COTS ECDIS med spesifisert militære tilleggskrav. Disse kravene kan ses på som moduler.



WECDIS modulær oppbygging

Modul 1 inneholder krav som ikke motsier gjeldende krav til typegodkjent ECDIS. Funksjonaliteter som kreves for militær navigasjon er også anvendbart for sivil navigasjon. Dersom industrien implementerer disse kravene i basis COTS ECDIS, vil dette redusere kostnader og samtidig gi mulighet for å opprettholde COTS-fleksibiliteten.

Modul 2 inneholder særskilte militære krav. Dette inkluderer bruk av andre kartdata enn ENC, konstruksjon og presentasjon av Water Space Management (WSM) moduler samt Prevention of Mutual Interference (PMI) og hvordan taktisk informasjon skal presenteres.

Modul 3 omhandler krav for interfacing av øvrige systemer og sensorer samt interoperabilitet med andre enheter og nasjoner. For å oppnå større grad av interoperabilitet, ble det utviklet et eget grensesnitt (NATO User Defined Layers – NUDL) for import/eksport av data som ikke er dekket av sivilt regelverk.

Modul 4 omhandler spesifikke krav for ubåter.

Et særskilt krav i ANP 4564 er at gjennom en enkel operasjon skal WECDIS returnere til standard typegodkjent ECDIS-mode. Dette for å øke mulighet til å opprettholde navigasjonssikkerheten.

Denne modulære strukturen muliggjør at militær navigasjon kan muliggjøres på et stort antall fartøyer. En fregatt trenger ikke ubåt-funksjonalitet. Kanskje viktigst av alt, vil implementering av militære krav i et COTS-basert system forenkles samtidig som man vil være i stand til å oppfylle sivilt regelverk.

KONKLUSJON

Graden av etterlevelse av SOLAS-relaterte regelverk og klassekrav må nøye ses på opp mot de operative kapabilitetskravene. Navigasjonssystemer basert kun på COTS vil aldri kunne møte kravene til militær navigasjon.

Systemspesifikke krav må være så generiske som mulig slik at det er mulig å implementere disse for et stort antall leverandører. Ufravikelige krav for å støtte militær navigasjon må være gjennomtenkte og mulig å implementere sett i kost/nytte-perspektiv. Der krav må tilpasses leverandøren må dette skje. Design av bro og plassering av hjelpemidler må gjøres slik at arbeidsoperasjoner effektiviseres og forenkles. Tett samarbeide med leverandør er påkrevet for å få en optimal leveranse.

ANP 4564 muliggjør bruk av COTS-baserte navigasjonssystemer for militær navigasjon på en langt bedre måte enn tidligere. Ved å integrere WECDIS-funksjonalitet i COTS-basert ECS eller ECDIS vil kravene til militær navigasjon dekket samtidig som alle sivile krav oppfylles.

Dersom man ikke er seg bevisst hva bruk av COTS eller COTS-baserte systemer innebærer, vil man i beste fall ende opp med en suboptimal løsning som ikke dekker de underliggende operasjonelle kapabilitetskrav.

DEL 4

Samarbeid med andre

Sjøkrigsskolen og de andre nasjonale maritime høyskoler og universiteter – styrking gjennom samarbeid?

Hans Magne Gloppen

“Samlebegrepet “sjøforsvar” i historisk sammenheng omfatter mye mer enn bare orlogsmarinen. Begrepet sjøforsvar innbefatter fiskeri- og sjøfartsnasjonens samlende evne til å mobilisere og koordinere sine maritime ressurser i fred, krise og krig.”

- Kontreadmiral Bernt Grimstvedt, GIS -17/2 2014

Sitatet og bildene minner oss på at Sjøforsvaret både i krig, krise og i fredstid benytter eller samhandler med tilgjengelige ressurser. Under 2. verdenskrig er eksempelet Shetlandsgjengen, der en av faktorene til suksess var at man benyttet en kystvant befolkning med god lokalkunnskap og bruk av tilgjengelige ressurser (fiskeskøytene) og frem til i dag der personell både fra Kystvakten og Sjøforsvarets sanitet er om bord på supplyfartøyet «*Siem Pilot*» og bidrar med særdeles viktig kompetanse inn i en fellesoperasjon der både sivile maritime ressurser og statlige institusjoner som politi og forsvar samarbeider om å redde menneskeliv til havs.

SAMARBEID

Samarbeid med sivile aktører er også viktig for en institusjon som Sjøkrigsskolen (SKSK). og vi har hatt flere eksempler på det. På Sjøforsvarets navigasjonskompetansesenter på SKSK (NavKomp) kan nevnes navigasjonsseminarene som kommandørkaptein Ørnulf Øi sto i bresjen for og hans arbeid som redaktør for skoleversjonen av *Astronomiske Tabeller* gjennom en årrekke. I denne artikkelen skal jeg gi eksempel på hvordan samarbeidet mellom SKSK og de andre høyere maritime utdanningsinstitusjonene foregår i dag, og hvordan dette kan være med på å styrke SKSK, noe som til slutt vil styrke kompetansen ute i Sjøforsvaret og bidra til økt operativ evne.



Figur 1 Motorkutteren Arthur

HØYERE MARITIM UTDANNING – STARTEN

Samarbeidet mellom de nautiske høyskolene og universitetene foregår i *Råd for høyere maritim utdanning* (HMU). HMU ble opprettet i 2009. Navnet den gang var Arbeidsgruppe sjø (AG-sjø), og gruppen ble opprettet etter et initiativ fra Norsk råd for teknologiutdanning (NRT).

Universitetet i Tromsø, Høgskolen i Ålesund, Høgskolen Stord/Haugesund og Høgskolen i Vestfold var de som først startet samtalen om et tettere samarbeid. SKSK ble invitert til å være med i gruppen, og dermed var alle 5 universitet/høyskoler som drev med høyere maritim sertifikatrettet utdanning samlet i et forum.

Det ble også tidlig klart at næringen burde være representert i gruppen. Sjøoffisersforbundet, Maskinistforbundet og Rederiforbundet ble kontaktet og takket ja til å bli med. Det ble også viktig for gruppen å få med Sjøfartsdirektoratet (SD). De ble med og fikk observasjonsstatus i gruppen. Formann for utvalget sitter i to år, vervet går på rundgang mellom skolene. I dag er det Høgskolen i Haugesund som har lederansvaret frem til 2017, da overtar Høgskolen i Sørøst-Norge.

I utgangspunktet skulle HMU fungere som et rådgivende organ inn i NRT innen det maritime utdanningsområdet. I dag er det riktigere å si at HMU er blitt et representativt organ når det gjelder samarbeid innen det

høyere maritime utdanningsfeltet. Institusjonene som er medlemmer i HMU har sett viktigheten av å samarbeide på tvers av institusjonene og HMU tilrettelegger nå for dette.

HVORFOR ER HMU VIKTIG?

Norge er en liten nasjon når det gjelder folketall, men en stor aktør på havet. På tross av dette er de maritime utdanningsmiljøene innen sertifikatrettet utdanning små og fragmenterte. Førstekompetanse, det vil si ansatte med doktorgrad, har vært en mangelvare hos de fleste institusjonene, og spesielt innen det nautiske fagfeltet. I den sammenheng kan det nevnes at vi kun har to personer i Norge som kan kalle seg professor i nautikk! I tillegg er det kun noen få med doktorgrad innen fagfeltet. Dersom vi får til et godt samarbeid, kan dette være med på å styrke den nautiske kompetansen på nasjonalt plan, og det er en av driverne for HMU sin virksomhet.

HVORDAN KAN SKSK PÅVIRKE?

Det som HMU har fått til, og som på sikt kan være med på å styrke det maritime fagfeltet, er de årlige fagsamlingene som avholdes. Samlingene går på omgang mellom institusjonene. Her samles fagpersoner fra alle nautiske fagfelt. På samlingene blir pågående forsknings- og utviklingsarbeid (FOU) innen det maritime fagfeltet ved institusjonene lagt frem og felles utfordringer diskutert.



Figur 2 Siem Pilot som blir benyttet i operasjon Triton i Middelhavet



Figur 3 De 5 utdanningsinstitusjonene som samarbeider i HMU. Øverst til nederst: Universitetet i Tromsø, NTNU i Ålesund, Sjøkrigsskolen i Bergen, Høgskolen Stord/Haugesund, Høgskolen i Sørøst-Norge, Tønsberg

Faggrupper setter seg sammen for å diskutere faglige spørsmål og felles utfordringer. Her er det viktig å nevne at SKSK kan bidra inn med sin dybdekompetanse innen navigasjon samt at lederskapsmiljøet kan bidra med sin kompetanse. Det er verdt å merke seg at SKSK kanskje har det fremste fagmiljø når det gjelder emner som kystnær navigasjon og er selvsagt enerådende innen militær og taktisk navigasjon. I tillegg har SKSK lang erfaring når det gjelder å undervise innen det som kalles Crew Resource Management (CRM).

Deling av kunnskap med andre fagmiljø, samt deltagelse i forskningsprosjekter med andre institusjoner vil til slutt føre til at vi får høynet navigasjonssikkerheten langs norskekysten, både for sivile og militære fartøyer.

HVA MER HAR HMU GJENNOMFØRT?

Samarbeidsavtaler mellom institusjonene er kommet på plass, og den siste avtalen som ble underskrevet var gjensidig samarbeid om sensurering. Dette er viktig med tanke på kvalitetskontroll og nivellering innenfor den høyere maritime utdanningen. En synergieffekt er at hver enkelt høyskole og/eller universitet har sine spesialområder der de kan drive utviklingen fremover, samt ta med seg andre gjennom konstruktive tilbakemeldinger i sensureringsprosessen.

Det er også opprettet samarbeid om FOU mellom institusjonene. Flere institusjoner har søkt MARKOM 2020 om midler. MARKOM er Statens utviklingsprosjekt for norsk maritim utdanning, og som ble startet av den forrige regjering. Den er finansiert med midler gjennom forrige regjering STØ KURS 2020. Ordningen er videreført og styrket av den sittende regjering. Eksempler på samarbeid er utvikling av nye emner og lærebøker. Siden midlene kommer fra Nærings- og Handelsdepartementet er ikke SKSK direkte med i styringsgruppen i MARKOM 2020, men vi har gode muligheter til å kunne delta som partner og komme med ideer til prosjekter som kan bli finansiert gjennom MARKOM.

Det at SD er med i gruppen har gjort at det er lettere å få i stand en dialog med direktoratet når det gjelder felles problemstillinger. Et eksempel er spørsmål om registrering av kadettfartstid under studiet. Her har det vært gode og konstruktive samtaler med direktoratet. Det at den sertifikatrettede utdanning blir styrt gjennom FN-organisasjonen International Maritime Organization (IMO) – konvensjonen *Standard of Training, Certification and Watchkeeping STCW-78*, med endringer, gjør at det når det kommer revidering av konvensjonen så er vi være i tett dialog med SD om hvordan vi samlet skal møte nye krav.

HMU har også satt i gang et arbeid med å få opprettet et eget nasjonalt profesjonsråd for høyere maritim utdanning. "Nasjonale profesjonsråd i Norge er opprettet av Universitet- og høyskolerådet for å samordne utdanning og forskning innenfor profesjonsutdanning på

universitets- og høyskolenivå. Profesjonsråd er kun opprettet for de fagområdene som ikke er organisert under nasjonale fakultetsmøter eller nasjonale råd for helse- og sosialfaglig, lærer-, teknologisk, og økonomisk-administrativ utdanning. Profesjonsrådene skal gi råd i overordnede faglige og fagpolitiske spørsmål, etter anmodning fra Universitets- og høyskolerådet, eller fra institusjonene som gir den aktuelle utdanningen». (Wikipedia)

Det vil si at HMU på sikt kan gå over til å bli et nasjonalt profesjonsråd. Dette for å høyne status og intensivere arbeidet med nasjonal kompetansebygging for den maritime næringen. Rådet vil da bli lagt under Universitet og høyskolerådet. Dette mener HMU er viktig for å bygge maritim kompetanse nasjonalt.

Til slutt skal det nevnes at det i disse dager arbeides med å opprette en nasjonal forskerskole innen nautiske fag. Det forventes at dette vil bli avgjort før sommeren 2016. Dette vil bli svært viktig for SKSK når det gjelder å bygge egen kompetanse spesielt innen det nautiske fagfeltet. Sjøkrigsskolen står i dag uten førstekompetanse innen nautikk. Navkomp kan ha dette på plass innen to år. Det betyr i realiteten at vi ikke kan tilby egne kurs på master-nivå innen navigasjon eller navigasjonskrigføring. Dette er kritisk kompetanse som det tar lang tid å bygge opp, og som er viktig å få på plass. Dette må gjøres for å etablere et kompetansemiljø, samt å få startet en strukturert utdanningsreform i Sjøforsvarets for å styrke krigføringstiljøene.

KONKLUSJON

Hvordan de folkevalgte mener at Forsvaret skal møte fremtidens kompetanseutfordringer kan leses i Stortingsmelding 14 (2012-2013), *Kompetanse for en ny tid*. Der pekes det på flere satsingsområder, blant annet disse:

1. Bli en moderne kompetanseorganisasjon med større mangfold blant de ansatte
2. Økt fleksibilitet i forhold til å gjøre kompetanse tilgjengelig
3. Mer åpenhet og samarbeid med andre

Sjøforsvaret skal altså samarbeide med andre. Dette gjør SKSK blant annet gjennom arbeidet inn i HMU. Det at SKSK får tilført ny kompetanse som kan overføres til kadetten vil gjøre kadetten bedre i stand til å møte de utfordringer kadetten står foran i videre operativ tjeneste om bord på fartøyene. Ved at SKSK/Navkomp samarbeider og får tilført ny kompetanse i form av nye doktorgrader og kvalifiseringsløp til professor, vil gjøre SKSK i stand å utvikle egne nasjonale masterkurs innen f. eks navigasjon og innen krigføringområder. Når SKSK har nådd det målet, vil det styrke SKSK som en kompetanseorganisasjon. Med tettere samarbeid med andre kan SKSK nytte til seg

kompetanse fra andre miljøer, samt drive felles FOU – virksomhet, noe som er en nødvendighet når man skal bygge kompetanse.

For å avslutte med samme tale som det innledningsvis refereres til: *Men uten en egen Sjøkrigsskole lar våre ambisjoner om et effektivt, moderne og innsatsorientert Sjøforsvar seg ikke realisere!*

KILDER:

- Figur 1: <https://www.facebook.com/notes/shetlands-larsen/leif-larsen-sto-sammenhengende-6-d%C3%B8gn-til-rors-i-den-verste-stormen-p%C3%A5-50-%C3%A5r/1581262308764836>
- Figur 2: http://www.itromso.no/nyhet/article11351858.ece/vob99m/BINARY/high_ta7923be.jpg
- Figur 3: Hentet fra institusjonene sine hjemmesider
- <http://www.markom2020.no/MARKOM2020/Hjem.html>
- GIS tale i Oslo militære samfunn 17/2.2014
- St.prp. 14 (2012-2013) *Kompetanse for en ny tid*.
- Støkurs2020
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/nhd/temasider/maritime_naringer/maritim-strategistokurs2020.pdf
- Om profesjonsråd: https://no.wikipedia.org/wiki/Nasjonale_profesjonsr%C3%A5d



Bahrain, juli 2015 – januar 2016

Rapport etter tjeneste ved hovedkvarteret til Combined Maritime Forces (CMF)

Lasse Hiis Bergh

OM CMF

CMF er en USA-ledet koalisjon med hele 31 medlemsland. Koalisjonen ble etablert i 2002 etter terrorangrepet mot USA 11. september 2001. Formålet er å fremme maritim sikkerhet i operasjonsområdet. Området dekker den vestlige del av det Indisk hav syd til Mosambik, Den persiske gulf, Rødehavet og Adenbukten. Her ligger 3 av verdens viktigste maritime knutepunkter: Suez, Bab al-Mandeb og Hormuzstredet. Fra 2009 ble bekjempelse av piratvirksomhet en viktig del av CMFs operasjoner. Norge ble medlem av koalisjonen i 2013.

CMF har sitt hovedkvarter på den amerikanske marinebasen i Bahrain. Sjefen er amerikansk viseadmiral. Han er også sjef for US Navy Central Command og US Navy Fifth Fleet. Nestkommanderende er britisk flaggkommandør. Han er også sjef for den britiske avdelingen, UK Maritime Component Command (UKMCC), i Bahrain.



Høyre bilde øverst: CMF-ledelsen desember 2015.

Sjef CMF viseadmiral Donegan (USA) foran i midten. På hans

venstre side NK CMF flaggkommandør Warrender(UK)

Høyre bilde nederst: CMF har 31 medlemsland. Djibouti, Egypt og Brasil har observatører i hovedkvarteret.



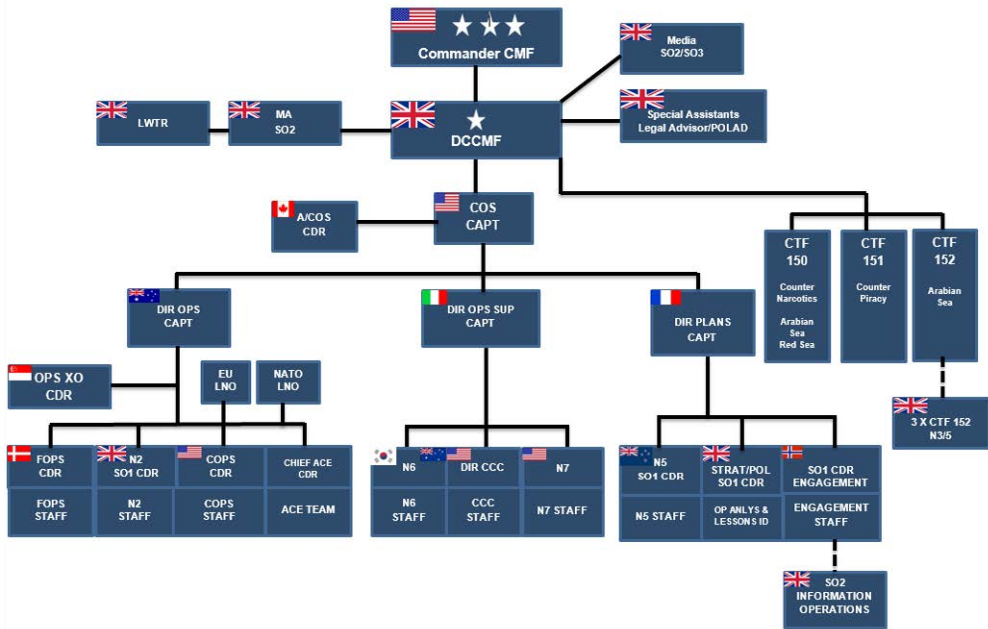
Djibouti



Egypt



Brazil



CMF organisasjonskart



Maritime sikkerhetsutfordringer i operasjonsområdet.

MARITIME SIKKERHETSUTFORDRINGER I OPERASJONSOMRÅDET

CMF har tre maritime styrker med følgende hovedoppgaver:

- Combined Task Force (CTF) 150 Maritim sikkerhet og terrorbekjempelse
 - CTF 151 Piratbekjempelse
 - CTF152 Persiske gulf maritim sikkerhet og samarbeid.
- Kommando over styrkene roterer på 4 til 12 måneders basis. Flere land bidrar med fartøy og maritime overvåkingsfly.

CTF 150-OPERASJONER:

CTF 150 bekjemper terrorisme ved å forhindre at terrororganisasjoner får inntekter gjennom illegal virksomhet.

Narkotikasmugling

Terrororganisasjoner som Al Quaida tjener store penger på salg av narkotika fra Afghanistan. Narkotikaen smugles først til Makrankysten. Dette er kyststrekningen fra øst i Iran til vest i Pakistan. Her blir den tatt om bord i mindre fartøyer (Dhow). Heroin følger i hovedsak den ruten som kalles «The Smack Track» over det Indisk hav til kysten av Øst Afrika. Hasj følger «The Hash Highway» til Midtøsten. Siste året har CTF 150 beslaglagt narkotika til en markedsverdi på ca 29 milliarder kroner. CMF høster stor anerkjennelse for dette arbeidet.



Narkotikabeslag. HMAS MELBOURNE border MV AL AMEER 1, oktober 2015 og finner flere hundre kilo heroin.

Smugling av grillkull

I Somalia fremstilles grillkull fra en spesiell type akasietre. Dette grillkullet er populært i Midtøsten til oppfyring av vannpiper og røkelse. Terrororganisasjonen Al Shabaab kontrollerer grillkulleksporten fra Somalia, og tjener store penger på dette (hentet ca 40% av sine inntekter fra denne virksomheten). En FN-resolusjon forbyr eksport av dette grillkullet både fordi inntektene går til terror, men også fordi hogst av akasietrær er blitt et stort miljøproblem. CMF overvåker denne smuglingen og rapporterer til FN. Våre fartøyer har ikke kapasitet til å beslaglegge store laster med grillkull.

Menneskesmugling

Det foregår stortiltet transport av flyktninger fra Afrika til Midtøsten. I forbindelse med krigen i Jemen er det også mange som flykter fra Jemen til Afrika. CMF har ikke mandat eller kapasitet til å gjøre noe med menneskesmugling. CMF overvåker og griper kun inn dersom det oppstår Search and Rescue (SAR) situasjoner.

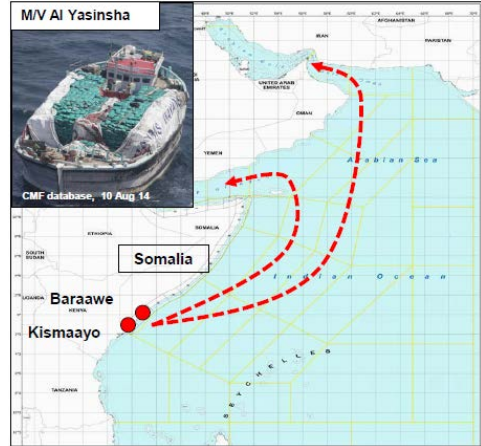
Våpensmugling

Primært smugles det våpen fra Iran til Somalia eller via Somalia til Jemen. CMF har gjort flere store våpenbeslag.

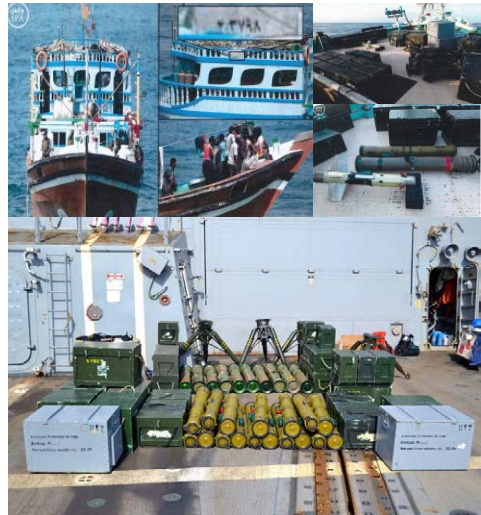
CTF 151 OPERASJONER:

Siden 2012 har ikke somaliske pirater klart å gjennomføre vellykkede piratangrep. Nærværet av marinefartøyer, konvoiseilas gjennom de mest utsatte farvann og utstrakt bruk av bevæpnete sikkerhetsvakter har bidratt til dette. I dag foregår det en gradvis nedtrapping av tilstedeværelsen av marinefartøyer i området. NATO (Operation Ocean Shield) med sitt siste fartøy i området, danske Absalon, forlot Aden bukten i desember 2015 og har i dag ingen planer om å komme tilbake. I EU diskuteres det hvor lenge Operation Atalanta skal fortsette. Vi vet at EU blir ut 2016. Vi ser også at flere rederier slutter å hyre inn kostbare sikkerhetsvakter når skipene seiler gjennom området. Det er også en tendens til at skipstrafikken begynner å gå nærmere kysten av Somalia.

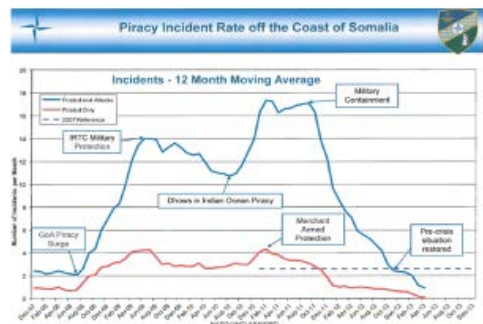
En av hovedårsakene til oppstarten av piratvirksomheten utenfor Somalia var et stortiltet ulovlig og uregistrert



Hovedrutene for grillkullsmugling



Våpenbeslag. HMAS MELBOURNE border MV NASIR 25. september 2015



Piratangrep fra desember 2007 til desember 2013.

fiske utført av europeiske og asiatiske fiskefartøyer. Det ulovlige fisket pågår fortsatt men i mindre omfang. I 2015 ble det på vegne av EU gjennomført en spørreundersøkelse ved hjelp av tekstmeldinger på mobiltelefon i Somalia. EU ønsket bla å få kjennskap til hvilke tanker befolkningen har om nærværet av utenlandske marinefartøyer utenfor kysten. Resultatet viste at et stort flertall tror at marinefartøyene er der for å beskytte utenlandske fiskefartøyer som fisker ulovlig.

I den senere tid har det vært angrep på mindre fiskefartøyer innenfor Somalias 12 nautiske mil territorialfarvann. I og med at dette skjer i territorialfarvannet blir det ikke definert som piratangrep men som «Armed robbery». Disse angrepene viser at piratnettverkene i Somalia er intakte. Dette bekreftes også av CMF-etterretning. CMF tror at piratvirksomheten vil ta seg opp igjen så snart anledningen byr seg. CMF har ingen planer om å trappe ned antipiratoperasjonene. Fortsatt sitter 43 sjøfolk i fangenskap hos somaliske pirater.

CTF 152-OPERASJONER:

Gulfstatene har etter hvert tatt mer og mer ansvar for den maritime sikkerheten i Den persiske gulfen. De siste to årene har Saudi Arabia og Kuwait hatt kommando over CTF 152. Neste år skal Jordan påta seg denne viktige oppgaven. Smugling av våpen og narkotika er utbredt i gulfen. En våpenlast fra Iran til Bahrain ble beslaglagt høsten 2015. Dette var samme type våpen og eksplosiver som er blitt brukt av sjiamuslimere i flere terrorangrep i både Bahrain og Kuwait. Irans støtte til terrorister i Bahrain og Kuwait har forverret den spente diplomatiske situasjonen mellom de sunni-muslimske statene i området og Iran.



Maritime sikkerhetsoperasjoner i den Persiske Gulf.

NORGE OG CMF

Norge ble medlem av CMF i 2013. Dette var samtidig med at Norge hadde kommandoen over NATO-styrken i Operation Ocean Shield. Med medlemskap i CMF fikk FOH tilgang til CENTRIX som er et amerikansk sambandssystem for høygradert informasjonsutveksling. Det var viktig for FOH. Norge har aldri bidratt direkte med marinefartøy til CMF. Vårt bidrag er en kommandørkaptein stilling i planavdelingen i hovedkvarteret. «Deputy Director Engagement» heter stillingen. Stillingen er underlagt «Director Plans» som er en fransk kommandør. Den franske kommandøren er også sjef for den franske delegasjonen i CMF. Han har derfor et stort koordineringsansvar for den franske hangarskipgruppen som store deler av året opererer i området. «Engagement teamet» består av fire offiserer. Norsk leder, en jordansk og en seychellisk «Regional Cooperation Officers» (Ekspertper på landene i regionen) og en britisk «Information Operation Officer».

«ENGAGEMENT TEAMET» SINE OPPGAVER

Hovedoppgaven til teamet er å støtte Sjef og NK når disse skal gjennomføre såkalte «Key Leader Engagement» (KLE). Det betyr å besøke eller få besøk av samarbeidspartnere/potensielle samarbeidspartnere eller deltagelse på konferanser om samarbeid og sikkerhet i regionen. Teamet klargjør brifer og forbereder samtaleemner («Talking Points»). Teamet utarbeider også forslag for ledelsens KLEs hvert kvartal.

En annen viktig oppgave er å legge premissene for KLEs for de tre styrkesjefene. I god tid før en nasjon skal overta kommandoen over en av styrkene gir «engagement teamet» instruksjoner om hvor og med hvem styrkesjefene skal gjøre KLEs med. For eksempel: På sikt er det et CMF-ønske å få Sør-Afrika og Sri Lanka som medlemmer. CMF mente og mener fortsatt at disse nasjonene kan bidra til å bedre den maritime sikkerheten i området gjennom sin innflytelse og styrkebidrag. CMF valgte derfor å sende den australske styrkesjefen for CTF 150 til Sør-Afrika for å snakke med marineledelsen og andre innflytelsesrike personer der for å innlede et samarbeid. På samme måte sendte vi den pakistanske styrkesjefen for CTF 151 til Sri Lanka for å gjøre det samme der. At Pakistan og Sri Lanka har et godt forhold kunne CMF utnytte på en positiv måte. Sri Lanka har i etterkant av møtet signalisert en positiv holdning til snarlig medlemskap. Å få Sør-Afrika som medlem er trolig et langtidsprosjekt.

«Engagement teamet» planlegger også «Information Operations» for de tre flåtestyrkene. CMFs fokus den siste tiden har vært å få ned antall falske alarmer om piratangrep. Tallet på falske alarmer har i lang tid vært økende. Dette skyldes i hovedsak at somaliske og andre regionale fiskebåter/småbåter i økende grad har operert i nærheten av handelsfartøy på vei gjennom området. Ofte i stor fart og alt for nært. Skipsbesetninger har følt seg truet og slått alarm. Noen ganger åpnes det ild mot



Sjef CMF sitt kart som illustrerer hvorfor dette området er av økende viktighet for USA.

uskyldige lokale sjøfarende. Det spekuleres også i om sikkerhetsbesetninger på handelsfartøy bevisst slår falsk alarm for at skipsnæringen fortsatt skal opprettholde høy beredskap mot piratvirksomheten. Derved opprettholdes levebrødet til sikkerhetselskapene som har spesialisert seg innen antipiratrisjen. CMF har gjennomført flere «Information Operations» den siste tiden med formål å informere lokale fiskere og andre som operer farkoster som kan forveksles med piratfartøy om å holde større avstand til handelsfartøy som seiler gjennom området for å unngå situasjoner der uskyldige kan bli beskyt. Dette gjøres ved hjelp av meldinger på maritimt samband, utdeling av skriftlig informasjon til fartøyer og samarbeid med havnemyndigheter og andre organisasjoner i land som kan formidle beskjed til sjøfarende. Det har vist seg at disse kampanjene har hatt effekt og vil fortsette.

Resultater fra «engagement» aktiviteter oppnås som regel på lengre sikt. Aktiviteten må derfor planlegges med det for øyet. Hovedfokus til CMF er å øke styrkebidragene og få mer robuste mandater fra medlemslandene. Det er for eksempel et problem at noen nasjoner kun har mandat til å bidra innen antipiratvirksomhet. I praksis betyr det at et fartøy som opererer i nærheten av et mistenkelig fartøy (COI), hvor etterretning forteller at det trolig frakter narkotika eller våpen, ikke kan

borde dette fartøyet i mangel av mandat fra nasjonale myndigheter.

CMF planlegger å gjennomføre KLE til flere europeiske land i år. Nå som NATO har trukket seg ut av området og EUs fremtidige bidrag er usikre, håper CMF at nasjoner som tidligere har bidratt i Ocean Shield og Atalanta er villig til å bidra mer til CMF. Norge og Danmark er land CMF ønsker skal bidra mer.

USA kommer til å øke sitt nærvær i området. I dag har US Navy i snitt 37 fartøyer i den 5. flåten og 47 fartøyer i den 7. flåten. Dette skal på sikt økes til henholdsvis 38 og 51 fartøyer. Britene har startet bygging av marinebase i Bahrain og kommer i likhet med Frankrike til å operere en hangarskipgruppe i området store deler av året.

I snitt passere 4 norskkontrollerte skip gjennom Suez hver dag. Et større antall norske skip opererer daglig i CMF sitt operasjonsområde. Det er ønskelig at Norge bidrar mer til den maritime sikkerheten i disse farvann. Et samarbeid med Danmark om å ta kommando over en av CMF-styrkene i en periode vil vise at de nordiske sjøfartsnasjonene er med på å ta ansvar for den maritime sikkerheten. Det vil utvilsomt gi nyttig trening for stab og fartøysbesetning. Nye KNM Maud med sine kapasiteter ville vært et perfekt fartøy både som kommando-fartøy og som et viktig styrkebidrag.



TJENESTE VED CMF

Til slutt vil jeg anbefale tjeneste ved CMF-hovedkvarteret. Det har vært lærerikt og ikke minst svært hyggelig å jobbe sammen med dyktige og kjekke kolleger fra alle verdens kontinenter. Stillingen Norge har er krevende og veldig interessant. Posisjonen gir stillingsinnehaveren mulighet for stor innflytelse på CMFs prioriteringer. Som eneste nordmann har man også stillingen som Senior National Representative (SNR). Dette innebærer å ivareta nasjonale interesser i Bahrain. En hyggelig del av dette er å representere Norge ved ulike arrangementer. Det mest fantastiske arrangementet jeg fikk delta på var kommandoskifte om bord på hangarskipet USS Theodore Roosevelt (CVN 71). Kommandoen over US Naval Forces Central Command, US Navy 5th Fleet og CMF ble overført fra Viseadmiral John W. Miller til viseadmiral Kevin "Kid" Donegan. Seremonien ble ledet av sjefen for den amerikanske sentralstaben, general Lloyd J. Austin III. En storstilt seremoni med militær presisjon og flotte, patriotiske og følelsesladete taler. Jeg husker spesielt talen til General Austin hvor han understreket hvilken formidabel slagkraft en hangarskipgruppe representerer og patriotisk avsluttet med å si: «USA er den beste venn og allierte noen nasjon kan ha. På den andre siden er USA den verste fiende noen kan ha».

Det har vært spesielt interessant og lærerikt å leve i et muslimsk land over en lengre periode. På den måten har jeg blitt bedre kjent med kulturen, religionen og ikke minst de hyggelige og gjestfrie innbyggere i Bahrain.



Øverst: Fra kommandoskifteseremonien.

Midten: CMF-stab sammen med avtroppende sjef, viseadmiral Miller.

Nederst: Artikkelforfatteren sammen med kronprins Sheik Salman bin Hamad bin Isa al-Khalifas kaffekokere

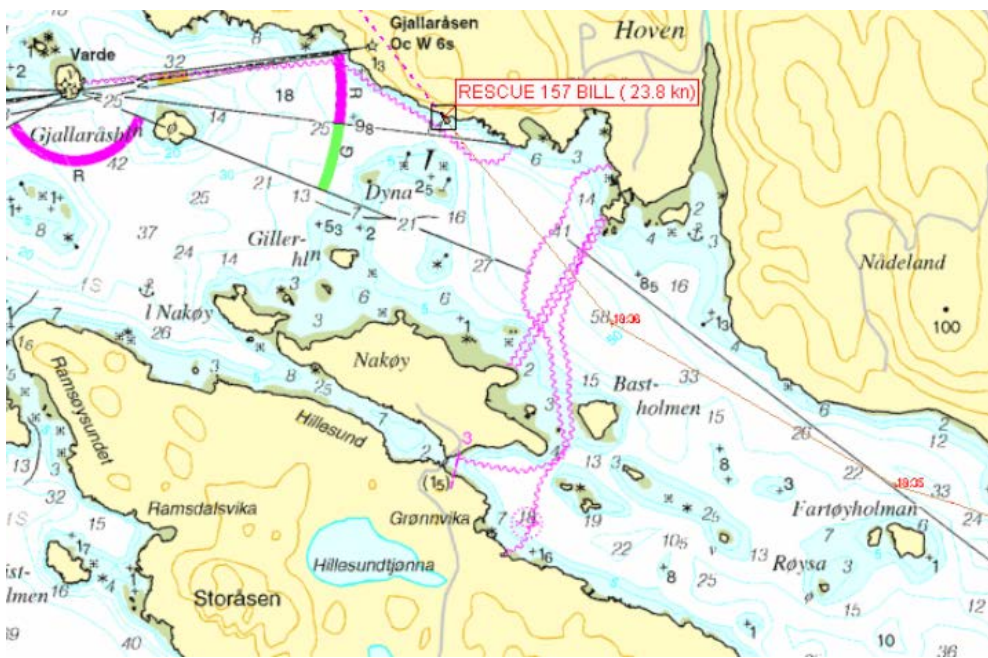
Ulykkesgranskning og sikkerhetskultur

Odd Sveinung Hareide (*Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter*) & Tore Relling (*Seniorkonsulent, DNV-GL*)

Kvelden den 11. november grunnstøtte redningskøyta «RS Bill» ved Hille vest for Mandal. Ulykken hadde potensiale til et alvorlig utfall, men besetningen kom i fra ulykken med kun lettere skader.

Redningsselskapet valgte å gjennomføre en ulykkesgranskning for å avdekke hendelsesforløpet og årsakene til ulykken. En slik granskning krever ressurser og kan oppleves ubehagelig for mange i organisasjonen.

En granskningsprosess er likevel nødvendig, men den må ha det rette fokus og en må sørge for at resultatet blir brukt til endring. Organisasjoner som lykkes med dette, vil utvikle seg positivt etter hendelsen.



RS Bills sitt AIS-track frem til grunnstøting. Tidsangivelse er UTC, og er lokaltid -1 time. Kilde: Kystverket

HVORFOR SKJER ULYKKER?

Hendelsesforløpet til RS Bill er ikke unikt, og det finnes utallige andre eksempler på lignende hendelsesforløp langs norskekysten med ulike fartøystyper. Båtfører på RS Bill er en erfaren båtfører i Redningssselskapet, og en dyktig ressurs i det frivillige Sjøredningskorpset. I likhet med alle mennesker gjorde båtfører på RS Bill noen feil. Slike feil fanges noen ganger opp av sikkerhetsbarrierer, noen ganger fører ikke feil til uheldige konsekvenser på grunn av tilfeldigheter, og noen ganger fører slike feil til ulykker. Svært ofte ser en at de umiddelbare årsakene (direkteårsaker) en ser etter en ulykke peker på operatøren, og omtales som regel som menneskelig svikt i en eller annen form. Dessverre er det også en tendens til at interessen for å forstå hvorfor ulykker skjer svinner hen når en har etablert en kobling mellom ulykken og en menneskelig feilhandling. Dette er imidlertid startpunktet for læring. Når en organisasjon avdekker hvorfor feilhandlingen skjedde, da kan en lære og sørge for at lignende hendelser ikke oppstår andre steder i organisasjonen.

HENDESEFORLØP

RS Bill seilte på kvelden fra Mandal med en besetning på to fra Sjøredningskorpset i Mandal. Hensikten var å teste fartøyet etter en reparasjon. Fartøyet ble bemannet med en båtfører og en bestmann. Bestmannen var ikke utsjekket i funksjonen, og hadde svært lite erfaring med redningsskøyten. Det ble valgt å seile indre led vestover. Det var mørkt, men god sikt til fyr og lykter. Ved planlagt passering nord av Kjelen grønnstake ved Dyna oppdaget besetningen at de nærmet seg land, og før de rakk å initiere tørt eller redusere fart traff de fjellveggen ved Rottesteinen. Besetningen ble kastet ut av stolene i sammenstøtet og fikk lettere skader.

UTGANGSPUNKT ELLER KONKLUSJON

Å avdekke hendelsesforløpet, inkludert direkteårsaker, krever ofte forholdsvis lite tid, lite metodisk rammeverk og er ukomplisert å rekonstruere. AIS gjør navigasjonsulykker synlige, og media benytter ofte dette i tabloide nyhetssaker. Dette var også tilfelle i ulykken med RS Bill. Med tilgang på AIS-track og hastighet vil mange med maritim erfaring gjøre seg opp en mening om hva som kunne være direkteårsaker til ulykken. Dessverre er det mange undersøkelser som ikke kommer seg forbi dette steget, og læringen forblir i beste fall lokalt hos de involverte. Ofte fører hendelser til symptomkurering ved at en sender de operative på kurs, eller skriver en prosedyre som en håper skal hindre mennesket til å feile igjen. Effekten av dette er som sagt lokalt, og også svært kortvarig. Redningsselskapet kunne valgt å kurere symptomet. Ulykken var ikke så alvorlig at den ville bli gransket av Statens Havarikommisjon for Transport, og det var ingen eksterne krav til at ulykken skulle granskes. Likevel valgte de å utstede et mandat til DNV GL som en ekstern aktør. Mandatet innebar å identifisere direkte og underliggende

årsaker, og målsetning var å gi anbefalinger til endringer i styrende dokumenter og prosedyrer.

HVORDAN AVDEKKE DE VIKTIGE ÅRSAKENE TIL ULYKKEN?

Kontinuerlig forbedring er et begrep som finnes i styringssystemene til de fleste rederi, og er også en vesentlig del av ISM-koden. Kontinuerlig forbedring betyr å lære, men ikke bare av egne erfaringer, men også fra andre deler i organisasjonen og gjerne utenfor organisasjonen. En ulykkesgranskning bør støtte opp under hensikten med kontinuerlig forbedring, nemlig lære for gjennomføre en endring for å bli bedre. Hvordan en organisasjon skal operere, og innenfor hvilke kriterier en skal operere, bør styres fra et overordnet nivå i organisasjonen gjennom sikkerhetsstyringssystem og påvirkes også av sikkerhetskulturen i organisasjonen. En granskning er derfor i stor grad å knytte direkteårsaker til organisatoriske forhold. En kan da finne utfordringer i hvordan sikkerhetsstyringssystemer er satt opp, og i sikkerhetskulturen hvordan det etterleves.



Øverst: Figur 2: Avisoppslag Fædrelandsvennen.

Kilde: www.fvn.no

Nederst: Figur 3: Avisoppslag NRK. Kilde: <http://www.nrk.no>



Figur 3. ATSB modell for ulykkesgranskning. Kilde: ATSB

Det finnes flere metoder for å etablere koblinger fra direkteårsaker gjennom flere nivå til et organisatorisk nivå. I granskningen med RS Bill ble det brukt DNV GLs «Maritime Systematic Cause Analysis Technique» (M-SCAT) sammen med Australian Transport Safety Bureau (ATSB) sin «Accident Investigation Model». I korte trekk ser en på hva som skjedde, hvordan det skjedde og hvorfor det skjedde. M-SCAT blir kontinuerlig utviklet, og inneholder en rekke årsaker i de ulike nivåene, og benyttes både til forberedelser til intervju og til selve granskningen. Uten en fast metode for granskning er det en fare for at viktige moment faller ut, eller at årsakssammenhengene i for stor grad avhenger av den som utfører granskningen.

En metode alene vil likevel ikke være tilstrekkelig for å identifisere de viktige og riktige årsaksforholdene. I tillegg til kompetanse på granskning må en ha operativ kompetanse i granskningsteamet. DNV GL etablerte derfor et team bestående av fagpersoner innenfor flere felt, samt eksterne fagpersoner innenfor hurtigbåtnavigasjon fra Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter.

HVILKE ÅRSAKER BLE IDENTIFISERT

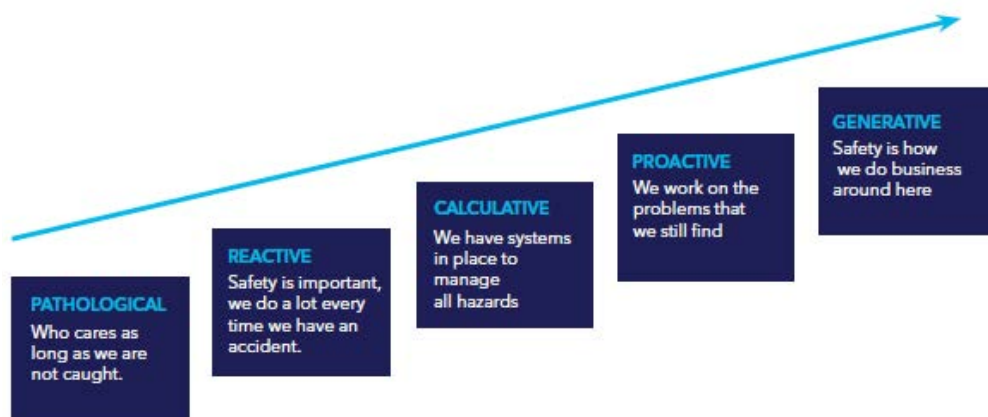
Ulykkesgranskningen avdekket flere interessante forhold og totalt 20 anbefalinger ble gitt i sluttrapporten. Disse anbefalingene var innen de tre hovedtemaene navigasjon,

planlegging og prosedyrer. Redningsselskapet har en utfordrende oppgave med nye fartøy med høyt hastighetspotensiale og avanserte integrerte navigasjonssystem som gir nye utfordringer for selskapet. Dette påvirker organisasjonen og fører til at en må vurdere både kompetansenivå og operasjonsmønstre for å redusere risiko tilstrekkelig. Samtidig må dette vurderes mot at en stor del av mannskapet er frivillige, noe som gjør at en må være kritisk til alle krav som gir ytterligere merarbeid.

Granskningen har naturlig nok beskrevet hendelsesforløp og direkteårsaker, men det er ikke viet mye plass til dette i rapporten. Som en også ser i mange andre sammenhenger, var det ingenting som tydet på at besetningen i Mandal hadde større risikovilje eller opptrådte annerledes enn det som gjøres andre steder. Anbefalingene i granskningsrapporten har derfor hatt som hensikt å hjelpe Redningsselskapet med å gjøre tilpasninger på et organisatorisk nivå. Dette vil gi en effekt for hele organisasjonen, og en reduserer risikoen for lignende hendelser.

SIKKERHETSKULTUR OG LÆRING

En ulykke er alene ikke et tegn på en svak sikkerhetskultur, men hvordan en organisasjon håndterer en ulykke kan derimot gi noen signal om hvor moden sikkerhetskulturen er. James Reasons mye brukte forklaring om



Figur 4. Modenhetsnivå innen sikkerhetskultur.

Kilde: Parker et. al, A framework for understanding the development of organisational safety culture. Safety Science, 2005.

hva sikkerhetskultur er sier at det er en informert kultur gjennom fleksibilitetskultur, rapporteringskultur, rettferdighetskultur (just culture) og læringskultur. Flere av disse komponentene kan være tydelig etter en ulykke. Rapporteringskultur vil vise hvor godt klima det er for at ansatte rapporterer egne feil og nesten-ulykker, og læringskulturen vil vise hvor godt en er i stand til å trekke de riktige slutningene fra en hendelse og gjennomføre endring. For mange vil det første steget i en retning mot en mer moden sikkerhetskultur være å gjennomføre en god læringsprosess ved å avdekke de viktige underliggende årsakene etter en ulykke.

Noen har blitt gode på dette, men da er neste steg å lære av nesten-ulykker. Industrier som er kjent for høy pålitelighet med lave ulykkesrater som kjernekraft og luftfart, venter ikke på ulykker for å granske. En moden rapporteringskultur gjør at også nesten-ulykker blir gransket, og en vil da virkelig oppnå intensjonen med kontinuerlig forbedring.

Ulykker vil kunne sette fart enten en negativ eller positiv spiral for forbedring i organisasjonen. En organisasjon med en svak sikkerhetskultur vil la årsakene for ulykker ligge hos den enkelte, og dette vil igjen føre til lavere vilje til å rapportere både ulykker og nesten-ulykker. Organisasjonen vil i realiteten ha lite kontroll med det

operative leddet, og sikkerheten styres da etter hvert av tilfeldigheter. I motsatt fall vil en god granskningsprosess avdekke organisatoriske svakheter som kan justeres og gi effekt i hele organisasjonen. Dette vil igjen føre til en forståelse for at enkeltindivid ikke blir hengt ut, og det fører igjen til økt rapportering og økt læringspotensial. Når ulykkesraten går ned fører det igjen til mer tid til proaktivt sikkerhetsarbeid med læring av nesten-ulykker.

ER SIKKERHET EN KOSTNAD ELLER INVESTERING

Sikkerhetskultur består blant annet av læring etter ulykker. Denne læringen krever både tid og ressurser, og kan oppleves vanskelig for de involverte. Likevel vil både utbyttet av granskningen og opplevelsen for de involverte være avhengig av hvordan granskningen gjennomføres. Redningsselskapet er benyttet i dette eksempelet på grunn av de hadde muligheten til å velge mellom en enkel utvei, eller en mer omfattende. Valget med å la seg granske, være åpen og starte forbedringsprosesser kan være tegn på en mer moden sikkerhetskultur enn hos andre rederi som velger å la enkeltindivid være ansvarlig for ulykker. På kort sikt vil veien Redningsselskapet valgte være en kostnad, men dersom forbedringsprosessene etter ulykken gjennomføres vil arbeidet være en investering som reduserer risiko for tap av liv og fartøy.

DEL 5

Gjengivelse av publiserte vitenskapelige artikler

Vedlagt ligger 3 artikler som er skrevet av personell ved Sjøforsvarets Navigasjonskompetansesenter og publisert i anerkjente vitenskapelige tidsskrift i den siste perioden. Disse artiklene er gjengitt med tillatelse fra tidsskriftene, og må ikke benyttes for videre referanser.

I tillegg til de tre artiklene som er gjengitt her har Øystein Glomsvoll en publisering «in press» i Journal of Navigation som omhandler jamming (signalinterferens), samt Odd Sveinung Hareide har en artikkel «in press» i European Navigation Conference Proceedings som omhandler brodesign på hurtigbåter.

Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments

TEXT: Frode Voll Mjelde & Kip Smith

This paper presents an analysis of a tool designed to evaluate the effectiveness of training for operational resilience.

The tool measures eight categories of teamwork and four categories of taskwork. Military subject matter experts (SMEs) used the tool to assess the performance of eight cadet teams at The Royal Norwegian Naval Academy during two separate 4-hour simulator exercises and later during a 48-hour live exercise. Positive Spearman rank correlation coefficients between team performance assessments in the simulator exercises and the live exercise were strongest when the simulator scenario emphasized the uncertainty inherent in a complex military maritime exercise.

INTRODUCTION

Teams are a fact of life. From boy scouts to commercial airline pilots to medical teams, from business management to military operations to the 100-meter relay in the 2012 Olympic Games in London, teams are essential for producing results that cannot be achieved by the individual alone. Despite the dependence society has on teams, there is still much to be learned about the processes that occur within a team that yield high levels of performance and successful outcomes (Brannick, Salas, & Prince, 1997).

The Royal Norwegian Naval Academy (RNoNA) has an interest in enhancing the cadet's knowledge, skills and abilities to deal with complex military situations and environments when working in teams. This interest has led the Academy to support this effort to determine the extent to which the training objectives for a live exercise can be realistically and effectively achieved in a virtual environment.

One of the training principles used to meet team performance objectives is to balance the processes of teamwork and taskwork (McIntyre & Salas, 1995). To assess this balance, it is important to measure both teamwork and taskwork. To this end, this research developed a tool designed to address a pair of issues that appear to have

received relatively little attention in the teamwork literature: Reliable measurement of (1) team performance in both virtual and live military exercises and (2) the match between virtual scenarios and live exercises for military training (Ross, Phillips, Klein, & Cohn, 2005; Salas, Cooke, & Rosen, 2008).

The RNoNA Team Performance Assessment Tool, shown in Figure 1, has 12 categories. The first eight describe teamwork processes that include the behavioral interactions team members must develop and perform to function effectively as a team: Team orientation; Backup behavior; Mutual performance monitoring (includes Mutual trust); Closed-loop communication; Team leadership; Shared Mental Models; Adaptability; and Agility (Alberts, 2007; Brannick, Salas, & Prince, 1997; Cannon-Bowers & Salas, 1998; Entin & Serfaty, 1999; Espevik, Johnsen, & Eid, 2011; Salas, Sims, & Burke, 2005; Zaccaro, Rittman, & Marks, 2001). The last 4 categories describe taskwork processes - evaluated from the outcome of individual and team tasks and actions (Flin, O'Connor, & Chricton, 2008), and refers to resilient behaviors related to the operational activities the team must perform: Creative action; Speed; Thoroughness; and Success (Boyd, 2005; Brehmer, 2005; Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006; Osinga, 2005).

This array of factors emphasizes the complexity inherent in effective team performance and in the assessment of it. Assessing team performance in a dynamic military environment requires the evaluator, or Subject Matter Expert (SME), to be well equipped for the task. Matthews et al. (2011) expressed concern that performance evaluations are challenging in a laboratory, and even more daunting in the field. Generally speaking, an assessment tool for military teams is any test or procedure administered to evaluate their mission essential competencies (MECs), motivation, or fitness for deployment. The accuracy with which assessment scores can be used to forecast performance on the job is the tool's most important characteristic, referred to as predictive validity (Schmidt & Hunter, 1998). The effectiveness assessment criteria can be based on effects that are quantitative, qualitative or a combination of both (Kiekel & Cooke, 2011).

Assessing team performance should therefore begin with an understanding of the tasks to be performed in the projected operational environment (Cannon-Bowers & Bowers, 2011). The RNoNA established the training objectives investigated through this research, which involved cadet teams being trained for squadron level missions in complex maritime environments. A squadron is built up of several teams, and the command structure relies on teams to perform tasks in coordinated efforts. The complex environment includes uncertainty and stress, and sets a high demand for team and team-member resilience (RNoNA, 2010). Resilience requires the cadet teams to develop an ability to persist in the face of challenges and bounce back from adversity (Reivich, Seligman, & McBride, 2011). Among the measures of resilience in teamwork are interdependence, adaptability and agility (Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006). Resilient teams must demonstrate the ability to rapidly change orientation in response to what is happening in the real world (Boyd, 2005), and adjust strategies through dynamic coordination to meet shifting internal and external needs (Wilson, Salas, Priest, & Andrews, 2007). To be effective in naval combat environments, team processes must translate into appropriate actions where the team exploits advantages in the environment and shifts friction from themselves to the opponent (Brehmer, 2005). Correct and timely coordination of actions are vital to achieving mission objectives.

These considerations suggest that mission objectives in RNoNA team training exercises can be achieved through resilient behavior, where the team follows through to re-engage if goals are not sufficiently fulfilled, even if failure threatens. Assessment of resilience in military teams in complex maritime environments must therefore include more than assessment of knowledge and skill; it requires assessment of teamwork and taskwork capabilities, actions and outcomes.

This paper discusses a test of the hypotheses that the team performance assessment tool of Figure 1 (a) provides useful measures of team performance in a pair of simulator exercises, (b) predicts team performance in a subsequent live exercise, and (c) uncovers whether the two simulator exercises match the training objectives of the live exercise.

METHOD

Participants

The Royal Norwegian Naval Academy combined 72 1st year cadets to form eight teams. Each team had both male and female cadets with 1 to 4 years of prior service in the Norwegian military. The cadets ranged in age from 20 to 33 ($M=25$). Prior to the first simulator exercise, they had been training as teams for 7 months.

RNoNA Staff functioned as facilitators, SMEs, educators, instructors, etc. throughout the research. The SMEs were all Officers in the Norwegian Navy, with military rank ranging from Sub Lieutenant to Commander.

Design

All eight teams performed the same exercises in a repeated measures design. Two simulator exercises, Carey and Aden, were performed in January and April 2012, followed by a live exercise, Dolphin, in June the same year.

The Carey scenario is based on actual historical events from World War 2 in the North Sea, and Aden is a modern and realistic anti-piracy scenario set in the Gulf of Aden. Both scenarios represent complex maritime environments, but they differ with regard to mission environment and constraints. Carey is a covert operation where avoidance of detection is critical. The scenario is set in the 1940's, which limits the level of technology available to the teams. The Aden scenario is an overt operation where visibility and presence of force is important. The high levels of communication, coordination, cooperation and an extensive use of technology that one would expect to find in modern allied naval operations are represented in the Aden scenario. Unlike Carey, Aden is constrained in the form of political influence, rules of engagement and international laws and regulations.

Exercise Dolphin is one of several live exercises making up the final training stage for the cadet teams. It is conducted as a combat survival course that presents operational leadership challenges for the individual, team, and squadron levels during periods of high physical and mental stress, combined with sleep- and food-deprivation. Training objectives include letting the cadets experience how physical and mental stress affect resilience. Affected factors include attention and perception, situation assessment, collective orientation, decision-making behavior, and how teamwork and taskwork performance impact operational effectiveness. The inherent complexity of the exercise environment challenges the

teams' ability to maintain shared cognition, and thereby affects team factors like communication, coordination and cooperation (Wilson, Salas, Priest, & Andrews, 2007).

All three exercises were run as "controlled free-play" exercises. Controlled means that the exercise has a framework that includes a main mission, sub-missions, orders, intelligence reports, time schedules and a command & control hierarchy. Free-play means that the cadets are given extensive leeway to plan and execute missions based upon their own interpretation and assessment of the mission objectives and current situation. Comprehension, decisions and actions emerge from the teams' own processes, greatly influencing the course of the scenario. One implication of controlled free-play is that there is no blueprint for what constitutes a success or a failure. This is one reason why the assessment tool was constructed to measure processes rather than outcomes.

The exercises themselves are quasi-independent variables. Dependent variables are the SME evaluations reported using the team performance assessments tool.

Apparatus

Simulator system. The ship-handling simulator (NAVSIM) at the RNoNA was used to run exercises Carey and Aden. The NAVSIM is a high-fidelity simulator with 7 bridge cubicles that can represent different ships to be operated simultaneously in the same scenario. Every cubicle is equipped with all necessary navigation and communication systems and presents realistic "out the window" views of the maritime environment. The control room is equipped with the computer hardware and communication system needed to run the simulation. The control room also has a slave monitor system allowing the instructor to observe team behaviors via cameras inside the cubicles, including digital images replicating the "out the window" scene for each cubicle. The facility also includes an auditorium, equipped with functionality for pre-brief and debrief.

Live environment. The live exercise lasted for 48 hours, and was performed using small boats in challenging (i.e., shallow and confined) littoral waters. The mission profile involved a complex military maritime scenario, represented by: The physical environment (day/night, temperature, weather, wind, sea state, etc.), multiple military threats, ambiguous information, technological challenges, etc.

Team performance assessment tool. The tool is shown in Figure 1. Each of the twelve categories has a short description to give further meaning to the category and to describe the level of performance associated with the anchors on the 7-point Likert scales. At the bottom of the tool, SMEs grade the teams' overall performance and can add comments.

Procedure

Each cadet team was assessed on the 12 teamwork and taskwork constructs 10 times, once after each simulator exercise and eight times for specific events during the live exercise. SMEs made the assessments using the team performance assessments tool either during or immediately after each event/exercise, depending on the situation.

The high level of realism in the simulator scenarios and the nature of the field exercises constrained the number of observers/SMEs. Each event had room for only a single SME to conduct the ratings. These limitations preclude measures of inter-rater reliability and associated metrics of internal and construct validity. However, other research has documented the validity of the constructs in the tool (Brehmer, 2005; Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006; Reivich, Seligman, & McBride, 2011; Salas, Sims, & Burke, 2005).

The RNoNA would have conducted performance assessments using a similar instrument regardless of this study. The SMEs were not aware of the study's purpose.

Measures and analyses

Ordinal ratings data were analyzed using the non-parametric Spearman rank-order correlation coefficient r_s . The first set of analyses compares the overall team performance scores for the 8 teams in the two simulator exercises and the live exercise. The second set of analysis compares their teamwork scores. The third set compares the taskwork scores.

RESULTS

Assessing team performance

The teams' performance in the two simulator exercises was compared with their performance in the live exercise, Table 1. The Spearman rank-order correlation coefficients are all strongly positive with p-values between .20 and .05 (Zar, 1972). This suggests that teams that perform well (or poorly) in Carey and Aden will also perform well (poorly) in Dolphin. Correlations with Dolphin are stronger for Carey than Aden. These findings support the hypothesis that the tool can be used to measure team performance in both virtual and live scenarios. And the hypothesis that it can be used to predict team performance in a live exercise based on their performance in simulator exercises.

	CAREY	ADEN	DOLPHIN
Carey	1		
Aden	0,41	1	
Dolphin	0,61	0,36	1

Table 1 Team Performance ratings for three scenarios

Assessing the match between virtual and live exercises

Teamwork and Taskwork categories were separately ranked to assess requirement matching between the two simulator exercises and the live exercise. Teamwork categories for both Carey and Aden are positively correlated with Dolphin. Once again the correlations with Dolphin are stronger for Carey than Aden.

	CAREY	ADEN	DOLPHIN
Carey	1		
Aden	0,49	1	
Dolphin	0,69	0,34	1

Table 2 Teamwork ratings for three scenarios

Taskwork ratings indicate a distinct difference between Carey and Aden, as displayed in Table 3. Carey has a strong positive correlation with Dolphin, while Aden is only slightly positively correlated with Dolphin. In addition, the assessments from Carey are negatively correlated with Aden. This suggests that the taskwork categories in the assessment tool may be better matched for Carey and Dolphin, than for Aden and Dolphin. This finding supports the third hypothesis that the tool can be used to uncover whether a simulator exercise matches the training objectives of a live exercise.

	CAREY	ADEN	DOLPHIN
Carey	1		
Aden	- 0,16	1	
Dolphin	0,62	0,12	1

Table 3 Taskwork ratings for three scenarios

DISCUSSION

The analyses shown in Tables 1 and 2 revealed that team performance and the teamwork in both simulator exercises are positively correlated with performance in the live exercise, with Carey being more strongly correlated than Aden. In contrast, the patterns of correlations for taskwork, Table 3, are distinctly different. The low correlations between Aden and the other two exercises reveal that the assessment tool may have uncovered a mismatch between the Aden exercise and the others.

The inferred mismatch may be related to the degree of similarity in mission context. Both Carey and Dolphin are strongly influenced by uncertainty and the fog of war. Real and perceived threats pose dire consequences

and the expected unfolding of events is not realized. The taskwork categories in the tool echoed these dynamics and the demand for resilience. In contrast, the Aden scenario adheres to a more familiar military command structure, with known orders, standard operating procedures (SOPs) and tactics (Flin, O'Connor, & Chricton, 2008). These are factors that might lead to a lesser need for resilience competencies in Aden than Carey and Dolphin. As result, the taskwork categories in the assessment tool that emphasize resilience may not have reflected the rule-following processes required by the Aden scenario.

The difference in demands for resilience between Carey and Aden and the similarity in the demand for resilience by Carey and Dolphin suggest that scenario matters. Performance in the simulator will be more like performance in the field when the simulator experience better matches the requirements of the field. An implication for practice is that the teamwork categories can be kept, but that the taskwork categories measured in a simulator scenario should be substituted to match the mission essential competencies (MECs) required on the job (Salas, Rosen, Held, & Weismuller, 2009). The assessment tool should then be used in a pre-test of a simulator exercise to uncover if the scenario represents the requirements for training objectives before it is implemented as a training intervention.

Delivery methods of scenario-based simulator training can range from small exercises specially designed to teach a single skill, to an event-based approach that assess stressors within an event (Cannon-Bowers & Salas, 1998), all the way to large-scale scenarios and holistic elicitation methods (Cooke, Salas, Cannon-Bowers, & Stout, 2000). The small sessions are presumably true to the training objective and performance is relatively easy to evaluate. On the other hand, single-skill sessions tend to be static, and may not fully engage the trainees. Scenario-based training is more dynamic, and can contain a number of embedded training objectives. The downside of scenario-based training is that it is more difficult to isolate events and introduce trigger-points to achieve training objectives. In scenario-based training the scenario itself is the curriculum (Cannon-Bowers & Salas, 1998). This means that the scenario must be crafted and executed in a manner that accomplishes desired training objectives.

Research suggests that adaptive training can reduce complexity and friction through comprehensive use of flexible simulator systems and realistic scenario-based training interventions. Teams can be trained to employ strategies to adapt to stressful (high-workload) situations (Entin & Serfaty, 1999). The introduction of technology does not guarantee effective team training by itself however (Salas, Cooke, & Rosen, 2008). Without transfer of learning from the training intervention to the working

environment, even a gold-plated simulator system is of little use.

The purpose of this paper was to investigate the effectiveness of simulator-based training versus live training, and to present a tool to determine training effects, which in this particular case were operational resilience factors. The demands for operational effectiveness and competitive advantage on the battlefield create a need for effective team training exercises and team assessment tools. This paper presents a tool that can be easily applied, within a short timeframe, and provide a meaningful evaluation of a teams' future performance.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was sponsored by The Royal Norwegian Naval Academy. Special thanks go to Cdr Sg. Roar Espevik for his contributions to the development of the assessment tool and to Cdr Petter Lunde for coordinating data collection during the exercises. This paper benefitted from reviews of earlier drafts by NPS faculty members Susan Hutchins and Michael McCauley and from three anonymous HFES reviewers.

The views expressed in this document are those of the authors and do not reflect the official policy or position of the Department of Defense or the Government.

REFERENCES

- Alberts, D. S. (2007). Agility, Focus and Convergence: The future of Command and Control. *The International C2 Journal* , 1 (1), 1-30.
- Boyd, J. R. (2005). *Patterns of Conflict*. (C. Richards, C. Spinney, & G. Richards, Eds.) Atlanta, Georgia, USA: Defense and the National Interest.
- Brannick, M. T., Salas, E., & Prince, C. (1997). *Team performance assessment and measurement*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Brehmer, B. (2005). *The Dynamic OODA Loop: Amalgamating Boyd's OODA Loop and the Cybernetic Approach to Command and Control*. *The Future of C2: 10th International Command and Control Research and Technology Symposium*.
- Cannon-Bowers, J. A., & Bowers, C. Z. (2011). Team development and functioning. *APA Handbooks in Psychology* , 1, 597-650.
- Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1998). *Making Decisions under stress*. Washington DC, USA: American Psychological Association.
- Cooke, N. J., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., & Stout, R. J. (2000). Measuring Team Knowledge. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* , 42 (1), 151-173.
- Entin, E. E., & Serfaty, D. (1999). Adaptive Team Coordination. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* , 41, 312-325.
- Espevik, R., Johnsen, B. H., & Eid, J. (2011).

- 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.
- Flin, R., O'Connor, P., & Chricton, M. (2008). *Safety at the sharp end: A guide to non-technical skills*. Surrey: Ashgate Publishing Ltd.
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Amazeen, P. G. (2010). Training Adaptive Teams. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 52 (2), 295-307.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (2006). *Resilience Engineering, Concepts and Precepts*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd.
- Kiekel, P. A., & Cooke, N. J. (2011). Human Factors Aspects of Team Cognition. In R. W. Proctor, & K. P. Vu, *Handbook of Human Factors in WEB design* (2 ed., pp. 107-119). Boca Raton, FL, USA: Taylor and Francis Group, LLC.
- Matthews, M., Eid, J., Johnsen, B., & Bøe, O. (2011). A Comparison of Expert Ratings and Self-Assessments of Situation Awareness During a Combat Fatigue Course. *Military Psychology* 23:2 , 125-136.
- McIntyre, R. M., & Salas, E. (1995). Measuring and managing for team performance: Emerging principles from complex environments. In R. G. (Eds.), *Team effectiveness and decision making in organizations* (pp. 149-203). San Francisco: Jossey-Bass.
- Osinga, F. (2005). *Science, Strategy and War*. Eburon Academic Publishers.
- Reivich, K. J., Seligman, M. E., & McBride, S. (2011). Master Resilience Training in the U.S. Army. *American Psychologist* , 66 (1), 25-34.
- Ross, K. G., Phillips, J. K., Klein, G., & Cohn, J. (2005). *Creating expertise: A framework to guide technology-based training*. Marine Corps Systems Command, Program manager for training systems. Orlando: US DoD/MARCORSYSCOM.
- Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008, June). On Teams, Teamwork, and Team Performance: Discoveries and Developments. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 2008 50: 540 .
- Salas, E., Rosen, M. A., Held, J. D., & Weismuller, J. J. (2009). Performance Measurement in Simulation-Based Training : A Review and Best Practices. *Simulation & Gaming* , 40 (3), 328-376.
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, S. C. (2005). Is there a "Big Five" in teamwork? *Small group research* , 36, 555-599.
- The Royal Norwegian Naval Academy, Norwegian DoD. (2010). *Concept of Operations for Training Exercise Telemakos*. Bergen, Norway.
- Wilson, K. A., Salas, E., Priest, H. A., & Andrews, D. (2007). Errors in the Heat of Battle: Taking a closer look at Shared Cognition Breakdowns Through Frame work. *Human Factors: The Journal of the*

- Human Factors and Ergonomics Society , 49 (243), 243-256.
- Zaccaro, S. J., Rittman, A. L., & Marks, M. A. (2001). Team leadership. *The Leadership Quarterly*, 12, 451-483.
 - Zar, J. H. (1972). Significance Testing of the Spearman Rank Correlation Coefficient. *Journal of the American Statistical Association* , 67 (339), 578-580.

AUTHORS

Frode Voll Mjelde, LCDR
Royal Norwegian Navy and Operations Research
Department, Naval Postgraduate School

Kip Smith, Operations Research Department,
Naval Postgraduate School

The manuscript version of the paper Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments has been granted permission for reproduction by Human Factors and Ergonomics Society (HFES) in print and electronic format for use within the Norwegian Armed Forces, subject to the following conditions:

1. If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source, permission must also be sought from that source.
2. Suitable acknowledgement to the source must be made, which is as follows:

“Reprinted from Human Factors and Ergonomics Society (HFES) Proceedings 2013, 57 (1): 1 - 2170, Corresponding author: Frode Voll Mjelde, Title of article: “Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments”, Copyright (2013), with permission from HFES”.

3. This permission is granted for non-exclusive world English rights only. For other languages please reapply separately for each one required.
4. Reproduction of this material is confined to the purpose for which permission is hereby given.

Human Factors and Ergonomics Society
1124 Montana Ave, Suite B
Santa Monica, CA 90403-1617

RNoNA Team Performance Assessment		Team:		Rater:				
Teamwork	1. Team Orientation: The team showed a high degree of involvement (team members monitored and paid attention to other team members, not many "free riders" in the teamwork process)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	2. Backup Behavior: The team showed a high degree of backup behavior (team members helped/assisted without being asked, push of information)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	3. Mutual Performance Monitoring (includes Mutual Trust): The team adjusted and reinforced each other (feedback when wrong or right was accepted and implemented by team members)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	4. Closed-loop Communication: The team exchanged information and coordinated actions through feedback and response	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	5. Team Leadership: The leader was effective to solve team problems (roles and responsibilities were distributed in the team)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	6. Shared Mental Models / Interdependence: The team showed the ability to create a common outlook (all team members are kept updated on the objectives, situation and priorities, both for teamwork and taskwork objectives, "what if"-processes)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	7. Adaptability: The team showed the ability to adjust strategies (dynamic co-ordination to meet shifting internal and external needs)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
	1	2	3	4	5	6	7	
8. Agility: The team showed the ability to rapidly change their orientation in response to what is happening (monitor, detect and respond to resource allocation needs, e.g. alert and ready to move)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	
9. Creative Action: The team was creative in their actions (taking action to generate and exploit advantage over the situation/opponent to achieve their objectives, e.g. cause friction to opponent, "command both sides")	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	
Taskwork	10. Speed: The team was effective to complete assignments (short time, appropriate method and strategy)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
	11. Thoroughness: The team was thorough in their assignments (solutions and actions that fit with the stated plan)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>				
		1	2	3	4	5	6	7
12. Success: The team successfully accomplished the task/mission (based on the current training objectives/requirements)	<i>Strongly Disagree</i>	<i>Partially agree</i>	<i>Strongly Agree</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	
13. Team Performance overall impression:	<i>Very poor</i>	<i>Average</i>	<i>Very good</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	
Comments (fill in additional information, team behaviors, phrases, etc. that can further describe the assessment) :								

Figure 1, RNoNA Team Performance Assessment Tool

Military teams, a demand for resilience

TEXT: Frode Voll Mjelde, Kip Smith, Petter Lunde, Roar Espevik

Background: The Royal Norwegian Naval Academy (RNoNA) has an interest in enhancing military teams' knowledge, skills and abilities to deal with complex situations and environments.

Objective: The objective is to document the need for resilience in military teams and to expand the understanding of how such behavior can be meaningfully instilled through team training interventions.

Method: Norwegian military subject matter experts (SMEs) assessed the performance of military teams participating in complex military training exercises. Eight cadet teams at the RNoNA were assessed during two separate 4-hour simulator training exercises and a 48-hour live training exercise.

Results: Positive Spearman rank correlation coefficients between resilience assessments in the simulator training exercises and the live training exercise were strongest when the simulator scenario emphasized resilience factors inherent in the live exercise, and weakest when the simulator scenario did not facilitate the task demands in the live exercise.

Conclusion: The study showed that resilience assessed in teams during simulator training exercises predicted their resilient behavior in a subsequent live training exercise and that the proper design of scenario-based simulator training can realistically and effectively represent resilience stressors found in live operations.

Keywords: Team performance assessment, teamwork, taskwork, scenario-based simulator training, transfer of training.

INTRODUCTION

The main objective of the Royal Norwegian Naval Academy (RNoNA) is to educate and develop mature officers for the Norwegian armed services. In particular, the RNoNA has an interest in enhancing the officers' knowledge, skills and abilities to deal with complex military situations and environments when working in teams [1].

The RNoNA develops important capacities and capabilities for leadership on individual as well as on team levels. Operational leadership is improved, first and foremost, through realistic and good experience and through improvement of behavioral patterns. Good leadership is created through repetition, and through gradual, increasing challenges. Courage to challenge one's limits is encouraged and stimulated through realistic military exercises, developing mature leaders and teams. Like anesthesia teams who must be prepared to manage unforeseen situations [2], military teams must learn how to adapt to dynamic environments.

Military operations contain a mix of known and unknown interferences that must be dealt with (or avoided) to achieve a mission objective. Known, anticipated and frequently occurring obstacles can be handled through standard operating procedures (SOPs), drills and proper

planning. The ability to face unanticipated or unknown complications, however, requires more than strength of character; it requires resilience. Resilience is the ability to adapt to environments where one is confronted with information ambiguity, incoherence, resistance and hardship. It has been defined as the ability to persist in the face of challenges and bounce back from adversity [3]. To instill resilience, the cadets at the RNoNA are challenged during various training exercises, both individually and in teams, with moral, physical and mental stressors that require determination and commitment to act well and wisely in situations characterized as uncertain and complex.

The RNoNA training objectives for resilience involves cadet teams to be trained for Navy squadron missions in complex maritime environments. Each squadron is made up of several teams, and the command structure relies heavily on teams to perform tasks in coordinated efforts. The complex training environment includes uncertainty and stress, and sets a high demand for team and team-member resilience.

This training objective has led the RNoNA to support an effort to develop a tool (Figure 1) to assess military team performance in simulator training exercises and in live training exercises, and to evaluate whether training

RNoNA Team Performance Assessment		Team:		Rater:	
Teamwork	1. Team Orientation: The team showed a high degree of involvement (team members monitored and paid attention to other team members, not many "free riders" in the teamwork process) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	2. Backup Behavior: The team showed a high degree of backup behavior (team members helped/assisted without being asked, push of information) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	3. Mutual Performance Monitoring (includes Mutual Trust): The team adjusted and reinforced each other (feedback when wrong or right was accepted and implemented by team members) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	4. Closed-loop Communication: The team exchanged information and coordinated actions through feedback and response <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	5. Team Leadership: The leader was effective to solve team problems (roles and responsibilities were distributed in the team) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	6. Shared Mental Models / Interdependence: The team showed the ability to create a common outlook (all team members are kept updated on the objectives, situation and priorities, both for teamwork and taskwork objectives, "what if"-processes) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	7. Adaptability: The team showed the ability to adjust strategies (dynamic co-ordination to meet shifting internal and external needs) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	8. Agility: The team showed the ability to rapidly change their orientation in response to what is happening (monitor, detect and respond to resource allocation needs, e.g. alert and ready to move) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
Taskwork	9. Creative Action: The team was creative in their actions (taking action to generate and exploit advantage over the situation/opponent to achieve their objectives, e.g. cause friction to opponent, "command both sides") <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	10. Speed: The team was effective to complete assignments (short time, appropriate method and strategy) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	11. Thoroughness: The team was thorough in their assignments (solutions and actions that fit with the stated plan) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	12. Success: The team successfully accomplished the task/mission (based on the current training objectives/requirements) <i>Strongly Disagree</i> 1 2 3 <i>Partially agree</i> 4 5 6 <i>Strongly Agree</i> 7				
	13. Team Performance overall impression: <i>Very poor</i> 1 2 3 <i>Average</i> 4 5 6 <i>Very good</i> 7				
Comments (fill in additional information, team behaviors, phrases, etc. that can further describe the assessment) :					

Figure 1, RNoNA Team Performance Assessment Tool¹

¹ The RNoNA tool is designed to assess the performance of military teams participating in complex military training exercises representative of actual military operations, executed in a controllable training environment.

objectives for a live training exercise can be realistically and effectively achieved through scenario-based simulator training exercises [4,5]. This tool was used during a set of training exercises performed in 2012 at the Academy [6], and includes teamwork and taskwork metrics that assess resilient behavior in teams.

Team performance relies on individual team members to schedule and perform individual and team tasks and communicate critical information to maximize the collective performance. As team members interact through communication and coordination, their individual work, results and responses will come together in a multilevel process to support mission objectives [4]. Research on assessment of team performance objectives indicates that these objectives are best met by balancing teamwork and taskwork constructs [7]. Teamwork processes include the behavioral interactions team members must develop and perform to function effectively as a team. Taskwork effectiveness, including both individual and team tasks, refers to behaviors related to the operational activities the team must perform [8].

Among the measures of resilience in teamwork are interdependence, adaptability, agility and shared mental models [9,10]. Resilience metrics related to taskwork measures are creative action, speed, thoroughness, and mission success [10,11,12]. The number of factors for team resilience emphasizes the complexity inherent in effective military team performance, and in the assessment of it. High scores on these measures should then demonstrate an ability to rapidly change orientation in response to what is happening in the real world [13], and adjust strategies through dynamic coordination to meet shifting internal and external needs [14]. Resilient behavior is also made visible when the team exploits opportunities in the current environment and shifts friction from themselves to their adversary [11]. Assessing team resilience begins therefore with an understanding of the tasks to be performed in the projected operational environment [15], and designing team training interventions to match the demand.

METHOD

Observing task execution and team member interactions, as scored using the RNoNA Team Performance Assessment Tool, assesses team resilience. Behavioral markers and performance markers are designed to assess performance in teamwork and taskwork by measuring team processes and team effectiveness in RNoNA cadet training exercises [4].

PARTICIPANTS

The Royal Norwegian Naval Academy combined 67 1st year cadets to form eight teams of seven to nine team members. Each team had both male and female cadets with 1 to 4 years of prior service in the Norwegian mili-

tary. The cadets ranged in age from 20 to 33 (M=25). Prior to the first simulator exercise, they had been training as teams for 7 months.

The exercises are an integral part of the cadets' training. Their participation was required for completion of their course of study and matriculation into the Armed Forces Officer Corps. The RNoNA collected the data to evaluate the effect of the education program, which in no way influenced their decision to participate. Accordingly, no human subjects approval was obtained at data collection. However, permission was obtained from the Royal Norwegian Naval Academy and the Institutional Review Board of the US Naval Postgraduate School prior to analyzing the data.

RNoNA staff functioned as facilitators, Subject Matter Experts (SMEs), educators, instructors, etc. throughout the study. The SMEs were all Officers in the Norwegian Navy, with military rank ranging from Sub Lieutenant to Commander. SMEs evaluated the cadet teams on teamwork and taskwork metrics using the RNoNA Team Performance Assessment Tool during two simulator training exercises and one live training exercise.

DESIGN

All eight teams performed the same exercises in a repeated measures design. Two simulator exercises, Carey and Aden, were performed in January and April 2012, followed by a live exercise, Dolphin, in June the same year [6]. All three exercises were run as "controlled free-play" exercises. Controlled means that the exercise has a framework that includes mission objectives, time schedules, and a command and control hierarchy. Free-play means that the participants are given extensive leeway to plan and execute missions based upon their own interpretation and assessment of the mission objectives and current situation. The simulator exercises focus on scenario-based team training, aiming at designing stressors found in real-world military operations into tasks performed in a realistic and challenging virtual environment. The levels of complexity and difficulty are adjusted to meet the training objectives and the team's expected level of expertise (Figure 2).

Details about the exercises cannot be discussed in detail because revealing too much may affect future cadets' expectations for similar exercises and consequently reduce their learning.

SIMULATOR EXERCISE CAREY

The Carey simulator exercise is based on actual historical events from World War II in the North Sea - like "Operation Cartoon" [16,17], one of the Lerwick-based Norwegian Motor Torpedo Boat (MTB) flotilla operations on the Norwegian coast.

The Norwegian MTB flotilla operations are an important part of the Norwegian and British naval history of

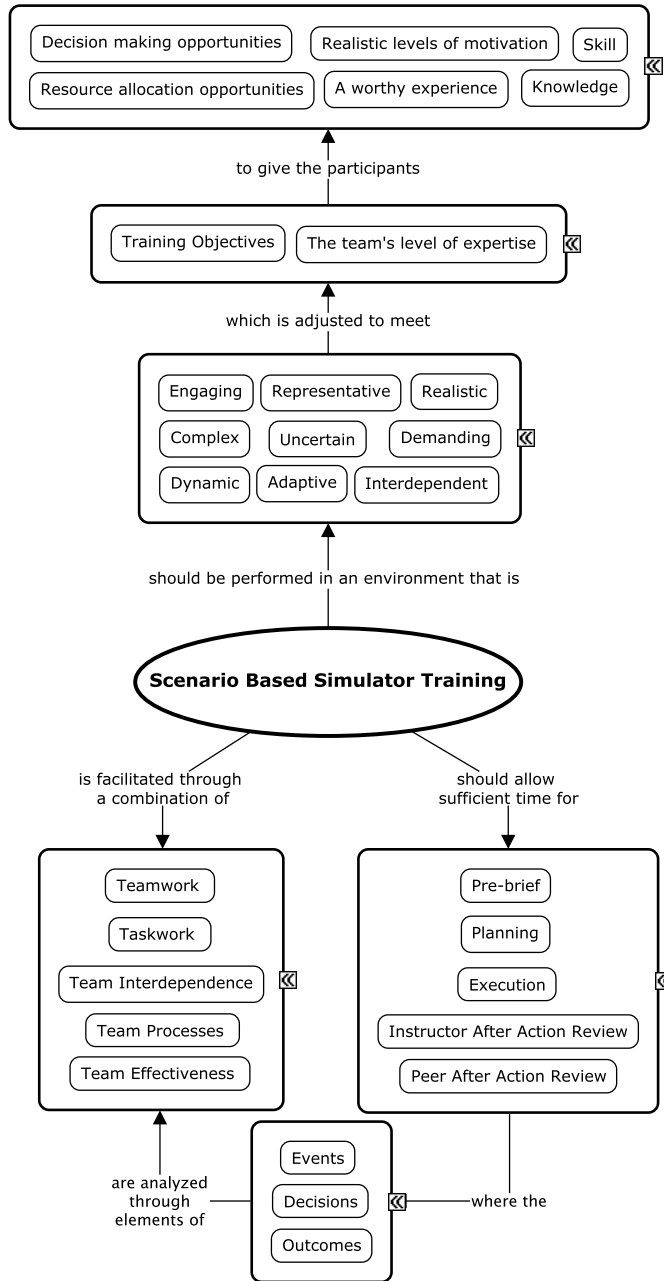


Figure 2, RNoNA Scenario-based team training in a virtual environment ²

² RNoNA scenario-based team training aims at designing stressors found in a challenging military task environment into realistic simulated exercises for team training. The level of complexity and difficulty is adjusted to meet the training objectives and team's expected level of expertise.

World War II [18]. The flotilla of MTBs (Figure 3) was a nuisance for the German occupiers of Norway. As the Nazis never knew where the next attack would come from, they strengthened defenses along the Norwegian coast to meet the threat. That required many extra men, who otherwise could have fought in other parts of Europe.



Figure 3, Fairmile D Motor Torpedo Boat (From Lambert, 1985)³

The weather in December 1942 had been extremely bad, and on the 27th, MTB 619 along with two other MTBs encountered a severe storm. All ships arrived safely back in Shetland, but without fulfilling their mission. Some weeks later, in the early hours of the 23rd of January 1943, the flotilla set out on one of its most successful operations, Operation Cartoon [16,17]. The target was the German pyrite mine at Litlabø on the island of Stord. Seven MTBs took part in the operation together with fifty commandos of the 12th Command, many of them Norwegians, under the command of Major Flynn. The plan was to land most of the men on the southwest side of Stord, not far from the pyrite mine. MTB 626 and MTB 627 were to attack the harbor of Sagvåg and land the commandos; the other boats would mislead or fight German forces. MTBs 626 and 627 fired torpedoes into the harbor, blowing up the pier and destroying a cannon, and then attacked with all available weapons. MTB 626 landed the commandos on what was left of the pier around midnight, while MTB 627 landed theirs on the other side of the harbor. The Germans had returned the fire, and the boats were under constant attack during the landing. Meanwhile, the other boats confused the Germans by laying mines and attracting attention from nearby coastal forts, giving the impression that something else was the main target. On land, the commandos

had done their job; the mine along with the harbor defenses was destroyed. But the victory had its price: One commando was killed and two wounded, and on the MTB 626, seven crewmembers were wounded. Finally all MTBs made it safely back to Lerwick.

Operation Cartoon, along with other operations and events from WWII, makes up the Carey simulator training exercise. Since the scenario is set in the 1940's, the cadet teams have limited availability of technology [18] - even if they are conducting their training exercise in a 20th century high fidelity simulator. Carey is conducted as a covert operation where avoidance of detection is critical, and strict radio silence is enforced on the cadet teams. In summary - the exercise realistically represents uncertainty and fog of war in a challenging maritime environment.

Carey is a complex simulator training exercise that places a high demand on resilient behavior in the cadet teams. It recreates some of the stressors identified from the actual operation in 1943, such as uncertainty, vulnerability, danger, friction, and information ambiguity.

SIMULATOR EXERCISE ADEN

The Aden exercise is a modern and realistic anti-piracy scenario set in the Gulf of Aden. The Aden scenario is conducted as an overt operation where visibility and presence of force is important. It emphasizes the high levels of communication, coordination, cooperation and the extensive use of technology that one would expect to find in modern allied naval operations.



Figure 4, Naval operations in the Gulf of Aden (Photo: Norwegian Armed Forces)⁴

³ The 115 ft. Fairmile D was employed in WWII as a Motor Gun Boat (MGB) and as a Motor Torpedo Boat (MTB) used by the Royal Navy, the Royal Canadian Navy and the Royal Norwegian Navy. The dark painted Fairmile D illustrates the type of ships normally used in the MTB operations in the North Sea and on the Norwegian coast.

⁴ NORNAVSOC (Norwegian Naval Special Operation Command) and the frigate HNoMS Fridtjof Nansen during a combat readiness exercise in the Gulf of Aden. Counter-piracy efforts, in conjunction with other maritime forces operating in the region, help ensure the free flow of commercial trade through the Gulf of Aden and Indian Ocean, the Norwegian coast.

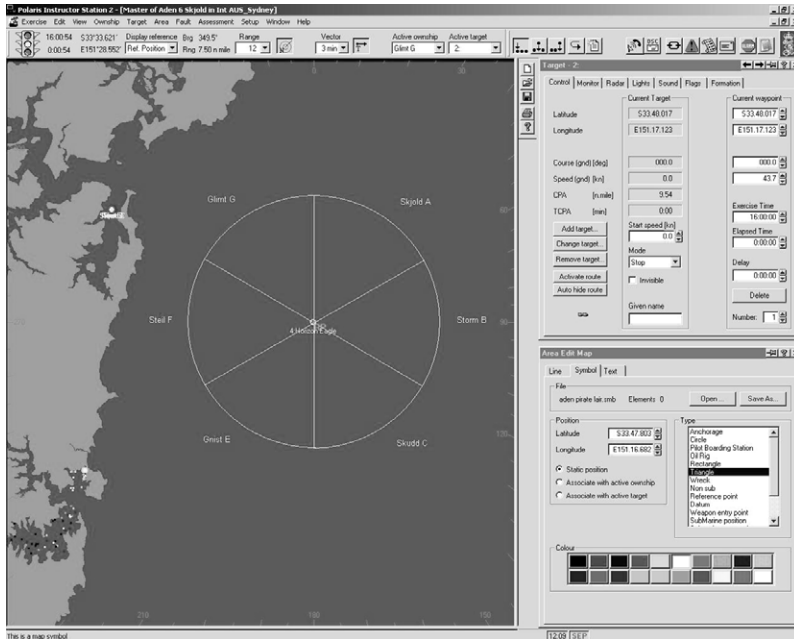


Figure 5, Screenshot from NAVSIM instructor station GUI (Photo: Norwegian armed forces)⁵

Mission descriptions and regulations for EU Naval Force (EUNAVFOR) Operation ATALANTA are used to build this simulator exercise to construct a realistic and modern military context and environment. EUNAVFOR operates in the Southern Red Sea, the Gulf of Aden and a large part of the Indian Ocean, including the Seychelles. Part of their mission is to deter, prevent and repress acts of piracy (Figure 4) and armed robbery in the area of operation (AOO) and to protect vessels of the United Nations' World Food Programme (WFP) delivering aid to displaced persons in Somalia [19,20].

The cadet teams receive all necessary information for the AOO: intelligence briefs, rules of engagement (ROEs), OP ATALANTA orders, maritime security information, political situation updates, and policies for civilian shipping (e.g., EUNAVFOR booklet for Counter Piracy - Advice and Checklist for Masters, 2009) Their task is then to use that information to plan and execute the mission using the simulator environment.

Figure 5 shows the initial setup for the exercise with the respective areas of responsibility (AOR) for the

Norwegian Navy ships. It also illustrates the graphical user interface (GUI) for the NAVSIM instructor.

Aden is a complex simulator exercise, but in comparison to Carey it places only a moderate demand on resilient behavior in the cadet teams. It emphasizes stressors identified from modern military operations, like force projection, political ambiguity, boredom, danger and mental workload.

LIVE EXERCISE DOLPHIN

The Dolphin training exercise is one of several live events making up the final training stage for the 2011/2012 cadet teams. The Dolphin exercise is a real life complex military exercise performed in a maritime setting with an extremely high demand on resilience. It recreates stressors identified from a wide range of military operations [21], and is conducted as a combat survival course. In 2012, the exercise was performed using small high-speed boats in a physically demanding littoral environment (e.g. day/night, temperature, weather, wind, sea state, etc.). In this complex maritime

⁵ The screenshot shows the NAVSIM instructor screen for the Aden exercise, illustrating the area of responsibility (AOR) for ships assigned to the operation.



Figure 6, Live exercise Dolphin (Photo: Norwegian armed forces)⁶

military scenario (Figure 6), events vary in intensity and content. The exercise presents operational leadership challenges at the individual, team and squadron levels during periods of high physical and mental stress. Opposing forces randomly, but consistently, target and interact with the cadet teams. Sleep rhythms are continuously disrupted throughout the duration of the exercise.

The exercise involves the risk of loss and injury of personnel and materiel. The exercise includes therefore a training session as a means to increase the probability of mission success. Training objectives include letting the cadets experience how teamwork and taskwork performance impacts operational effectiveness, and how physical and mental stress affects resilient behavior.

The training session is split into individual events designed to train adaptability, agility, creative action, speed and thoroughness to give the teams an advantage in addressing unforeseen events. The teams rotate through separate training stations based on a set schedule. SMEs

train and evaluate the teams at each station using the RNoNA assessment tool.

Once the training session is completed, the teams receive updated mission orders. The inherent complexity of the exercise environment challenges a team's ability to maintain shared cognition, and thereby affects team factors like communication, coordination and cooperation [14].

SIMULATOR SYSTEM

The RNoNA ship-handling simulator (NAVSIM) is used to run the simulator exercises Carey and Aden. The NAVSIM is a high-fidelity simulator system with seven bridge cubicles that can represent different ships to be operated simultaneously in the same scenario. Every cubicle is equipped with all necessary navigation and communication systems and presents realistic "out the window" views of the maritime environment (Figure 7).

The control room (Figure 8) is equipped with multiple instructor stations and contains network structures, server

⁶ The Dolphin exercise is conducted as a combat survival operation presenting operational leadership challenges for the individual, team and squadron levels during periods of high physical and mental stress, combined with sleep- and food-deprivation. The operation is split into individual events designed to train adaptability, agility, creative action, speed and thoroughness in order to give the teams an advantage in addressing unforeseen events on the battlefield.



Figure 7, RNoNA NAVSIM Bridge (Photo: Norwegian armed forces)⁷

Figure 8, RNoNA NAVSIM Control Room (Photo: Norwegian armed forces)⁸

systems, computer hardware and communication system needed to run the simulation. The control room has a slave monitor system allowing the instructor to observe team behaviors via cameras inside the cubicles, including digital images replicating the “out of window” scene for each cubicle. The facility also includes an auditorium, equipped with functionality for pre-brief and debrief.

PROCEDURE

The 12 teamwork and taskwork constructs of the RNoNA assessment tool (Figure 1) were used to rate the eight cadet teams during all three exercises. Each cadet team was assessed 10 times, once for each simulator exercise

and eight times for specific events during the live training exercise. SMEs made the assessments using the RNoNA assessments tool either during or immediately after each event/exercise, depending on the situation.

The RNoNA would have conducted performance assessments of the cadet teams regardless of this study. The SMEs were not aware of the study’s purpose, and all observers used the same format for evaluating the teams’ performance.

The ratings data are ordinal, not ratio, and the appropriate statistical analyses are non-parametric. The ordinal ratings data were analyzed using the nonparametric Spearman rank-order correlation coefficient ρ [22]. The probabilities for the correlations were interpolated from the table presented by Zar [23]. Because the sample size is small ($n=8$), we adopted an alpha of .10 [22].

The first set of analyses compares the overall team performance ratings for all eight teams in simulator exercises Carey and Aden versus live exercise Dolphin. This assesses how resilience stressors designed into the training exercises impact the ability to predict team ranks across exercises.

The second set of analyses compares the individual metrics in the RNoNA tool. Spearman rank correlations in (a) Carey vs. Dolphin and (b) Aden vs. Dolphin are analyzed to assess and compare the sources of task demand in the exercise pairs.

RESULTS

The average overall team performance in each simulator training exercise was compared to the live training exercise (Table 1).

	CAREY		ADEN		DOLPHIN	
	p	p(p)	p	p(p)	p	p(p)
Dolphin	0,66	0,045	0,29	0,270	0,49	0,120

Table 1, Team performance ratings^{9, 10}

⁷ The RNoNA NAVSIM is a high-fidelity simulator system with seven bridge cubicles that represents different ships to be operated simultaneously in the same scenario. Every cubicle is equipped with all necessary navigation and communication systems and represents realistic “out the window” views of a maritime environment.

⁸ The RNoNA NAVSIM control room is equipped with multiple instructor stations and contains network structures, server systems, computer hardware and communication system needed to run the simulation.

⁹ Spearman rank-order correlation coefficients (ρ) between aggregate resilience scores in the simulator and live exercises and their probabilities $p(\rho)$.

¹⁰ Each of the 8 teams was scored on all 13 of the items in the instrument shown in Figure 1. These scores were averaged and ranked. The columns labeled Carey and Aden show the rank correlations with the live exercise Dolphin. The column labeled Simulator presents the rank correlation between the average scores for each team in both exercises and in Dolphin.

Team resilience analyses are based on the aggregate scores of all twelve metrics in the RNoNA assessment tool, and are presented as Spearman rank-order coefficients and corresponding p-values (n = 8 teams). The first column shows the comparison between Carey and Dolphin, the second shows Aden and Dolphin, and the third shows the aggregated scores for both simulator training exercises compared to the Dolphin training exercise. The Spearman rank-order correlation coefficient for Carey vs. Dolphin is .66, with a p-value of .045 [23]. This suggests that teams who receive high (or low) resilience scores in Carey have a high probability of receiving similar scores in the live training exercise. The Spearman rank-order correlation coefficient for Aden vs. Dolphin is .29, with a p-value of .270, suggesting that team resilience scores made in Aden do not predict resilience scores in the live training exercise. The Spearman rank-order correlation coefficient for the average scores of Carey and Dolphin, Simulator vs. Dolphin is .49, with a p-value of .120. The correlation is not significant at the traditional values of alpha (.05 or .10). However, it is a result of data aggregated over many variables, and with relatively few observations (n=8). Given these constraints, a p-value of .120 may be considered to be marginally and pragmatically significant. These findings suggest that teams with high (or low) resilience scores in the two scenario-based virtual training exercises can be expected to perform similarly in the live training exercise.

We interpret these results to tell us that the ratings from the Carey training exercise have a much higher probability of predicting team resilience in the live training exercise than the ratings from the Aden training exercise. We attribute this to the design of the simulator exercises. Carey has a higher demand for resilient behavior than Aden. The Dolphin training exercise has a very high demand for resilience, suggesting a better match of resilience stressors between Carey and Dolphin than between Aden and Dolphin.

Ranks for individual metrics across teams for each exercise are presented in Table 2. The correlations between Carey and Dolphin indicate strong correlations between (a) closed-loop communication, $p(\rho) = .08$, (b) adaptability, $p(\rho) = .02$, (c) agility, $p(\rho) = .09$, and (d) creative action, $p(\rho) = .07$. The results indicate that agile, adaptive and creative teams are effective in situations that place a high demand on resilient behavior. Closed-loop communication appears to be a mediating factor for resilience in teams. The positive correlations for mutual performance monitoring/mutual trust showed positive correlations, $p(\rho) = .16$, thoroughness,

$p(\rho) = .18$, and success, $p(\rho) = .18$ are technically not significant. However, they do suggest that effective mutual performance monitoring tends to occur in teams with a climate of trust and thoroughness. These factors may enable the team to accomplish mission objectives in complex environments.

As shown in Table 2, the correlations between the simulator and live exercises for two of the metrics, shared mental models and speed, were weak. These metrics do not appear to contribute to our ability to predict resilience.

MEASUREMENT	CAREY		ADEN	
	P	p(p)	P	p(p)
Team Orientation	0,14	> .50	0,10	> .50
Backup Behavior	-0,15	> .50	-0,22	> .50
Mutual Performance Monitoring / Mutual trust	0,44	0,16	0,07	> .50
Closed-loop Communication	0,58	0,08	0,45	0,15
Team Leadership	0,10	> .50	-0,10	> .50
Shared Mental Models / Independence	0,18	> .50	-0,15	> .50
Adaptability	0,78	0,02	-0,1	> .50
Agility	0,55	0,09	0,44	0,16
Creative Action	0,60	0,07	-0,24	> .50
Speed	0,31	0,24	-0,03	> .50
Thoroughness	0,41	0,18	0,02	> .50
Success	0,41	0,18	0,46	0,15

Table 2, Ranks for individual metrics across teams for each exercise ¹¹

The overall high number of strongly positive correlations in metrics of resilience (six out of eight) between assessments in Carey and Dolphin suggests that task demand was better matched between these two training exercises. None of the correlations between Aden and Dolphin approach statistical significance, suggesting that task demands were not matched between these two exercises. This does not say that Aden is a poor training exercise for military teams, only that it may not be the best choice for training resilience.

DISCUSSION

While complex simulations and field exercises cannot fully replicate an actual combat environment, the RNoNA team training exercises expose cadet teams to a

¹¹ Spearman rank order correlation coefficients ' ρ ' between individual resilience scores in the simulator and live exercises and their probabilities ' $p(\rho)$ '

wide range of psychological and physical stressors representative of those found in military operations.

Stressors affect cognitive processing and teamwork behavior and can limit the scope of team cognition and team decision-making [24]. One of the intents of the RNoNA team training exercises is to enable cadet teams to automate behavioral processes, and to make the behavior more resistant to the effects of stressors [25]. The 2012 study [6] found that scenario-based simulator training could realistically represent demands for live resilience training exercises as long as there is a match between stressors in both training domains, suggesting that scenario design matters [26,27].

An adaptive simulator environment has allowed RNoNA cadet teams to explore consequences of different options to test intuitive predictions against doctrine to establish best-practice models. The scenario-based approach to training has offered RNoNA staff specialized knowledge of resilience training by visualizing critical change factors, facilitating solution alternatives and developing tools, techniques, approaches and methods to address them.

Individual metrics in the RNoNA tool (e.g. closed-loop communication, agility and success) correlate strongly and positively with the live training exercise across teams, independent of simulator exercise, suggesting that they may be reliable predictors of team resilience for any level of matching task demands. The high correlation for these metrics suggests consistent cadet team performance, which also was consistently scored by the SMEs. Other metrics in the RNoNA tool, such as mutual performance monitoring/mutual trust, adaptability, creative action, speed and thoroughness correlated positively between Carey and Dolphin, suggesting that they are reliable predictors of resilient behavior when task demands are matched.

Teams with a high level of congruence between their mental models, both situational and mutual, are expected to contribute significantly to a team's performance under stress [28]. It was therefore a surprise when this metric did not correlate positively between assessments [6]. This may indicate difficulty in observing and assessing shared mental models (SMM) as a performance metric, or it may be that SMM is not a significant factor in resilience. The gap between planning and starting an action is considered a time delay in military operations [11], and time is a dominant concern in warfare. Speed influences team coordinating activities that are essential to reach conclusions and make decisions rapidly [14], and includes the correct and timely coordination of actions that contribute to the completion of tasks. Speed was therefore expected to be dominant factor for resilience in the study, but the 2012 data did not support those expectations.

In contrast, adaptability, agility and creative action were all strongly positive in predicting resilient behavior in RNoNA cadet teams, indicating these metrics as critical team skills when facing dynamic and complex environments [29,30]. Proactive teams actively use creative action to shift friction to the opponent, away from own team goals and mission objectives [11], and a team's self efficacy can motivate the use of creative actions over SOPs and habitual actions to achieve team goals and objectives. Thoroughness and success was also positively correlated with resilient behavioral markers. Thoroughness can be expressed as an ability to maintain commitment and determination [29], and includes cognitive hardiness, a mechanism found to mediate stress in military units [21]. Successes in training exercises are defined by the accomplishment of training objectives and by the manner in which the objectives are accomplished. A team can achieve a successful outcome without good team performance, and vice versa can display high performance but not achieve the objectives. Effectiveness criteria in a given training environment must therefore be set by the mission requirements and on the teams' expected level of proficiency at the time of assessment [31].

LIMITATIONS

This paper discusses data from one cohort of RNoNA cadets (and SME raters). In a future paper we plan to assess how well the findings reported here map to other cohorts. While we expect the findings to generalize across cohorts, field exercises, and simulator exercises, the proof will come with replication.

CONCLUSION

The process of establishing military teams and their specialized team training is time consuming and expensive. With constrained resources, there is a need to establish effective team training methods that can be applied easily, and within a short timeframe. The RNoNA has identified scenario-based simulator training to be an effective, adjustable and controllable method for training resilient behavior in military teams as long as the virtual environment replicates the stressors found in the real environment. Team resilience assessments were found to require both teamwork and taskwork measures to be reliable predictors of performance in a live environment.

Scenario-based simulator exercises can predict future team resilience, but to predict well – we must design well. Designing the exercises to match constraints (task demands) is imperative for good prediction of team resilience. The task demands posed in the virtual scenario must emulate those found in the live environment. As such, properly constructed scenario-based simulator exercises together with an effective performance assessment tool can present a cost-effective solution for (a)

assessing military team resilience levels, (b) informing the effectiveness of military team training exercises, and ultimately (c) improving military team effectiveness.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was sponsored by The Royal Norwegian Naval Academy. Special thanks go to Cdr Sg. Olav Kjellevold Olsen, NOR Navy, for his contribution to the development of the RNoNA assessment tool. This work benefitted from reviews by two faculty members of the U.S. Naval Postgraduate School, Monterey CA, Susan Hutchins and Michael McCauley.

REFERENCES

- [1] Royal Norwegian Naval Academy. Man the Braces! - Leadership training philosophy of the Royal Norwegian Naval Academy. 2nd ed. Espevik R, Kjellevold-Olsen O, editors. Bergen: The Royal Norwegian Naval Academy; 2009.
- [2] Cuvelier L, Falzon P, Granry JC, Moll MC. Managing Unforeseen Events in Anesthesia: Collective Trade-off Between “understanding” and “doing”. *WORK*. 2012; 41(Supplement 1): p. 1972-1979.
- [3] Reivich KJ, Seligman MEP, McBride S. Master Resilience Training in the U.S. Army. *American Psychologist*. 2011; 66(1): p. 25-34.
- [4] Mjelde FV. Performance assessment of military teams in simulator and live exercises. Master's thesis. Monterey, CA: U.S. Naval Postgraduate School, Human Systems Integration; 2013.
- [5] Mjelde FV, Espevik R, Kjellevold-Olsen O. RNoNA Team Performance Assessment Tool. 2012. Norwegian DoD.
- [6] Mjelde FV, Smith K. Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments. In *Proceedings of the HFES 57th Annual Meeting 2013*; 2013; San Diego: HFES. p. 2116-2120.
- [7] McIntyre RM, Salas E. Measuring and managing for team performance: Emerging principles from complex environments. In (Eds.) RG&ES. *Team effectiveness and decision making in organizations*. San Francisco: Jossey-Bass; 1995. p. 149-203.
- [8] Flin R, O'Connor P, Crichton M. *Safety at the sharp end: A guide to non-technical skills* Surrey: Ashgate Publishing; 2008.
- [9] Espevik R, Johnsen BH, Eid J. Outcomes of Shared Mental Models of Team Members in Cross Training and High-Intensity Simulations. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2011; 5(4): p. 352-377.
- [10] Hollnagel E, Woods DD, Leveson N. *Resilience Engineering, Concepts and Precepts* Aldershot: Ashgate Publishing Ltd; 2006.
- [11] Brehmer B. The Dynamic OODA Loop: Amalgamating Boyd's OODA Loop and the Cybernetic Approach to Command and Control. *The Future of C2: 10th International Command and Control Research and Technology Symposium*. 2005.
- [12] Osinga F. *Science, Strategy and War*. Delft, The Netherlands; 2005.
- [13] Boyd JR. *Patterns of Conflict* Richards C, Spinney C, Richards G, editors. Atlanta: Defense and the National Interest; 2005.
- [14] Wilson KA, Salas E, Priest HA, Andrews D. Errors in the Heat of Battle: Taking a closer look at Shared Cognition Breakdowns Through Framework. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2007; 49(243): p. 243-256.
- [15] Cannon-Bowers JA, Bowers C. Team development and functioning. In Zedeck S, editor. *APA handbook of industrial and organizational psychology*. Washington DC: American Psychological Association; 2011. p. 597-650.
- [16] Irvine JW. *The Waves are Free*. 1st ed. Lerwick: Shetland Publishing; 1988.
- [17] Shetlopedia. *The Shetland Encyclopaedia*. [Online].; 2011 [cited 2012 January 29. Available from: HYPERLINK“(http://shetlopedia.com/The_Norwegian_MTB_Flotilla_in_Shetland)” (http://shetlopedia.com/The_Norwegian_MTB_Flotilla_in_Shetland) .
- [18] Lambert J. *The Fairmile 'D' Motor Torpedo Boat* London: Conway Maritime Press; 1985.
- [19] EUNAVFOR. EUNAVFOR. [Online].; 2013 [cited 2013 July 3. Available from: HYPERLINK “http://eunavfor.eu/mission/” http://eunavfor.eu/mission/
- [20] Foster J. *Piracy in the Gulf of Aden and Indian Ocean*. Warsash, Poland: MSCHOA; 2010.
- [21] Bartone PT. Resilience Under Military Operational Stress: Can Leaders Influence Hardiness? *Military Psychology*. 2006; 18: p. 131-148.
- [22] Siegel S, Castellan NJJ. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill; 1988.
- [23] Zar JH. Significance Testing of the Spearman Rank Correlation Coefficient. *Journal of the American Statistical Association*. 1972 Sep; 67(339): p. 578-580.
- [24] Salas E, Rosen MA, Burke CS, Nicholson D, Howse WR. *Markers for Enhancing Team Cognition in Complex Environments: The Power of Team Performance Diagnosis*. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2007 May; 78(5): p. Section II.
- [25] Paris CR, Salas E, Cannon-Bowers JA. Teamwork in multi-person systems: a review and analysis. *Ergonomics*. 2000; 43(8): p. 1052-1075.
- [26] Cannon-Bowers JA, Salas E. *Making Decisions Under Stress* Washington DC: American Psychological Association; 1998.
- [27] Dieckmann P, Rall M, Østergaard D. The role of patient simulation and incident reporting in the development and evaluation of medical devices and the training of their users. *WORK*. 2009;

- 33(2): p. 135-143.
- [28] Serfaty D, Entin EE, Johnston JH. Team Coordination Training. In Cannon-Bowers JA, Salas E. Making decisions under stress. Washington, DC: American Psychological Association; 1998. p. 221-245.
- [29] Bandura A. Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*. 1977; 84(2): p. 191-215.
- [30] Alberts DS. Agility, Focus and Convergence: The future of Command and Control. *The International C2 Journal*. 2007; 1(1): p. 1-30.
- [31] Ross KG, Phillips JK, Klein G, Cohn J. Creating expertise: A framework to guide technology-based training. Final Technical Report. Orlando: Marine Corps Systems Command, Program manager for training systems; 2005.

AUTHORS

Frode Voll Mjelde, Commander NOR Navy*
The Royal Norwegian Naval Academy, Bergen,
Norway

Kip Smith, PhD
U.S. Naval Postgraduate School
Monterey, California, USA

Petter Lunde, Commander NOR Navy
Roar Espevik, PhD
The Royal Norwegian Naval Academy
Bergen, Norway

Correspondence:
CDR Frode Voll Mjelde, Human Factors, Simulation
& Training, The Royal Norwegian Naval Academy,
PO.Box. 51 Haakonsværn, 5886 Bergen, Norway
Email: frode.voll@sksk.mil.no and fmjelde@gmail.com

The manuscript version of the paper Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments has been granted permission for reproduction by Human Factors and Ergonomics Society (HFES) in print and electronic format for use within the Norwegian Armed Forces, subject to the following conditions:

1. If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source, permission must also be sought from that source.
2. Suitable acknowledgement to the source must be made, which is as follows:

“Reprinted from WORK Journal Special Issue “Workplace Resilience”, Vol 54, Issue 2, corresponding author: Frode Voll Mjelde, Title of article: “Military Teams – a demand for resilience”, Copyright (2016), with permission from IOS Press”.

3. This permission is granted for non-exclusive world English rights only. For other languages please reapply separately for each one required.
4. Reproduction of this material is confined to the purpose for which permission is hereby given.

Yours sincerely

Carry Koolbergen (Mrs.)
Contracts, Rights & Permissions Coordinator

IOS Press BV
Nieuwe Hemweg 6B
1013 BG Amsterdam
The Netherlands
Tel.: +31 (0)20 687 0022
Fax: +31 (0)20 687 0019
Email: c.koolbergen@iospress.nl, publisher@iospress.nl

Comparative study of the Skjold-class bridge- and simulator navigation training

Odd Sveinung Hareide (*Royal Norwegian Naval Academy, Navigation Competence Center*) and Runar Ostnes (*Norwegian University of Science and Technology, Department for Advanced Maritime Operations*)

ABSTRACT

This paper presents a comparative analysis of the visual focus of the navigator during a passage in Norwegian littoral waters and in a maritime bridge simulator. The research project collects time distribution data of the navigator's visual focus on the primary components in the Integrated Navigation System (INS) and looking out the vessels windows. Data is collected by the use of Eye Tracking Glasses (ETG). The ETG registers the visual focus of the navigator, and this is used to generate statistics on which Area of Interest (AOI) the navigator is focusing on. Based on the ETG data AOI and Key Performance Indicators (KPI) are selected to further analyze the difference and similarities between navigation training on board and in a simulator. Findings indicate that use of a simulator is efficient when it comes to navigation training, and provides the same training outcome as on board navigation training. The results also indicates that a simulator passage is a more demanding cognitive process requiring a higher mental workload.

Key Words

1. Simulator
2. Military navigation
3. Eye Tracking
4. High Speed Craft

1. INTRODUCTION

Both ship owners and maritime education establishments are using simulators in greater extent to provide the navigator and navigation team with better preconditions in conduct of the on board job. Simulator training provide specialized navigation training and is used for efficiency reason compared with on board navigation training.

The maritime industry and users has been through a paradigm shift with the introduction of electronic navigation aids. Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) has become mandatory on most ships to provide increased situational awareness for the officer of the watch (OOW).

This article provides a comparative field- and simulator study, to identify differences and similarities in visual attention, cognitive and mental workload of the navigator, based on the collected Eye Tracking data. Mental workload measurements, as part of team performance evaluations, has been found to correlate between simulator and field exercises (1). The hypothesis of the article is that field study data is similar to simulator study data, and thus simulator navigation training is efficient and should be further developed.



Figure 1: Skjold-class Corvette in Norwegian Littoral Waters

Figure 2. Skjold-class simulator at RNoNA. Navigator is places in the right seat, OOW in the left seat.

2. METHOD

2.1 Skjold-class Corvette

The Royal Norwegian Navy (RNoN) launched the Skjold-class corvettes in 2010 (2). The vessels are built for rapid deployment along the Norwegian coastline and in Norwegian territorial waters, with speeds exceeding 60 knots.

The Norwegian coastline presents challenging waters for navigation, making the demand for navigation training high in the RNoN.

The Skjold Class navigation team consist of a navigator (starboard seat) and an OOW (port seat). Three screens are placed in front of the OOW and the navigator, set up shown in figure 2. The navigator plans and conducts the passage while the OOW monitors and controls the passage.

Becoming an OOW involves passing several navigation test, several of which are performed in a simulator. A Skjold-class navigator receives approximately 80% onboard training during operation and 20% specialized simulator navigation training (estimates from Norwegian Corvette Service).

2.2 Simulator

In 2008 the Royal Norwegian Naval Academy (RNoNA) inaugurated a full scale Skjold-class bridge simulator with the same software and hardware as on board (1:1),

with the purpose to gain effective navigation training for Skjold-class navigation crew. The visual scene provides a 210-degree image for the navigation team, all in 1280x1024 resolution. The visual database covers the majority of the Norwegian coastline. The topography and man-made objects are similar to reality, but there is less level of detail when it comes to buildings and non-navigation related objects.

2.3 Eye Tracking

The data set is collected by second-generation ETG from SensoMotoric Instruments (SMI ETG 2w©). Calibration and recordings were conducted in accordance with operation procedures, and is processed utilising the BeGaze software (3).

A challenge was identified using the ETG during twilight and in use together with binoculars. The ETG limits the normal use of binoculars, and the glare in the glasses prevented optimal detection of small objects in twilight.

Eye Tracking equipment has been used to evaluate and improve the training process on ships's navigational bridge simulator (4), and also for stress classification (5). Furthermore ETG has been used by Forsman et.al (6) to evaluate the conduct of a passage with regards to experience of the navigator. It has also been used for validation of simulator for assessing difference in information interfaces (7).

Trial	Participant number	Experience	Area comparison	Visibility field study	Traffic density	Period
#1	1	2 years	Similar	>5NM	High traffic areas	F: 9min S: 10min
#2	F: 2 S: 3	F: 3 years S: 3 years	Start of field study more challenging	Varying	F: Demanding situation S: 2 vessels	F: 9min S: 11min
#3	4	7 years	Similar	>5NM	Normal	F: 11min S: 10min
#4	1	2 years	Similar (1)	0,5 - 5NM	Low	F: 11min S: 10min
#5	1	2 years	Similar (1)	>5NM	Low	F: 10min S: 10min
#6	1	2 years	Similar (1)	>5NM	F: 5 vessels S: 2 vessels	F: 11min S: 10min
#7	F: 2 S: 4	F: 3 years S: 7 years	Similar	>5NM	F: None S: 2 vessels	F: 3 min ³ S: 11 min
#8	F: 2 S: 3	F: 3 years S: 3 years	Similar	>5NM	F: High S: 3 vessels	F: 7min S: 10min

F= Field study, S=Simulator, 1= Field study unfamiliar open area. Simulator familiar confined waters.

Table 1: Outline of the eight trials conducted.

2.4 Participants

The experience of the participant was between 2 and 6 years of active service as a navigator on board a Skjold-class corvette. The participants have conducted the four-year Naval Academy navigation and officer training. All participants were accustomed with the use of the Skjold-class bridge simulator.

2.5 Design

The field study and the simulator study were conducted in two different parts of Norway, due to vessel program limitation. The area where the field study and the comparative simulator study was conducted is similar concerning topography, but not identical.

The field study data collection was conducted in late November 2015, and the area of operation stretched from Sandnessjoen in north to Bergen in south. The weather was challenging, with rapid shifts of visibility from more than 5 nautical mile (NM) to 0,5 NM in seconds. The field study involved three navigators. Eight recordings were conducted, each with approximately 9 minutes recording time.

The area specific of the data collection in the simulator consisted of the littoral waters on the west coast of Norway between Maaloey and Sognefjorden, which is an area where the simulator database has a high resemblance to the real environment. The simulator study involved

three navigators, seven recordings were conducted, each with approximately 10 minutes recording time.

It was a challenge to replicate the exact weather conditions in the simulator. Weather conditions were fixed at; wind 5 m/s from northwest, 0-0,5 metre wave height, good visibility with lights visible (20% darkness in simulator). Traffic density was set to normal in accordance with the area the ship operated.

Some of the navigators participated in both the field study and the simulator study. The navigational experience of the personnel participating in the comparative studies is similar. Table one outlines the differences between the variables experience, area, visibility, traffic density and period for each trial.

AOI was defined through a pre-study in the simulator, where eye movement data was analysed to identify which areas on the bridge took the navigators attention. For the comparative study of the Skjold-class bridge navigation and simulator training, AOIs *Outside* (AOI_O) and AOI *ECDIS* (AOI_E) has been identified as the two primary areas, illustrated in figure 2. This is because the main difference of navigation training in the field and in the simulator are the projected reality on screens in the simulator, and the working environment concerning noise and movement.

³ Aborted due to disconnection of ETG

KPI → AOI ↓	Trial	Dwell time	P-value	Average Fixation	P-value	Fixation Rate	P-value
Outside	Field study	59,7%	0,69	432 ms	0,96	71,4	0,98
	Simulator study	56,4%		517 ms		61,9	
ECDIS	Field study	22,4%	0,09/0,62 ⁴	293 ms	0,26	40,7	0,08/0,19 ⁵
	Simulator study	22,1%		312 ms		35,3	

Table 2: KPI variables for AOI with p-values.

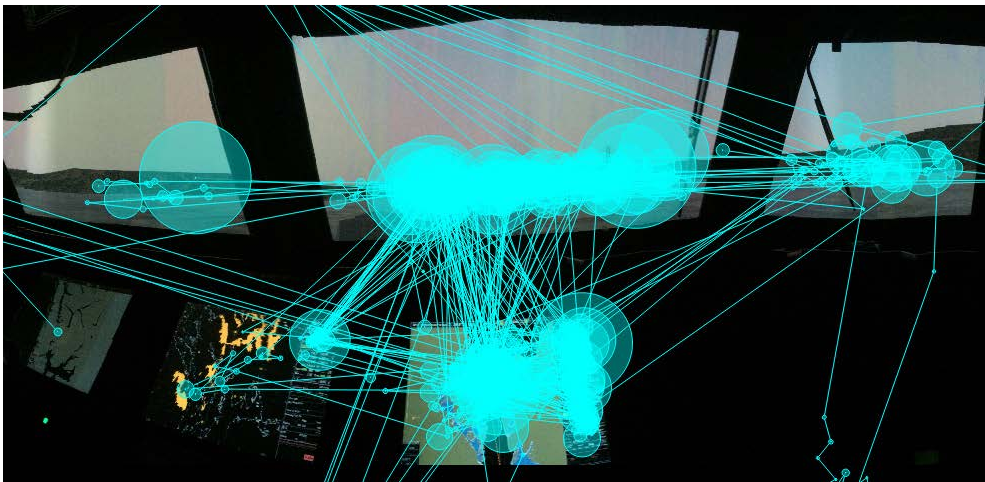


Figure 3: Scanpath of participant 4

3. RESULT ANALYSIS

15 datasets were collected among the participants with a total duration of 2 hours and 25 minutes. KPIs in the AOIs, scanpaths, sequence charts was generated, in addition to statistics in Excel for eye movement data (3). An example of a scanpath is shown in figure 3, identifying fixations and saccades. Fixation is defined as the state when the eye remains still over a period of time (>80 ms), and saccade is defined as the rapid motion from one fixation to another (8). In figure 3, fixation time is given by the size of the circles and saccades is illustrated by the lines between the circles.

Based on the hypothesis, three out of nine KPI were identified for use in the further analysis with compar-

ison of the field study data and simulator study data. Dwell time could reflect the importance of an AOI (9). Average fixation time is used as an indicator of cognitive and mental workload for the navigator in the AOI and fixation rate is an indicator of task difficulty (8).

The statistical model consisted of a normality test, an F-test and a t-test to control if the values disprove the hypothesis that field study data and simulator data is similar within a significance level of 5%. The F-test is conducted to control the p-value for validation of similarity of the data set. The t-test is conducted to control if the expectations values in the data set are valid.

All values are above the significance level of 5% and the statistical test does not disprove the hypothesis that field study data is similar to simulator data.

⁴ P-value of 0,62 ignores outlier in Field Study Participant 4 due to software problem.

⁵ P-value of 0,19 ignores outlier in Field Study Participant 7 due to software problem.

3.1 Dwell time

In AOIO there is a difference of 3,3% between the field study and the simulator study. A reason for this difference could be that the real world has more details than the simulator, leading to a higher dwell time in the field study. Table one shows that there is more traffic in the field study than in the simulator study, which could also be a reason for the difference between the dwell time. The difference for dwell time in AOIE is 0,3%.

KPI dwell time indicates that the visual attention of the navigator when it comes to the defined AOIs is coinciding.

Military high-speed navigation in inshore waters of the Norwegian coastline is conducted in a navigation team (10). Two persons conduct the navigation, and this is due to the high workload of the navigator, and the vessel speed. The collected data show that the navigator uses 60% of the time looking outside the window, correlating the vessels position with the surroundings and comparing this with the information presented in the INS primarily in the ECDIS.

When analysing dwell rate, which is the number of entries into a specific area of interest per minute, the findings supports the similarity between the field study and simulator study (9).

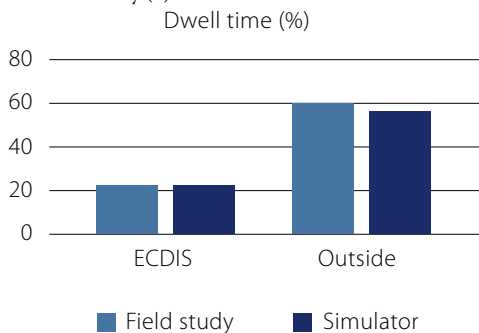


Figure 4: Comparison of average dwell time in AOIs.

3.2 Average fixation time

Figure 5 illustrates a higher average fixation time in the simulator study compared to the field study. In AOIE the difference is 19 ms, and in AOIO the difference is 86 ms. The average fixation time for the eight trials indicates that the participants has a longer average fixation time in simulator compared to the field study for AOI Outside. This finding could indicate that a navigation task in the simulator is associated with a deeper and more effortful cognitive process (8, 9). One possible reason for this could be that the visual display in the simulator and the simulator database is more difficult to cognitively process than the real life image of the surroundings of the ship. The navigator is accustomed to

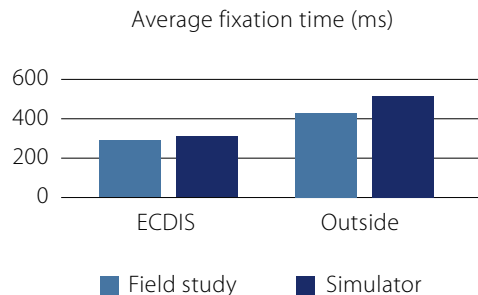


Figure 5: Comparison of average fixation time in AOIs.

the real life image presented in 3D with high definition, and good colour contrasts. The virtual reality, presented on the projectors in the simulator, is in 2D with lower definition and less colour contrast. This could contribute to the more demanding cognitive process in the simulator study compared to the field study. Note also that the navigator conducts most training on board while in operation, and is more accustomed with reality. This finding suggest continuous work on updating details and improving resolution of simulator database would improve realism in simulator navigation training. Further, this would decrease the cognitive strain on the navigators.

3.3 Fixation rate

Figure 6 illustrates a 13 % higher fixation rate in both AOIs in the field study compared to the simulator study. Comparison of the fixation count in the AOIs ignores fixation duration. Due to the difference in trial time, fixation rate is selected.

The analysis indicates that there is a lower fixation rate in the simulator study compared with the field study. Fixation rate is found to be negatively correlated with task difficulty (11). This indicates that interpreting the visual picture in the simulator is more difficult than in the field study. This supports the finding that the mental workload, due to a more demanding cognitive process of processing the simulator image, is higher in the simulator (12).

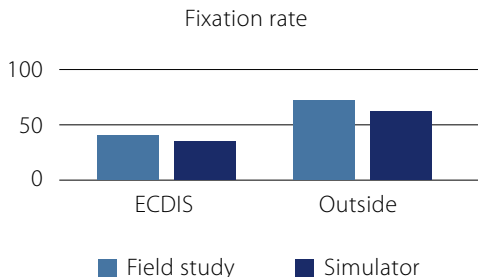


Figure 6: Comparison of fixation rate in AOIs.

4. CONCLUSION

The aim of this article was to present a comparative study of bridge navigation and simulator training to evaluate possible disparities between bridge simulator training and on board training. Findings indicate that the use of a 1:1 bridge simulator is efficient when it comes to navigation training, and provides the same training outcome as on board. It has been identified that the average fixation time in AOIO is higher in the simulator. A lower fixation rate also indicate that the use of bridge simulators involves a more demanding cognitive process leading to a higher mental workload for the navigator. Instructors should consider this when designing simulator navigation scenarios. A higher degree of details in the simulator database and a higher simulator display resolution could compensate for this distinction. It has also been identified that use of ETG hampers the detection of dark object during twilight, further research with the use of ETG in twilight must consider this.

4.1 Future work

The current data set is not 100% coinciding when it comes to variables outlined in table 1, and developing a new data set without these limitations could substantiate the findings in this article. The current dataset indicates that further elaboration on the time distribution of the navigators' visual attention is of interest.

5. ACKNOWLEDGEMENT

The RNoNA sponsored this work. Special thanks to the simulator department at RNoNA and participants from the RNoN.

6. REFERENCE

1. Mjelde FV, Smith K, editors. Performance Assessment of Military Team-Training for Resilience in Complex Maritime Environments. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 2013: SAGE Publications.
2. TechnologyN. Skjold Class Missile Fast Patrol Boats, Norway: Naval Technology; 2013 [04.01.2016]. Available from: <http://www.naval-technology.com/projects/skjold/>.
3. SMI. BeGaze Manual: SMI; 2011. 316 p.
4. Muczyński G, Bilewski, Zalewski. Using eye tracking data for evaluation and improvement of training process on ship's navigational bridge simulator. Scientific Journals. 2013 (33):75-8.
5. Pedrotti M, et al. Automatic stress classification with pupil diameter analysis. International Journal of Human-Computer Interaction. 2014;30.3:16.
6. Forsman F, Sjors A, Dahlman J, Falkmer T, Lee HC. Eye Tracking During High Speed Navigation at Sea. Journal of Transportation Technologies. 2012; Vol.02

No.03:8.

7. Wang Y, Mehler B, Reimer B, Lammers V, D'Ambrosio LA, Coughlin JF. The validity of driving simulation for assessing differences between in-vehicle informational interfaces: A comparison with field testing. Ergonomics. 2010;53(3):404-20.
8. Holmqvist K, Nyström M, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H, Van de Weijer J. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures: OUP Oxford; 2011.
9. Jacob R, Karn KS. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. Mind. 2003;2(3):4.
10. Nyhamn S, Hareide OS. Navigators in the naval defense - 24/7 readiness. Navigare. 2016 11.03.2016;1:3.
11. Nakayama M, Takahashi K, Shimizu Y, editors. The act of task difficulty and eye-movement frequency for the 'Oculo-motor indices'. Proceedings of the 2002 symposium on Eye tracking research & applications; 2002: ACM.
12. Van Orden KF, Limbert W, Makeig S, Jung T-P. Eye activity correlates of workload during a visuospatial memory task. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 2001;43(1): 111-21.

“Navigare necesse est, vivere non necesse”

Roar Espevik

Evidently, a quotation from Pompey(56bc), who used it to urge his sailors on when they refused to set sail on a stormy sea, to bring grain from Africa to a starving Rome. A task familiar to every navy officer, thus duty to the society when the situation demands it is more vital than own survival. It means, literally, “It is necessary to sail, it is not necessary to live.” Meaning, it is necessary to set off, even if you are not at all sure that you are ever going to arrive.

And it is more “Necesse” than ever that we set sail within the academic world. Thus our picture on the front page, the possible monster, Nessie of Loch Ness symbols our quest for knowledge within the Sea Military domain. What is truth and with what kind of certainty can we claim to know the truth, being a monster or Naval warfare. It is an ongoing process that makes us wiser but not certain. The Royal Norwegian Naval Academy dates back 200 years and our intention is to put our competence or sometimes even lack of it into the open for arguments. This is a three folded wish; to invite to debate/reflection and/or present competent arguments and/or publish knowledge gained through peer reviewed research. In short we have a deep desire to launch through “Necesse” our latest academic thoughts, research and efforts concerning anything that is important to a Navy officer. “Necesse” will entail, scientific articles, being especially brilliant bachelor papers written by cadets or works of scholars within own Academy or others writing within the navy officer sphere.