



Høgskulen på Vestlandet

NAB3030 - Bacheloroppgave

NAB3030

Predefinert informasjon

Startdato:	18-04-2024 09:00 CEST	Termin:	2024 VÅR
Sluttdato:	02-05-2024 14:00 CEST	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave		
Flowkode:	203 NAB3030 1 PRO-1 2024 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
---------------------	----------------------	----------------------

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	<input type="text" value="12745"/>
----------------------	------------------------------------

Egenerklæring *: Ja
Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn:	(Anonymisert)
Gruppenummer:	6
Andre medlemmer i gruppen:	ID ikke tilgjengelig, ID ikke tilgjengelig, ID ikke tilgjengelig

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei

BACHELOROPPGAVE

Svikt i satellittbasert posisjoneringssystem: Hvordan vil navigatøren opprettholde sikker seilas?

Failure of satellite-based positioning system: How will the navigator maintain safe navigation?

av

Aleksander Benjaminsen

Eirik Kloster Johansen

Kristian Grotle Fotland

Kristian Øvretveit Mortensen

Leverert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I NAUTIKK

Antall ord: 9682

Innlevert: 2. Mai 2024

Fakultet for teknologi, miljø- og samfunnsvitskap

Veileder: Leif Ole Dreyer

Forord.

Bachelorgruppen består av fire studenter ved Høgskulen på Vestlandet, avdeling Haugesund. Denne gruppen er sammensatt av personer med ulike erfaringer fra sjøen. Det er både ordinært og Y-veis opptak i gruppen. Dette betyr at det er personer med ingen erfaring til personer med flere års erfaring på sjøen. Personer fra gruppen har erfaring fra kystvakten, brønnbåt og fiskebåt.

Denne oppgaven har foregått over en tidsperiode på seks måneder. I denne perioden har tiden gått til å finne relevante teorier som støtter problemstillingen, og innsamling av informasjon via intervjuer og analyser. Denne oppgaven hadde ikke blitt fullført uten hjelp av rederiene som stilte opp med erfarne navigatører som informanter. Vi vil gjerne takke både rederiene og personene som har stilt til intervju og delt sine egne erfaringer fra arbeidslivet til sjøs.

Vi takker vår veileder Leif Ole Dreyer så mye for hjelp under hele prosessen. Dette gjelder fra planleggingsfasen ved projektskisse helt fram til sluttfasen ved en ferdig stilt bacheloroppgave. Han har gitt mye gode innspill og alltid vært tilgjengelig via epost.

Høgskulen på Vestlandet, 02. mai 2024

Sammendrag.

I denne oppgaven har vi undersøkt hvordan navigatører har opplevd svikt i posisjoneringssystemene. Undersøkelsen bygger videre på om hvordan kunnskapen og opplæring er under slike svikter, og om det finnes retningslinjer og prosedyrer på slikt. Oppgaven starter kort med en bakgrunn om hvordan problemstillingen ble til, og dette gjelder et scenario på en skipsbro. Videre introduseres viktige hjelpemidler som brukes i navigering, og som vil bli påvirket av en GNSS svikt. Innledningen avsluttes med at problemstillingen blir introdusert, og denne er «Konsekvenser av GNSS svikt: Er det nok kunnskap og opplæring på bro dersom utstyret ombord mister sine GNSS signaler. Finnes det prosedyrer og blir de fulgt?».

Neste kapittel handler om det teoretiske rammeverket som vi har bygget vår oppgave på. Dette starter ved å introdusere den mest kjente form av GNSS, GPS. Her blir mulige feilkilder nevnt, og disse inkluderer blokkerte signaler, multi-path effekter, spoofing, jamming og solstormer. Videre blir retningslinjer og prosedyrer som gjelder denne type svikt nevnt. Vi er også innom den menneskelige faktoren, og forskning på hvordan mennesker følger prosedyrer. Dette kapitlet avsluttes med teknologiske avhengigheter og praktiske utfordringer knyttet til GNSS svikt.

Metoden som er blitt benyttet i denne oppgaven er kvalitativ metode. Delvis-åpne intervjuer ble brukt når vi intervjuet seks navigatører. Disse seks navigatørene var kapteiner og overstyrmenn, og med ulike års erfaring til sjøs. Funnene som ble gjort under intervjuene var interessante, og har til slutt gitt oss en konklusjon. Oppfatningen av resultatene er at det kan tyde på både svake prosedyrer, men også ingen prosedyrer på GNSS svikt.

Summary.

In this essay we have investigated what navigators have witnessed about the consequences of GNSS failure. This investigation is structured on how the knowledge and education are about these types of failures. The essay starts off with a short background on which the thesis is based on, this includes a scenario on the navigational bridge. Next important equipment that is used when navigating is introduced, and which will be affected in the case of GNSS failure. The introduction ends with introducing the thesis of this essay, which is “Consequences of GNSS failure: Is there enough knowledge and education on the navigational bridge in the case that equipment loses its GNSS signals. Are there procedures and are they followed”.

The next chapter is about the theoretical framework which the essay is built upon. This starts off with introducing the most famous type of GNSS, which is GPS. Possible sources of errors regarding GNSS are mentioned here, which are blocked signals, multi-path effects, spoofing, jamming and sun storms. Guidelines and procedures regarding these types of failures are also mentioned in this chapter. We dive into human factors, and studies which investigate how humans follow procedures. This chapter ends with technological dependencies and practical challenges that GNSS failure arises.

The method which is used in this essay is qualitative methodology. Partially open interviews were used when interviewing six navigators. These six officers were captains and chief officers and have different years of experience at sea. The findings during the interviews were interesting and some repetition in the answers were expected. The general conclusion that can be drawn from the interviews is that it could indicate either weak or no procedures at all regarding GNSS failure.

Ordforklaringsliste.

Ordlisten er laget av AI-verktøyet ChatGPT (2024) og kvalitetssikret av oss.

AIS (Automatic Identification System): Et system som brukes ombord på skip for å sende og motta informasjon om skipets identitet, posisjon, kurs og fart, slik at andre skip og landbaserte stasjoner kan overvåke og følge skipstrafikken.

BeiDou: Et kinesisk satellittbasert navigasjonssystem som gir posisjonsdata for brukere i Kina og andre deler av verden.

Dead Reckoning (DR): En navigasjonsteknikk som bruker en kjent startposisjon og beregner den nåværende posisjonen basert på kurs, fart og tid.

Dynamisk posisjonering (DP): En teknikk som brukes ombord på skip og offshoreinstallasjoner for å holde posisjonen ved hjelp av propellere og thrusters, i stedet for å bruke anker. Dette er spesielt nyttig under dyphavsoperasjoner og i værutsatte områder.

ECDIS (Electronic Chart Display and Information System): Et elektronisk kartvisningssystem som brukes ombord på skip for å vise elektroniske sjøkart og annen

Estimated Position (EP): Den beregnede posisjonen til et skip basert på navigasjonsdata, inkludert DR, og andre kilder til informasjon.

FPSO (Floating Production Storage and Offloading): Det er et skip som brukes i olje- og gassindustrien for å produsere, lagre og overføre olje og gass fra undervannsbrønner.

Galileo: Et europeisk satellittbasert navigasjonssystem som fungerer på samme måte som GPS og gir posisjonsdata for brukere over hele verden.

GLONASS: Et russisk satellittbasert navigasjonssystem som fungerer på samme måte som GPS og gir posisjonsdata for brukere over hele verden.

GNSS (Global Navigation Satellite System): En samlebetegnelse for et nettverk av satellitter som sender ut signaler som kan brukes til å bestemme posisjonen til en GNSS-mottaker hvor som helst på jorden. Eksempler inkluderer GPS, GLONASS, Galileo og BeiDou.

GPS (Global Positioning System): Et amerikansk satellittbasert navigasjonssystem som gir nøyaktige posisjonsdata til brukere over hele verden.

NAVTEX (Navigational Telex): Et system for sending av navigasjons- og meteorologisk informasjon til skip til sjøs via telex.

OBD (Optical Bearing Device): er et optisk instrument brukt i navigasjon for å bestemme retningen til synlige objekter som fyr eller landemerker ved å måle vinkelen i forhold til et kjent referansepunkt, som nord. Det er nyttig når andre navigasjonsmidler som GPS ikke er tilgjengelig.

RADAR (Radio Detection and Ranging): Et system som bruker radiobølger til å oppdage og spore objekter som skip, fly og værmønstre over lange avstander.

Ordlisten er laget av AI-verktøyet ChatGPT (2024) og kvalitetssikret av oss.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	II
Sammendrag.....	III
Summary.....	IV
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling.....	4
1.3 Målsetning.....	4
2. Teoretisk Rammeverk.....	6
2.1 Feilkilder til GNSS svikt.....	6
2.2 Navigering i Sjøforsvaret:.....	9
2.3 Retningslinjer GNSS svikt.....	10
2.4 Teknologisk Avhengighet.....	12
2.5 Praktiske Navigasjonsutfordringer.....	14
3. Analyse.....	16
3.1 Metode.....	16
3.2 Informanter.....	17
3.3 Mulige feilkilder.....	18
3.4 Svakheter.....	18

4. Resultater og Diskusjon.....	19
4.1 Oppsummering av funn.....	19
4.2 Oppsummering av hovedfunn	21
4.3 Diskusjon.....	22
5. Konklusjon	26
6. Forslag til fremtidig forskning.....	27
7. Referanseliste.	28
8. VEDLEGG	33
Vedlegg 1 – Bridge Checklist, GNSS failure on ECDIS.....	33
Vedlegg 2 - Intervjuguide	34
Vedlegg 3 – Informasjonsskriv og samtykkeerklæring	35

Oppgavens tema:

Problemstillingen vi har tatt for oss er «Konsekvenser av GNSS- svikt: Er det nok kunnskap og opplæring på bro dersom utstyret ombord mister sine GNSS signaler. Finnes det prosedyrer og blir de fulgt?»

1. Innledning

I dette kapitlet skal vi gi en kort forklaring på hva vi har basert problemstillingen vår på. Vi skal introduseres ulike hjelpemidler som navigatører i dag lener seg på, og dette er samme hjelpemidlene som vil bli påvirket av en eventuell GNSS svikt. Kapitlet avsluttes ved en introduksjon av problemstillingen, og målsetningene vi har for denne bacheloroppgaven.

1.1 Bakgrunn

Navigering i dag er stadig under utvikling, og det undersøkes kontinuerlig om hvordan man kan gjøre denne mer sikker. En av grunnene til at sjøfarten stadig blir tryggere kan være for teknologien som finnes ombord på dagens skipsbroer. Det er veldig mange teknologiske hjelpemidler som finnes, og bare å sette seg inn i alle disse kan være et problem. Kristoffersen (2015) mener overdrevet tillit til slike hjelpemidler kan svekke varsomheten til navigatører. Når teknologien er så bra som den er i dag er det vanskelig å ikke lene seg på denne, og ha sterk tillit til det. Her er det relevant å trekke inn teori om «automation-induced complacency». Dette er en teori som omhandler at navigatører kan bli overdrevent avhengig av automatiserte systemer for å utføre arbeidsoppgaver som tradisjonelt ble gjort manuelt (Meritt et al, 2019). Dette kan føre til at navigatører blir selvtilfredse, og kan stole for mye på de automatiserte systemene. Situasjonsbevisstheten kan bli svekket også, fordi det er en risiko at navigatørene ikke opprettholder et nødvendig nivå av varsomhet.

En sterk tillit til de teknologiske hjelpemidlene kan videre føre til at det er vanskelig å oppdage en feil ved utstyret. Det kan være lett å se på instrumentene, og stole på at instrumentene er korrekt når man ser ut ventilene på bro. Et stort avvik mellom instrumentene, og det man ser ut ventilene ville ført til kontroll av nåværende posisjon. Når det er snakk om et mindre avvik, legges nok dette ikke merke til. En liten feil i utstyret kan føre til et lite avvik i posisjon, og et lite avvik i posisjon når man seiler innaskjærs kan føre til en ulykke. Det vil da være relevant å se på utstyrene ombord på bro, som vil bli påvirket av en eventuell GNSS svikt når dette kan føre til avvik i posisjoner.

Det man mener med GNSS er satellitter som sender ut signaler, og brukes til å bestemme posisjonen til fartøyet. Det finnes ulike navn på slike nettverk, og de er GPS, GLONASS, Galileo og Beidou. Dette er hjelpemidler som støtter pålitelig navigasjon, og dette omhandler evnen til å føre et skip effektivt og trygt fra en plass til en annen. En navigatør burde ha

inngående kunnskap om hvordan hjelpemidlene fungerer, og hva som må gjøres dersom utstyret ikke gjør som den i teorien skal. Noen av hjelpemidlene som kan bli påvirket av GNSS svikt er ECDIS, AIS, DP og gyro. Utstyrene skal nå introduseres, og hva formålet med dem er.

ECDIS

Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) er et informasjonssystem som lovlig erstatter papirkartet, gitt at det brukes offisielle kartdata som er produsert etter gitte standarder fra Den Internasjonale Maritime Organisasjon (IMO) og andre kravspesifikasjoner. Oppgaven til en elektronisk kartmaskin er å vise oppdaterte sjøkart med nødvendig informasjon for å sikre en trygg seilas. Det er krav til to ECDIS om bord på et fartøy, hvor begge disse skal være koblet til hver sin strømkilde. Hensikten med dette er å ha et back-up-system dersom en blackout skulle oppstå (Kristoffersen, 2015, s.11). Med elektronisk kartmaskin er nødvendigheten av aktiv bestikkregning og observasjoner for bestemmelse av posisjon. Med ECDIS har brukeren en bedre oversikt enn med vanlige papirkart, i tillegg til at GNSS viser skipets posisjon i sanntid (Kjerstad, 2023).

AIS – Automatic Identification System

AIS er et identifikasjonssystem og et hjelpemiddel som ble innført av IMO, med et formål om å skape en sikker og trygg skipstrafikk. En AIS - transponder om bord på et fartøy skal automatisk kunne forsyne andre fartøy og myndigheter med informasjon om skipet, samtidig som den mottar data fra omkringliggende fartøy. Denne transponderen skal kunne danne ett bilde på trafikksituasjonen i nærområde. AIS informasjonen blir sendt over VHF-kanaler, og har en rekkevidde på 30 nautiske mil (Kjerstad, 2018, s.2-133). Identifikasjonssystemet gir operatøren informasjon om dimensjoner på fartøyet, MMSI-nummer og kallesignal, i tillegg til dens destinasjon og peilinger og avstandsberegninger til fartøy (Kjerstad, 2018, s.2-136).

Oppbygningen av AIS er en transponder, en antenne som er koblet opp til GNSS og et operatørpanel. AIS bruker GNSS for posisjonsbestemmelse, hvor skipets navn og posisjon blir presentert. I tillegg til informasjon fra satellittsystemet, trenger AIS også informasjon fra gyrokompasset for å fungere optimalt (Kjerstad, 2022).

Radar

Radar er et apparat som estimerer peilinger og avstander ved bruk av radiobølger. Pulsene som sendes ut fra den roterende antennen, vil treffe for eksempel terreng eller skip. Deretter blir disse pulsene reflektert og sendt tilbake til antennen. Radaren vil da presentere et ekko på skjermen, som gjør at man i etterkant kan utføre peilinger og avstandsberegninger (Kjerstad, 2024).

Radar kan hente inn signaler fra AIS, som gjør at man kan identifisere andre omkringliggende skip. Dette avhenger av at andre fartøy i nærheten har installert AIS. Radarbildet vi får når AIS sensorene er koblet opp mot radar, er at vi får presentert vektorlinjene til omkringliggende fartøy hvor vi ser kurs over grunn (COG), samt farten og sann heading. Et samspill mellom radar og GNSS vil også gi operatøren en beregning av avvik fra kurs (Kjerstad, 2015, s.2-141).

Dynamisk Posisjonering (DP)

Dette er et system skip bruker for å holde seg på en bestemt posisjon, og dette uten å bruke anker. DP er mest brukt i offshoreoperasjoner når de arbeider nærme faste installasjoner. DP tar kontroll over tre frihetsgrader, og de er surge, sway og heading. De siste tre frihetsgradene kan ikke styres, men blir registrert av bevegelsessensorer og overvåkes. Noen av kravene til at DP-systemene skal fungere er nøyaktige posisjonsreferansesystemer. Dette kan være GNSS systemer, kortdistanse radio eller laserbaserte systemer eller undervannsakustiske systemer (Kjerstad, 2022).

En GNSS svikt i dette systemet kan føre til uønsket situasjoner når DP bruker GNSS for å opprettholde sin posisjon. Et lite avvik i posisjon når et skip ligger på DP nærme en plattform kan føre til ulykker.

Gyrokompas

Gyrokompas er et viktig hjelpemiddel for navigering. Det er strenge krav til nøyaktigheten på dette instrumentet, da informasjonen fra denne blir gitt til autopilot, ECDIS og radar. Gyrokompas hjelper å finne og holde retningen på skipet når den er i autopilot. Moderne gyrokompas er koblet til GNSS for bredde og fartsinformasjon. En GNSS svikt kan dermed føre til en svekkelse i ytelsen til gyrokompaset, og dermed autopilot, ECDIS og radar også (Kjerstad, 2022).

Dette mener vi er de viktigste hjelpemidlene på en skipsbro som vil bli påvirket dersom det oppstår en GNSS svikt. Navigatører er avhengige av disse instrumentene for å gjennomføre en trygg og sikker seilas, eller for å operere forsvarlig nærme plattformer og FPSO i offshore bransjen. En svikt eller avvik i utstyret kan føre til uønsket hendelser, og det er viktig å være observant dersom det oppstår en feil da de er vanskelig å oppdage. Dette tar oss videre til problemstillingen vi har valgt å undersøke i denne bacheloroppgaven.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen vi har tatt for oss er «*Konsekvenser av GNSS svikt: Er det nok kunnskap og opplæring på bro dersom utstyret ombord mister sine GNSS signaler. Finnes det prosedyrer og blir de fulgt*»

Dette vil undersøke om sjønavigasjon og maritim sikkerhet blir påvirket av en slik svikt. Problemstillingen vi har valgt tar hensyn til følgende elementer, teorier om teknologisk avhengighet og praktiske utfordringer dette kan føre til. Vi skal undersøke om etablerte teorier om teknologisk avhengighet for å analysere en GNSS svikt på bro. Dette på grunnlag av det kan tyde på at navigatører lener seg på teknologien, og for å undersøke om de stoler mer på hva de ser på ECDIS enn ut ventilene.

Det er også praktiske utfordringer som vil oppstå av en GNSS svikt. Problemstillingen vi står ovenfor vektlegger også disse utfordringene, og risikoene som kan oppstå dersom navigatører opplever en slik svikt. En praktisk utfordring kan være om de i det hele tatt registrerer en svikt i GNSS. Det er flere praktiske utfordringer som kan oppstå av en slik svikt, og dette skal undersøkes senere i bacheloroppgaven. Denne problemstillingen vil forklare hvorfor dette temaet er viktig, og hvorfor vi valgte å undersøke denne.

1.3 Målsetning

Vår målsetning er å undersøke om navigatører vet hva de skal gjøre, og hva de tror de er i stand til å gjennomføre når GNSS svikter. Vi vil undersøke om dagens navigatører har kjennskap til retningslinjer og prosedyrer, for å ivareta sikkerheten ombord under GNSS

svikt. Grunnen til vi ønsker å undersøke retningslinjer og prosedyrer, er for å se om det finnes prosedyrer på slike typer svikt, og om det virkelig fungerer i praksis.

GNSS i den maritime sektoren er noe som navigatører lener seg veldig på, men dette er dessverre et hjelpemiddel som kan oppstå feil ved, og er vanskelig å oppdage. Dersom det oppstår fullstendig svikt i GNSS-systemene, er det store spørsmålet om det i det hele tatt mulig å navigere forsvarlig. Vi ønsker også å undersøke om ECDIS blir mer brukt en radar, da det er stor tiltro til denne i dag, og når radar er et viktig hjelpemiddel dersom GNSS svikter.

Den siste målsetningen vi har er å sette lys på GNSS svikt, og hjelpe til fremtidig forskningen angående dette. Vi føler GNSS er et hjelpemiddel som fort blir glemt i dag, når det finnes i det meste som mobiltelefoner og smartklokker. Det kan fort tas for gitt da det er lite problemer med slikt, og er noe man fort vil merke praktiske utfordringer til dersom den forsvinner.

2. Teoretisk Rammeverk

I dette kapitlet skal det introduseres det teoretiske rammeverk som vil hjelpe å besvare problemstillingen vi står ovenfor. Her starter kapitlet ved å nevne noen feilkilder til GNSS svikt, både vanlige og mindre vanlige grunner til en slik svikt oppstår. Deretter skal det sees på noen angrep som kan oppstå ved GNSS utstyr. Retningslinjer og prosedyrer som er gjeldene for slike svikter vil bli introdusert her, før man avslutter dette kapitlet ved å se på teknologisk avhengighet, og praktiske utfordringer knyttet til GNSS svikt.

Før det teoretiske rammeverket blir introdusert er det viktig å introdusere GPS, og hva denne er. GPS er den mest kjente form av GNSS, og er den folk i dag kjenner til, og de fleste bruker i sin hverdag. Er man på et sted man ikke har vært tidligere så bruker man GPS til å finne frem. GPS er et satellittnavigasjonssystem som gir brukere på land, sjø og i luften en posisjon med svært høy nøyaktighet (Forssell & Kjerstad, 2024). Systemet deles inn i tre segmenter; kontrollsegmentet, brukersegmentet og romsegmentet. Kontrollsegmentet er en stasjon på bakken som overvåker og styrer GPS-systemet. Denne stasjonen er lokalisert i USA. Når vi snakker om brukersegmentet, mener vi skip, fly og andre virksomheter som benytter seg av navigasjon- og posisjoneringstjenester. Romsegmentet består av 24 satellitter som holder seg i bane, og hvor en alltid er tilgjengelig som reserve dersom en av satellittene viser seg å ikke fungere optimalt (Kjerstad, 2015, s.1-62).

2.1 Feilkilder til GNSS svikt

Det er flere ulike eksterne feilkilder knyttet til GNSS svikt, noen mer alvorlige enn andre. Først skal vi se på de mest vanlige feilkildene, disse oppstår oftest og ikke så alvorlige. Grunnen til de ikke er så alvorlig, er at GNSS signalene blir som regel bare borte i små perioder. Blokkerte satellittsignaler oppstår når hindringer som bygninger, plattformer eller kraner blokkerer synslinjen mellom GNSS-mottakeren og satellittene. Dette kan føre til at det er færre synlige satellitter for mottakeren som fører til unøyaktigheter i posisjon (Forssell & Kjerstad, 2024). En annen vanlig feilkilde som kan oppstå er multipath-effekter, dette gjelder også bygninger eller større objekter som påvirker signalene. Forskjellen her er at signalene mellom mottaker og satellittene blir reflekterte, og fører til forsinkelser og feil i posisjon (Kjerstad, 2019).

Det finnes mindre vanlige feilkilder knyttet til GNSS svikt, men er mer alvorlige grunnet signalene blir borte over lengre tid eller mottar falske posisjonssignaler. Slike feilkilder oppstår

på grunn av angrep, og kan være vanskelig å oppdage. Dette er de mest alvorlige, men man har også mindre vanlige feilkilder som oppstår på grunn av atmosfæren eller vedlikehold på satellitter. Angrepene som kan oppstå og føre til GNSS svikt er, spoofing og jamming. Spoofing som er den verste av dem, og sender falske GNSS signaler til mottakeren. Dette fører til at mottakeren tror at det er en annet sted enn den egentlig er. Jamming oppstår når en angriper sender kraftige radiosignaler som forstyrrer GNSS-signaler, og dette kan føre til tap av signaler eller unøyaktigheter i posisjonen (Warner & Johnston, 2003).

Atmosfæren kan også «angripe» i denne form av store solstormer. Solstormer som er sterke kan forstyrre ionosfæren og forårsake forstyrrelser i GNSS signaler, noe som kan føre til midlertidige forstyrrelser eller tap av signaler. En negativ side ved teknologi er at det må holdes vedlikeholdt. Dette gjelder også satellitter som gir GNSS systemene signaler, og må vedlikeholdes eller manøvreres for å opprettholde sin bane rundt jorden. Dette kan føre til midlertidige tomrom i deknningen, eller endringer i antall synlige satellitter (Kjerstad, 2015).

Nå har de eksterne feilkildene blitt introdusert, og nå skal de interne feilkildene ombord introduseres. De eksterne feilkildene er det dessverre lite man får gjort med, men de interne feilkildene kan man passe på å holde vedlikeholdt for å unngå hvor ofte de oppstår. Kabelbrudd og ødelagt utstyr kan oppstå ved GNSS mottakeren. Dette er fysiske skader, og en typisk grunn til dette er vær og vind. Dersom dette oppstår vil det forårsake en svikt i mottakeren, og kan miste GNSS signalene (Kjerstad, 2015). Systemfeil og blackout er andre grunner til interne feilkilder, men er svært sjeldne. I disse tilfellene kan det være nok å starte mottakeren på nytt, eller så trengs det en reparatør i form av elektriker. Oppstår dette så er det forskjellig hvor lenge signalene kan være borte, og vil påvirke posisjonsbestemmelsen til skipet. Det er viktig å være oppmerksom på de mulige interne feilkildene som kan oppstå, og vite hva man skal gjøre dersom de oppstår.

Eksempel på GPS spoofing

Vi skal nå se nærmere på den alvorligste form av angrep på GPS, og dette er spoofing.

GPS spoofing er en økende trussel i en stadig mer moderne og avhengig verden. Norske piloter har rapportert om økende GPS forstyrrelser når de flyr over Finnmark. Dette er en utvikling som har oppstått etter Russland invaderte Ukraina i 2022 (Forsvaretsforum, 2024). Russland har tidligere vært kjent for å spoofe områder hvor Putin befinner seg, og dette kan være en årsak til pilotene merker forstyrrelser i GPS. Et eksempel på dette kan merkes i Kreml, som er et

område utenfor Moskva. I dette området viste GPS at man befant seg på Vnukovo internasjonale lufthavn som er 40km unna hvor man faktisk var. Dette kan være et forsøk på å avverge droneflyvning i området hvor president Putin oppholder seg (Jentoft, 2017).

Et annet eksempel oppsto den 22. juni 2017, og da ble den amerikanske kystvakten kontaktet av et skip som seilte i Svartehavet. Dette skipet rapporterte at sine navigasjonssystemer viste at de var på land. Posisjonen på land var nær en flyplass i den russiske byen Gelendzhik. Gjennom de neste dagene rapporterte over 20 skip i Svartehavet om lignende hendelser (Jentoft, 2017). Meldingen de sendte ut var følgende: «GPS equipment unable to obtain GPS signal intermittently since nearing coast of Novorossiysk, Russia. Now displays HDOP 0.8 accuracy within 100m, but given location is actually 25 nautical miles off» (Maritime Executive, 2017). Dette betyr at instrumentene i hovedsak fungerer som de skal, og avvikene i posisjon er minimale. Skipet tok flere selvtester og sjekket at alt fungerte, men feilen fortsatte. Feilen var til tider rett og til tider feil, og posisjonen kom frem og tilbake. De bekreftet så at flere en 20-skip i området hadde samme problem, og dette etter at kapteinen hadde personlig kontaktet dem over VHF. ECDIS rapporterte at det var flere skip i nærheten, men på radar var det ingen. Dette er et kjennetegn på et spoofing angrep (Jentoft, 2017).

Konsekvenser av GPS angrep

Et angrep på GPS ved spoofing kan både føre til store fysiske og økonomiske skader. Et eksempel på dette kan være om det oppstår i den engelske kanal. I denne kanalen er det mye skipstrafikk og dette kan resultere i sammenstøt. Dette kan da få katastrofale følger (Humphreys, via Jentoft, 2017). Slike angrep blir stadig lettere og billigere å fullføre, som igjen gjør dette mer relevant. Kompetansen på slike angrep burde gjøres mer oppmerksom, slik at angrepene kan oppdages (Lunde, via Jentoft 2017). Et annet eksempel på katastrofale følger som kan oppstå er i Pentlandstredet i Nord-Skottland. I dette området kan skipet bevege seg i en helt annen retning en gyrokompasset viser at skipet peker. Dette er på grunn av svært mye strøm i området, opp til 7-8knop på spesielle steder (Hareide & Kjerstad, 2021, s.4-21). Vanligvis vil GPS og ECDIS finne dette ut for deg, men om man mister GPS vil den ikke det. Uten GPS kreves det mer i utfordrende seilingsleder. Dette i form av mer personell på broen, oppdaterte kartsystemer for visuell eller radarbasert plotting, og en god kjennskap til sjømerker i områder som i tilfeller kan ha blitt ødelagt og forsvunnet.

Det er viktig å merke at uten GPS vil ting ta lengre tid, og dette i form av å oppdatere nåværende

posisjon. Overgangen fra GPS og ECDIS til manuell plotting ved hjelp av radar, kan ta enda lengre tid dersom det ikke blir øvet på. Dette kan videre føre til at man kommer bort fra den planlagte seilingsruten som igjen kan føre til ulykker. Mobiltelefoner og pc kan distrahere oss fra selve navigeringen, spesielt på et skip med minimalt mannskap (Kjerstad, 2019, s.3-62 til 3-64). Det kan derfor være vanskeligere å oppdage en slik GPS-feil.

2.2 Navigering i Sjøforsvaret:

I 2013 ble det gjennomført en studie som undersøkte om Sjøforsvarets navigatører var klar over sårbarheten i GPS, og om de kunne oppdage feil i den primære posisjonssensoren (GPS) under seilas fra Haakonsværn til Fedje. Resultatene viste at det i gjennomsnitt tok 7,5 minutter før en feil ble oppdaget, og noen ganger var feilen så stor som 1 nautisk mil (NM) før den ble registrert. Dette understreker betydningen av å kontrollere det elektroniske kartsystemet ved å bruke tradisjonelle optiske metoder, samt viktigheten av å ha god systemforståelse når det gjelder mulighetene og begrensningene til det elektroniske kartsystemet (Hareide, 2016, s.50).

I Sjøforsvaret øves det på det som kalles Navex (navigation exercise). Her trener de blant annet på å seile i trange leder uten GPS og da ved bruk av bestikknavigasjon. Bestikkregning er en grunnleggende metode som går ut på å bruke utseilt distanse (fart x tid) og kurs siden forrige kjente (observerte posisjon) for å bregne skipets nåværende posisjon. Nødvendig utstyr til dette er klokke, kompass og logg. I tillegg bruker de her kjente observasjoner av landemerker ved bruk av radar og peileskive, for å oppdatere posisjonen og da unngå for store avvik over tid (Kjerstad, 2023). Dette viser at til tross for at det trenes mer på GPS feil og navigering uten GPS i Forsvaret enn i det sivile, så er det fortsatt krevende å oppdage en feil i GPS.

For å gjøre det lettere å oppdage en feil i GPS kan en optical bearing device (OBD) brukes. Dette er et utstyr som hjelper å finne posisjonen uten å bruke GPS og kan detektere både spoofing og jamming (Scandinavian Micro Systems, 2024). Dette utstyret fungerer ved at de peiler de man ser optisk, og dette kommer rett innpå ECDIS og radar dersom det er ønskelig. Et slikt utstyr er mest brukt i det militære, men har også startet å bli brukt på cruiseskip som seiler i trange leder.

2.3 Retningslinjer GNSS svikt

Når ECDIS mister sine GNSS signaler, vil den hoppe over til sekundær posisjonsbestemmelse. Det er her det er normalt å se «dead reckoning». ECDIS vil se normal ut, men som regel vil bokstavene «DR» stå i hjørnet (Brčić et al, 2015). Er man ikke observant og ikke klar over at dette har skjedd, kan dette føre til farlige situasjoner. Grunnen til dette er at det vil oppstå avvik i posisjon.

Dead reckoning fungerer ved at den ser på den sist kjente posisjonen, denne før ECDIS mistet sine signaler, og kalkulerer nåværende posisjon basert på skipets fart og kurs. DR har tre krav den må kunne oppfylle for å fungere, og det er en kjent posisjon, kjent kurs og kjent fart. Dette systemet kan benyttes, men det er viktig å vite at det kan bli store avvik i posisjon over tid. Estimated Position (EP) er en oppgradert versjon av DR. Denne bruker samme posisjonen som i DR, men man har mulighet til å legge inn strøm, vind og andre eksterne faktorer for å prøve å minimere avviket så mye som mulig (Brčić et al, 2015).

Et annet avvik som kan oppstå på ECDIS er dette typiske «AIS-problemet». Plotter man det andre skipet via AIS på ECDIS, så er det viktig å huske at det andre skipets posisjon er det usikkerhet rundt. Dette på grunn av det kan være avvik på det andre skipets instrumenter, men det finnes ikke noe eksakt tall på størrelsen av dette avviket. Det kan være viktig å notere at man ikke burde ta vikemanøvrer ut ifra informasjonen man er gitt på ECDIS, da burde radar bli benyttet heller. (Kjerstad 2015). Ved tap av GNSS vil ikke AIS lenger vise posisjonen til fartøyet ut til andre skip, og man vil kunne få en større risiko for en kollisjon med andre fartøy.

Det finnes en prosedyre i form av sjekklister som man finner i Bridge Procedure Guide, og denne er spesifikk for GNSS svikt på ECDIS. Her er steg man må følge for å prøve å rette på feilen om mulig. Det varierer fra sjekklister til sjekklister, men det er vanlig at man må følge mellom 1-10 steg. Under er eksempler på hvordan en slik sjekklister kan se ut:

1. Informere kapteinen ombord.
2. Se på alarmene å finne ut hvilken sensor som har sviktet.
3. Velge sekundær posisjonsbestemmelse
4. Dersom denne er feil på også, må man velge DR eller EP modus
5. Manuelt ordne posisjon på skip via peilinger og radar
6. Sjekke om det er flere utstyr som svikter

7. Endre seilingsplan dersom nødvendig
8. Reduser farten dersom nødvendig
9. Dobbeltsjekke posisjon ved visuelle peilinger og radar.

Se vedlegg 1.

Det kan også være relevant å se på den menneskelige faktoren, og om teorier som gjelder mennesker og hvordan prosedyrer blir fulgt. Det viser seg nemlig at selv med ordentlige prosedyrer oppstår det ulykker, og dette gjelder ikke bare den maritime sektoren. I rapporter etter ulykker så oppdages det ofte at det er noen som ikke fulgte prosedyrene som de skulle (Hopkins, 2000). Tidligere var det ofte lett å legge skylden på personen som ikke fulgte prosedyrene, og at det ikke var prosedyrene i seg selv som sviktet. Nyere forskning derimot viser at for å redusere sannsynligheten for ulykker er det øvelse som er mest effektiv (Dekker 2006). Antonsen et al, (2008) mener derimot at man ikke kan fjerne prosedyrer bare utfra denne forskningen. De mener at i jobber som involverer høy risiko oppdrag, og hvor flere organisasjoner er involvert er prosedyrer nødvendig. De mener også at i slike oppdrag må det være konsekvenser for å ikke følge prosedyrene som er gitt. (Antonsen et al, 2008)

Selv om forskning viser at det er øvelse som er mest effektiv for å redusere sannsynligheten for ulykker (Dekker, 2006), så krever ISM koden prosedyrer. ISM setter et krav til rederier, og dette er å «etablere og opprettholde et sikkerhetsstyringssystemer» (Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for passasjerskip, §3, 1999).

Det er her relevant å introdusere work-as-imagined (WAI), og work-as-done (WAD). Prosedyrer og sikkerhetsstyringssystemer blir utviklet av hvordan folk mener noen eller dem selv jobber, men hvordan arbeidet faktisk utføres er på en annen måte. Dekker et al (2008) mener at WAI og WAD vil alltid være forskjellig. En årsak til de vil alltid være forskjellig, er at det vil alltid være hull i design fasen av prosedyrer og sikkerhetsstyringssystemer. Arbeidere vil jobbe utenfor prosedyrene for noen forskjellige årsaker, og det er for sin egen sikkerhet eller for å være mer effektive (Hollnagel & Woods 2006).

2.4 Teknologisk Avhengighet

Teknologien i dag har gjort at vi har beveget oss mer inn i elektronisk navigasjon enn terrestrisk navigasjon. Elektronisk navigasjon vil si at posisjonen bestemmes av elektroniske navigasjonssystemer som gjerne bruker satellitter for å hente inn informasjon og nøyaktige posisjoner som da vises frem på en elektronisk kartmaskin som for eksempel ECDIS (Kjerstad, 2022).

Terrestrisk navigasjon derimot, måtte navigatører finne ut posisjon uten noe automatiske systemer. Her gjaldt det å bruke referansepunkter som for eksempel fyrlykter, holmer eller varder. Med terrestrisk navigasjon måtte man være mindre avhengig av teknologi, og ha god kunnskap på hvordan fart, kurs og andre momenter spiller inn på navigasjon og posisjonsbestemmelse. Utstyr som trengs her er blant annet papirkart, kompass, klokke og peileskive. I senere tid når radartechnologien var tilgjengelig, brukte navigatørene radar aktivt med papirkart. Radar var en slags antikollisjonssystem, men også meget nyttig til å stadfeste posisjoner gjennom landfaste objekter, eller staker (Kjerstad, 2022)

I dag har vi instrumenter som AIS og ECDIS som kan gi oss et godt bilde av trafikken langt fram i tid. All slik informasjon har vi lett tilgjengelig på skjermer. På bro har vi en elektronisk kartmaskin og radar med AIS, samt kommunikasjonsutstyr som VHF. Denne teknologien gjør at man har en nesten full oversikt konsentrert på en plass. Det er ikke behov for like mange på broa som før. Mange kystfartøy i dag har bare en navigatør på broen om gangen, mens før i tiden var det behov for flere som kunne hjelpe til med bestikkregning, utkikk og manøvrering (Kjerstad, 2015).

Når ECDIS ble tatt i bruk hos navigatører var det revolusjonerende for sjøfarten. Denne innføringen er et hjelpemiddel som navigatørene har stor tiltro til, som også forenkler og effektiviserer arbeidet på bro. Det kan tenkes at navigatører var mer skjerpet før, da de hadde mindre hjelpemidler å ta hensyn til, og færre distraksjoner. Det kan være en stor overbelastning av informasjon på broen, som kan føre til forvirring, avhengighet og kunnskapstap. Det som menes ved avhengighet og kunnskapstap er at de moderne midlene vi forholder oss til kan føre

til at kompetanse om tradisjonell navigasjon reduseres da slik kompetanse er mindre relevant i dag og dermed ikke trenes like mye på. En kombinasjon av disse tilfellene kan svekke sikkerheten om bord. (Kjerstad, 2023)

Lisanne Bainbridge (1983) hadde en teori om utilsiktede konsekvenser med automatisering. Hun skrev om hvordan automatisering fører til at vi mennesker kan bli for avhengig av automatiske systemer. Det vil si at hvis det skjer en kritisk feil som det automatiske systemet ikke kan opprette, kan det være vanskeligere for oss mennesker å håndtere slike feil eller situasjoner. Dette på grunn av avhengigheten av disse systemene. Dette er ganske relevant i dag ovenfor både sjøfart og luftfart (Bainbridge, 1983).

Vi skal nå introduseres to ulykker som har oppstått ved teknologisk avhengighet, og det finnes en rekke ulike ulykker som har oppstått ved sterk tillit til digitale navigasjonssystemer, både USS Guardian og Royal Majesty er eksempler på dette. Systemene vi tenker på da er ECDIS, problemene som kan oppstå her, og som har forårsaket ulykker er at det kan være vanskelig å merke at systemet har avvik fra sanntids posisjon. USS Guardian grunnstøtte 17 januar 2013, på et rev utenfor Filipinene. Senere i en granskningsrapport ble det funnet flere funn, men de kunne ikke peke på en enkel grunn som førte til dette. Funnene de fant var at det var overdreven tillit til de elektroniske kartene. Dette både i navigeringen og planleggingen av ruten i de elektroniske kartene (Kristoffersen, 2015, s.12).

I 1995 grunnstøtte Royal Majesty på vestkysten av USA, som var et passasjerskip som seilte under panamansk flagg. I foranledning til grunnstøtingen, hadde brobesetningen fastslått en posisjon som var 27 kilometer fra den virkelige posisjonen fartøyet hadde. Ingen menneskeliv gikk tapt under grunnstøtingen, men rederiet anslo tapte inntekter på rundt 7 millioner dollar. Når årsakene til grunnstøtingen ble lagt frem, viste det seg at de vakthavende offiserene på bro hadde en overdreven tillit til de integrerte navigasjonssystemene. Det store avviket som oppsto, var på grunn av at antenneledningen til GPS ble dratt ut ved et uhell. Brobesetningen hadde heller ikke tilstrekkelig opplæring når det gjelder bruk av navigasjonssystemene (Kristoffersen, 2015, s.12).

2.5 Praktiske Navigasjonsutfordringer

Praktiske navigasjonsutfordringer vil forekomme under en GNSS svikt. Skipstrafikken er stor i dag, og gode systemer for å navigere og kommunisere er nødvendige for å oppnå trygg sjøtransport. Når GNSS svikter, vil ikke AIS kunne vise frem eller hente inn informasjon og posisjon til fartøy. Dette skaper utfordringer for navigatører hvor de får en dårlig oversikt over sjøtrafikken, og de kan ikke planlegge eller kommunisere med andre fartøy før de får visuell kontakt. Dette kan være veldig krevende, spesielt om natten eller andre forhold hvor det er svært lite sikt. Her må navigatørene bruke radar for å plotte og observere fartøy, og ikke minst ha god utkikk (Ellingsen, 2017).

Når GNSS svikter, kan det bli nødvendig for navigatøren å benytte seg av mer tradisjonelle hjelpemidler som radar, kompass, fartsmålere og selvsagt utkikk. I tillegg kan en navigatør ta i bruk elektroniske sjøkart selv om det ikke kommer oppdateringer fra satellitter. Dette kan bli en utfordring for navigatørene som er blitt vant med bruk av moderne navigasjonsmidler som GNSS. Dette viser til viktigheten med å ha god kunnskap og trening med bruk av tradisjonelle metoder. Mye av kunnskapen rundt de tradisjonelle teknikkene kan gå i glemmeboken etter flere år med bruk av moderne navigasjonsmidler. En GNSS svikt er en situasjon som kan oppstå momentant, hvor reaksjonstiden kan være kort (Dale, 2018, s.38.)

Andre aktuelle utfordringer som kan oppstå ved en GNSS svikt er stress blant de vakthavende navigatørene på bro. Når en slik situasjon inntreffer, har man en kort reaksjonstid. Da kan stress oppstå. Når vi snakker om stress i det maritime miljø, er akutt stress aktuelt i en slik situasjon. Akutte stressmomenter kan være beredskapssituasjoner, unormale hendelser eller nye og ukjente situasjoner (Mathiassen, 2023, s 28-29). Akutt stress kan ha ulike effekter dersom en uønsket hendelse skulle oppstå på bro. Noen av disse effektene er handlingslammelse og dårlig kommunikasjon og samhandling på bro (Mathiassen, 2023, s.37).

Situasjonsbevisstheten blir redusert dersom en GNSS-svikt skulle inntreffe. Begrepet situasjonsbevissthet er evnen å kunne analysere, tolke og handle dersom paniske situasjoner skulle oppstå. Når stressende og krevende situasjoner oppstår på bro, bør man skaffe seg et raskt overblikk om hva man kan gjøre for å hindre eller redusere konsekvenser (Mathiassen,

2023, s.5). Vi deler begrepet situasjonsbevissthet inn i tre forskjellige faser, som er persepsjon, som vil være å oppfatte det som skjer. Deretter har vi det andre nivået, som går ut på å forstå hva som skjer. Her må det tas i bruk tidligere erfaring for å danne et bilde på situasjonen. Til slutt må man forutse hva som kommer til å skje når en uønsket hendelse oppstår (Mathiassen, 2023, s.16).

En tidligere bachelor oppgave som ble skrevet på våren 2020, omhandlet navigatørens bruk av ECDIS under seiling. I denne oppgaven skulle tre informanter utføre hver sine seilaser på simulatorsenteret på Simsea. Denne seilasen skulle gå i Vågsfjorden sør for Måløy, via Djupsundet og Skatestraumen mot Svelgen. Dette er en av de mest risikobelastende områdene langs norskekysten, hvor det er åpent og trangt farvann gjennom hele seilasen. Det ble lagt inn drift på en posisjonssensor, som flyttet seg 10 meter per minutt med en maksimalgrense på 150 meter (Hauge et al, 2020, s.9). Informantene gjennomførte flere tiltak når de oppdaget posisjonsfeilen på ECDIS, og noen av disse tiltakene var kryss sjekking mellom radar og ECDIS og posisjonering i forhold til fyrsektorene. I intervjuene rett etter seilasen, uttrykker informantene at de gikk vekk gradvis vekk fra de elektroniske kartmaskin og over til de manuelle hjelpemidler, og brukte radar som primær posisjonsreferanse. Det blir understreket i oppgaven at informantene var gode bestikkarbeidere, til tross for at dagens navigatører lener seg på de elektroniske automatiske hjelpemidlene (Hauge et al, 2020, s.30).

3. Analyse

3.1 Metode

Vi har valgt å bruke kvalitativ metode. Det var mest naturlig for oss å benytte kvalitativ metode, siden vi ikke lette etter faste svaralternativer, og denne metoden er fleksibel (Dalland, 2012, s.113). Vi intervjuet 6 personer fra ulike typer fartøy. Informantene var både kapteiner og overstyrmenn. Grunnen til vi valgte å intervju disse var for de har det høyeste ansvaret ombord, og burde kunne mest. Dette var for å få best mulige resultater om den generelle navigatør. Valget av kvalitativ metode gjør at vi får et bredere innblikk i casen vi har undersøkt, og hvor vi tar for oss detaljerte beskrivelser om hvilke prosedyrer som gjelder ombord på skipene i ulike bransjer.

Vi valgte delvis åpne intervju med informantene om prosedyrer, og opplevde hendelser av GNSS svikt. Denne form av intervju kan bli sett på som et semistrukturert intervju. Grunnen til dette er at spørsmålene er forhåndsbestemt, og alle informantene får samme spørsmål. Det oppsto noen tilleggsspørsmål utenfor intervju-guiden hos noen av dem, fordi svarene som informantene ga. Denne teknikken var hjelpsom da intervju prosessen fungerte som en vanlig samtale, og ga informantene litt rom til å snakke utenfor spørsmålene også (Academic Work, 2024).

Det ble i alt seks forskjellige intervjuer som ble gjennomført i denne bacheloroppgaven. Intervjuene ble holdt ved samtaler, så fulgte vi vår intervjuguide og skrev ned notater under samtalen. Vi ønsket å få navigatører på ulike fartøy, for å se om det var forskjeller på prosedyrer og trening på dette. Vi valgte også å intervju tre navigatører på samme type fartøy i ulike rederier, for og se om det var noen ulikheter. Fartøyene som vi endte opp å intervju var: Supply, kjemikalietanker, konstruksjon skip, militært fartøy og brønnbåt. Da vi var ferdig med intervjuene bestemte vi oss for å benytte en tematisk analyse stil, for å analysere svarene vi fikk. En tematisk analyse er en metode som er brukt i kvalitativ forskning, og denne type analyse passet vår undersøkelse fordi den er både egnet for nye forskere, og er fleksibel (Braun & Clark, 2006). Her startet vi med å lese igjennom svarene grundig, og se om det fantes noen mønster og ulikheter i svarene. Deretter tok vi ut disse aspektene og temaene fra intervjuene som ville hjelpe oss å besvare problemstillingen vi står ovenfor.

3.2 Informanter

Convenience sampling ble brukt når vi valgte informantene. Vi sendte e-post til ulike rederier, og det var ikke alle som hadde mulighet til å bidra med informanter. Det kan også bli sett på som en convenience sampling, siden det var disse informantene som var lettest tilgjengelig for oss (Etikan et al, 2015). Vi har valgt å anonymisere informantene. Dette kan gjøre at informantene ble mer komfortable med å svare på spørsmålene i vår intervju-guide, fordi at svarene som ble avgitt kan vise mangel på prosedyrer og trening.

Vi vil nå introdusere informantene som vi har valgt å kalle informant A-G.

Informant A har 27 års erfaring, er kaptein og navigerer på supply skip. Dette skipet kan bli sett på som et forsyningskip og leverer til petroleumsplattformer. Det er normalt for slike skip å seile langs kysten i Norge, og så ut til Nordsjøen.

Informant B har 4 års erfaring, overstyrmann og navigerer på kjemikalietanker. Dette skipet transporterer mange ulike kjemikalier i tanker. Det er normalt for slike skip å seile over hele verden og blir sett på som langfart.

Informant C har 17 års erfaring, kaptein og navigerer også på supply skip.

Informant D har 14 års erfaring, overstyrmann og navigerer på konstruksjonsskip. Et konstruksjonsskip er et spesialisert fartøy som brukes til å utføre en rekke oppgaver knyttet til bygging, vedlikehold og reparasjon av infrastruktur og installasjoner til havs.

Informant E har 16 års erfaring, er styrmann og navigerer på militært fartøy. Kystvaktfartøy er skip bygget for å håndheve lover og reguleringer i hele Norges økonomiske sone. Dette kan være fra kysten og langt ut til havs. Dette kan være oppgaver som fiskeri og toll inspeksjoner, grensekontroll, redningsoperasjoner og tilstedeværelse.

Informant F har et års erfaring, er overstyrmann og navigerer på brønnbåt. En brønnbåt er et spesialisert fartøy som brukes i oppdrettsindustrien for å transportere fisk, vanligvis laks, mellom oppdrettsanlegg og slakterier eller eksportterminaler. Navigeringen skjer som oftest langs kysten og inn i fjordene.

3.3 Mulige feilkilder

Noen av navigatørene vi intervjuet var på jobb, og derfor var de ikke tilgjengelig til å delta på intervju over telefon på grunn av dårlig dekning. Vi valgte derfor å sende intervju-guiden over epost, dette gjorde at noen av informantene hadde tid til å gå over spørsmålene, og tenke over hva de ønsket å svare. Dette kan være både positivt og negativt. Det negative kan være at informantene forberedte svarene basert på teori og ikke egen erfaring. Det positive kan være at svarene er mer grundig gjennomtenkt og mer utfyllende enn svarene vi fikk fra informantene over telefonsamtale.

3.4 Svakheter

Mulige svakheter ved intervjuene som ble holdt er at noen av intervjuene ble gjort mens informantene var hjemme på fri. Hadde alle intervjuene blitt gjort når informantene var på jobb kunne man fått bedre svar. En grunn til dette kan være at når informantene er på jobb så er de i sitt arbeidsmiljø, og i den riktige tankemodusen, men på fritiden kan informantene være mentalt frakoblet og ikke fokusert å svare på spørsmål angående sin jobb.

En annen svakhet kan være at vi intervjuet for lite navigatører som holder på med langfart. Informanten som ga oss noen form av prosedyrer var på langfart, og flere intervjuer med slike informanter kunne gitt oss sterkere resultater. Vi hadde også tre informanter som var på båter med dynamisk posisjonering, her hadde ingen prosedyrer og lente veldig mye på DP på svarene som ble gitt. Dette var ikke helt gunstig for vår undersøkelse, og hadde nok holdt med bare en informant fra slike typer skip.

I ettertid har vi sett at en mulig svakhet kan være vår intervjuguide. Spørsmålene som ble stilt kunne vært bedre tilrettelagt for å svare på vår problemstilling. Spørsmålene på denne intervjuguide er satt utfra at vi tenkte at informantene kom til å ha konkrete svar på GNSS svikt, og ordentlige prosedyrer på når dette skjer. Funnene vi fant derimot var at det ikke var slikt som vi først hadde tenkt når vi lagde vår intervju-guide, men samtidig gjør dette undersøkelsen vår enda mer interessant, fordi ordentlige prosedyrer på GNSS svikt burde være pålagt.

4. Resultater og Diskusjon

I dette kapitlet skal vi introdusere funnene som ble gjort i datainnsamlingen. Under intervjuene ble det skrevet notater, svarene ble da fargekodet ved hjelp av en tematisk analyse stil. Vi har da kommet frem til fem funn som vi mener støtter problemstillingen vi står ovenfor. Problemstillingen vi har tatt for oss er «*Konsekvenser av GNSS svikt: Er det nok kunnskap og opplæring på bro dersom utstyret ombord mister sine GNSS signaler. Finnes det prosedyrer og blir de fulgt?*»

4.1 Oppsummering av funn

«Lener seg på DP ved GNSS svikt»

Informantene som jobbet på skip som hadde DP, svarte at de ikke hadde noen prosedyrer på GNSS svikt. Dette er veldig relevant for andre del av vår problemstilling. Informantene A, C, og D startet heller å forklare hvordan deres redundans på sine DP-systemer unngår slike situasjoner. En gjenganger fra intervjuene var at «Vi har to uavhengige GPS systemer ombord». Det korte svaret er da at 4 utav de 6 informantene ikke hadde prosedyrer på GNSS svikt.

Informant B hadde prosedyrer på GPS svikt. Her var prosedyren at dersom den primære posisjonsbestemmelsen (GPS) ikke er tilgjengelig, må den sekundære posisjonsbestemmelsen tas i bruk. Dette er som regel også GPS, da skipet til informanten har to uavhengige GPS systemer ombord. Prosedyren fortsetter med at dersom det er problem ved den sekundære også, må systemet endres posisjon til DR eller EP modus. De har også enda en prosedyre på GPS svikt, og denne er i form av sjekkliste. Dette kan ligne på en sjekkliste i Bridge Procedures Guide.

«Ferske navigatører lener seg for mye på teknologien»

Alle informantene har opplevd at navigatører lener seg for mye på teknologien. De merker det som regel på sine kadetter som de får ombord på sin første tur. Dette svarer på opplæringen i problemstillingen vi står ovenfor. Det hørtes ut på de fleste at dette var noe som raskt ble oppfattet, og at det var en dårlig vane. Informant F «Mange tenker ikke over at det er tre faktorer

for å styre etter farleden, visuelt- radar-kartmaskin» Informant C sier at han hele tiden merker at navigatører lener seg for mye på teknologien. Han legger til «Det er en trenings sak som må jobbes med siden dag en.» Selv om han er en erfaren navigatør kjenner han seg litt igjen i det, og må minne seg på om dette.

«Radar blir ofte glemt»

Radar kan være et av hjelpemidlene som må benyttes dersom det oppstår GNSS svikt. Det var relevant å spør informantene om hvordan radar blir benyttet. Dette vil igjen hjelpe å svare på problemstillingen vi står ovenfor. Informant A oppfordrer sine navigatører til å navigere optisk og la til «For det man ser på radar og det som skjer rundt fartøyet er nåtid, på ECDIS er det historie.» Når teknologien er så bra som den er i dag er det lett å ha sterk tillit til instrumentene. Det virker ut fra informantene at radar blir mindre brukt når man faktisk må trykke og gjøre ting selv, og da er det lett å glemme radar når ECDIS gjør alt dette for deg. Informant E sier «Færre navigatører opprettholder klassiske navigasjonsmetoder.» Et funn som er skremmende.

«Være forberedt på eventuelle feil i utstyr»

Selv om mesteparten av informantene ikke hadde klare prosedyrer eller retningslinjer for GNSS svikt, så var det et par av de som mente navigatørene deres måtte være forberedt på eventuelle feil i utstyr. Informant D hadde som vi nevnte tidligere ingen prosedyrer, men forventer at sine styrmenn leser seg opp på brukermanualene til utstyr. Informant C mener også at sine navigatører må vite begrensningen på utstyret de bruker.

Både informant B og E har prosedyrer på hva som må gjøres når GNSS svikter. Det var klare funn som viste forskjellen på de som hadde. og de som ikke hadde. Informant B og E trener på GNSS svikt. Navigatør E øver på prosedyrer 1-2 ganger i måneden, dette varierte fra mannskap til mannskap.

Informant B hadde ikke øvelser like hyppig som informant E, her hadde de øvelser på prosedyrer hver tredje måned. Sammenligner man hvor ofte de øver med hvor lang turnus de har, så øver ikke de ikke ofte på dette.

«Opplever GNSS svikt, men ingen konsekvenser»

Første del av problemstillingen handler om eventuelle konsekvenser av GNSS svikt. Det var da relevant å spør informantene om de har opplevd konsekvenser av dette. 4/6 informanter har

opplevd GNSS svikt, men de fleste sier at det ikke var noen særlige konsekvenser av dette. Informant D hadde svaret for den mest dramatiske hendelsen av alle informantene. Han fortalte «Jeg har vært borti situasjoner der vi har måttet avbryte en operasjon for sikkerhetsmessige årsaker, og bevege oss vekk fra en installasjon i tilfelle systemene skulle svikte fullstendig». Informant D sier også at i situasjoner der de skal jobbe nærme konstruksjoner, så opplever de at disse kan skygge for satellitter og gjøre GPS-posisjonene usikker. Dette kan bli sett på som en form for GNSS svikt, men han sier de er ekstra observante når arbeid inntil slike installasjoner og konstruksjoner foregår.

Noen andre grunner til at informantene hadde opplevd GNSS svikt, var informant A som har opplevd å få sine mottaker antenner ødelagt på grunn av vær og vind. Informant C har opplevd dette på grunn av solstormer og Informant E har opplevd GNSS svikt på helt forskjellige grunnlag. Informanten opplever at de jammer satellittsignalene på øvelser.

4.2 Oppsummering av hovedfunn

Hovedfunnene fra analysen kan ved første øyekast se mørkt ut for problemstillingen vi står ovenfor. Vi ønsket å undersøke hva som skjer når GNSS svikter, og hva kompetanse de på bro har dersom utstyret svikter som følge av denne feilen. Vi var veldig interessert i å se om rederier hadde ordentlige prosedyrer på slike feil, da utstyr på bro blir stadig mer teknologisk. Navigatører kan bli mer sårbare dersom teknologien svikter, er ikke et positivt tegn ved et av hovedfunnene vi fant i analysen. Det at ferske navigatører kommer ut som kadetter og lener seg for mye på teknologien er et skummelt funn. Informantene meldte at dette bare var i starten og oppfordret de til å også se ut ventilene når de navigerer. «Mindre navigatører opprettholder klassiske navigasjonsmetoder» kan oppsummeres fra flere av informantene. Et «klassisk» hjelpemiddel som må tas i bruk ved GNSS svikt er radar. Dette var også et av funnene som ble gjort i analysen. Det viser seg at radar ofte blir glemt og det kunne tyde på utfra informantene at dette skjer til fordel av ECDIS.

Det å være forberedt på eventuelle feil i utstyr var viktig for noen av informantene, selv om det ikke var klare prosedyrer på GNSS svikt. Her var det isteden å lese brukermanualer for å lese om eventuelle feil som kan oppstå, og for å lære om begrensningen som utstyrene har. En av de større funnene som ble gjort var at de fleste av informantene våre lente seg på DP ved GNSS feil. Det kan tyde på informantene at denne er en uoffisiell prosedyre på GNSS svikt. En glad

nyhet fra funnene er at informantene opplever GNSS svikt regelmessig, men det ikke har vært noen kritiske konsekvenser grunnet dette.

4.3 Diskusjon

Er det greit at skipene som har dynamisk posisjonering ombord erstatter prosedyrer på GNSS svikt? Dette et spørsmål som vi ønsker å diskutere. DP skal kunne holde sin posisjon dersom den mister alle signaler i en kort periode, nok tid til den kommer seg unna faste installasjoner (Kjerstad 2015). Dersom et skip med DP ikke er i nærheten av faste installasjoner og GNSS svikter er det noe helt annet. Informantene lente da på at DP har så mye redundans og det finnes så mye satellitter at dette også gikk fint. Rederiene har krav til å «etablere og opprettholde et sikkerhetsstyringssystemer» (Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for passasjerskip, §3, 1999). Rederiene har ikke noen prosedyrer på at DP skal benyttes dersom GNSS svikter. Det at så mange av informantene har en uoffisiell prosedyre hvor de bruker DP under en slik svikt er oppsiktsvekkende.

Dette er et godt eksempel fra teorien om WAI og WAD. Rederiene fortsetter med kontinuerlig utvikling av sikkerhetsstyringssystemer, og fortsatt er det ingen prosedyrer på GNSS svikt. Dette peker tydelig på hva Hollnagel & Woods (2006) forsket på når de sier at det alltid vil være hull i design fasen. WAI og WAD er dermed forskjellige og støtter teorien til Dekker et al (2008) også. Rederiet har sine egne tanker om hvordan arbeidet blir utført, men informantene har sin egne veier, og dette blir bevist når de lager sine egne «uoffisielle» prosedyrer på GNSS svikt. Det informantene ikke har tenkt over er at GNSS kan svikte når de ikke er nærme faste installasjoner, eller at de opplever angrep ved spoofing eller jamming.

Her trekker vi da inn jamming og spoofing fra teorien. Jamming var som tidligere nevnt et angrep som sender kraftige radiosignaler som forstyrrer GNSS-signaler. Dette kan føre til tap eller unøyaktighet i posisjonen til skipet (Warner et al, 2003). Spoofing som er enda verre er et angrep som sender falske GNSS-signaler til mottakeren for å gi en feil posisjonsbestemmelse til systemet (Warner et al, 2003). DP som er et automatisert system, vil da være farlig å benytte. Dersom et skip ligger på DP nær en fast installasjon, og dette systemet blir angrepet av spoofing så kan det fort gå galt. Det er ikke mye avvik på posisjonen til dette skipet før en ulykke kan oppstå. Det samme gjelder navigeringen ved et jamming angrep, dersom man navigerer uten å vite at det er unøyaktighet i posisjonen kan dette føre til ulykker. Dette gjelder da mer

navigering i områder der det er trange leier og innaskjærs. DP er et veldig bra system, men det burde ikke erstatte prosedyrer ved GNSS svikt i en verden hvor jamming og spoofing finnes.

Diskusjonen for å ikke ha prosedyrer på denne type svikt kan være at informantene ikke har opplevd farlige konsekvenser. De fleste informantene hadde opplevd at satellittsignalene bare var borte over en kortere periode, og de har som regel to uavhengige GPS systemer med muligheten til å endre hvilke satellitter som benyttes til enhver tid. Både Royal Majesty og USS Guardian er gode eksempler på seilaser der det har gått gale, på grunn av store avvik i posisjonen de tro de er og hvor de faktisk er. Det største avviket hadde Royal Majesty på hele 27 km og når man tar det inn i betraktning er det flaks at det ikke gikk menneskeliv tapt (Kristoffersen, 2015). Det er kanskje her grunnen til det ikke er ordentlige prosedyrer for GNSS svikt ligger. Gjennom historien til den maritime sektoren har det vist seg at det ikke blir krav og prosedyrer før det går ordentlig gale. Denne i form av store mengder menneskeliv som gikk tapt i Titanic, eller enorme skader på miljøet ved Torrey Canyon. Begge disse hendelsene førte til krav og prosedyrer ved stiftelsen av SOLAS og MARPOL. Det er viktig at vi ikke venter til en slik ulykke oppstår før prosedyrer kommer på bordet angående GNSS svikt.

Informantene B og E var de eneste som hadde noen form av prosedyrer angående GNSS svikt. Spørsmålet da er om informantene faktisk følger sjekklisten når de opplever GNSS svikt, eller om de ignorerer denne da de aldri har opplevd en slik svikt vare over lengre tid. Forskning viser til at funn etter en ulykke så er det alltid noen som ikke har fulgt en prosedyre (Hopkins, 2000). På den andre siden av bordet så har du Dekker (2006) som mener at det er mer effektivt å redusere ulykker ved øvelse og vite hva man skal gjøre, dersom man befinner seg i en situasjon som kan utvikle seg. I våre øyner så kan man lese en bok 10 ganger, men det betyr ikke at man har lært noe før man har gjort dette i praksis. Jo mer man øver, jo bedre blir man, og til slutt kan det nesten bli en muskelrefleks.

Informantene B og E hadde også øvelser angående GNSS svikt. De øvde ikke like hyppig da informant E hadde øvelser 1 til 2 ganger i måneden ombord. Denne øvelsen gikk ut på at de jammer GNSS utstyret som de har ombord. De øver også på det som kalles Navex. Her seiler de helt uten GPS spesielt i trange leder, og her bruker de bestikknavigasjon. Informant B har øvelser hvor de hver tredje måned har en såkalt «ECDIS Failure Drill», her går de igjennom tiltakene som må gjøres dersom noen av navigasjonssystemene svikter. Det kan tyde på at det militære ligger langt foran det sivile når det kommer til både prosedyrer og øvelser på GNSS svikt. Grunnen til dette kan være at dette er mer relevant for de militære fartøyene, for det er de

som er ute og forbedrer seg dersom det verste tenkelige som krig kan oppstå. Da kan det gjerne oppstå mye jamming og spoofing.

Militære fartøy bruker også et utstyr som kan være til stor hjelp under GNSS svikt. Dette utstyret kalles for OBD. Et slikt utstyr burde undersøkes videre om det burde bli et krav og ha ombord større fartøyer som navigerer innaskjærs, og i trange leder. Det kan være vanskelig å detektere avvik i GNSS og spoofing angrep, og med dette utstyret kan det gjøre det lettere og raskere å oppdage (Scandinavian Micro Systems, 2024).

Problemstillingen vår inkluderer også hvordan opplæringen er angående GNSS svikt. Informantene nevner at de ferske navigatørene som kommer ut på sine første turer, lener seg for mye på teknologien. Dette betyr dermed ikke at de mer erfarne informantene gjør dette også. Informant C som er kaptein og som har 17 års erfaring motsier at det bare er det ferske navigatørene. Han sier at han opplever seg selv i dette, og må påminne seg selv å ikke lene seg for mye på dette. De erfarne navigatørene som er eldre i alder ble introdusert til arbeid på bro med mindre teknologi enn det er i dag, og liker å påpeke dette. Vi tenker at det er mye å lære fra den eldre generasjonen angående klassiske navigasjonsmetoder, fordi om klassiske navigasjonsmetoder ikke blir øvd på blir de glemt. Dette kan føre til at fremtidens generasjoner av navigatører kan bli enda mer sårbare ved svikt i GNSS utstyr. Dette betyr dermed ikke at de eldre og mer erfarne navigatørene kan feile, slik som informant C påminner oss om.

Når vi snakker om klassiske navigasjonsmetoder, kan radar nevnes. Et av hovedfunnene i analysen var at «radar blir ofte glemt». Det negative ved at denne ofte blir glemt, er for at den blir veldig relevant dersom GNSS svikter. Det kan være veldig vanskelig å oppdage en svikt i GNSS, og hyppig bruk av radar kan hjelpe å oppdage slike avvik. Informant A som er den mest erfarne av navigatørene vi intervjuet, oppfordrer sine navigatører til å navigere optisk. Noe som ble nevnt av denne informanten, og er spennende var «For det man ser på radar og det som skjer rundt fartøyet er nåtid, på ECDIS er det historie» Det interessante her er om informanten refererer ECDIS som et sjøkart. Vi er litt uenig at ECDIS er historie når den får informasjon fra radar og AIS som er nåtid. ECDIS kan tolkes som historie dersom man regner dette som et sjøkart, for den planlagte seilasen som man legger inn i ECDIS er historie.

Spørsmålet her vil da være om informant A har satt seg inn i ECDIS og lest brukermanualene til dette utstyret, eller om det var en ærlig feil som ble sagt. Informant D forventet jo at sine styrmenn leser seg opp på brukermanuler til utstyret, og informant C mener at sine navigatører

må vite begrensningen på utstyret. Dette var for å være forberedt på eventuelle feil i utstyr. Vi setter da spørsmål ved hvor god sikkerhetsstyring dette er, og uten mer informasjon er det vanskelig å vite hvor feilen ligger. En svak sikkerhetsstyring kan være både rederiet og navigatørene sin feil, selv om det er rederiet som må «etablere og opprettholde et sikkerhetsstyringssystem» (Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for passasjerskip, §3, 1999). Kapittel 5 «Skipsførerens ansvar og myndighet» punkt 5.1.5 sier det at skipsføreren har et ansvar for «å periodisk gjennomgå sikkerhetsstyringssystemet og innrapportere dets mangler til den landbaserte ledelsen» (Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger, 2014, § 5.1-5.5). Begge har da et ansvar for sikkerhetsstyring.

Svake sikkerhetsstyringer på prosedyrer som gjelder GNSS svikt kan klandres at informantene ikke har opplevd alvorlige konsekvenser. Tidligere i diskusjonen nevnes det at i den maritime sektoren har det vist seg at krav og prosedyrer ikke oppstår før det går ordentlig gale. Titanic og Torrey Canyon var eksemplene på dette. Det kan tenkes at den maritime sektoren har vært heldig at alvorlige konsekvenser ikke har oppstått ved GNSS svikt, og dette betyr ikke at alvorlige konsekvenser kan oppstå i fremtiden. Vi tenker at det viktig å innføre ordentlige retningslinjer og prosedyrer på en slik svikt, og dette må innføres før det oppstår alvorlige konsekvenser.

5. Konklusjon

Hovedformålet med denne bacheloroppgaven har vært å belyse om GNSS svikt, da mye av utstyret ombord benytter GNSS og vil bli påvirket. Dette gjøres på bakgrunn av følgende problemstilling: *«Konsekvenser av GNSS svikt: Er det nok kunnskap og opplæring på bro dersom utstyret ombord mister sine GNSS signaler, finnes det prosedyrer og blir det fulgt?»* Denne problemstillingen er viktig i den maritime sektoren som stadig undersøker hvordan den kan bli tryggere.

Første del av problemstillingen tar stilling til konsekvenser, og hvordan kunnskapen og opplæring er angående GNSS svikt. Denne oppgaven har gitt relevante eksempler på konsekvenser som kan oppstå, men informantene som var del hadde ikke opplevd noen av disse konsekvensene. Dette er positive funn som vi er glade for, og dette på grunnlag av konsekvensene som har blitt satt lys på igjennom hele oppgaven. Kunnskapen og opplæringen er vi ikke like positive til, og det virker som GNSS svikt ikke er noe som blir tenkt over da det er så pålitelig og lite problemer ved. Det som kan være skummelt med en slik svikt, er at de kan være så vanskelig å oppdage.

Andre del av problemstillingen tar stilling til om rederiene hadde prosedyrer, eller om det fantes generelle retningslinjer og prosedyrer på GNSS svikt. Dette er litt vanskeligere å svare på. I denne undersøkelsen var det 2/6 rederier som hadde noen form av prosedyrer på en slik svikt, dette vil si at bare 1/3 hadde. Rederiene som ikke hadde, mente DP var en prosedyre på dette. Vi mener at dette ikke er en prosedyre, som drøfting tidligere viser til. Det finnes også generelle retningslinjer og prosedyrer, men disse føler vi er mer på den svake siden.

Vi velger å konkludere at konsekvensene av GNSS svikt kan være alvorlige, og selv om våre informanter ikke har opplevd alvorlige betyr det ikke at de vil kunne gjøre dette. Det finnes prosedyrer, men vi føler disse er på den svake siden, og det trenger å innføres ordentlige prosedyrer på GNSS svikt før det oppstår en alvorlig ulykke.

6. Forslag til fremtidig forskning

Basert på funnene våre i denne bacheloroppgaven føler vi at problemstillingen er lite undersøkt.

Vi sitter igjen med flere forslag som kan være interessante og forske videre på:

- Opprette prosedyrer på GNSS svikt.
- Nye måter for posisjonsbestemmelse i åpent farvann.
- Autonome skip, hva skal skjer dersom slike skip mister GNSS signaler, og hvile risikoer dette medfører.
- Forske på om navigasjonshjelpemidler som OBD burde bli obligatorisk utstyr ombord på større fartøy.

7. Referanseliste.

Antonsen, S., Almklov, P. & Fenstad, J. (2008): *Reducing The Gap Between Procedures And Practice – Lessons From A Successful Safety Intervention*.
https://www.researchgate.net/publication/229005586_Reducing_the_gap_between_procedures_and_practice_-_Lessons_from_a_successful_safety_intervention

Academic Work (2024) *Semistrukturert intervju og andre intervjuteknikker*.
<https://www.academicwork.no/insights/arbeidsgivere/intervjuteknikker>

Bainbridge, L. (1983) *Ironies of Automation*, Pergamon Press Ltd.
https://ckrybus.com/static/papers/Bainbridge_1983_Automatica.pdf

Braun, V., and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101
https://www.researchgate.net/publication/235356393_Using_thematic_analysis_in_psychology

Carboni, R. Og Meyer-Vikaskag, T. (2022, 7. juni) *Automatisk Radarposisjonering, – Et alternativ til GNSS* – Bacheloroppgave ved Sjøkrigsskolen. https://fhs.brage.unit.no/fhs-xmlui/bitstream/handle/11250/3010713/Carboni_Vikaskog_2022.pdf?sequence=1

Brčić, D., Kos, S., Žuškin, S. (2015): *Navigation with ECDIS: Choosing the proper secondary positioning source*.
https://www.researchgate.net/publication/283164753_Navigation_with_ECDIS_Choosing_the_Proper_Secondary_Positioning_Source

Dale, J.G. (2018) *På rett sted til rett tid*. Forstyrrelser eller tap av GNSS-signaler.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/abd1dec7647a4c22aaef7d93046e3f2b/pa-rett-sted-til-rett-tid.pdf>

Dalland, O (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5.utg.red). Oslo: Gyldendal akademisk.

Dekker, S (2006): *The Field Guide to Understanding Human Error*. Aldershot, Ashgate.

Dekker, S.W.A., Hollnagel, E., Woods, D.D. and Cook, R. (2008) *Resilience Engineering: New Directions for Maintaining Safety in Complex Systems*. Lund University School of Aviation, Sweden.

https://www.academia.edu/29657793/Resilience_Engineering_New_directions_for_measuring_and_maintaining_safety_in_complex_systems

Ellingsen, B. (2017) *Hva gjør vi når GPS-en svikter? Å finne frem til havs*.

<https://www.forskning.no/norsk-romsenter-partner-satellitter/hva-gjor-vi-nar-gps-en-svikter/315512>

Espevik, R. Hareide, O. S. Mjelde, F. V. (2016) *Necesse, Militær navigasjon – effektiv og troverdig*. Forsvarets høgskole. <http://hdl.handle.net/11250/2391665>

Etikan, I., Musa, A., Alkassim, S.R (2015) *Comparison of convenience sampling and purposive sampling*.

https://www.academia.edu/download/55796997/Comparison_Convenience_and_Purposive_Sampling-2016_4p.pdf

Eugene Ternovskiy. (2011, 25. Januar) *Position sources for ECDIS*. The Nautical Institute.

<https://www.nautinst.org/resources-page/position-sources-for-eccdis.html>

Forskrift om navigasjonshjelpemidler for skip mv. (2014). *Forskrift om navigasjon og navigasjonshjelpemidler for skip og flyttbare innretninger*. (FOR-2014-09-05-1157). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-09-05-1157>

Forskrift om sikkerhetsstyringssystem, passasjerskip. (1999). *Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for passasjerskip*. (FOR-1999-12-23-1529). Lovdata.

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/1999-12-23-1529>

Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for skip m.m. (2014). *Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger*. (FOR-2014-09-05-1191).

Lovdata. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-09-05-1191/KAPITTEL_1

Forsvaretsforum, (2024, 25. feb). *Voldsom økning i GPS-forstyrrelser*. *Forsvaretsforum*.

<https://www.forsvaretsforum.no/beredskap-forsvaret-innenriks/voldsom-okning-i-gps->

[forstyrrelser/366215](#)

Frafjord, F. Hognaland, J. A. Thorsen, M. B. Våga, R. (2019) Dagens bruk av manuelle navigasjonsmetoder. Bacheloroppgave ved Høgskulen på Vestlandet. HVLOpen. <http://hdl.handle.net/11250/2599028>

Hareide, O. S. Og Kjerstad, N. (kapitel. 4) (2021) Navigasjon for lostjenesten – *Sikker og effektiv navigasjon*. 1. Utgave. Kystverket. <https://www.calameo.com/hatlehols/read/0057643753f032c839700>

Hareide, O. S. Krabberød, T. Mjelde, F. V. (2019) Necesses, Militær navigasjon – navigatøren i fokus. Forsvarets Høgskole. <http://hdl.handle.net/11250/2630087>

Hauge, M. Høyland, C. Kjellevoll, M. Øyen, E. (2020) Navigatørers bruk av ECDIS: *En vurdering av menneskelig tillit til automatiserte informasjonssystem*. Bacheloroppgave ved Høgskulen på Vestlandet. HVLOpen. <https://hdl.handle.net/11250/2657583>

Hollnagel, E. and Woods, D.D. (2006) Epilogue: Resilience Engineering Precepts. In: Hollnagel, E., Woods, D.D. and Leveson, N., Eds., Resilience Engineering Concepts and Precepts, Ashgate Publishing, Aldershot, 347-358. https://www.researchgate.net/publication/50232053_Resilience_Engineering_Concepts_and_Precepts

Hopkins, A (2000): *Lessons from Longford: the Esso Gas Plant Explosion*. Sydney, CCH Australia Ltd.

Jentoft, Morten. (2017, 16. Sep). Over 20 skip GPS-hacket i Svartehavet. *NRKbeta*. <https://nrkbeta.no/2017/09/16/over-20-skip-gps-hacket-i-svartehavet/>

Kjerstad, N. (2015): *Elektroniske Og Akustiske Navigasjonssystemer for maritime studier*, utgave 5, Fagbokforlaget

Kjerstad, N. (2019): *Elektroniske Og Akustiske Navigasjonssystemer for maritime studier*, utgave 6, Fagbokforlaget

Kjerstad, N. (2020): *Navigasjon for maritime studier*, utgave 4.

Kjerstad, N. (2022, 5. juli) *Navigasjon*, Store Norske Leksikon. <https://snl.no/navigasjon>

Kjerstad, N. (2022, 2. november), *AIS*, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/AIS>

Kjerstad, N. (2022, 2. november), *Dynamisk posisjonering*, Store Norske Leksikon, https://snl.no/dynamisk_posisjonering

Kjerstad, N. (2022, 2. november), *Gyrokompas*, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/gyrokompas>

Kjerstad, N. (2023, 23. mars), *ECDIS- kartplotter*, https://snl.no/ECDIS_-_kartplotter

Kjerstad, N. (2023, 22. September) *Loran-C (navigasjonssystem)*. Store Norske Leksikon. https://snl.no/Loran-C_-_navigasjonssystem

Kjerstad, N. (2023, 24. oktober) *Bestikknavigasjon*. Store Norske Leksikon. <https://snl.no/bestikknavigasjon>

Kjerstad, N. (2024, 24. januar), *GPS*, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/GPS>

Kjerstad, N. (2024, 13. mars), *Radar*, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/radar>

Kristoffersen, P.B. (2015), *Digitale sårbarheter i maritim, Regjeringen sektor*, <https://www.regjeringen.no/contentassets/fe88e9ea8a354bd1b63bc0022469f644/no/sved/7.pdf>

Madden, R. (2018, 26. Mars) *ECDIS: What Happens When the GPS Signal Goes Away?* The Maritime Executive. <https://maritime-executive.com/blog/ecdis-what-happens-when-the-gps-signal-goes-away>

Mathiasen, Å, (2023), *Operativ Ledelse, Stresshåndtering*, Høgskulen på Vestlandet,

Mathiasen, Å, (2023), *Operativ Ledelse, Situasjonsbevissthet*, Høgskulen på Vestlandet,

Meritt, M., Brew, A.A., Bryant, J.W., Staley, A., Mckenna, M., Leone, A. & Shirase, L. (2019) *Automation-Induced Complacency Potential: Development and Validation of a New Scale*. Link: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6389673/#:~:text=Automation%2Dinduced%20complacency%20potential%20is,to%2C%20but%20distinct%20from%20trust>.

National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. (2024, 20. mars) *GPS Accuracy*. GPS. <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>

Osvoll, Ø. (2019) Operatørens tillit til instrumentene. Masteroppgave ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. NTNU Open. <https://hdl.handle.net/11250/2663746>

Scandinavian Micro Systems. (2023, 06. juni) Optical bearing device, *Determine your ship's Position independently of the GPS*. Scansys. https://scansys.no/wp-content/uploads/2023/12/SR02-DOC-BRO-H6v3_v2.2.pdf

Scandinavian Micro Systems. (2024) Optical bearing device, (OBD). Scansys. <https://scansys.no/sms-products/sr02%E2%80%90001/>

Sherstnyakova, L. (2023) MultiGNSS og Absolutt Posisjonsbestemmelse. *Litteraturstudie og programvære implementering*. Masteroppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Norwegian University of Life Sciences. <https://hdl.handle.net/11250/3080246>

SQEMARINE. (2024) GNSS FAILURE ON ECDIS, *To be used as guidance during positioning system's failure on ECDIS display*. Safety4Sea. https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2018/05/SQE-MARINE-GNSS-Failure-on-ECDIS-2018_05.pdf

The Editorial Team. (2018, 30 Mars) Bridge Procedure: *GNSS failure while using the ECDIS*. <https://safety4sea.com/cm-bridge-procedure-gnss-failure-while-using-the-ecdis/>

The Maritime Executive. (2024, 19. Feb) The Royal Navy is Working on GPS-Free Quantum Navigation. The Maritime Executive. <https://maritime-executive.com/article/the-royal-navy-is-working-on-gps-free-quantum-navigation>

UrsaNav. (Uten dato). *What is eLoran?* UrsaNav. <https://www.ursanav.com/solutions/technology/eloran/>

Warner, S. & Johnston, R.G. (2003): *GPS Spoofing Countermeasures* <https://rntfnd.org/wp-content/uploads/GPS-Spoofing-Countermeasures-Los-Alamos-2003.pdf>

8. VEDLEGG

Vedlegg 1 – Bridge Checklist, GNSS failure on ECDIS

SQEMARINE

BRIDGE CHECK LIST GNSS Failure on ECDIS			
A.	Description	Personnel Responsible	Completed
1.	Notify Master and Navigator.	OOW	
2.	Read and Acknowledge the Alarm, identifying the failed sensor.	OOW	
3.	Select the Secondary position fixing sensor.	OOW	
4.	If GNSS is unavailable, select DR or EP mode.	OOW	
5.	Independently fix the ship using Visual and Radar means.	OOW	
6.	Identify other equipment that may be affected by the failed sensor.	OOW	
7.	Instigate defect rectification.	OOW	
8.	Amend the ship's Route as necessary.	OOW	
9.	Reduce speed as necessary.	OOW	
10.	Check current position.	OOW	
11.	When the Primary Position Fixing System is restored, correlate with Radar Overlay and other means and inform the Captain and Navigator.	OOW	
12.	Conduct Alarm self-test.	OOW	
B.	Other		

REMARKS

Area Of Incident:

Lat.: **-Long.:**

Date:	Nav. Officer:	Master:
--------------	----------------------	----------------

This checklist should be placed in the bridge & be used for GNSS Failure on ECDIS. Page 1 of 1

Explore more: www.sqemarine.com/shipmanuals & www.sqemarine.com/systems

Vedlegg 2 - Intervjuguide

Spørsmål:

-Hva fikk deg til å velge et yrke som navigatør?

-Hvor lenge har du vært navigatør?

-I dine øyne, hva er det viktigste en navigatør må ha kunnskap om?

-Har dere prosedyrer for en eventuell GNSS svikt? Hvor ofte praktiseres dette?

-Har du opplevd GNSS svikt?

-Har du opplevd at navigatører lener seg for mye på teknologien når det gjelder navigering/manøvrering?

-Hvor god er dagens opplæring med tanke på selvstendighet?

-Stoler du mer på det du ser gjennom ventilene eller stoler du mer på hva navigasjonsinstrumentene viser, og hvorfor?

-Hvor ofte tar du i bruk papirkart?

-Det sies at de fleste av alle ulykker til sjøs skyldes menneskelig feil, mener du at disse statistikkene hadde vært annerledes dersom vi var mindre avhengig av teknologi?

Vedlegg 3 – Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet?

Konsekvenser av GNSS svikt: Kan navigatørene navigere?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hva navigatører gjør når GNSS utstyr svikter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

- Formålet med oppgaven er å finne ut hva som skjer dersom GNSS utstyr svikter på bro. Blir retningslinjer og prosedyrer fulgt eller gjør navigatørene noe annet?
- Vi vil finne ut av hva som er den beste løsningen ved GNSS svikt.
- Undersøke hvor kritisk vi bør være med tanke på teknologi om GNSS svikter.
- Undersøke om holdninger og rutiner må endres for å skape en tryggere seilas

Dette er en bachelor oppgave som skal leveres på slutten av semesteret. Disse opplysningene skal ikke brukes til andre forskningsprosjekter eller noe form for undervisning.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskulen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

- Utvalget er aktive navigatører på fartøy i Norge.
- Her vil 3-5 navigatører med over 1 års fartstid kunne delta. Vi tar for oss deltagere som er både ferske navigatører og erfarne navigatører.

Dersom noen andre har tipset oss om å bruke deg i vårt forskningsprosjekt vil vi fortelle deg hvem.

Hva innebærer det for deg å delta?

- Når du deltar vi vårt skoleprosjekt vil intervju være metoden vi tar i bruk for å uthente informasjon.
- Her vil erfaringene dine som navigatør være nyttig for prosjektet vi jobber med. Deltar du i dette intervjuet, vil vi ønske å bruke omtrent 1 time av din tid.
- Intervjuet vil ikke bli tatt opp som lydopptak, da vi heller har valgt å ta notater av det du deler med oss. Du bestemmer selv om navn og alder blir presentert i intervjuet. Svarene blir registrert på et dokument elektronisk som de involverte i prosjektet har tilgang til.

Det er frivillig å delta

- Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

- Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.
- Ved behandlingsansvarlig instutisjon vil studentene på bachelorgruppen og veileder ha tilgang til informasjonen som blir gitt under intervjuet.
- Vi vil ikke dele noen av opplysningene du har gitt i intervjuet med andre som ikke er en del av prosjektgruppen på oppgaven.
- Dine personlige opplysninger vil erstattes med en kode som lagres på en navneliste som er adskilt fra øvrige data.
- Navn og alder vil være med i oppgaven, om du som blir intervjuet tillater det. Prosjektet vil ikke være en offentlig publikasjon.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

- Prosjektet vil etter planen avsluttes når oppgaven blir godkjent. Prosjektsslutt vil finne sted i omtrent 15. mai. Opplysningene du har gitt vil ikke være tilgjengelige for de involverte i gruppen når oppgaven er levert og godkjent. Alle personlige opplysninger vil anonymiseres ved prosjektsslutt.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

- På oppdrag fra Høgskulen på Vestlandet har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Leif Ole Dreyer, veileder og lærer ved HVL

Mail: leif.ole.dreyer@hvl.no

Tlf: 52702866

Kristian Øvretveit Mortensen, student ved HVL

Mail: 600621@stud.hvl.no

Tlf: 96505939

Vårt personvernombud ved HVL:

Trine Anikken Larsen

Tlf: 55587682

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Leif Ole Dreyer
(Forsker/veileder)

Kristian Øvretveit Mortensen
(Student)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Konsekvenser av GNSS svikt. Kan navigatørene navigere?*», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervjuet
- å dele navn og alder på prosjektet

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)