

Marco Wahl Larsen

Risiko knyttet til maritim autonom passasjertransport

Bacheloroppgave i Shipping Management
Desember 2020

Marco Wahl Larsen

Risiko knyttet til maritim autonom passasjertransport

Bacheloroppgave i Shipping Management
Desember 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

KANDIDATNUMMER(E):		
10020		
DATO:	FAGKODE:	FAGNAVN:
18.12.2020	TS301211	PRAKSIS I BEDRIFT
STUDIUM:		ANT SIDER/VEDLEGG:
SHIPPING MANAGEMENT		83

VEILEDER(E):
VIKTORIA KOILO

TITTEL:
RISIKO KNYTTET TIL MARITIM AUTONOM PASSASJERTRANSPORT

SAMMENDRAG:
Se side II

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av student ved NTNU Ålesund

Forord

Bacheloravhandlingen «Risiko knyttet til maritim autonom passasjertransport» er resultatet av en utforskende studie. Det er et emne som omfatter sterk interesse i teknologiens verden. Innsamlingen av data var omfattende og noen ganger utfordrende i forhold til det utforskende designet. Det har vært krevende, men også spennende og lærerikt. Jeg sitter igjen med mye ny kunnskap om temaet.

Det var mange ulike innfallsvinkler til et konkret tema for oppgaven. Å danne en presis problemstilling var krevende, men jeg mener resultatet ble en god problemstilling av god relevans i dagens samfunn. Arbeidet med oppgaven ble som følge av det mer inspirerende. Den utfordret mine analytiske evner, samt at det ga en kreativ anvendelse av kunnskap tilegnet så langt i studiet.

Avhandlingen har blitt skrevet som en del av kravene til studiet Shipping Management ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Prosjektet ble gjennomført som del av en praksisplass hos SINTEF Ocean.

Jeg ønsker å takke min veileder, *Viktoria Koilo*, for nyttig veiledning og innspill i utarbeidelsen av avhandlingen. Jeg vil også takke intervjuobjektene for deres bidrag til diskusjonen. Videre ønsker jeg å takke min mor for mange gode innspill og gjennomlesninger.

Til slutt rettes en stor takk til *Even Ambros Holte* og *Kay Fjørtoft* i SINTEF Ocean, som har bidratt med nyttig veiledning og nettverk til relevante mennesker i den maritime næringen.

God lesing!

Trondheim, 18. desember 2020

Sammendrag

Hensikten i denne avhandlingen er å studere hvordan risiko hos maritime autonome passasjerskip kan modelleres og analyseres. Tre forskningsspørsmål adresseres: (i) Er eksisterende modeller i stand til å måle risiko, (ii) hvordan bidrar programvare og mennesket til risikonivået, (iii) hvordan overvåkes risikonivå med hensyn til systemkrav? For å søke svar på dette, har jeg gjort en litteraturstudie og to intervjuer.

Det eksisterer få risikomodeller for autonome maritime systemer, til tross for økende forskning på området. Et viktig funn er at programvare og menneskelige operatører må vurderes i større grad i utviklingen av risikomodeller. Programvare har en viktig rolle i driften av et autonomt maritimt system. Man må vite dens bruksområde, samt hvor kritisk den er. For at programvare skal kunne innlemmes i risikoanalysen må funksjoner brytes ned, feilmoduser identifiseres, og effektene av disse vurderes. Her er det viktig å skille feileffekter og årsaker fra den funksjonelle feilmodusen ettersom nåværende taksonomier ikke er sammenhengende. Når programvaren tar over en større del av jobben, endres menneskets arbeidsoppgaver også. Menneskets rolle blir mer knyttet til tilsyn av at alt fungerer som det skal. Samhandlingen mellom mennesket og det autonome systemet er dermed viktig i en grundig risikoanalyse. Dette gjelder blant annet faktorer som operatørens erfaring, trening og forståelse. I hvor stor grad mennesket skal integreres i systemet, vil ha sterk sammenheng med autonomiens nivå. Mest innflytelse ovenfor dette samspillet får påliteligheten til det funksjonelle systemet og tilpasningsdyktigheten.

Utvikling av sikkerhetsindikatorer for risikoovervåking av operasjonell sikkerhet hos et autonomt maritimt system er et viktig grunnlag for operatørens risikovurderinger. Min gjennomgang viser at det ikke eksisterer en strukturert prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer enda. Risiko knyttet til autonomi er fortsatt ikke fullt ut forstått og er det største hinderet for kommersialisering av autonome passasjerskip. Autonomi vil nok aldri bli fullstendig risikofritt, noe som i seg selv skaper usikkerhet. Tillit til systemet må opparbeides. Så før systemet kan kommersialiseres fullt ut, er det nødvendig å opprettholde lav kompleksitet, lite trafikk, lav hastighet og holde risikable situasjoner til et akseptabelt nivå frem til tillit er etablert. Videre forskning er derfor nødvendig for å kunne gjennomføre fullstendige risikoanalyser og modelleringer av autonome systemer.

Terminologi og forkortelser

Denne delen gir en kort gjennomgang av definisjoner på begreper som blir brukt gjennom oppgaven.

Automasjon	Prosessene, gjerne i sterk tilknytning til teknologiske systemer, som implementerer løsninger på operasjoner uten kontroll fra mennesker.
Automatisk	Systemet innehar automatiseringsfunksjoner som muliggjør fullføring av operasjoner uten menneskelig kontroll.
Automatisk bro	Automatisk bro, der et mannskap alltid er tilgjengelig på broa.
Automatisk skip	Skip er under oppsyn av landbasert kontrollsenter og automatiske funksjoner utføres.
Autonomi	Systemet innehar kontrollfunksjoner som kan ta i bruk ulike alternativer for å løse utvalgte problemer.
Autonomt maritimt system (AMS)	Normal terminologi for alle autonome maritime systemer.
Autonomt skip	Et skip med en eller annen form for autonomi.
Begrenset autonomi	Autonomt kontrollsystem der begrensinger for valgfrihet er definert.
Begrenset autonomt skip	Autonomt skip der autonome kontrollfunksjoner er begrenset.
Direkte kontroll	Ingen autonomi, kan inneha beslutningsstøtte og simpel automatisering.
Fjernkontrollering	Skipet blir fjernstyrt fra landbasert kontrollsenter.
Fullstendig autonomt	Autonom kontroll, fullstendig fleksibilitet og ingen begrensninger.
Fullstendig autonomt skip	Ubemannet skip med fullstendig autonome kontrollfunksjoner.
Human machine interface (HMI)	Grensesnitt mellom menneske og maskin.
Landbasert kontrollsenter (SCC)	Eierens senter for kontroll og overvåkning.
Maritimt autonomt overflateskip (MASS)	Normal terminologi for alle autonome skip.
Skip	Fartøy som har egen fremdrift.
Ubemannet	Ingen mannskap som styrer skipet, men skipet er ikke nødvendigvis autonomt, dvs. at det kan bli fjernstyrt.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Terminologi og forkortelser	III
Figurliste	VI
Tabelliste	VI
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling og mål	4
1.2 Avgrensning av tema	6
2 Teoretisk bakgrunn	8
2.1 Risiko og automasjon	8
2.2 Sentrale konsept i skipsautonomi	9
2.3 Autonomiens nivåer	10
2.4 Programvarens bidrag til bestemmelse av risikonivå	13
2.5 Menneskelige faktorer	14
2.6 Risikohåndtering hos autonome maritime systemer (AMS)	15
2.7 Risikohåndtering av maritime autonome overflateskip (MASS)	17
3 Forskningsdesign	21
3.1 Metodebeskrivelse	22
3.1.1 Oversiktsstudie	22
3.1.2 Intervju	22
3.2 Strategi ved litteratursøket	23
3.3 Søkehistorikk	24
3.4 Inklusjons- og eksklusjonskriterier i litteratursøk	26
3.5 Analyse av data	27
3.6 Prosess bak intervju	29
3.7 Transkribering	30
3.8 Studiets kvalitet	30
3.8.1 Reliabilitet	30
3.8.2 Validitet	31
3.9 Bestemmelse av utvalg	32
3.10 Ethiske overveielser	33
4 Resultat	34
4.1 Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos AMS	36
4.1.1 Forskningsgjennomgang	36
4.1.2 Intervju	38

4.2	<i>Gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, og anvendelse på AMS</i>	41
4.2.1	Forskningsgjennomgang	41
4.2.2	Intervju	42
4.3	<i>Utvikling av modeller for programvare og menneskelige operatørers innflytelse på risiko</i>	43
4.3.1	Litteraturgjennomgang	43
4.3.2	Intervju	48
4.4	<i>Utvikling av metode for risikoovervåkning av et AMS</i>	50
4.4.1	Litteraturgjennomgang	50
4.4.2	Intervju	52
5	Diskusjon	54
5.1	<i>Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos AMS</i>	54
5.2	<i>Gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, og anvendelse på AMS</i>	56
5.3	<i>Utvikling av modeller for programvare og menneskelige operatørers innflytelse på risiko</i>	57
5.4	<i>Utvikling av metode for risikoovervåkning av et AMS</i>	59
6	Konklusjon	61
7	Epilog	64
	Referanser	65
	Vedlegg	70
	<i>Vedlegg 1</i>	70
	<i>Vedlegg 2</i>	73
	<i>Vedlegg 3</i>	74
	<i>Vedlegg 4</i>	75
	<i>Vedlegg 5</i>	76

Figurliste

Figur 1.1 Yara Birkeland (Kongsberg Maritime, 2017).....	1
Figur 1.2 Zeabuz autonom ferde (Zeabuz, 2020).....	2
Figur 1.3 Klassifikasjon av autonome maritime systemer og autonome skipstyper, presentert av Rødseth (2017)	4
Figur 2.1 Menneskelig informasjonsprosessering, pipeline-modellen, presentert av Rødseth (2017)	14
Figur 2.2 Forklaring av forskningsprosjektet MUNIN, presentert av MUNIN (2012).....	17
Figur 2.3 Oversikt over metode basert på formell sikkerhetsanalyse, presentert av Rødseth & Burmeister (2015, s. 359).....	18
Figur 3.1 Forskningsprosessens faser, presentert av Larsen (2017, s. 18).....	21
Figur 4.1 Sammenheng mellom forskningsspørsmål, forskningsmål, artikler og intervju	35
Figur 4.2 Trinn for å unngå kollisjon, presentert av Ramos mfl. (2019)	41
Figur 4.3 Oversikt over faser og trinn i foreslått rammeverk, der UCA er usikre kontrollhandlinger og RIF er risikopåvirkende faktorer, presentert av Utne mfl. (2020).....	45
Figur 4.4 Trinnene i prosessen for utvikling av sikkerhetsindikatorer hos et autonomt maritimt system, presentert av Utne mfl. (2017)	51

Tabelliste

Tabell 2.1 Sheridans ti nivåer, presentert av Rødseth (2018)	11
Tabell 2.2 Nivåer hos maritime autonome overflateskip (MASS), presentert av Rødseth (2018)	12
Tabell 2.3 Nivåer i generelle autonome maritime systemer (AMS), presentert av Utne mfl. (2017)	12
Tabell 2.4 Uakseptable farer med alternativer for risikokontroll, presentert av Rødseth & Burmeister (2015, s. 361).....	19
Tabell 3.1 Oversikt over litteratursøk	25
Tabell 3.2 Artikler brukt i avhandlingen	28
Tabell 4.1 Evalueringskriterier for evaluering av skipsrisikomodellering, med hensyn til maritime autonome overflateskip, presentert av Utne mfl. (2018, s. 143).....	36
Tabell 4.2 Datablad for en programvarefunksjon, presentert av Thieme (2020).....	47
Tabell 4.3 Valgte evalueringskriterier for sikkerhetsindikatorer, basert på relevans, presentert av Utne mfl. (2017)	51

1 Innledning

Autonome systemer vil i fremtiden være fremtredende i hvordan våre systemer fungerer (SINTEF, 2020). Utvikling av skip med en høy grad av autonomi er i dag et sentralt tema blant forskere og industrieksperter.

I 2017 nådde kommersialiseringen av ubemannede skip en viktig milepæl. Da annonserte Yara verdens første fullelektriske og autonome containerskip, uten utslipp (illustrert i figur 1.1). Dette skipet har vært sentralt i videre utvikling av maritime autonome overflateskip. I starten vil det være besetning ombord, men planen er å gjøre det fullstendig ubemannet og kontrollert av en kontrollstasjon på land (Kongsberg Maritime, 2017). Per dags dato (2020) er Yara Birkeland et godt stykke unna planlagt driftsstart. Dette skyldes både tekniske og regulatoriske problemer. I tillegg ble autonomiprojektet forsinket ytterligere av «koronakrisen» våren 2020 (Stensvold, 2020).

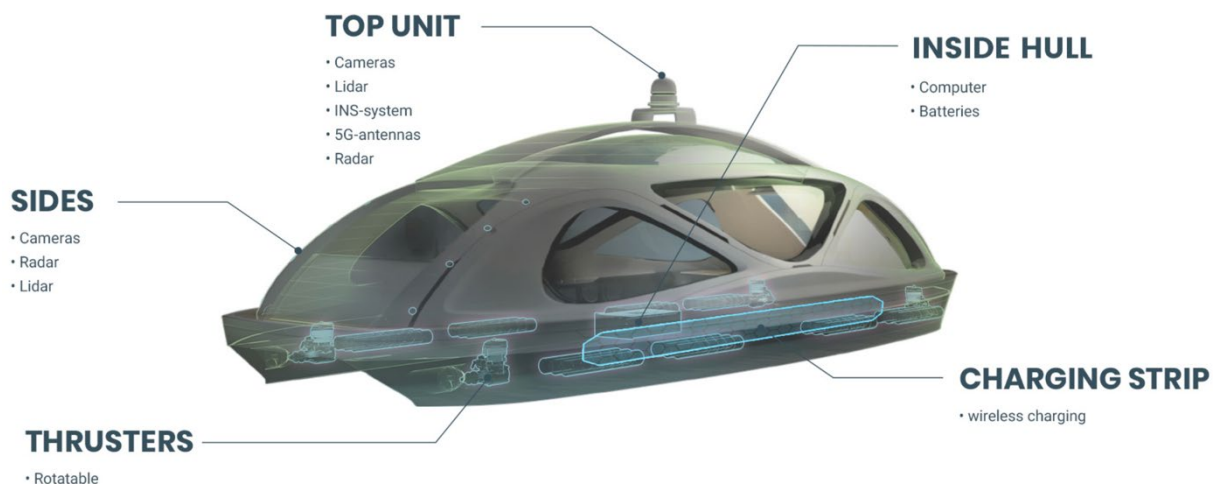


Figur 1.1 Yara Birkeland (Kongsberg Maritime, 2017)

I slutten av 2019 ble et selskap kalt Zeabuz opprettet av NTNU. De skal utvikle autonome mobilitetstjenester til både byer og bosetninger langs kysten. Det blir sagt at dette vil være små elektriske ferger og tilbys etter behov (figur 1.2) (Zeabuz, 2020). Det har ikke vært noen satsning rettet direkte mot autonom maritim passasjertransport i Norge før dette. At en aktør står frem med ønske om å bygge fremtidens mobilitetsløsninger for urbane vannveier er svært spennende. Om prosjektet sier interim CEO i Zeabuz følgende; «Vår autonomiløsning er verdensledende og kan muliggjøre selvkjørende ferger som trygt manøvrerer blant andre båter,

legger til kai selv og håndterer passasjerer trygt. Vi samarbeider med DNV GL, Kystverket og Sjøfartsdirektoratet om å teste to prototyper i Trondheim. Den unike teknologien er utviklet på NTNU og vil tilgjengeliggjøres for selskapet». I deres pressemelding blir det også lagt vekt på viktigheten av klimavennlige mobilitetsløsninger over hele verden (Zeabuz, 2020). Autonome ferger er et godt bidrag til å bedre den nåværende klimakrisen.

Verden har tross alt rettet et stort fokus mot global oppvarming de siste årene. Store utslipp av klimagasser som karbondioksid og svoveloksid har vært bidragsytende. Samme prinsipp gjelder både for båter og biler når det gjelder elektriske løsninger, med tanke på klima. Ved hjelp av en elmotors høye energieffektivitet, kombinert med karbonintensiteten i kraftsystemet, blir utslippene lavere enn fra bensin- og dieselfartøy. Zeabuz viderefører derfor Norges ambisjon om å være verdensledende innen elektriske løsninger. Norge innehar tross alt verdens høyeste markedsandel av elektriske biler (Øvrebø, 2020). Når det gjelder den globale maritime skipfartsindustrien, er den ansvarlig for rundt 2,5% av alle klimagassutslipp. Innen 2050 er også dette utslippet forventet å stige med 50% til 250% (European Commission, 2018). Presset blir som følge av dette større på maritim industri. Flere aktører må se til teknologi som er bærekraftig for miljøet. At aktører starter utviklingen av autonome løsninger med elektrisk drivkraft, er derfor en god start.



Figur 1.2 Zeabuz autonom ferge (Zeabuz, 2020)

Nylig ble det også klart at Zeabuz sommeren 2021 etablerer en fast rute i kanalen mellom Ravnkloa og Brattøra i Trondheim. Båtturen vil kun vare om lag ett minutt, men det blir likevel en verdensnyhet. Trolig blir det den første rutegående autonome båten i verden. Den vil initielt kunne frakte 12 passasjerer. I starten vil den bli brukt i et område med lite trafikk for å unngå

at den kommer i veien for andre farkoster. Ettersom dette heller ikke er en sentral trafikkåre, vil eventuell driftsstans og forsinkelser være uproblematisk. Fergen har fått navnet «Milliamper 2» og skal være fullstendig autonom, altså uten mannskap ombord. For sikkerhets skyld vil en hjelpebåt oppholde seg i umiddelbar nærhet dersom det skulle oppstå behov for bistand (Okstad, 2020).

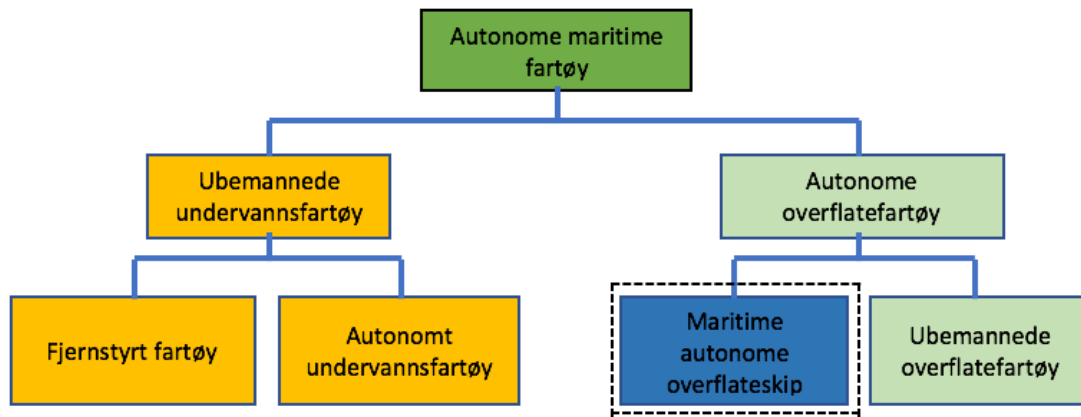
Uansett, å bringe en større andel av autonome skip inn i den maritime industrien er komplekst. Når teknologien blir tatt i bruk, fører dette til endringer i maritim sjøfart. Det blir færre mennesker ombord selve skipet, og utviklingen av kontrollsystemet er i kontinuerlig endring. Det oppstår nye forutsetninger som man er nødt å forholde seg til.

Utviklingen skjer kontinuerlig og nye autonome prototyper utvikles stadig. Bruk av autonome maritime systemer vil redusere personellens eksponering ovenfor miljøet. Noe som igjen er forventet å bidra til en betydelig reduksjon av risiko og kostnader knyttet til personell.

Det eksisterer flere typer autonome maritime systemer, som vist i figur 1.3. I tillegg til skip som går langs overflaten har man skip som går under vann. I denne avhandlingen er det fokus på maritime autonome overflateskip (stiplet boks, figur 1.3). Det eksisterer per i dag ikke et autonomt system kun for passasjerskip/ferger. Dette er årsaken til at det ikke er illustrert i figur 1.3. På bakgrunn av dette faller passasjerskip under kategorien maritime autonome overflateskip. (Rødseth & Nordahl, 2017).

Særlig knyttet til frakt langs kystområder er de et godt supplement til godstransport på vei, og vil på den måten kunne forbedre den regionale trafikk- og miljøbelastningen. Det er fortsatt lastebilene som utfører den største delen av godstransport i Norge (SSB, 2020).

Utviklingen av autonome ferger er i gang, men har ikke kommet like langt enda. De første testene ble imidlertid gjort høsten 2018 mellom Horten og Moss i Norge (Kongsberg, 2020).



Figur 1.3 Klassifikasjon av autonome maritime systemer og autonome skipstyper, presentert av Rødseth (2017)

Når det gjelder maritime autonome overflateskip, er det naturlig at et stort fokus rettes mot teknologien. Hvordan programvaren kan utvikles for å trygge skipsfarten, uten at det blir for komplisert. Når mennesket ikke lenger oppholder seg ombord, vil nye tekniske utfordringer oppstå. De nye risikomomentene må derfor indentifiseres og håndteres, slik at fortsatt trygg drift kan skje.

Det overordnede temaet for denne bacheloroppgaven er å belyse risiko knyttet til autonome maritime systemer, med fokus på overflateskip.

1.1 Problemstilling og mål

Avhandlingens formål er å være et bidrag til temaet og belyse situasjonen slik den er nå. Formålet er ikke kun å fremstille utfordringene som eksisterer, men også undersøke grunnlaget for utfordringene. Oppgavens problemstilling har blitt definert som «*hvordan kan risiko hos maritime autonome passasjerskip modelleres og analyseres?*». Dette er spørsmålet som det ønskes å finne et svar på. Jeg syntes det var interessant å skulle identifisere nye og eksisterende risikomomenter tilknyttet autonome overflateskip, da dette er en pågående diskusjon innenfor fagmiljøet. Ingen har et godt svar på det for øyeblikket. Hvilke nye perspektiver som man vil måtte forholde seg ved ulik grad av maritim autonomi, vil bli vist til senere.

Sentrale spørsmål vil i hovedsak bli utforsket gjennom en oversiktsstudie basert på arbeid utført av fremtredende forskere i maritim industri. Det har blitt valgt ut til sammen syv artikler for å belyse problemområdet. I tillegg til litteraturgjennomgangen har jeg intervjuet en fremtredende forsker og en industriaktør for å få en bedre forståelse av risikobildet.

Risikoanalyse av autonome overflateskip er generelt vanskelig å gjennomføre, da det gjelder ny og uprøvd teknologi. Det vil si at det foreligger et svært begrenset statistisk grunnlag for å kunne utføre målinger/analyser. At det er et komplisert teknisk system gjør også at interaksjonene i systemet blir komplekse og dermed vanskelig å skille ulike risikofaktorer fra hverandre.

Det finnes få publikasjoner og artikler som adresserer utfordringen rundt analyse og modellering av risiko hos slike system. For å besvare forskningsspørsmålet har en bredde i artiklenes/deltakernes opplevelse og bakgrunn vært viktig. På den måten kan det gis et mer nyansert bilde av ulike synspunkter og faktorer. Deres forutsetninger og tanker kan sammenlignes, for så å se om det er enighet mellom industri og forskning.

For å løse problemet som er formulert i problemstillingen ble tre forskningsspørsmål utformet. Disse operasjonaliserer problemstillingen og henspiller også hensikten med studiet:

1. Er eksisterende modeller i stand til å måle risiko?
2. Hvordan bidrar programvare og mennesket til risikonivået?
3. Hvordan overvåkes risikonivå med hensyn til systemkrav?

Første forskningsmål ønsker å identifisere hvilke risikopåvirkende faktorer som spiller inn på vurderingen av risiko hos et autonomt maritimt system. Risikopåvirkende faktorer viser til ulikhetene mellom autonom skipsfart og konvensjonell skipsfart. Med grunnlag i forskningsspørsmål 1 skal forskningsspørsmål 2 definere gjeldende momenter for risikovurdering hos maritime systemer, samt anvendelsen på autonome maritime systemer. Det blir utforsket hvilke metoder som eksisterer og om de eventuelt kan justeres til å passe autonome overflateskip.

Det andre forskningsspørsmålet tar for seg programvare, og samhandlingen mellom denne og menneskelige operatører. På den måten vil en kunne se hvordan disse faktorene påvirker driften av et autonomt maritimt system.

Gjennom forskningsmål 3 blir det utviklet risikomodeller, slik at informasjonen fra de to foregående forskningsmålene kan visualiseres. Etter at risikomodellene har blitt belyst, oppstår enda en viktig faktor hos drift av autonome maritime systemer. Forskningsspørsmålet tar for seg hvordan risikonivå kan overvåkes. Som følge av dette ble et fjerde forskningsmål

utarbeidet. Dette forskningsmålet baseres på informasjon som er tilegnet de tidligere forskningsmålene.

Med bakgrunn i disse forskningsspørsmålene har det blitt utviklet følgende fire forskningsmål som skal belyses i arbeidet:

- Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos autonome maritime systemer.
- Definere gjeldende momenter for risikovurdering av og anvendelse på autonome maritime systemer.
- Utvikling av modeller for programvare og menneskets innflytelse på risiko.
- Utvikling av metode for risikoovervåkning av autonome maritime systemer.

1.2 Avgrensning av tema

Når studiegrunnet skal utvikles, må det være en balanse mellom gjennomførbarhet og muligheter fremtiden byr på. Imidlertid må antagelser bli gjort for å kunne identifisere fremtidige risikoer som følge av overordnet forskningsspørsmål. I denne sammenhengen antas det at autonomi faktisk vil ha en fremtredende rolle i skipsfarten de neste årene. Dette er fundamentalt for å kunne begrunne avhandlingens omfang og relevans. Maritime autonome overflateskip er fortsatt svært konseptuelle. Som følge av dette er det viktig å ikke være begrensende ovenfor dagens situasjon, men samtidig passe på at det ikke blir for futuristisk. For stor grad av futurisme kan føre til at resultatene ugyldiggjøres og frembringe et urealistisk resultat. Emnet gir rom for diskusjon og derfor uenigheter. På bakgrunn av dette har oppgaven blitt begrenset til ett definert sett parametere. I denne avhandlingen er begrensningene som følger:

Som tidligere vist til, eksisterer det flere typer autonome maritime systemer. Passasjerskip omhandler autonome maritime overflateskip. Derfor vil denne avhandlingen rette fokus mot denne typen skip for å kunne begrense omfanget. Maritime autonome overflateskip er fortsatt under utvikling, og det meste befinner seg fortsatt i konseptfasen. Etersom grunnlaget for data enda er begrenset, kan ikke tilstrekkelige statistikker utarbeides. Det er derfor krevende å kvantifisere modeller.

Innhenting av relevante eksempler for maritime autonome overflateskip er basert på litteraturstudie. Beskrivelsen av autonome maritime systemer i denne avhandlingen er ikke nødvendigvis egnet for fremtidig bruk. Slike systemer utvikles kontinuerlig, noe som kan bety

at fremtidige systemer opereres ulikt. Det eksisterer ulike konsepter rundt autonome maritime systemer, noe som betyr at informasjonsoverføringen mellom disse må behandles med omhu. F.eks. kan det være momenter for undervannsfartøy som ikke egner seg til bruk hos overflateskip. Det betyr likevel ikke at alle resultater regnes som ugyldige, og det vil være mulig å overføre kunnskap mellom disse ulike konseptene.

Avhandlingen tar i hovedsak utgangspunkt i risiko med større skadepotensiale. Som skader på system, eiendeler, mennesker og miljø. I og med at oppgaven ikke kun omhandler generelle overflateskip, men også retter fokus mot passasjerskip, er det naturlig med en mer utstrakt drøftelse av spesifikke risikomomenter for denne typen skip. Likevel er de generelle prinsippene for autonome overflateskip like, noe som betyr at det meste vil være av generell relevans for skipstypen.

2 Teoretisk bakgrunn

Det teoretiske aspektet vil presentere informasjon som er aktuelt å tilknytte seg for å skape en bedre forståelse av hva oppgaven skal uttrykke. Det vil forklares hva risiko og automasjon omhandler, samt sentrale konsepter i skipsautonomi. Videre blir det forklart hva som betegner autonomiens ulike nivåer, og hvordan mennesket bidrar til bestemmelse av risikonivået. Til slutt vil det legges frem teori om risikohåndtering av autonome maritime systemer og overflateskip. Teorien vil senere bli brukt i analysen av datamaterialet.

2.1 Risiko og automasjon

Automasjonsteknologien utvikler seg i et høyt tempo, og det tilegnes mer kunnskap rundt dette hele tiden. Særlig har det vært knyttet sterkt fokus mot autonomi innenfor den landbaserte transporten de siste årene. Her vil det være mulig å trekke ut flere erfaringer, da det vil være kjennetegn som går igjen. Denne seksjonen skal oppsummere tidligere arbeid tilknyttet autonome maritime systemer og maritime autonome overflateskip, risikostyring og programvarens innflytelse på risikohåndtering.

Risiko er et begrep som kan tolkes på ulike måter, og dette begrepet vil være gjengående gjennom avhandlingen. Begrepet må derfor klargjøres i forkant. Risiko er *effekten av usikkerhet på målene* (ISO 31000, 2009). Videre kan risiko forklares som en kombinasjon av *hendelser og konsekvenser, samt tilhørende sannsynlighet for at det forekommer* (ISO 31000, 2009). Målet for at noe skjer kan settes til sannsynlighet eller frekvens.

Risikostyring av en organisasjon omfatter *koordinerte aktiviteter for å lede og kontrollere en organisasjon med hensyn til risiko* (ISO 31000, 2009). Det er ett sett med komponenter som *angir grunnlag og ordninger i organisasjonen knyttet til utforming, implementering, overvåking, samt gjennomgang og kontinuerlig forbedring av risikostyring i hele organisasjonen* (ISO 31000, 2009).

Risikovurdering er en prosess som handler om å finne svar på spørsmål tilknyttet risiko. Den består av en *overordnet prosess bestående av risikoidentifikasjon, risikoanalyse og evaluering av risiko* (ISO 31000, 2009). Risikoidentifikasjon er en *prosess for å finne, gjenkjenne og beskrive risikoer* (ISO 31000, 2009). Risikoanalyse er en *prosess for å forstå arten av risiko, og for å bestemme risikonivået* (ISO 31000, 2009). Evaluering av risiko er en *prosess for å*

sammenligne resultatene av risikoanalyse med risikokriterier for å bestemme om risikoens størrelse er akseptabel (ISO 31000, 2009). En kilde til nød som kan skade en eiendel (Rausand, 2011) kalles for en fare.

Nå som disse konseptene har blitt definert, kan risikoen knyttet operasjon av autonome maritime systemer (AMS) defineres og adresseres. Når det gjelder maritime autonome overflateskip skal risikoanalysen finne muligheten for at noe skjer (kollisjoner, grunnstøting, stranding osv.), og vurdere alvorlighetsgraden rundt de tilknyttede konsekvensene. F.eks. kan det oppstå skade på overflateskipet, skade på andre skip og infrastruktur, forurensning miljøet eller skade/tape last (Kretschmann mfl., 2015, s. 8-12). Innenfor konvensjonell sjøfart er kollisjoner, kontakt og grunnstøting de største bidragsyterne til risikonivået. Hvert år fører skipskollisjoner og grunnstøtinger til hundrevis av tapte liv, økonomiske tap, miljømessige ødeleggelser og andre uønskede hendelser. Derfor blir mange av ytelsesmålene i designfasen rettet mot å holde ulykker og forstyrrelser på et akseptabelt nivå, slik at alle interessenter blir ivaretatt (Pedersen, 2010, s. 243-244).

2.2 Sentrale konsept i skipsautonomi

Det eksisterer ingen konkret definisjon av et «skip». Derfor vil det være ulike synspunkter på definisjonen. Det kan beskrives som et fartøy med egen fremdrift og styringssystem, som brukes til å frakte last eller mennesker. Beskrivelsen antyder at det er av en viss størrelse og lengde (Rødseth & Nordahl, 2017, s. 5). På bakgrunn av Norsk lov, blir fartøy på havet med en lengde på 15 m eller mer definert som skip (Rabbevåg, 2018). Videre er et passasjerskip et skip som kan føre mer enn 12 passasjerer, eller fartøy som fører færre enn 12 passasjerer og skal inneha passasjersertifikat (Sjøfartsdirektoratet, 2020).

Et autonomt system kan innbefatte ubemannet, ut i fra hvilken kontekst det knyttes opp mot. En rekke bemannede systemer vil inneha visse funksjoner som er autonome. Ofte vil slike autonome systemer være sterkt knyttet til ubemannede systemer, noe som gjør det viktig å skille de fra hverandre (Utne mfl. 2017, s. 2). I tråd med den generelle oppfatningen av disse begrepene gjelder de slik:

- **Autonomi:** dette skipet er i stand til å utføre oppdrag uten eller med et redusert bromannskap. Det betyr nødvendigvis ikke at skipet driftes uten noen form for menneskelig representasjon (Rødseth & Nordahl, 2017, s. 7).
- **Ubemannet:** innebærer at det ikke er et representert bromannskap. Likevel vil det kunne være mannskap ombord skipet (Rødseth & Nordahl, 2017, s. 7).

Autonomi og automasjon er også to begreper som ofte blir brukt om hverandre, selv om disse konseptene kan innebære det samme. Betydningen av automasjon er at oppgaver som tidligere har blitt utført av mennesker, nå blir utført av tekniske systemer istedenfor. Et autonomt system er automatisert. Likevel er ikke nødvendigvis et automatisert system synonymt med et autonomt. Autonomi er et begrep som handler om mer enn å bytte ut menneskelig operatører med teknologiske systemer. Når et systems autonomi skal defineres, vil flere aspekter måtte betraktes. (Thieme, 2018, s. 2018)

Konseptet rundt et autonomt system er basert på fire gjensidige avhengigheter:

1. Første avhengighet omhandler et system med en rekke sensorer som informasjon om eksterne (objekter på sjøen, bølger, vind osv.) og interne (systemer, lasteforhold, maskineri osv.) forhold.
2. Dette systemet gjelder algoritmer og programvare som tolker data fra sensorer, slik at passende handlinger kan utføres.
3. Tredje system tar hensyn til kontrollsenteret på land som bekrefter/omgjør valgene det autonome systemet foretar seg.
4. Siste system er selve skipet og dets spesialisering som inkluderer nye konstruksjonsmaterialer og redundansmekanismer som slår inn ved systemfeil.

(Karlis, 2018, s. 121)

2.3 Autonomiens nivåer

Graden av autonomi kan bestemmes gjennom beregninger som viser til detaljerte beskrivelser av det autonome systemet/operasjonen. Dette inkluderer kommunikasjonsstruktur, operatørvhengighet, grensesnitt mellom menneske og maskin, et dynamisk/elektronisk risikostyringssystem, planlagte funksjoner, intelligens og oppdragets kompleksitet (Utne mfl., 2017, s. 3.)

Utfordringen med autonomi er samarbeidet på tvers av mennesket og systemet. En høyere grad av autonomi vil kreve bedre forståelse mellom menneske og system. Systemer eksisterer derfor for å vise graden av autonomi (Utne mfl. 2017, s. 4). Definerings av autonomiens nivåer har vært gjenstand for mye oppmerksomhet. Det eksisterer en rekke klassifikasjonssystemer. De er utarbeidet med forskjellige formål og varierende vektlegging av autonomiens egenskaper (Rødseth, 2018, s. 19). For å forenkle klassifiseringen henvises det her til to mest brukte systemene for å bestemme graden av autonomi: Sheridans ti nivåer og et standard system på fem nivåer for autonome overflateskip (Rødseth, 2018, s. 23). Sheridans ti nivåer illustreres i tabell 2.1.

Tabell 2.1 Sheridans ti nivåer, presentert av Rødseth (2018)

Grad av autonomi	Beskrivelse
1	Ingen assistansen fra teknologien, mennesket utfører alt.
2	Teknologien tilbyr assistanse med å vise til alternativer.
3	Alternativene innskrenkes til noen få.
4	Foreslår kun ett alternativ.
5	Dette alternativet gjennomføres, så fremt mennesket godtar.
6	Systemet velger alternativet, men gir beskjed til mennesket før det gjennomføres.
7	Systemet gjennomfører jobben automatisk, mennesket varsles om nødvendig.
8	Systemet gjennomfører jobben automatisk og varsler mennesket kun ved forespørsel.
9	Systemet gjennomfører jobben automatisk og bestemmer selv hva mennesket blir informert om.
10	Mennesket ignoreres, alt blir bestemt av teknologien, systemet opererer autonomt.

Tabell 2.1 viser en tabell bestående av en 10-punkts skala. Ved høyere nivå representeres en økende grad av autonomi, altså at teknologien gradvis overgår menneskelige handlinger. F.eks. er mennesker sterkt delaktig ved nivå 2. Her blir det gitt flere alternativer, men systemet kan ikke si noe rundt hvilket alternativ som burde velges. Ved høyere nivå blir menneskets påvirkning gradvis innskrenket, og systemet tar overhånd (Sheridan, 2000, s. 287).

Tabell 2.2 viser den generelle skalaen for beskrivelse av autonomiens nivåer, som er blitt presentert av Rødseth (2018). Denne er utelukkende utarbeidet for maritime autonome overflateskip.

Tabell 2.2 Nivåer hos maritime autonome overflateskip (MASS), presentert av Rødseth (2018)

Grad av autonomi	Beskrivelse
0	Skipet er fullt bemannet, menneskene tar alle avgjørelser
1	Mennesker regisserer, og avhenger av systemer for å samle data og ta avgjørelser.
2	Mennesker delegerer og overvåker. Avhenger av at systemer tar valg og iverksetter handlinger.
3	Likt forrige grad, bare forsterket avhengighet til systemene.
4	Skipet er ubemannet. Opererer uten innspill fra mennesker.

Det kan også være verdt å nevne skalaen utarbeidet av Utne mfl. (2017). Denne presenterer autonome nivåer som adresserer et generelt autonomt system, men er også godt egnet til bruk hos autonome maritime systemer (AMS). Denne skalaen er gjengitt i tabell 2.3.

Tabell 2.3 Nivåer i generelle autonome maritime systemer (AMS), presentert av Utne mfl. (2017)

Grad av autonomi	Operasjonstype	Beskrivelse
1	Automatisk drift (eksternt kontrollert)	Et AMS operer automatisk. Mennesker opererer og kontrollerer alle fasene, samt fører planlegging på et høyt nivå. Data knyttet til oppdrag og miljø blir presentert gjennom HMI (human-machine interface) til de menneskelige operatørene.
2	Ledelse etter samtykke	Et AMS gir anbefalinger til de menneskelige operatørene, med foreslåtte oppdrag eller prosessrelaterte handlinger for spesifikke funksjoner. AMS ber om informasjon eller beslutninger fra de menneskelige operatørene tilknyttet kritiske/viktige funksjoner i oppdraget. Et slikt AMS kan innbefatte begrenset båndbredde i kommunikasjonen, basert på avstanden til den operasjonelle basen. Et AMS er også i stand til handle uavhengig av de menneskelige operatørene under en viss periode, men det må da være delegert slik.
3	Semi-autonom drift eller ledelse etter samtykke	Et AMS tar egne beslutninger dersom den nødvendige reaksjonstiden for menneskelige operatører ikke er tilstrekkelig. De menneskelige operatørene har muligheten til å endre enkelte parametere og avbryte eller om dirigere visse handlinger innen en gitt tidsramme. De menneskelige operatørene blir spesifikt varslet og påkalt ved visse unntak og avgjørelser.
4	Sterk autonom drift	Et AMS utfører et oppdrag eller en prosess uten innspill fra menneskelige operatører. Det kan planlegge eller re-arrangere sine handlinger for å oppnå et oppdrag eller utføre en prosess. De menneskelige operatørene kan tilegne informasjon rundt fremgangen, men det autonome maritime systemet operer uavhengig og er intelligent i et ofte ustrukturert miljø.

Tidligere i teksten ble det nevnt at ubemannet ikke er det samme som autonomt. Et maritimt overflateskip som er autonomt kan være bemannet, mens broa til tider er ubemannet. Det er mulig å kontrollere et ubemannet skip eksternt, noe som kan lokaliseres til nivå 1 i skalaen for autonomiens nivåer. Det er forventet at ulike konsepter for maritime overflateskips autonomi vil oppstå. Disse vil være med på å adressere autonomiens forskjellige nivåer, samt bruke ulike operasjonelle konsepter. Men dette vil avhenge av hvordan maritime autonome overflateskip blir anvendt (Rødseth & Burmeister, 2015, s. 257-364).

2.4 Programvarens bidrag til bestemmelse av risikonivå

Når man arbeider med autonome maritime systemer blir naturligvis programvare en sentral faktor. Man finner programvare i sensorer, kontrollsystemer, veiledning og navigasjonssystem. Ved bruk av HMI (human-machine interfaces) kan det føres bruk av fjernkontrollering på land og ombord fartøyet. Årsaken til at programvare feiler kommer hovedsakelig av designfeil, og i motsetning til maskinvaresystemer er ikke programvarens feilrate tidsavhengig (Thieme, 2018, s. 17). Det er tidligere ikke blitt gjort noen forsøk som inkluderer programvarens bidrag i risikovurderingen av autonome maritime systemer. Når det kommer til påliteligheten i programvaren, vil dette være et krevende moment. Derfor henvises det her til noen modeller for programvarepålitelighet, som viser til deres funn i systemanalyse. Disse kan brukes som eksempler på referanser og modelleringer.

Chu mfl. (2010) tok for seg tilgjengelige kvantitative pålitelighetsmetoder for programvare, som ble utført med hensikt til å lage en oversikt over potensielle metoder for å kvantifisere feilrate i programvare og sannsynligheten for feil i digitale systemer (Chu mfl., 2010, s. 7-1).

Yamada (2014) bruker en total kvalitetssikring som utgangspunkt for programvareutvikling, altså alle fasene i utviklingsprosessen. Dette innebærer at kravspesifikasjon, design, koding og testing må være styrt systematisk, slik at innføring av programvarefeil forhindres i størst mulig grad. I tillegg skal eventuelt innførte feil i programvaresystemet oppdages så tidlig som mulig. Konseptet total kvalitetssikring innebærer i utgangspunktet å kvalitetssikre produktene fra en fase til den neste (Yamada, 2014, s. 1-2).

Det er også en anbefalt praksis for programvarens pålitelighet utgitt av Instituttet for elektro- og elektronikingeniører (IEEE, 2016). Her poengteres det at spådommene av programvarens

pålitelighet vil øke tilliten hos påliteligheten til sikkerhetskritisk programvare. Programvaren som ble utviklet tok for seg en ny tilnærming, ved at kriterier i programvaresikkerheten, risikoanalysen, pålitelighetsprognosen og stoppreglene under testing ble integrert (IEEE, 2016). Uansett, det er ikke nødvendigvis slik at pålitelige programvarer er trygge, og kan ved visse tilfeller påvirke risikonivået. Derfor vil metoder for systempålitelighet kun være anvendelig i begrenset grad når bidraget til risikonivå blir vurdert (Garrett & Apostolakis, 1999, s. 23).

2.5 Menneskelige faktorer

I beregning av sannsynligheter med mennesket i fokus oppstår ofte uenigheter, på bakgrunn av at menneskers atferd er problematisk å forutsi. Når man skal kartlegge modeller knyttet til interaksjonen mellom mennesket og autonomien, må disse være i stand til å redegjøre for faktisk menneskelig atferd rundt automatisering. Dette blir problematisk, ettersom alle mennesker er ulike, og beskrivelser av reelle systemutfall blir derfor krevende. Likevel må man prøve å gjøre en beregning på dette, ettersom det er kritisk for støttesystemets kravspesifikasjoner, utover den konseptuelle designfasen og ingeniørpraksisen. Ved beregninger av disse behovene kan det gjøres antakelser som ikke stemmer. Kanskje er ikke behandlingen av menneskelig informasjon nøyaktig i forhold til den menneskelige bruken av automatisering. Som følge av dette kan forventningene til utfallene av autonomiens nivåer bli unøyaktige (Kaber, 2018, s. 8).

For å spesifisere menneskets rolle ved bruk av autonomi, kan pipeline-modellen danne en forståelse av menneskets informasjonsprosess ved ulike grader av autonomi.



Figur 2.1 Menneskelig informasjonsprosessering, pipeline-modellen, presentert av Rødseth (2017)

Figur 2.1 fremhever at ved høyere grad av autonomi, vil menneskets ansvar bevege seg mot høyre i modellen. Dette gir ikke nødvendigvis støtte til autonomien, ettersom det alltid vil kreves en viss tilstedeværelse fra mennesket. Når modellen beveger seg mot høyre kan det påvirke bevisstgjørelse av situasjonen i negativ forstand, ettersom operatøren distanseres mentalt fra den fysiske realiteten. Det vil derfor være viktig å være observant på klassifiseringen av autonomnivå, da dette verktøyet kan ha vanskeligheter med å forutsi menneskelig atferd og systemets opptreden (Rødseth, 2018, s. 19).

Kaber (2018) poengterte bl.a. at autonomiens nivå ikke alltid ville være et nøyaktig verktøy for å forutsi menneskets atferd eller systemets opptreden. Når automatiserte systemer blir tatt i bruk av mennesker kan det oppstå enkelte problemer. Ved økt bruk av autonomi vil interaksjonen mellom mennesket og systemet endres. Hvordan denne interaksjonen foregår i praksis vil ikke alltid kunne fanges opp av autonomiens nivåklassifisering. Dette kan komme av (Kaber, 2018, s. 17-20):

- **Selvtilfredshet:** dette regnes som en mangel på mistanke av systemets tilstand, som handler om begrenset bevisstgjøring av hvordan systemet skal driftes. Det kan være at systemoperatøren er fornøyd med ytelsen, men ikke er bevisstgjort på andre trygge og mer effektive metoder for drift av systemet.
- **Tilfredsstillende:** er en oppførsel der man aksepterer den enkleste løsningen som oppfyller minimumsnivå for ytelse, noe som kan være vanlig i rutinearbeid. Det kan være en representasjon av at han/hun unngår å gjøre en innsats, ved at det aksepteres en løsning som tilfredsstillende minimumskravet. Tilfredsstillende kan identifiseres som at noe er «godt nok». Det unngås å utforske andre muligheter.
- **Mangel på situasjonsbevissthet:** det er mangel på forståelse for å velge riktig nivå av autonomi. Operatøren er ikke innforstått med situasjonen, og er ikke i stand til å ta de valgene som situasjonen krever av mennesket.

Man kan si at de overnevnte problemene kan settes i sammenheng med figur 2.1, type interaksjon mellom mennesket og systemet, nevnt av Kaber (2018). Mennesket har altså i oppgave å kontinuerlig overvåke systemet, mens det meste av arbeidet blir utført av automatiseringen (Rødseth, 2018, s. 20).

2.6 Risikohåndtering hos autonome maritime systemer (AMS)

Risikohåndtering av maritime autonome overflateskip har blitt forsket på til en viss grad. Risikovurdering har blitt adressert av Utne mfl. (2017), men dette gjelder et bemannet eller ubemannet AMS, der ulike nivåer av autonomi presenteres. Artikkelen legger først frem en definisjon av risiko, og hva som spiller inn ved bestemmelse av denne.

Det blir presentert at risiko vanligvis defineres ved å ta stilling til en bestemt uønsket hendelse e_i (event), dens årsaker og potensielle konsekvenser c_i (consequences), som er assosiert med

sannsynligheter p_i (probabilities). i blir brukt som en indeks til å fange opp relevante hendelser. På den måten kan risikoen for en gitt aktivitet fremstilles som en tripplett (Utne mfl, 2017, s. 3):

$$\{e_i, p_i, c_i\} \quad (2.1)$$

Et viktig poeng er at sannsynligheter kan være lik ved to situasjoner, men kunnskapens styrke brukt til etablering av sannsynlighetene kan være avvikende. Dette vil si at ved ett enkelt tilfelle, kan sannsynligheten være basert på relevant kunnskap og data om det studerte fenomenet, mens det andre fenomenet innehar sterke begrensninger til relevant data og kunnskap (Aven & Krohn, 2014, s. 1). Relevant for oppgaven kan dette bety at ved ny teknologi, vil kunnskapens styrke reduseres, men usikkerheten øker.

Et annet perspektiv på risiko blir presentert av Utne mfl. (2017). Dette består av sannsynlighetsbasert tenkning, kunnskapsdimensjonen og overraskelser. Dette perspektivet kan defineres slik:

$$\{a_i, c_i, q\} | k \quad (2.2)$$

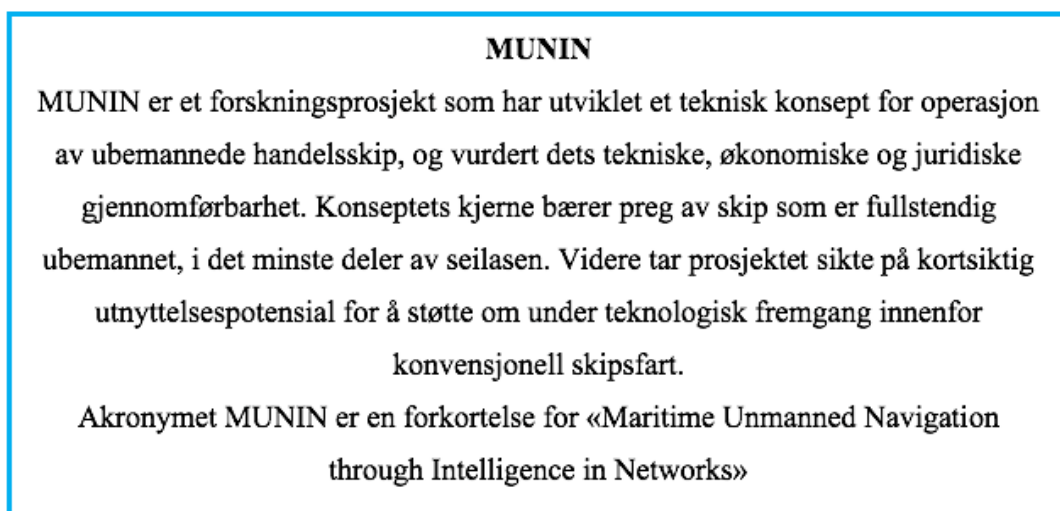
a er en farlig hendelse, c er konsekvensene som følge av a , q er et mål på usikkerhet, og k er bakgrunnskunnskapen som brukes til å bestemme a , c og q (Utne mfl. 2017, s. 3). Et sentralt aspekt er at bakgrunnskunnskapen som sannsynlighet baseres på, vil kunne skjule sentrale aspekter av risiko og usikkerhet. F.eks. kan det oppstå en mangel på forståelse for visse underliggende fenomener, og sterke antagelser kan ha oppstått ved fastsettelse av sannsynlighetsverdiene. Dette tilsier at det ikke bare burde fokusere på sannsynlighetene, men de kvalitative aspektene må i tillegg vektlegges. Dette kommer av at sannsynligheter kun er et verktøy for å uttrykke usikkerheten i tilgjengelig kunnskap, og som alle andre verktøy har det sine begrensninger. En sannsynlighet vil ikke alltid være nøyaktig nok til å beskrive alle usikkerhetene i bakgrunnskunnskapen og antagelsene (Khorsandi & Aven, 2013, s. 873-874).

Et autonomt systems kompleksitet er ofte preget av usikkerhet. Systemer og oppdrag av stor kompleksitet vil være krevende å knytte kunnskap til. Kompleksiteten relateres til oppdrag og operasjon, driftsmiljøet og selve systemet. Systemets kompleksitet vil karakteriseres av antall I/O (output/input)-kanaler, sensorer, mangfold av komponenter, og funksjonalitet. Det er altså mye å vurdere når systemets kompleksitet skal måles. Risikoen knyttet til visse teknologiske

systemer kan være godt dokumentert, men interaksjon mellom disse risikoene og andre risikoer kan skape uventede ikke-lineære og stokastiske effekter. Systemer med innebygd programvare og høy grad av funksjonell integrasjon er komplekse. Dette kommer av at fysisk separasjon og segregering av komponenter vil kunne overstyres av programvare og kontrollsystemer som opererer over fysiske grenser og atskilte system (Utne mfl., 2017, s. 3).

2.7 Risikohåndtering av maritime autonome overflateskip (MASS)

Maritime autonome overflateskip er en videreføring av AMS. Her har langt mindre forskning blitt gjort. Rødseth mfl. (2015, 2017) har gjort flest publikasjoner med fokus på overflateskip. De tar MUNIN-prosjektet som utgangspunkt for sin beskrivelse.

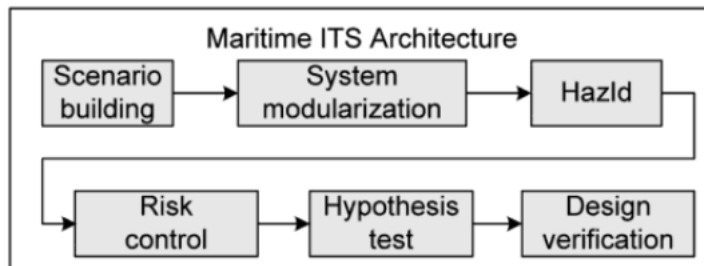


Figur 2.2 Forklaring av forskningsprosjektet MUNIN, presentert av MUNIN (2012)

Når Rødseth mfl. (2015, 2017) presenterte sin tilnærming til risikovurdering av autonome overflateskip, var det med utgangspunkt i MUNIN-prosjektet (figur 2.2). Denne metoden skal dekke følgende teknologiske aspekter:

1. Prosessdesign for effektivt samarbeid mellom kontrollsenteret på land og skipet.
2. Identifisere og redusere risikofaktorer til et akseptabelt nivå.
3. Effektiv implementering ved bruk av standarder og mekanismer som fremmer interoperabilitet.

Denne metodikken, slik foreløpig ser ut, er illustrert i figur 2.3. Metoden baseres på en formell sikkerhetsanalyse som er utarbeidet og brukt i IMO (International Maritime Organization). Den viser også metoder brukt til å verifisere kritiske designbeslutninger gjennom hypoteseformuleringer og tester. (Rødseth & Tjora, 2014, s. 156)



Figur 2.3 Oversikt over metode basert på formell sikkerhetsanalyse, presentert av Rødseth & Burmeister (2015, s. 359)

Videre har det blitt forsket på identifikasjon av fare og risikokontroll. Rødseth og Burmeister (2015) har nevnt farer tilknyttet autonome overflateskip med behov for vurdering. I tabell 2.4 presenteres det identifiserte alternativer for risikokontroll knyttet til farer som ansees som uakseptable.

Som tabell 2.4 viser er flytende objekter et faremoment. Farer oppstår gjerne fra utløsende hendelser, noe dette representerer. Et flytende objekt kan føre til fare for skipet, eller det burde rapporteres som følge av at det kan inneholde personer med behov for hjelp. Dersom risikokontrollene feiler, kan det føre til tap, ved at systemet ikke klarer å oppdage objektet (Rødseth & Tjora, 2014, s. 158).

Tabell 2.4 viser kun de farene som er klassifisert som uakseptable, men det er kun den ene klassifiseringen. De sorteres etter risikonivå, som er sannsynlighet multiplisert med konsekvens. Klassifiseringene er sortert til uakseptabelt (høy konsekvens og høy sannsynlighet), akseptabelt (lav konsekvens og lav sannsynlighet) eller «så lavt som det er praktisk mulig». Farene «uakseptable» må elimineres eller reduseres, og farene under «så lavt som praktisk mulig» bør undersøkes for optimal risikoreduksjon (Rødseth & Tjora, 2014, s. 158).

Tabell 2.4 Uakseptable farer med alternativer for risikokontroll, presentert av Rødseth & Burmeister (2015, s. 361)

	Farer klassifisert som uakseptable	Risikokontroll
1	Kritisk å vite hvordan det samhandles med andre skip, enten det er ved å følge farger eller ikke. Navigasjon og antikollisjonssystemer må testes nøye.	<ul style="list-style-type: none"> - Unngå tett trafikk - Detektere objekter og klassifisering - Landbasert kontrollsenters som kommuniserer med skip
2	Det er avgjørende å gjenkjenne og klassifisere små til mellomstore objekter, ettersom dette kan være alt fra vrak til personer. Funksjonen må derfor være godt testet.	<ul style="list-style-type: none"> - Forbedrede vedlikeholdsrutiner - Forbedret tilstandsovervåking - Redundans i fremdrift
3	Ved feil i gjenkjennelse av objekter, særlig ved dårlig sikt, kan kollisjoner oppstå. Den avanserte sensormodulen må være i stand til å verifisere alle typer objekter, også i utfordrende værforhold.	<ul style="list-style-type: none"> - Radar og AIS integrert i objektgjenkjenning - Varsel fra det landbaserte kontrollsentret ved tvil
4	Når det oppstår brudd på fremdriftssystemet vil ikke skipet kunne bevege seg. Et godt overvåknings- og prognosesystem blir nødvendig for å minske disse hendelsene.	<ul style="list-style-type: none"> - Legge opp rute etter vær - Indirekte kontroll fra landbasert kontrollsenter
5	I kraftig nedbør kan det bli utfordrende å føre trygg manøvrering av skipet. Det er nødvendig å unngå kraftig vær, samt at det må undersøkes forbedrede metoder for fjernkontrollering av skipet.	<ul style="list-style-type: none"> - Infrarødt kamera og høyoppløselige sensorer - Varsel fra landbasert kontrollsenter ved tvil

Av Wróbel mfl. (2018) ble det utviklet en struktur for sikkerhetskontroll av autonome maritime systemer. Gjennom analysen teoretisk prosessanalyse var målet å foreslå mulige måter å øke systemets sikkerhet, samt vurdere effektiviteten hos tiltakene. Analysen fremhevet foreløpig status, og adresserte usikkerheten rundt utformingen av maritime autonome overflateskip. Resultatene fra analysen viste at implementering av fjernstyrte handelsfartøy og ubemannede skip måtte bestå av kontroller på regulatoriske, organisatoriske og tekniske plan. Den tekniske delen bidro i størst grad til problemer rundt sikkerhetsrelaterte problemer, etterfulgt av

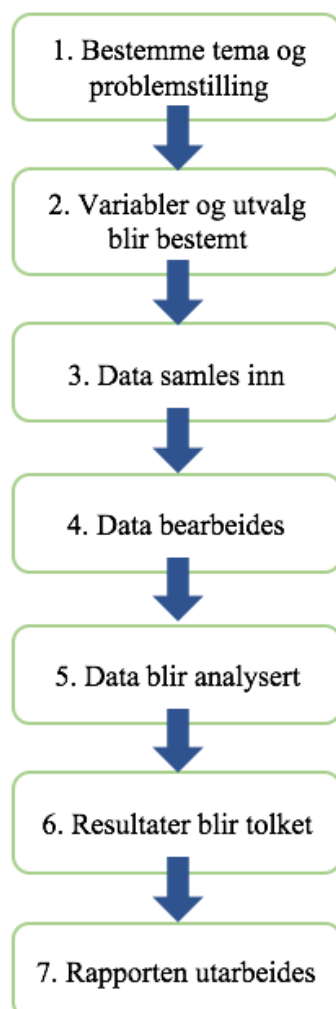
interaksjon mellom landbasert kontrollsentral og dets førende rammeverk (Wróbel mfl., 2018, s. 334-339).

Menneskelige operatører er relevante i arbeidet med fjernkontrollering av autonome overflateskip, men de er små bidragsytere i risikoen under drift (ibid). Imidlertid kan de gjennomføre en tilsynsrolle og kan måtte gjøre tiltak dersom det oppstår tekniske feil. Miljøet medfører ingen fare, ettersom autonome overflateskip må kunne beherske omstendighetene (ibid). Det må implementeres kontrollfunksjoner for sikkerhet på ulike nivå. Herunder alt fra regelverk over organisatoriske spørsmål, til tekniske løsninger for selve overflateskipet.

3 Forskningsdesign

Når man gjennomfører forskning er hensikten å tilegne seg og utvikle ny kunnskap om et fenomen. For å innhente og utvikle denne kunnskapen tar man i bruk systematiske fremgangsmåter. Denne forskningsprosessen kan deles inn i flere faser, som vist i figur 3.1. Det eksisterer forskjellige metodologier rundt ulike forskningstradisjoner. Metodologi kan forklares som generelle prinsipper for å utvikle kunnskap. Ved gjennomførelse av forskningsprosjekt vil det benyttes en form for metode (Grønmo, 2013, s. 42). I denne delen vil det bli redegjort for benyttet metode, samt hvorfor denne metoden er valgt. I tillegg blir det utforsket gode/dårlige sider ved forskningsdesignet. Mitt arbeid har fulgt de samme fasene som er beskrevet av Larsen (2017) i figur 3.1.

Å gjennomføre forskning er en prosess som gjerne kan deles inn i flere faser:



Figur 3.1 Forskningsprosessens faser, presentert av Larsen (2017, s. 18)

3.1 Metodebeskrivelse

Data er samlet inn gjennom litteraturstudie i form av et oversiktsstudie og intervju. Disse følger universitetets retningslinjer for en bacheloroppgave. Fremgangsmåten i datainnsamlingen presenteres under.

3.1.1 Oversiktsstudie

I denne avhandlingen har det blitt gjennomført et oversiktsstudie (eksisterende rapporter, utredninger, artikler, etc.), for å kunne beskrive eksisterende risikoelement og avbøtende tiltak, samt metoder for risikoanalyse. Dette er et studie som tar for seg alle relevante forskningspublikasjoner innenfor et avgrenset forskningstema (Tjora, 2017, s. 186). Et oversiktsstudie krever at det foreligger tilstrekkelig mengde med forskning om temaet som er bestemt. Utført forskning må også være kvalitetsfull, slik at det kan trekkes vurderinger og konklusjoner fra det som er blitt gjort tidligere (Forsberg & Wengström, 2013). I samfunnsvitenskapen blir oversiktsstudier eksempelvis brukt til å gi et innblikk i hvilke teorier og metoder som er blitt benyttet innenfor spesifikke forskningstema, for å vise hva man vet noe om. Som en del av alle artikler og oppgaver er det ofte en kortvariant av slike oversiktsstudier, kalt *oversikt over tidligere forskning*. På lik linje med andre studier blir utvalgskriteriene viktige. Det eksisterer i dag flere gode søkemotorer for både akademiske databaser (eks. Social Science Citation Index) og generelt tilgjengelige nettsteder (eks. Google Scholar). Likevel blir det hensiktsmessig å ta for seg vitenskapelige tidsskrifter fra de siste 5-10 årene, da disse kan være aktuelle for tematikken. Når det gjøres et oversiktsstudie, vil det ved å oppgi brukte søkeord, hvor de brukes, samt hvilke tidsskrifter og årganger man ser etter sikre bedre transparens (Tjora, 2017, s. 186).

3.1.2 Intervju

I tillegg til litteratursøket ble det gjort en kvalitativ fremstilling i form av to intervjuer, som et supplement til det som ble gjort i oversiktsstudiet. På den måten ble det vektlagt forståelse og sammenhenger fra den enkeltes perspektiv. Data som er skaffet på denne måten grunnir kvalitative egenskaper som undersøkelsespersonene besitter. Dette blir gjerne kalt for *mykdata*. Slik data illustreres gjerne i form av sitater og observasjonsbeskrivelser (Larsen 2019, s. 25). Det ene intervjuet ble gjort fra forskningens side, mens det andre ga et perspektiv på industriens standpunkt. De ble gitt de samme spørsmålene, slik at ulike synspunkt rundt spørsmålene kunne dekkes. Intervjuobjektene ble valgt ut i fra arbeidserfaring knyttet til autonome overflateskip

og utdanning. Ved å gjennomføre intervju vil det være mulig å fremskaffe informasjon på en annen måte. Å snakke med noen innen fagfeltet skaper et mer variert studie, i form av at man kan se nye fremstillinger som ikke er nevnt i litteraturen. Meninger om emnet gitt av personer/bedrifter skaper en annen atmosfære. Innhentet data fra intervju lar seg sjeldent generalisere i form av statistikk, men denne metoden har overførbarhet (Larsen, 2019, s. 27). Metoden blir som nevnt et supplement til denne avhandlingen, men den bidrar til å danne helhet og fullstendighet. Det vil forhåpentligvis danne et tydeligere mønster i avhandlingens problemområde.

3.2 Strategi ved litteratursøket

Å finne frem til artiklene knyttet til avhandlingen ble gjort på 3 ulike måter:

1. Det ble det gjort søk i databasene Google Scholar og NTNUs nettbaserte Universitetsbibliotek (Oria). De anvendte databasene har blitt introdusert tidligere i studiet, under metodefag. For å finne frem til artiklene i avhandlingen ble Google Scholar brukt. Årsaken til dette er at mange av artiklene som ble funnet hos NTNUs søkeportal ikke var tilgjengelig for visning. Ved å søke opp artiklene på nytt hos Google Scholar var det mulig å åpne relevante artikler funnet gjennom Universitetsbiblioteket (Oria).
2. Gjennom praksisopphold hos Sintef Ocean ble jeg gitt flere artikler som kunne være nyttig i arbeidet med valgt tema. Hos SINTEF Ocean er mye av allerede utført forskning blitt gjort på bygget. Som tidligere nevnt er temaet preget av at tidligere forskning tilhører et lite miljø. En god mengde av dette miljøet befinner seg hos SINTEF Ocean. I tillegg er instituttet for marin teknikk lokalisert i underetasjen. Mange utvalgte artikler er også hentet fra forskere på det marintekniske instituttet.
3. Ved enkelte anledninger ble det brukt den såkalte «snøballeffekten». Det vil si at jeg så på referanselisten til artikler som allerede var blitt funnet. På den måten ble det funnet flere passende artikler for temaet.

Gjennom praksisopphold hos SINTEF Ocean, med arbeid på prosjekt tilknyttet autonom skipsfart har jeg blitt gjort bevisst på god kunnskap innenfor emnet. I litteratursøkets prosess har jeg blitt bevisstgjort på forfattere med god kjennskap til autonom maritim skipsfart. Jeg har sterk tiltro til at artiklene som er blitt gitt av informantene hos SINTEF Ocean er godt egnet for avhandlingen. Dette er personer som arbeider fagfeltet på daglig basis. Ettersom emnet ikke har vært en del av Universitetets standardpensum, har tipsene fra SINTEF Oceans' ansatte vært av stor betydning.

3.3 Søkehistorikk

I databasene ble det brukt «avansert søk». På den måten ble det enklere å gjøre begrensninger i søkene. Årstall og språk ble derfor konkretisert i større grad. I søkene ble det lagt vekt på å finne artikler som ikke var skrevet for mer enn 10 år siden. Dette ble gjort på bakgrunn av at skipsteknologien er i stadig endring, slik at det som var relevant tidligere, kanskje ikke er like relevant i dag.

Ordene som ble brukt i databasesøkene var: Autonomous, autonomy, ship, maritime, surface, risk, marine, systems, operation, accidental, transport, human, analysis, technology, research, communication, network, reliability. Søkene ved bruk av disse ordene foregikk slik:

- Mange av ordene ble slått sammen, ved bruk av «in», «of» og «for» i mellom ordene. Dette for å legge vekt på hva søket gjaldt, slik at det sentrale for temaet ble synlig i søkeresultatet. F.eks. «risk of autonomy».
- Videre ble ord også slått sammen ved bruk av ordet «or», noe som er svært nyttig i avanserte søk. På den måten kunne databasen foreta to separate søk for hvert av ordene.
- Siste metode var å bruke ordet «and» mellom de brukte ordene. Dette gjorde at de ble kombinert, slik at det ga flere treff i søket.

Søkene ble begrenset til å kun gjelde norske og engelske artikler. I tillegg ble det i de fleste søkene satt en begrensning til å kun gjelde artikler utgitt fra 2010 til nå. Dette for å knytte søkene til nåtidens situasjon, særlig med tanke på teknologien. Informasjonen som ble funnet fra før 2010 ble ansett som data med mindre relevant nytteverdi for avhandlingen. I tabell 3.1 vises det til en oversikt over litteratursøket basert på database, avgrensninger, søkeord, antall treff og utvalg.

Tabell 3.1 Oversikt over litteratursøk

Database	Avgrensinger	Søkeord	Antall treff	Utvalg
Oria	2010-2020 Fagfellevurdert tidsskrift, Science & technology, artikkel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autonomous surface ship AND 2. Risk autonomy AND 3. Maritime 	114	Nr. 1, og nr. 7. For artikkel 1 benyttet jeg snøballeffekten, i tillegg til å sortere etter relevans. Artikkel 1 var svært relevant, og bidro til å henvise til flere relevante artikler av samme utgiver.
Oria	2013-2020 Fagfellevurdert tidsskrift, Artificial Intelligence, artikkel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autonomous marine systems AND 2. Network AND 3. Communication AND 4. Technology 	157	Nr. 1
Oria		Brukte snøballeffekten. Etter å ha lest artikler som var funnet, fant jeg flere artikler skrevet om emnet. Fikk også tilsendt noen artikler hos SINTEF Ocean, av forskere som hadde skrevet om temaet.	15	Fant flere artikler i referanselister og ble tilsendt noen. Nedjusterte dette antallet til 6, altså de artiklene som var mest nyttige for problemområdet.
Oria	2015-2020 Fagfellevurdert tidsskrift, Science & Technology, Technology, artikkel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Risk control AND 2. Autonomous ships AND 3. Reliability AND 4. Surface operation 	119	Så etter navn som hadde gått igjen ved tidligere søk, nr. 2 var svært relevant.

Ved enkelte tilfeller ble artikler i tabellen ekskludert tidlig, ettersom enkelte var «review artikler», i tillegg til at relevansen for arbeidet var lav. I ettertid ble årstallene ytterligere begrenset, dette som et virkemiddel for å redusere antall treff i søket.

Ved enkelte tilfeller ga ikke databasene ønsket resultat, i form av ønsket datainnhenting. Derfor ble «snøballeffekten» et nyttig redskap for å finne flere relevante artikler. Ved å se til referanselisten hos allerede brukte artikler ble det funnet nytt relevant fagstoff. Særlig knyttet til risikodelen var dette nyttig, slik at det ble funnet artikler som passet problemstillingen. Google Scholar ble her brukt til å åpne artiklene. Det eksisterer mye ulik kunnskap tilknyttet risiko, men ved hjelp av artikler som omhandlet maritime skip ble det enklere å knytte dette til avhandlingens hensikt. Tidligere ble det også nevnt at jeg ble tilsendt artikler fra ansatte hos SINTEF Ocean. Disse har lang fartstid innen forskningsområdet, og kjenner til mye av det som er forsket innenfor emnet. En stor del av utført forskning er blitt gjort hos marinteknisk institutt, samme bygg SINTEF Ocean holder til i.

3.4 Inklusjons- og eksklusjonskriterier i litteratursøk

Hensikten bak denne avhandlingen var å vise til nye og allerede eksisterende risikomomenter rundt autonome passasjerskip. På bakgrunn av dette er det ønskelig å rette perspektivet mot autonome passasjerskip. Derfor må det være tydelig hva jeg skal utforske i studiet når aktuelle artikler sorteres. Å utforme noen kriterier for hva som skulle inkluderes og ekskluderes i dette litteraturstudiet var derfor hensiktsmessig.

Inklusjonskriterier

- Autonome skip
- Passasjerskip i Norge
- Kunnskap og erfaringer rundt risiko
- Artikler innenfor de siste 10 årene
- Kvalitative og kvantitative forskningsartikler
- Språk: engelsk og norsk

Eksklusjonskriterier

- Ikke-autonome skip
- Landbasert transport
- Teknologi som ikke lenger er relevant
- Passasjerskip utenfor Norge
- Undervannsfartøy

I søkeprosessen der tidligere forskningsartikler ble kartlagt, måtte noen artikler også ekskluderes. I utvelgelsen av artiklene har det blitt gjort en grundig gjennomgang. Det startet med å lese artiklenes titler, for så å gjøre meg opp en formening om artikkelen kunne være relevant for oppgaven. F.eks. kunne enkelte artikler være preget av at de omhandlet andre former for transport, eller at de gjaldt autonome fartøy under havoverflaten. Etter det tok jeg for meg oppsummeringen til artiklene som var av størst interesse. Oppsummeringen forklarer hva den videre teksten i artikkelen omhandler. Til slutt leste jeg gjennom artiklene som var av størst verdi for avhandlingen. Ved å analysere disse nøye, ble mengden artikler avgrenset ytterligere, slik at det kun var igjen de mest passende for problemstillingen.

3.5 Analyse av data

Det vil anvendes valgt metode for å analysere hvordan nye sikkerhetsfunksjoner og risikoreduserende tiltak kan bidra til økt sikkerhet for passasjerer ombord, og videre muligheter for redusert sikkerhetsbemanning ombord. For sistnevnte kreves en nærmere analyse av forholdet mellom sikkerhetsfunksjoner og ulike bemanningsroller ombord. Derfor vil det gjøres en innholdsanalyse. En slik analyse blir av Forsberg og Wengström (2003) beskrevet som en metode der flere studiers resultater blir analysert. Ved å gjøre analyser i litteraturstudier blir det enklere å håndtere informasjonen og betydningsfulle mønstre i studiet kan identifiseres (Ibid).

For å vise til en struktur av artiklene som er blitt brukt i studiet, vil de presenteres i form av en tabell. I tabell 3.2 vises det til hvilke syv artikler som har blitt brukt i resultatdelen. Artiklene som er blitt benyttet kommer hovedsakelig fra Norge.

Tabell 3.2 Artikler brukt i avhandlingen

Nr.	Forfattere	Artikkel
1.	Hoem, S. Å., Fjørtoft, K. & Rødseth, J. Ø. 2019. Norge	<i>Addressing the Accidental Risks of Maritime Transportation: Could Autonomous Shipping Technology Improve the Statistics? TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation</i> , 933, s. 487-494, DOI: 10.12716/1001.13.03.01.
2.	Thieme, C. A. & Utne, I. B. 2017. Norge	<i>A risk model for autonomous marine systems and operation focusing on human-autonomy collaboration. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers</i> , 213, s. 446-464, DOI: 10.1177/1748006x17709377.
3.	Thieme, C. A., Utne, I. B. & Haugen, S. 2018. Norge	<i>Assessing ship risk model applicability to Marine Autonomous Surface Ships. Ocean Engineering</i> , 165, s. 140-154, DOI: 10.1016/j.oceaneng.2018.07.040.
4.	Ramos, M. A., Utne, I. B. & Mosleh, A. 2019. Norge	<i>Collision avoidance on maritime autonomous surface ships: Operators' tasks and human failure events. Safety Science</i> , 116, s. 33-44, DOI: 10.1016/j.ssci.2019.02.038
5.	Utne, I. B., Rokseth, B., Sørensen, A. J. & Vinnem, J. E. 2020. Norge	<i>Towards supervisory risk control of autonomous ships. Reliability Engineering and System Safety</i> , 196, s. 1-15, DOI: 10.1016/j.ress.2019.106757
6.	Thieme, C. A., Mosleh, A., Utne, I. B. & Hegde, J. Submitted. 2020. Norge	<i>Incorporating software failure in risk analysis – Part 1: Software functional failure mode classification. Reliability Engineering and System Safety</i> , 197, s. 1-13, DOI: 10.1016/j.ress.2020.106803
7.	Thieme, C. A., Utne, I. B. 2017. Norge	<i>Safety performance monitoring of autonomous marine systems. Reliability Engineering and System Safety</i> , 159, s. 264-275, DOI: 10.1016/j.ress.2016.11.024.

3.6 Prosess bak intervju

Her var ønsket å finne ut mer om marin autonomi og risiko knyttet til ustrakt bruk av denne teknologien. I intervjuet ble seks momenter vektlagt:

- Risikopåvirkende faktorer
- Modelleringer
- Menneskets innflytelse
- Programvarens innflytelse
- Risikoovervåkning
- Fokus på autonome passasjerskip

Intervjuseansene fulgte en intervjuguide som var utformet i forkant. Denne ble også distribuert til intervjuobjektene før intervjuene, med tanke på forberedelser. Malen for intervjuet var oppdelt i tre faser: først oppvarming, så en refleksjonsdel, og til slutt en avslutning med eventuell tilleggsinformasjon. Ved gjennomførelse av intervju var ønsket å bli bedre kjent med deltakerne, som hva deres profesjon er og hva deres arbeid innebærer. Ved å stille enkle oppvarmingsspørsmål i forkant dannes det en bedre flyt videre i seansen. Å starte direkte med risikomomenter innen autonomi kan fort føre til at samtalen oppleves som forhastet. I tillegg startet jeg alltid med å informere om at sekvensen ble tatt opp, slik at de kunne gi et samtykke. Tilgjengeligheten av oppgavens resultater ble også underrettet intervjuobjektene, i tillegg til en garanti om anonymitet hos respondentene. På den måten vil ikke deres ytringer eller meninger kunne føres direkte tilbake til dem.

Etterhvert som grunnlaget er lagt, kan spørsmålene rettes mer i retning av det intervjuet faktisk har som formål å belyse. Spørsmålene var gjerne utformet på en mindre direkte måte. Derfor fikk deltakerne bedre mulighet til å reflektere rundt det som ble forespurt. På den måten kunne de gi mer utfyllende svar, slik at det ikke ble mange stopp i intervjuet. Mange korte direkte spørsmål ble ikke ansett som godt egnet, da jeg på forhånd visste at dette dreide seg om et emne med få konkrete svar. Muligheten for å kunne reflektere rundt spørsmålene ville derfor være sårt tiltrengt. En sentral del av intervjuteknikk handler om oppfølging, også kalt *Probing*. Om noe var uklart eller trengte en bedre forklaring ble dette forespurt. Slik kan man luke unna misforståelser eller tilegne seg mer utfyllende informasjon. Ved slik teknikk må man likevel bemerke seg at feilkilder kan oppstå. Dette har sammenheng med forankringen av spørsmålene i intervjuobjektens ytringer som har blitt gjort tidligere i intervjuseansen (Ringdal, 2012, s. 217).

Ofte kan det oppfatte som en svakhet at mye av samtalen blir overlatt til intervjuobjektet, ved at det ble brukt åpne spørsmål som her. Men på bakgrunn av at jeg hadde foretatt mye forskning på forhånd, visste jeg allerede mye om situasjonen innenfor fagfeltet. Derfor var deres erfaringer mer et tilskudd i form av nye detaljer de anså som betydelige.

3.7 Transkribering

Etter utførelsen av intervju er transkribering av lydopptak et nyttig verktøy. Dette forenkler prosessen videre i avhandlingen, når intervjuene senere skal komme til nytte. Å bruke lydopptak er en mer standhaftig metode enn notering underveis. Ettersom at detaljer er viktige å tilegne seg, ønsker man gjerne og ikke gå glipp av noe. Prinsippet transkripsjon innebærer å ta i bruk intervjuets lydfil, for så å notere ned hva som ble sagt. Transkripsjonens detaljnivå bestemmer man selv. Man kan f.eks. formulere intervjuet ordrett, eller det kan utformes et slags sammendrag.

Under transkriberingen vektla jeg å få med alt som ble sagt, men ikke nødvendigvis så nøye som at det skulle være ordrett. Med hensyn til detaljer ble dette satt til et middels nivå, noe som betydde at ulike uttrykksmåter som latter og hoste ble utelatt. Deltakerne hadde østlandsk og trøndersk dialekt, og dette var ikke noe problem å tolke underveis. Transkriberingsfasen sånn sett var ikke noe problem. Mer problematisk var lyd kvaliteten til tider, da den kunne være litt skurrete og uklar. Derfor ble det ved enkelte tilfeller litt mer krevende å tolke utsagnene. Utenom det var det ingen åpenbare problemer med transkriberingen.

3.8 Studiets kvalitet

Når det skal gjennomføres forskning, blir det sentralt å sikre at denne innehar god reliabilitet og validitet. Disse begrepene kan defineres og brukes på følgende måter:

3.8.1 Reliabilitet

Reliabilitet er et begrep som kan deles inn i ytterligere to former. Disse er ekvivalens og stabilitet. Ekvivalens er et begrep som ofte blir brukt i matematiske sammenhenger, og betyr at det må utføres mer enn enkeltstående utregning for å fremvise korrekt svar (Briseid, 2018). Når det gjelder metodefaget kan det forklares som at uavhengige datainnsamlinger gjort samtidig skal kunne samsvare med hverandre. Det betyr at undersøkelser som er gjort av forskjellige personer på likt grunnlag er sammenlignbare (Larsen, 2017, s. 47). Dette kan bli aktuelt å

utforske, ettersom mange av de valgte artiklene stammer fra det samme tidsrommet. Dette åpner opp for muligheten til å sammenligne enkelte artikler, der det er blitt gjort like undersøkelsesopplegg.

Stabilitet betyr at innsamlet data samsvarer med like fenomen, altså at undersøkelsesopplegg av et fenomen gjort på ulike tidspunkt fortsatt gir lik data. Dersom det er like funn, blir realiteten ansett som høy, uavhengig av hvilke tidspunkt de ble innsamlet. Dette vil si at undersøkelsesopplegget er stabilt. Når studier utforsker endringer blir det vesentlig å sikre reliabilitet i sammenheng med et stabilt undersøkelsesopplegg (Larsen, 2017, s. 47). Grønmo (2016) har utarbeidet en definisjon som er godt egnet til å beskrive reliabilitet i korte trekk. Reliabilitet er *graden av samsvar mellom ulike innsamlinger av data om samme fenomen basert på samme undersøkelsesopplegg* (Grønmo, 2016, s. 242). For avhandlingen kan dette relateres til om resultatene fra artiklene og intervjuene samstemmer.

3.8.2 Validitet

Validitet er rettet mot relevans og gyldighet. Når det gjøres en vitenskapelig undersøkelse må man sørge for at det som måles faktisk ender opp med å bli målt. Det må ikke utelates momenter som kan være sentrale for funnene når en undersøkelse gjennomføres. Dersom irrelevante spørsmål stilles, samt at det gjøres beslutninger basert på et tynt datagrunnlag, synker undersøkelsens validitet. Slutningene som tolkningene tar for seg blir på bakgrunn av dette et avgjørende moment. En kritisk tankegang må ligge til grunn når utvalgte slutninger skal rettfærdiggjøres. Ved høy grad av validitet er det mulig å gjøre slutninger basert på innhentet data. Videre handler validitet også om å rettfærdiggjøre slutningene som blir trukket. Å ha sammenheng mellom problemstilling, teoretisk/operasjonell definisjon og indekser/indikatorer blir da avgjørende (Larsen, 2017, s. 45-46).

I denne avhandlingen er alle utvalgte artikler/tidsskrifter godt vurdert innenfor sitt fagfelt, altså fagfellevurdert. Artiklene innehar høy pålitelighet på bakgrunn av at de har blitt vurdert av strenge vitenskapelige retningslinjer. Utført forskning er oppdatert, ettersom artiklene er datert til nyere dato. Dette forsterker holdbarheten og gyldigheten av gjennomført forskning. I tillegg har artiklene vært gjennom en nøye utvelgelse basert på inklusjonsmomentene. På bakgrunn av dette er det sikret gunstige forskningsartikler med god relevans, slik at de samsvarer med avhandlingens problemområde.

3.9 Bestemmelse av utvalg

Ved utvelgelse av utvalget skiller man gjerne mellom to hovedformer. Man har sannsynlighetsutvelgelse og en ikke-sannsynlighetsvalgt utvelgelse. En sannsynlighetsutvelgelse egner seg best på kvantitativ metode, ettersom denne avhenger av at man innehar et stort datamateriale. Dette innebærer at alle i en populasjon har lik sjanse for å bli pekt ut til et utvalg. Da vil man være i stand til å gjennomføre *statistiske generaliseringer*, noe som kan være nyttig. Man gjør altså slutninger som angår flere enn dem undersøkelsen gjelder. Det blir trukket et utvalg som representerer populasjonen, og undersøkelsen blir utført av dette utvalget. Resultatene kan på bakgrunn av dette brukes som en representasjon for flere enn kun utvalget som ble trukket. Dette betyr at en generalisering har skjedd (Larsen, 2017, s. 39). F.eks. at intervjuene omhandler samme emne, kan gi inntrykk av hva som gjelder for alt innen autonomi. Men ettersom intervjuet er bestående av aktører innen både forskning og industri vil det kunne være ulike oppfatninger. Å fremskaffe ulike aktørers oppfatninger er bevisst gjort. Derfor er det ikke tilfeldig, noe som betyr at den andre hovedformen blir mer passende.

På bakgrunn av dette kan det sies at en ikke-sannsynlighetsutvelgelse er brukt i avhandlingens kvalitative del. Det vil si at undersøkelsens utvalg har blitt bestemt på forhånd, altså at man begrenser utvalget. I denne sammenhengen betydde det å kun intervju aktører som arbeider med autonome maritime systemer. Ved at intervjuene kun omfatter aktører som arbeider innenfor dette fagfeltet, betyr dette at utvalget ikke kan ansees som tilfeldig. Altså er ikke utvalget representativt for en populasjon. Dette betyr igjen at det ikke kan føres en statistisk generalisering. Dette danner et skille mellom de to hovedformene ved utvelgelse av enhetene. Dette presiserer viktigheten av validitet og reliabilitet hos funn i kvalitativ metode, slik at overføringsverdien blir god.

3.10 Etiske overveielser

En beskrivelse av etikk kan forklares som prinsipper, regler og retningslinjer for å kunne vurdere handlinger som riktige eller gale (Johannesen mfl., 2016, s. 83). Når forskningens datainnsamling berører mennesker *direkte* vil etiske problemstillinger måtte vurderes (Johannesen mfl., 2016, s. 89). Forskningsetikk handler om *normer som skal sikre at den vitenskapelige virksomheten er moralsk forsvarlig* (Grønmo, 2016. s. 436). Informantene i intervjuene ble som følge av dette innforstått med at deres deltakelse var frivillig, og at de kunne unnlate å svare på spørsmål dersom det var ønskelig. Å utføre lydopptak var også en etisk overveielse som trengte samtykke.

For å ivareta forskningsetiske hensyn er dette prosjektet meldt inn til Norsk Senter for Forskningsdata (NSD, 2020). Arbeidet følger retningslinjene som blir gitt der, bl.a. full anonymitet og sletting av data når prosjektet er avsluttet. Referansenummeret i NSD for dette prosjektet er 779534. Se vedlegg 3 for kopi av samtykke godkjenning.

I forskningen er det også et annet moment som burde nevnes, knyttet til etiske aspekter som kan spille inn på sluttresultatet. Ved at jeg tilbringer et praksisopphold hos SINTEF Ocean samtidig som avhandlingen utarbeides, kan dette ubevisst påvirke resultatet. SINTEF Ocean er viktig aktør innen forskning av maritim autonomi. Å være en del av dette miljøet, samt arbeide på slike prosjekt kan være en påvirkningsfaktor. Derfor blir det viktig å passe på at avhandlingen blir så objektiv som det lar seg gjøre.

4 Resultat

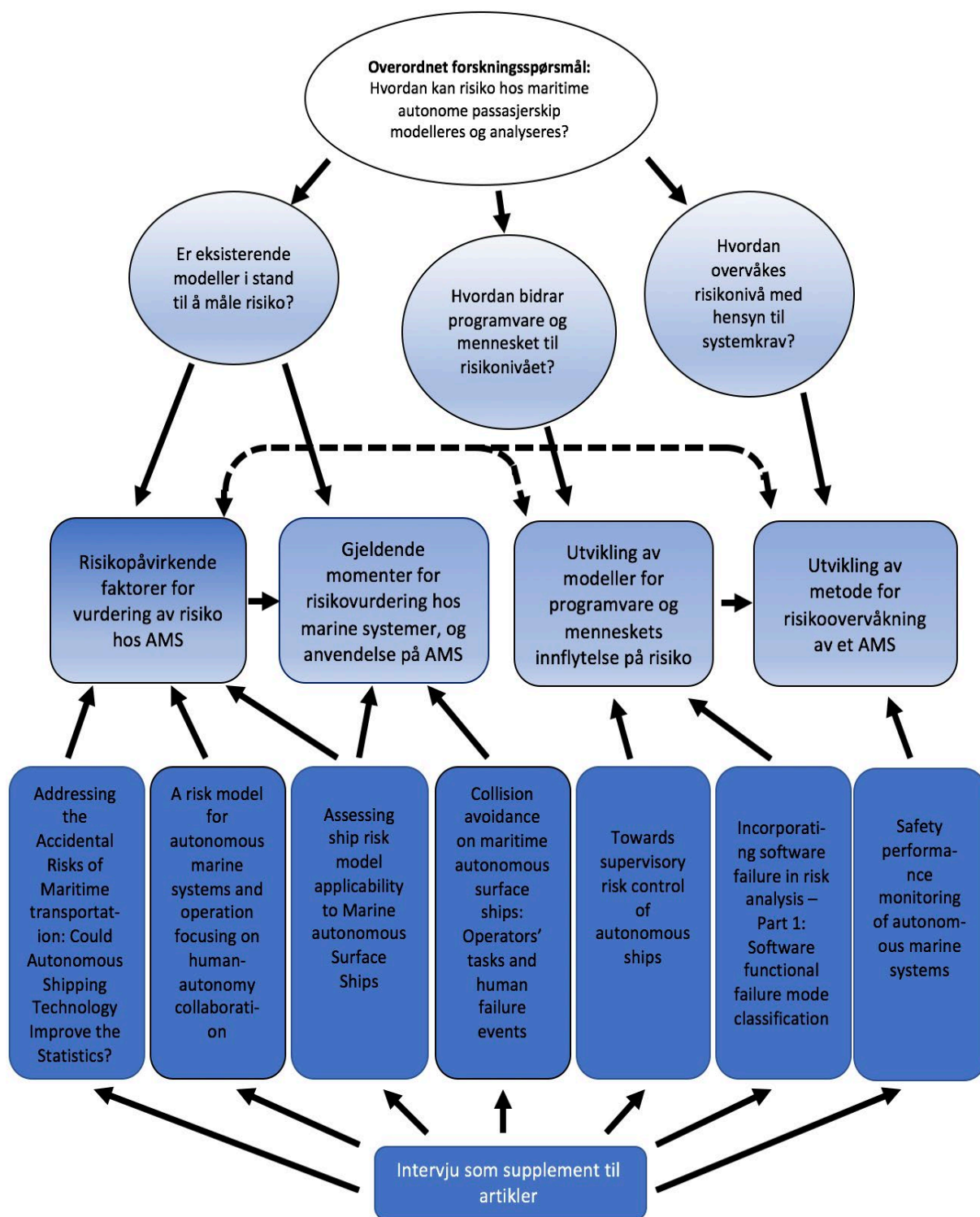
Dette kapittelet baserer seg på problemstillingen «Hvordan kan risiko hos maritime autonome passasjerskip modelleres og analyseres?». For å besvare dette spørsmålet har tre forskningsspørsmål blitt utformet for å besvare problemstillingen:

- Er eksisterende modeller i stand til å måle risiko?
- Hvordan bidrar programvare og mennesket til risikonivået?
- Hvordan overvåkes risikonivå med hensyn til systemkrav?

For å besvare forskningsspørsmålene har det blitt dannet fire forskningsmål, som kapittelet blir inndelt etter. Disse er nummerert etter rekkefølgen i kapittelet.

1. Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos autonome maritime systemer.
2. Gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, og anvendelse på autonome maritime systemer.
3. Utvikling av modeller for programvare og menneskets innflytelse på risiko.
4. Utvikling av metode for risikoovervåking av et autonomt maritimt system.

Funnene i artiklene og intervjuene blir presentert for å belyse forskningsmålene. Disse blir dermed brukt som grunnlag til å besvare forskningsspørsmålene i diskusjonsdelen. Strukturen i dette kapittelet illustreres i figur 4.1. Den viser sammenhengen mellom forskningsspørsmål, forskningsmål, artikler og intervju. Flere av artiklene tar for seg flere av forskningsmålene. De stiplede linjene er for å vise til forskningsmål som kan adressere andre forskningsmål. Dette betyr at informasjonen i et tidligere forskningsmål kan brukes til å forstå et forskningsmål som blir utforsket senere.



Figur 4.1 Sammenheng mellom forskningsspørsmål, forskningsmål, artikler og intervju

4.1 Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos AMS

Første forskningsmål handler om risikopåvirkende faktorer som må inkluderes i risikovurdering av autonome maritime systemer. Dette vil hovedsakelig bli adressert av Utne mfl. (2018), Rødseth mfl. (2019), Thieme mfl. (2017) og intervju.

4.1.1 Forskningsgjennomgang

En helhetsvurdering av litteraturen viser at behovene hos maritime autonome overflateskip er sammensatt av flere aspekter, der risiko hos autonome maritime systemer er sammensatt av flere faktorer.

Dette samsvarer med funnene som er gjort i studiene hos Utne mfl. (2018). Her vises det til identifiserte evalueringskriterier for evaluering av skipsrisikomodellering, og tilpasningsevnen til maritime autonome overflateskip. Kravene i en slik risikomodellering for overflateskip bidrar til å formulere 9 kriterier. Tabell 4.1 oppsummerer kriteriene for evaluering av risikomodellering.

Tabell 4.1 Evalueringskriterier for evaluering av skipsrisikomodellering, med hensyn til maritime autonome overflateskip, presentert av Utne mfl. (2018, s. 143)

Nr.	Kriteria
1.	Inkludering av programvare og kontroll av algoritmeytelse.
2.	Inkludering av grensesnitt mellom mennesket og feilbelastninger.
3.	Inkludering av kommunikasjon mellom landbaser og fartøy.
4.	Inkludering av kommunikasjon mellom menneskelige operatører.
5.	Inkludering av aspekter rundt vedlikehold og systemytelsens pålitelighet.
6.	Inkludering av funksjonell redundans.
7.	Hensyn til ulike operasjonsmetoder og endring av autonomiens nivå.
8.	Inkludering av kommunikasjon mellom menneskelige operatører og andre marine deltakere.
9.	Hensyn til ulike besetningsnivåer.

Det som gjør autonom skipsfart ulik konvensjonell skipsfart er det sterke behovet for programvare, som vist i kriteria 1 i tabell 4.1. Programvaren er essensiell for å kunne kontrollere autonome overflateskip. Dermed, når risikoen knyttet til autonome skip skal vurderes, vil dette punktet være viktig å inkludere i modelleringen. Rødseth mfl. (2019) underbygger denne vurderingen gjennom den økte bruken av komplisert teknologi for å føre autonome fartøy. Når

ny teknologi utvikles, vil systemets kompleksitet øke. Dette kan føre til at programvarens teknologi feiler. Evalueringskriteriet knyttet til programvare er sentralt i modelleringen, ettersom den følger graden av bemanning. Når bemanningen synker blir det naturlig at programvaren blir utslagsgivende, som igjen skaper høyere risiko for tekniske feil.

Tabell 4.1 viser at HMI omfatter kriteriene som er nevnt i punkt 2, 3, 4 og 8. Fellesnevneren for disse er at de omhandler overvåkning og kommunikasjon. Et autonomt overflateskip kan være ubemannet, noe som gjør at vedlikehold og pålitelighet hos systemet må vurderes (Nr. 5). I tillegg må reserveplaner ligge til grunn for eventuelle systemfeil, som ved bruk av funksjonell redundans (Nr. 6). Risikomodellen må derfor forstå at ulike systemer kan omfatte samme funksjon, eller at en autonom funksjon også kan gjennomføres av menneskelige operatører. Hensikten med dette er at risikomodellen må kunne reflektere forskjellige omstendigheter. Selv om skipet er fullstendig autonomt, må menneskene fortsatt være i stand til å ta kontroll og kunne kommunisere mellom ulike poster. Det kan også være variasjon i operasjonstype. Dette må også vurderes i utarbeidelse av risikomodellen (Nr. 7 og Nr. 8). Hvordan skipet driftes må betraktes ettersom det vil være variasjoner i menneskets tilstedeværelse og interaksjonen med et autonomt skip.

Av artikkelen til Rødseth mfl. (2019) blir det fremhevet forskjellen mellom autonome skip og konvensjonelt bemannede skip. Dette for å vise til nye effekter som oppstår når ved økt bruk av autonomi. Dette er betydningsfulle faktorer å ta til betraktning når det skal vurderes nye risikomomenter knyttet til et AMS. Når man måler risikoen for autonome skip nevnes fem faktorer:

1. For det første er det i langt større grad ubemannet. Dette gjør at det blir mindre fare for mannskap og farer generelt, men det blir mer krevende å inspisere utstyr og systemer som rapporterer feilene.
2. Skipet vil begrenses av innebygde systemer, og vil være avhengig av sporadisk støtte fra landkontroll. Effektene av dette minsker av at landkontrollen må være justerbar til situasjon og at kommunikasjonen fungerer, samt at det må være alternativer å falle tilbake på, slik at risikoen ikke øker.
3. For det tredje må landkontrollen være utrustet med godt trente operatører. På den måten kan personlig risiko og ugunstige forhold ombord forhindres.
4. Som det også ble nevnt tidligere er inkludering av funksjonell redundans et kriterium. Det må skapes god reliabilitet hos de tekniske systemene og redundansen må øke i takt med

systemene. Ettersom det er begrenset med mannskap ombord for å skape sikkerhetsbarrierer ved tekniske feil, vil nye tekniske barrierer være nødvendig å utvikle.

5. Som siste punkt må det inkluderes reiseplanlegging. God planlegging reduserer risikoen for overraskelser, og funksjonene fra land får en lettere jobb med å bistå.

Artikkelen av Thieme mfl. (2017) oppsummerer mange av faktorene som ble nevnt av Utne mfl. (2018) og Rødseth mfl. (2019). Denne viser til interaksjonen mellom mennesket og maskin, der disse jobber sammen for å oppnå et mål i fellesskap. Denne artikkelen oppsummerer funnene som er gjort for risikovurdering av autonome maritime systemer. Det identifiseres at faktorene som påvirker risikoen handler om mye av det som tidligere ble nevnt av Utne mfl. (2018) og Rødseth mfl. (2019). De menneskelige faktorene som kommunikasjon og operatorers opplæring er gjengående i risikomodelleringen. Disse faktorene knyttet til det tekniske aspektet blir også gjennomgått her, der reliabiliteten hos systemer og dets pålitelighet har mye å si for risikovurderingen.

4.1.2 Intervju

Forskeren sier det er mye å tenke på ved vurdering av risikopåvirkende faktorer hos et autonomt maritimt system. Når det seiles uten et mannskap må ytterligere to momenter vurderes: *Det ene er at du kan seile båten like trygt som en konvensjonell båt. Og det har jo med navigasjonssystemer og pålitelighet i fremdrift og alt mulig.* Den andre utfordringen som nevnes, og i tillegg vektlegges som den største er *at i dag så er sikkerhetstankegangen når det gjelder passasjersikkerheten basert på at du har folk ombord, som kan hjelpe passasjerene.*

Videre blir det nevnt at det er mye som foregår rundt sikkerheten i autonome skip. Her belyses det også to nye momenter. Forskeren nevner forskjellen mellom de relativt små båtene og de litt større båtene. Hos de små båtene som går over kortere avstander betegnes det som å *kalle en heis på sjøen*. Derimot, hos større båter hvor det er større avstander forteller forskeren at *det er mer sånn regionale transportopplegg, tenker jeg*. Hos begge skipstypene vektlegges det at urbane løsninger kan være interessant, men utfordringen er hvilken fjernovervåking/fjernstyring som er egnet. For fjernovervåking av mindre skip nevnes heiskonseptet igjen. Der er *det i utgangspunktet kanskje vanskelig å kontrollere fjernovervåking, men da kan du ha en som har en mobiltelefon eller noe sånt. Skulle det skje noe så kan du kalle på noen*. Heiskonseptet beskrives som om dersom noe skulle gå galt i en

heis, så trykker du på knappen, også tar det tre-fire minutter før du får kontakt med en eller annen vakthavende i fabrikken. Dette prinsippet blir beskrevet som svært situasjonsbestemt. Det avhenger bl.a. av hvor langt unna båten er land og passasjerenes trygghet. Ut i fra hvilket case man jobber med så må man tilpasse seg dette. *Med engang du får litt lengere avstander, og de er litt lengere utpå sjøen, så må du antakelig tenke nytt på det med sikkerhet.*

Lange avstander, altså konvensjonelle passasjerskip nevnes som lite aktuelt å gjøre ubemannet. En halvtimes reise eller noe sånt ansees som mer aktuelt. For å forklare dette henvises det til et eksempel med Trøndelag som utgangspunkt:

Altså her i Trøndelag ikke sant, så har du mye ute i skytefeltet... Tarva. De har jo en egen bilferge som stort sett er tom tenker jeg, men som går tre ganger om dagen. Det bor... jeg vet ikke hvor mange som bor utpå der jeg, 30-40 mennesker. Og der kunne det vært satt en automatisk ferge ikke sant, som kommer når du trenger den, også sånn at du slipper å vente 8 timer på neste ferge, hvis det er et eller annet.

Dette nevnes som en måte å vise til case av ubemannet operasjon, og den skaper en ny forutsetning i og med at dette dreier seg om en øy. Det nevnes da at man kan forutse at noen på øya er trent til å håndtere sikkerhetsutstyr, ikke seile ferga, men behandle sikkerhetsutstyr, livbåter osv. Forskeren forklarer at det kan oppstå mange ulike caser, alt etter hvordan systemet konstrueres.

Tilbake til det tekniske aspektet av sikkerheten, som egentlig er lik for alle autonome skip. Sikkerheten hos et autonomt skip må være like god som et konvensjonelt skip. *Det er jo masse med navigasjonssystem, du må ha nok pålitelighet i det tekniske, fremdrift, motorer og sånt.* Videre legger forskeren vekt på et potensielt problem, nemlig brannfaren. Dette omtales som et av de store skrekkscenariene som kan oppstå. *Da er du nødt å få folk unna.* Løsningen for å forhindre dette omtales enkelt og greit som å unngå brann, dette innebærer at skipet ikke har brennbar materiale. Dette momentet må derfor betraktes i vurderingen.

I tillegg til det tekniske, blir også passasjersikkerhet nevnt igjen. Som sagt var det store skrekkscenariet brann. Stabilitet og at den ikke kapseiser eller synker blir også oppgitt som avgjørende av forskeren. På toppen av dette kommer eventuelle kollisjoner. Men det argumenteres for at utfallet av dette ikke er like problematisk for både små og store skip. *Hvert*

fall for mindre båter som går i havneområder og sånt, så kan man argumentere for at konsekvensen av kollisjoner, fordi de går i lav hastighet og sånne ting, neppe vil være store nok til å senke båten. Beveger et skip seg i et havnebasseng med havnevakt som sikkerhet, vil det kanskje være tryggest å bare stoppe båten, slik at ingenting skjer. Hos et slikt system fremstiller forskeren at det er viktigst at passasjerene ikke finner på noe tull, og at de føler seg trygge ombord, det er også et psykologisk element her.

Konklusjonen fra forskeren knyttet til risikopåvirkende faktorer er at et case må være definert. Dermed kan man styre hvilke momenter som burde vurderes. På den måten finner man ut hva som kan aksepteres, og hva som ikke kan påvirkes uansett. *Så får du et totalsystem som er akseptabelt eller ikke akseptabelt.*

Industripersonen omtaler vurderingen av risikopåvirkende faktorer som flere nivåer. Her blir det også nevnt at det er passasjerer ombord, som betyr at deres sikkerhet må ivaretas. I denne sammenhengen nevnes det et nytt begrep. *Uansett hva som skjer, så må systemet gå til en akseptabel minimum risk condition. Det er på en måte et sånn designkrav.* Videre blir det klargjort at systemsvikt er en av de viktigste faktorene. Man ønsker ikke at systemet skal svikte eller hindres fra å fullføre sin planlagte operasjon. I tilknytning til dette vises det til hvordan problemet har blitt håndtert hos dem. Hos deres ferger er det en løsning på dette. Det blir fortalt at løsningen er *at man har et anker som kan droppes midt under båten.*

Et annet moment som trekkes frem er omgivelsene. *For du kan altså kolliderer med noen som kollisjonsunngåelsessystemet ikke evner å unngå.* Det presiseres også at *våre båter reagerer jo ikke så veldig fort.* Men igjen kommer man også her inn på uforutsette hendelser. Industripersonen sier at *om en full sjåfør kommer og kjører rett inn i den, så er det ikke så mye vi kan gjøre.* Dette er betegnet som en risiko som kan oppstå, der det kan oppstå skade på passasjerer og skip.

Personen beskriver bruken av autonomi som et «edge case», der det kanskje vil oppstå ulykker uansett, og at systemet kanskje aldri blir like godt som et menneske. Dette blir beskrevet som *at båten kan påføre skade på omgivelsene, og det må jo da være et tilfelle av at man ikke ser ting som ligger i veien for seg, eller at systemet svikter.* Her eksemplifiseres dette problemet i systemet slik: *at det gir gass istedenfor å bremse når man kommer i nærheten av kai for eksempel.* Det må altså utvikles et system som unngår å komme i konflikt med gjenstander

mellom ferga og flytebrygga. Det er et uendelig antall eventuelle hendelser som kan oppstå og håndteres. Til dette blir det sagt: *hvis noen blir usikker og ikke helt vet hva som skal skje, så må man i alle tilfeller ha en minimum risk condition å gå til. Det er på en måte løsningen på det meste, eller alt egentlig.* Her bekreftes det at alt må tilpasses situasjonen.

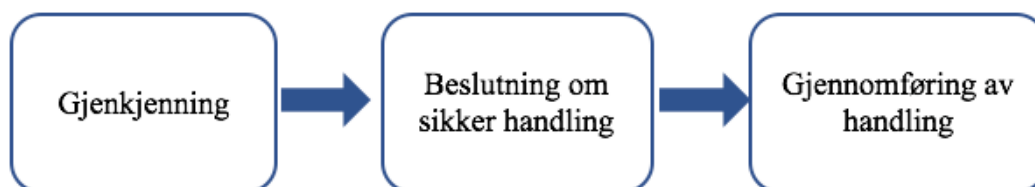
4.2 Gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, og anvendelse på AMS

Andre forskningsmål er å vurdere gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, samt deres anvendelse på autonome maritime systemer. Forskningsmålet adresseres av Ramos mfl. (2019), Thieme mfl. (2018) og intervju.

4.2.1 Forskningsgjennomgang

Her blir det rettet fokus mot hvilke metoder som blir brukt når marine systemers risiko vurderes, og i hvilken grad de kan bli brukt innenfor autonome maritime systemer. I tillegg vil denne kunnskapen kunne rettes mot autonome overflateskip.

Artikkelen av Ramos mfl. (2019) gjennomgår unngåelse av kollisjoner hos maritime autonome overflateskip, med fokus på operatørens oppgaver og menneskelig svikt. Som vist i figur 4.2 bruker modellen tre steg for å hindre kollisjoner:



Figur 4.2 Trinn for å unngå kollisjon, presentert av Ramos mfl. (2019)

Som basis for denne artikkelen ligger et litteraturstudie. Gjennomførelsen av disse stegene blir utført på bakgrunn av kriteriene som er presentert i figur 4.2. Artikkelen tar for seg momenter som kan skape mangler i risikomodellen. I risikovurderingen er den menneskelige faktoren en betydningsfull faktor. Det blir sagt at gjennom økt bruk av autonomi hos overflateskip vil risikoen for menneskelige feil reduseres betraktelig. Menneskets oppgaver blir overført til kontrollsentre på land for deres gjennomførelse av drift. De får altså nye oppgaver, og kan være en nøkkelfaktor fra land for unngåelse av kollisjoner. Når mennesker får nye oppgaver, oppstår også nye momenter i risikovurderingen. Det blir derfor analysert manglende erfaring i utførelse

av disse oppgavene, og menneskelig svikt må identifiseres. En menneskelig pålitelighetsanalyse foreslås derfor implementert i denne typen operasjoner, slik at operatørens oppgaver sikrer en trygg reise.

Artikkelen tar for seg menneskets spesifikke oppgaver for unngåelse av kollisjon. Den tar ikke for seg det teknologiske aspektet knyttet til programvare. Kun i starten av artikkelen blir det nevnt at teknologien for autonome fartøy endres i et høyt tempo. På det meste blir det nevnt at landkontrollen kan svikte, men dette rettes mot det menneskelige aspektet.

Artikkelen av Thieme mfl. (2018) tar for seg et bredere spekter av momenter for risikovurdering. Den ser nærmere på nåværende risikomodeller, og hvilken grad kollisjoner og grunnstøtinger er gjeldende for vurdering av risikovurdering hos maritime autonome overflateskip. Ni kriterier blir brukt som grunnlag i vurderingen av relevante skipsmodeller. Disse kriteriene har fokus på pålitelighet, grensesnitt mellom mennesker, programvarens ytelse, og aspekter rundt kommunikasjon. Det blir identifisert 64 modeller, med publiseringer fra 2005 til 2018. Basert på kriteriene som grunnlag for modelleringen, var ti av modellene i stand til å oppfylle seks eller flere av kriteriene. Disse ble deretter videre gjennomgått. For risikovurdering av maritime autonome overflateskip var ingen egnet. Likevel er de i stand til å brukes som et grunnlag i bearbeidelsen av risikomodeller som er rettet direkte mot autonome overflateskip. Bl.a. kan de brukes til å vurdere interaksjonen mellom menneske og maskin, i tillegg til vurdering av programvarens aspekter.

Artikkelen gir innsikt i hvilke modelleringer som eksisterer. Det vises hvilke aspekter som skipsoperasjoner innbefatter, og hvordan de kan bli brukt i risikomodelleringer. For å kunne bruke de i risikoanalyser hos autonome maritime overflateskip må det gjøres noen justeringer og ekstra arbeid.

4.2.2 Intervju

Ingen av intervjuobjektene har noe svar på hvilke modeller som blir brukt til å måle risiko hos autonome maritime systemer. Begge svarer at det kommer av at ingen har gjort noen komplette risikovurderinger enda. Fra industripersonen blir det kommentert at *selskapet er ganske ungt og vi har ikke kommet til det nivået hvor jeg hvert fall har vært involvert i de metodene og modellene som skal brukes der.*

Forskeren forklarer litt mer i detalj hvordan det ligger an. Det blir nevnt at det er ganske stor diskusjon knyttet til dette. Her nevnes at *tradisjonelt i shipping og skipsfart så bruker man nokså gammeldagse metoder*. Dette er opplegget rundt estimering av risiko. Videre refereres det til en referansemodell som blir brukt, «former safety analysis» (FSA). I tillegg nevnes det at Sjøfartsdirektoratet har publisert et rundskriv, som er basert på IMO sirkulær. Dette er en essensiell del av dagens rammeverk. Forskeren sier at *hvis du går og kikker litt, så vil du finne at classeselskapene kun har guidelines som eksisterer*. Tanker om hvordan det skal gjøres blir altså grunnlagt her.

Det blir formidlet at ettersom ingen autonom båt har blitt godkjent enda, har det ført forskerne til å diskutere hvordan det blir gjort i bilindustrien. Rammeverket i bilindustrien blir omtalt som langt mer omfattende, *med sånn functional safety og et eller annet sånn*. De bestreber om dette er en ønsket vei å gå, da dette blir beskrevet som mer avansert enn det de tradisjonelt har gjort innenfor det maritime. I tillegg har ingen prøvd å gjøre det på denne måten. Forskeren avslutter med å si at problemet *i hovedsak blir å identifisere de nye riskene. For en av svakhetene er å få dekning på det du prøver å analysere*. Det konkluderes altså fra begge parter at det ikke er noe godt svar på modelleringer i måling av risiko.

4.3 Utvikling av modeller for programvare og menneskelige operatørs innflytelse på risiko

Tredje forskningsmål er utvikling av modeller for programvare og menneskelige operatørs innflytelse på risiko. Forskningsmålet blir adressert av Utne mfl. (2020), Thieme (2020) og intervju.

4.3.1 Litteraturgjennomgang

Autonomi og kunstig intelligens fører med seg nye risikomomenter. Dette kommer av at det er begrenset kunnskap og operativ erfaring med autonome systemer. Det blir større avhengighet av komplekse programbaserte kontrollsystemer, og det oppstår utfordringer rundt verifisering av ytelsen til slike systemer. Programvare er sentralt i autonomien og skipets intelligens, for å kunne muliggjøre nye funksjoner. Med økt bruk av kompleks programvare vil dette også få innflytelse på risiko.

I artikkelen av Utne mfl. (2020) blir det presentert det første steget mot tilsyn av risikokontroll, dvs. utvikling av kontrollsystemer for autonome systemer med risikostyringsfunksjoner, som skal forbedre beslutningstaking og systemets intelligens. Dette er altså et rammeverk, og det består av to hovedfaser:

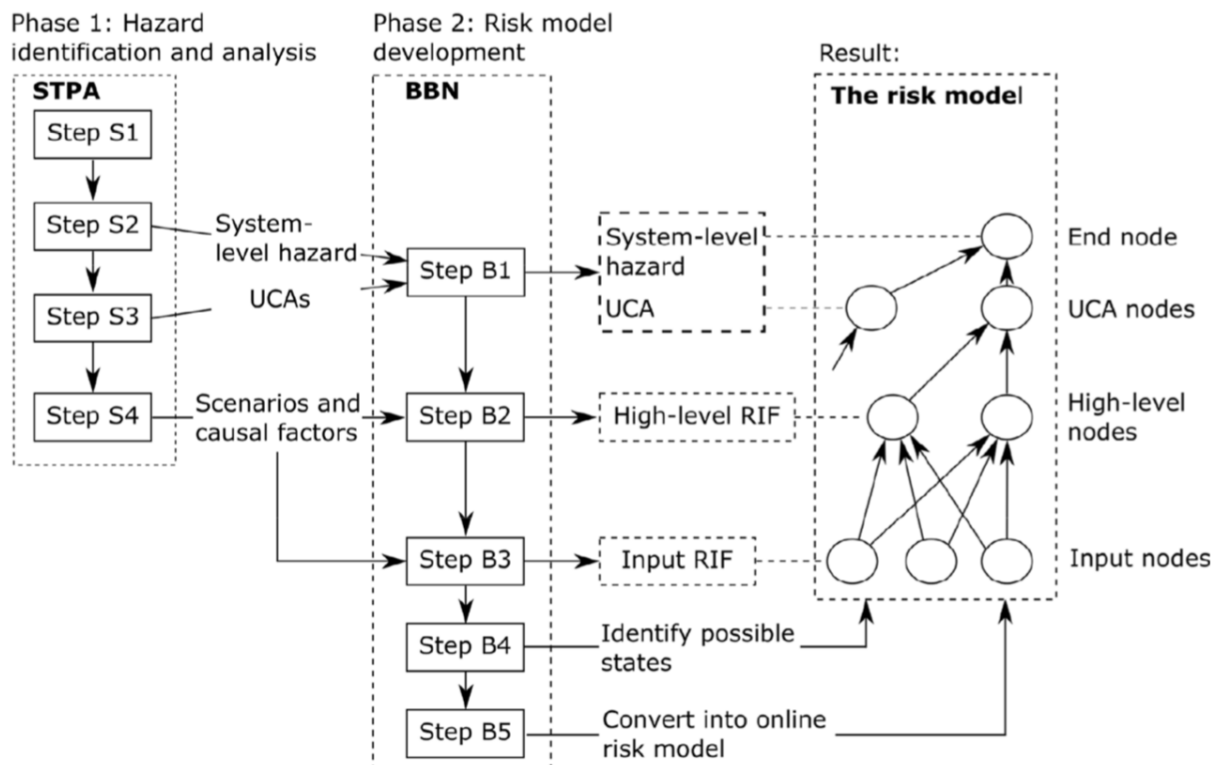
- i. Identifisering av farer og analyse gjennom systemteoretisk prosessanalyse (STPA)
- ii. Generering av risikomodeller, med utgangspunkt i resultatene fra STPA

Artikkelen er rettet mot autonome skip, men resultatene har også generell relevans for bemannede og ubemannede systemer med ulik grad av autonomi, kompleksitet og farepotensial.

Autonome systemer er i stor grad avhengig av programvare, som ofte er svært komplekse for avanserte systemer. Fysisk separasjon og segregering av komponenter, som redundans i skipets systemer kan overstyres av programvare og kontrollsystemer. Disse opererer gjerne på tvers av fysiske grenser og atskilte systemer. Når det skal dannes en risikokontroll med fokus på tilsyn, som en del av kontrollsystemets intelligens, må følgende aspekter nevnes:

- i. Må vite hvilke farlige hendelser som skal forhindres og deres innflytelse på systemets drift.
- ii. Må kunne observere og verifisere tilstedeværelsen av faktorer som er årsak til hendelser under operasjonen.
- iii. Må vite hvilke kombinasjoner av disse faktorene som kan føre til den farlige/kritiske hendelsen.
- iv. Må bestemme effekten av disse faktorenes ulike kombinasjoner på et systemrisikonivå.

For å imøtekomme disse ovennevnte behovene, må rammeverkets to hovedfaser, som tidligere nevnt kombineres. Figur 4.3 gir en oversikt over fasene og trinnene i rammeverket som er blitt foreslått, samt hvordan de kan relateres til hverandre. I følgende underavsnitt blir fasene forklart nærmere.



Figur 4.3 Oversikt over faser og trinn i foreslått rammeverk, der UCA er usikre kontrollhandlinger og RIF er risikopåvirkende faktorer, presentert av Uine mfl. (2020)

Fase 1 – Fareidentifikasjon og analyse – STPA

Her blir systemets ulykker (ulykker med stor risiko) og farlige hendelser på systemnivå identifisert og analysert. Disse blir brukt til å definere tilsvarende sikkerhetsbegrensinger på systemnivå, som må håndheves for å hindre at ulykker i systemet oppstår.

Fase 2 – Utvikling av risikomodell – basert på STPA

Her ønsker man å modellere risikopåvirkende faktorer som påvirker en farlig hendelse eller en ulykke. Ved å måle tilstanden til de risikopåvirkende faktorene kan det utbringes tidlige varsler om mulige avvik fra systemets normale drift.

Som figur 4.3 viser er det flere farer og risikopåvirkende faktorer som påvirker. Når det utføres en risikokontroll må man ta hensyn til alle relevante risikoer. Generelt, under operasjon av autonome system burde risikokontroll utføres i to ulike, men like viktige «risikokontrollmoduser», slik at det støttes oppunder situasjonsbevissthet og beslutningstaking:

- i. Ved at den menneskelige operatøren og samhandlende organisasjon, overvåker og monitorer det autonome systemet, eller/og
- ii. Gjennom det autonome systemet, som betyr å føre tilsyn av risikokontrollen.

I en risikokontroll blir er det viktig med et veiledningssystem som kontrollerer utførelsen. Ved bruk av dette kan man tilpasse det som er planlagt med sanntidsdata. Systemet oppdaterer seg regelmessig for å unngå hindringer, for eksempel strukturer i programvaren som ikke ble vurdert i forkant. Veiledningssystemet må altså forutsi hindringer riktig og gjøre det tilstrekkelig tidlig. F.eks. vil et veiledningssystem ha innflytelse på nivået av autonomi. Hvor bidragsytende menneskelig operatør er i et oppdrag justerer autonomnivået. Ved lavere deltakelse blir mer av planleggingen overlatt til veiledningssystemet.

Thieme (2020) forklarer hvordan eventuelle feil i programvaren kan inkorporeres i risikoanalysen. Dette ved å klassifisere programvarefeil. Når funksjonene i et programvaresystem utføres, så blir dette gjort i en spesifisert rekkefølge. De kan bli gjort med jevne mellomrom eller på bakgrunn av forespørsel. Alt er avhengig hva operasjonen skal resultere i. Hver funksjon skal formidle informasjon eller kalle inn annen informasjon når det er nødvendig. Menneskets funksjon kommer i sammenheng med de eksterne grensesnittene. Et eksternt grensesnitt er en agent som ønsker en samhandling med programvaren. Dette kan utføres av menneskelige operatører, ved bruk av et grensesnitt mellom menneske og maskin. Thieme (2020) eksemplifiserer på denne måten i tabell 4.2 hvordan dataen for en programvarefunksjon kan fremstilles. Før tabell 4.2 presenteres må betydningen av begrepene «input» og «output» avklares, da det ikke eksisterer et godt norsk ord for disse. Disse betegnes ofte som I/O og er en funksjonsenhet i et datamaskinsystem hvor det blir tatt imot inndata, som deretter overføres til behandling hos datamaskinen ved bruk av et program. Deretter blir utdata mottatt fra programmet, som deretter overfører disse videre (Bolstad, 2020). Dette er f.eks. prosessen som foregår når man ønsker å skrive ut noe.

Når programvaren innlemmes en risikoanalyse, må funksjonelle feilmoduser i programvaren identifiseres, samt at programvarens effekt vil måtte analyseres. Resultatene kan bli brukt som «input» i risikoanalysen av et komplekst teknologisk system. Nedbryting av programvaren til funksjoner som vist i tabell 4.2 er essensielt for foreslått metode.

Det er nå tydelig at de aller fleste avanserte teknologiske systemene som opererer i dag inneholder programvare. Man må derfor gjennomføre risikoanalyse av slike systemer for å sikre trygg drift, men å analysere risiko knyttet til systemets risiko er krevende. En risikoanalyse vil ofte også ta for seg en funksjonell tilnærming. Programvarens funksjonelle nivå er klart

definert. På bakgrunn av dette finnes ulike taksonomier for feilmodus, der ingen klarer å tilfredsstille angitt analysenivå, og ingen dekker alle feilmodusene fra de andre taksonomiene.

Tabell 4.2 Datablad for en programvarefunksjon, presentert av Thieme (2020)

ID:	Datablad for funksjon
Funksjonens formål	Kort beskrivelse av hva funksjonen skal oppnå. Navn på Input Kilde Data-type Data-format Område Vurdering Buffer
Inputs	Liste og beskrivelse av «inputs» mottatt fra funksjon. Navn på Input Kilde Data-type Data-format Område Vurdering Buffer
Outputs	Liste og beskrivelse av «outputs» som funksjonen produserer.
Forhold	Utløsende forhold. Betingelser for å utløse andre funksjoner.
Prosess	Beskrive oppførselen ved bruk av formler for input => output. Vurdere avhengigheter og sekvenser hos operasjon.
Krav	Funksjonell: Krav knyttet til selve funksjonen (f.eks. nøyaktighet). Ikke-funksjonell: Dette kan være krav i forhold til sikkerhet, ressursbruk og hastighet.
Begrensninger	Faktorer til begrensning av hvordan en funksjon kan implementeres. Eksempler: maskinvarebegrensninger, regulatoriske begrensninger og krav til språk.
Feilsøking og korrigeringsfunksjoner	Et tiltak som er implementert for å kunne oppdage og håndtere eventuelle programvarefeil. Kan være tiltak som kontrollfunksjon, system for feilhåndtering osv.

Av Thieme (2020) blir det beskrevet en prosedyre. Når det skal bestemmes om eksisterende feilmoduser i litteraturen er relevant for funksjonsnivået til programvaren, samt den funksjonelle feilmodusens taksonomi hos programvaren, må tre spørsmål besvares:

1. Vil den presenterte feilmodusen falle inn i definisjonen av en feilmodus?
2. Dersom ja, faller feilmodusen inn i en av feilmoduskategoriene, nemlig interaksjon, funksjon, verdirelatert eller tidsrelatert?
3. Dersom ja, er feilmodusen ulik feilmodusene som tidligere ble identifisert?

Dersom svaret på alle disse spørsmålene er «ja», så vil det bety at feilmodusen er inkludert i feilmodusens taksonomi. Om en feilmodus ikke oppfyller definisjonen på en feilmodus eller ikke passer inn i overnevnte kategorier, blir denne feilmodusen avvist. Der det ansees som nødvendig, er skillet mellom lignende feilmoduser inkludert for å gi veiledning for deres bruk. Disse skillene blir kalt for en raffinert feilmodus. Feilmodusens taksonomi er et godt verktøy for å identifisere feilmoduser i programvare, som gir innspill til sannsynlighetsanalyse av programvareintensive systemer.

4.3.2 Intervju

I menneskelige operatørs innflytelse på risikoen blir det av forskeren nevnt grensesnittet mellom menneske og maskin som et godt dokumentert problem. Men det har mye med hvordan skipet blir operert. Forskeren forklarer dette i form av et eksempel: *hvis den lille ferga som er et sånn heisopplegg, så tror jeg ikke det er noe stort problem, altså vakthavende vil bare få beskjed om at nå må dere gå og hente folk, eller assistere.* Om menneskelig automasjon blir et problem basert på dette, mener forskeren vil avhenge av hvor stor grad du er avhengig av mennesker i kontrollsystemet. Det betegnes typisk som at man har et menneske på kontrollrommet, også vil skipet være i stand til å seile på egenhånd.

Neste problem som nevnes er situasjoner med mye trafikk. Da vil operatøren måtte involveres. *Da får du utfordringer med hvor fort operatøren må ta over kontrollen, og hvor fort han kan sette seg inn i problemstillingen og gjøre de riktige aksjonene.* Dette eksemplifiserer et typisk problem med menneskelig automasjon. Videre nevnes det et tredje problem, som går på interaksjon mellom det autonome skipet og andre skip. Dette beskrives slik: *igjen i et havnebasseng så tror jeg det er et problem, fordi da vet folkene i området at dette er en autonom båt, og det er det visse forventninger til.* Alt omtales som svært komplisert, ettersom alt avhenger av systemets konstruksjon, hva risikoene er og hva rollen til mennesket er. Av de tre menneskelige faktorene som man hvert fall må tenke på nevnes passasjer, operatør og andre skip. Lengden på seilingen vil også kunne være med på å komplisere det ytterligere: *hvis det er lengere avstander, altså de prosjektene i Tønsberg blant annet hvor de skal seile mellom Husøy og fastlandet. De har vurdert å bruke autonom båt, altså en liten passasjerferge som går. Det er veldig mye trafikk, og det kan bli ekstremt krevende å automatisere tror jeg.* Problemet erkjennes, men de jobber også med å finne løsninger på trafikkreguleringer. Forskeren sier at de snakker med Kystverket. De vet at trafikk kan reguleres med mekanismer de innehar, noe kalt «traffic separation schemes», VTS-overvåkning og trafikkstyring generelt. Håpet deres er

å få gjort noe med regelverket, slik at forventningene mellom konvensjonelle skip og operatør kan møtes.

Hos industrien blir omgivelsene nevnt som et moment å ta med i betraktningen, når operatørens innflytelse på risiko skal vurderes. Det legges ikke skjul på at mennesker kan komme til å gjøre uforutsette ting når risikable situasjoner oppstår, på bakgrunn av at man ikke vet hvordan man skal forholde seg til omstendighetene. Personen klargjør at *hvis det har vært storm for eksempel, og det ligger en tømmerstokk foran flytebrygga, hvordan håndteres det hvis den ikke vises engang, fordi den ligger så langt ute i vannet*. Her dukker det opp et nytt moment, noe som kan starte menneskets uransakelige trang til å finne på noe lurt. Denne risikoen er vanskelig å styre. Industripersonens bakgrunn for dette er at dersom skipet er helt førerløst, så vil omgivelsene bli litt uforutsigbare igjen.

Når det gjelder programvaren er intervjuobjektene samstemte i at man må ha forståelse for hva systemet skal utføre. Forskeren forklarer videre at dette er særlig relevant for systemer med blanding av menneske og automasjon. Ønsker man et system med blandet styring, der mennesket tar for seg komplekse situasjoner som programvaren ikke klarer, blir det utfordrende å definere klart hva programvaren skal gjøre. I tillegg nevner forskeren at programvaren må testes, slik at det kan verifiseres hva den kan og ikke kan. Forskeren sier at: *det er jo en statistisk mulighet for at du ikke testet godt nok, eller at du feilkoda*. Det betyr at risikoen delvis vil avhenge av sannsynlighet, og kvaliteten selvsagt. I tillegg vil det oppstå et utfall av eventuelle feil. Forskeren sitt synspunkt av kombinerings mellom menneske og automasjon er preget av skepsis: *fordi generelt så er jeg veldig skeptisk til at du greier å lage automasjon som kan håndtere alle slags mulige hendelser, på lengere avstander da*. Når det gjelder et havnebasseng er personen mer optimistisk. Forskeren bruker Ravnkloa i Trondheim som eksempel på denne problemstillingen. Om det sier personen at det viktigste er at problemet ikke blir overkomplisert. Trikket er å forenkle mest mulig av operasjonen. Forskeren sier at *skal du lage et eller annet som emulerer et menneske ombord, og med masse kunstig intelligens, så vil det garantert gå galt*.

Industripersonen nevner selvdiasosering som et viktig element. De er et selskap som skal fokusere på små autonome drivferger, men det påpekes at de i hovedsak jobber med programvare. Hovedbudskapet er at *autonomisystemet må ha en forståelse av hele systemets tekniske tilstand, og på en måte kunne bevise at det har integritet til å utføre den tenkte*

operasjonen. Det legges også til at alt må foregå i sanntid. Dette er kritisk for at systemene skal kunne bli sertifisert til bruk i åpen trafikk. Videre påpekes det at programvaren blir brukt til å trene autonome systemer. Personen bruker sitt eget selskap som eksempel på hvordan de har gjort det: *vi mener simulatorbasert trening og digresjonstesting vil være en helt avgjørende måte å få gått gjennom nok situasjoner til at systemet kan håndtere det aller meste*. Litt som en kjøreskole for systemer før de blir satt ut i drift.

4.4 Utvikling av metode for risikoovervåkning av et AMS

Fjerde Forskningsmål er å utvikle metoder for risikoovervåkning av et autonomt maritimt system. Forskningsmålet blir adressert av Utne mfl. (2017) og intervju.

4.4.1 Litteraturgjennomgang

Siste bidrag til avhandlingen handler om å kartlegge risikoovervåkning hos et autonomt maritimt system. Risikoovervåkning og dens innflytelse på risikovurdering eksisterer det til dags dato lite data på. Likevel, dette momentet vil bli adressert av Utne mfl. (2017). Artikkelen kommer med et forslag til en prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer i drift av et autonomt maritimt system.

Artikkelen legger vekt på sikkerhetsindikatorer. Disse sikkerhetsindikatorerne skal brukes under operasjon av et autonomt maritimt system, som en overvåkning av systemets operasjonelle sikkerhet. Det legges frem en diskusjon av metoder for utvikling av sikkerhetsprestasjonsindikatorer, gjort av Delatour mfl. (2014) og Øien (2013). I tillegg kommer Leveson (2015) med krav til en god ledende prosess for utvikling av indikatorer. Kort fortalt innebærer disse momentene at det må være konsistent, komplett, effektivt, minimalt, sporbart, upartisk og kontinuerlig forbedret.

Det vises til to metoder for utvikling av indikatorer, som egner seg best til videre utvikling og justering tilpasset et autonomt maritimt system. Den første er «dual assurance-metoden», som skaper en oversikt over sikkerhetsbarrierers ytelse. Metoden vektlegger i hovedsak de tekniske sikkerhetsbarrierene, som systemer hos kollisjonsunngåelse og sensorer. Dette er relevant for autonome maritime systemer, ettersom dette gir relevante innspill hos kontrollsystemet og dets operatører. Den andre metoden gjelder motstandshetsdyktige indikatorer. Metoden har fokus på at organisatoriske prestasjoner skal håndtere ulykker, uventede hendelser og andre hendelser.

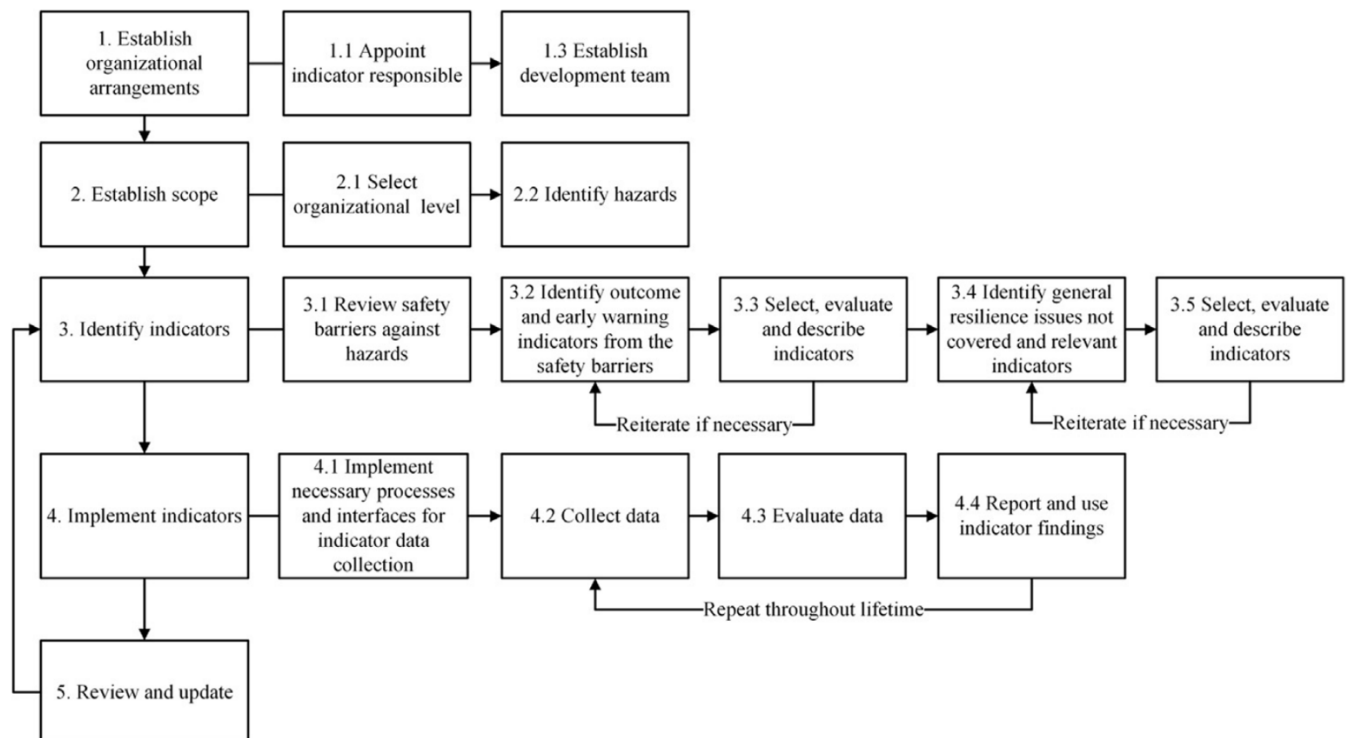
Den retter fokus mot beslutninger av ledelse, hensiktsmessig kommunikasjon i organisasjonen og risikostyring, noe som er av høy relevans for autonome maritime systemer.

Videre viser tabell 4.3 til en oppsummering av karakteristikk, som ansees som særlig relevant for et autonomt maritimt system. Disse legger grunnlaget for artikkelens hensikt. Den består kriterier som må evalueres av sikkerhetsindikatorerne:

Tabell 4.3 Valgte evalueringskriterier for sikkerhetsindikatorer, basert på relevans, presentert av Utne mfl. (2017)

Evalueringkriterier for sikkerhetsindikatorer
1. At forholdet mellom sikkerhetsindikatorer og sikkerhet tydeliggjøres og forstås
2. At sikkerhetsindikatoren er observerbar kan måles tilstrekkelig
3. At data allerede er innsamlet og kan bli samlet inn
4. At målinger kan bli repetert og verifisert
5. At sikkerhetsindikatoren ikke lett lar seg manipulere

I figur 4.4 illustreres prosessen for identifikasjon av sikkerhetsindikatorer, som Utne mfl. (2017) har utviklet. Den viser til fem trinn og flere deltrinn.



Figur 4.4 Trinnene i prosessen for utvikling av sikkerhetsindikatorer hos et autonomt maritimt system, presentert av Utne mfl. (2017)

Figur 4.4 dekker følgende fem trinn:

1. Første trinn dekker organisatoriske arrangementer som er nødvendige for å utvikle, overvåke og implementere sikkerhetsindikatorer. Organisatoriske arrangement blir etablert i foreløpig designfase.
2. Her blir sikkerhetsindikatorenes omfang definert. I tillegg til farene som blir dekt av dem. Dette burde finne sted i den foreløpige designfasen hos et autonomt maritimt system, og ferdigstilles før begynnelsen av detaljert design og utvikling. På den måten sikres det identifikasjon av meningsfulle sikkerhetsindikatorer, samt at nødvendige grensesnitt i datainnsamlingen blir implementert tidsnok.
3. Indikatorene blir identifisert. Det blir identifisert tre ulike former for sikkerhetsindikatorer av utviklingsteamet. Det starter med å identifisere resultat og indikatorer for tidlig varsling. Når det har blitt identifisert passende varselsindikatorer hos sikkerhetskontrollfunksjonene, vil alle varslingsindikatorer kunne assosieres med en av attributtene til motstandsdyktighet.
4. Fjerde trinn omhandler implementering av indikatorene. Her må data samles inn, og denne må deretter kunne evalueres. Dersom noen av indikatorene overskrider terskelen, må tiltak gjennomføres. Det er viktig med regelmessig oppdatering og gjennomgåelse av indikatorsystemet. Indikatorenes brukervennlighet vurderes. De som ikke er nyttige blir erstattet.
5. Gjennomgåelse og oppdatering er siste trinn. Der gjennomgås indikatorene og deres regelmessige implementering i driften av et autonomt maritimt system. Dette forsikrer at indikatorene gjenspeiler faktisk drift, og effekter knyttet til for stor grad av tillit blir motvirket.

Som artikkelen viser, vil den foreslåtte prosessen føre til et omfattende sett av sikkerhetsindikatorer. Utne mfl. (2017) presiserer til slutt at bruken av de resulterende sikkerhetsfaktorene, følgelig vil bidra til å gjøre nåværende og fremtidig drift av et autonomt maritimt system tryggere.

4.4.2 Intervju

Hvordan risikoovervåkning blir ført hos et autonomt system eksisterer det foreløpig ikke et klart svar på i følge intervjuobjektene. De mener begge at dette er noe man blir bedre på etter hvert som man lærer mer om drift og simulering. Forskeren sier *du har et fundamentalt problem som vi ser i maritim sektor, at det er veldig få faresituasjoner relativt sett*. På bakgrunn av dette

blir det vanskelig å logge situasjoner, siden det er mangel på statistikk. Risikovurderinger blir derfor problematisk å gjennomføre. Likevel er forskeren klar på at risikoovervåkning og analyse må gjøres hos et system i operasjon. Personen stiller seg derimot tvilende til at *det vil bidra signifikant til kvaliteten på statistikken, fordi det er relativt få system, og de kjører ikke så ofte*. Som en del av sikkerhetsregimet til for båten ansees det som et viktig poeng å gjøre slikt, men i forbedring av statistikken for risikovurdering vil ikke betydningen være markant. Det er for stor mangel på data rett og slett.

Industripersonen nevner selvdiagnosering, og hele tiden kunne lære av det. I prosessen med å bli bedre av læring nevnes det et begrep de kommer til å satse mye på, nemlig «digital assurance». Begrepet forklares slik: *Det er en slags blanding mellom sertifisering og forsikring. Det er altså at man forsikrer seg om at systemet holder den påkrevde integritet, men på et digitalt nivå. Igjen da både vurdere risiko for at ting skal skje, og ut i fra det også kunne vurdere om det er trygt å kunne reise*. Industripersonen legger til at dette aldri vil bli helt risikofritt, men at man på en måte har systemer som skal gi svar på «digital assurance», altså om det er et godt nok system. Til slutt belyser personen at man også *må vurdere risiko og kunne sannsynliggjøre at risikoene er så lav at en faktisk kan fortsette*. Da er man tilbake til læringsfasen, der man studerer hvilken risiko som kan aksepteres.

5 Diskusjon

I diskusjonskapittelet vil funnene fra resultatdelen diskuteres empirisk. Funnene vil struktureres som en gjennomgang av hva artiklene og intervjuobjektene sa om bestemte tema. Diskusjonen vil være et sammendrag av hvert tema. Analysens formål er å gi grundige diskusjoner om forholdene som er tatt opp i artiklene. Denne delen vil anerkjenne de viktigste funnene i avhandlingen. Sistnevnte er *risikopåvirkende faktorer*, *risikovurdering*, *modellering for mennesket/programvare* og *risikoovervåkning*. I tillegg ble potensielle utfordringer ytterligere forklart av intervjuobjektene. Temaene vil følge en rød tråd for å skape en helhet gjennom diskusjonen, slik at artiklene og intervjuene korresponderer med hverandre.

5.1 Risikopåvirkende faktorer for vurdering av risiko hos AMS

I artikkelen til Utne (2018) blir det ikke gitt en grundig gjennomgang av faktorene som virker inn på risikoen. Den lister opp en rekke kriterier å ta hensyn til ved skipsmodelleringen. Likevel viser den ikke til hvilke kriterier som er av større betydning ved evalueringen. Dette forklares på grunnlag av at det ikke er mulig å rangere de, siden alle dekker sentrale aspekter hos maritime autonome overflateskip. Denne begrunnelsen er forståelig av den grunn at alle momentene spiller en betydelig rolle i autonomien. Alle faktorene er betydelig for at autonomien skal fungere. Ved å fjerne et kriterium vil ikke risikomodellen være fullstendig. Likevel er det problematisk at kriteriene ikke blir beskrevet mer detaljert. En mer detaljert beskrivelse ville gjort det enklere å sette disse opp mot risikostyring, samt modelleringen av denne i et autonomt maritimt system. Årsaken til denne forenklingen kan være på grunn av at det ikke eksisterer kun en beskrivelse av et autonomt maritimt system. Som teorien har tatt for seg eksisterer det ikke kun ett fastsatt system. I denne avhandlingen er det rettet fokus mot overflateskip, noe denne evalueringen også omhandler. På den måten kan den brukes som vurdering av risikomodellering av passasjerskip, da dette er et overflateskip.

Rødseth (2019) viser effektene av at et skip er ubemannet istedenfor bemannet. Dette er vesentlig for å måle samarbeidet mellom systemet og mennesket. Når et skip blir mer autonomt endres menneskets oppgaver, og nye risikomomenter oppstår. Det belyses hvilke nye funksjoner som må beherskes i en slik infrastruktur. Selv om mennesket blir mindre representert ombord skipet, vil de bl.a. fortsatt være nyttige hos landkontrollen. Her blir det nevnt at det trengs ny trening for å utføre oppgavene. Dette er nødvendig for å holde risikonivået til de nye funksjonene på en lavt nivå. Denne informasjonen knyttet til interaksjon mellom mennesket og

det autonome systemet var likevel ganske generell. Derfor ble artikkelen av Thieme (2017) brukt som en bekreftelse på informasjonen hos de to foregående artiklene.

Thieme (2017) har hatt fokus på de samme risikopåvirkende faktorene. Her har det blitt tatt utgangspunkt i teorien som eksisterer for interaksjon mellom mennesket og autonome systemer. Av de faktorene som har blitt nevnt tidligere, blir de samme betraktet her. Faktorer som programvare, kommunikasjon og besetningsnivåer gjengis som faktorer i denne interaksjonen. Ettersom momentene fra denne artikkelen er hentet fra litteraturen, skapes det en sammenheng med allerede utforskete risikofaktorer. Å sammenligne artiklene med hverandre, der informasjonen oppfattes som generell, er nyttig for å bekrefte enighet rundt teorien. Utfordringen med artiklene er at mange omhandler både undervannsfartøy og overflatefartøy. Men forskjellen er egentlig ikke særlig markant når risiko skal måles. Fjernstyringen fra land utføres ulikt, slikt at denne risikoen ikke kan måles likt. Men det som er viktig å tenke på ved overflateskip under risikomodellering er at farer knyttet til en bestemt oppgave, kan føre til at menneskelige operatører unngår autonome funksjoner. Det kan f.eks. oppstå usikkerhet som gjør de tvilende til funksjonene. Når risikopåvirkende faktorer skal måles vil dette bli nyttig i betraktning av risikomodelleringen. Ved passasjertransport forsterkes betydningen av at slikt ikke oppstår, da man er ansvarlig for mange liv.

Både forsknings- og industrisiden av maritime autonome systemer nevner at det er flere faktorer å betrakte. De er begge enstemmige i at passasjersikkerheten må ivaretas. Begge nevner at ikke alle momenter kan vurderes. Industripersonen eksemplifiserer dette gjennom påkjørsel av en full person. Begge påpeker at det viktigste vil være at systemet ivaretar sikkerheten på en akseptabel måte. Dette ved bruk av begrepene «akseptabelt totalsystem» og «minimum risk condition». Altså kan ikke alt styres, men å sørge for lavest mulig konsekvenser blir essensielt.

I og med at det eksisterer flere situasjoner som kan betegnes som farlige, blir det naturlig at de drøfter ulike problemer i sine svar. Dette presiseres av industriens standpunkt, ved å betegne det som et «edge case». Noen ulykker vil kunne oppstå uansett. Mennesket vil likevel måtte ta del i operasjonen, enten det er i form av en vakthavende eller overvåking av systemet. Forskjellen mellom intervjuobjektene besvarelse kommer frem av hva som er hypoteser og hva som er testet i praksis. Forskeren forklarer f.eks. at det beste kan være å stoppe båten og vente på assistanse om det skulle skje noe. Men fra industriens perspektiv blir det dratt lengere i form av en eventuell systemsvikt som kan føre til tap av motorkraft. Båten stanser også i dette

tilfellet, men det betyr ikke nødvendigvis at den ligger i ro. De har derfor montert et anker som kan droppes rett under båten.

Brann blir også nevnt som det største skrekkscenarioet av forskeren. Dette er et svært nyttig og reelt poeng. Dette momentet fører igjen med seg flere risikomomenter. Skipet kan bl.a. risikere å kapseise, få redusert stabilitet og passasjerene settes i fare. Hvor dette skjer vil også avgjøre hvordan et slikt risikomoment løses. Skjer det i et havnebasseng vil man ha bedre tilgang på bistand. Da blir også omgivelsene utslagsgivende, i form av hva som ligger i nærheten, samt nye ting som kan komme til skade.

Mye handler om tillit til systemet. Å ha personer som kan håndtere sikkerhetsutstyret ved eventuelle farer er essensielt. Det trenger ikke bety at de skal styre ferga, men kunne håndtere alt det utenforstående. Man legger best mulig til rette for at passasjerene føler seg trygge ombord. Det kan evalueres uendelig med risikopåvirkende faktorer, så dersom det skjer noe usikkert må man ha en «minimum risk condition» å følge.

5.2 Gjeldende momenter for risikovurdering hos marine systemer, og anvendelse på AMS

Ramos mfl. (2019) viser til hvordan kollisjoner kan unngås, med fokus på de menneskelige operatørene. I tillegg er artikkelen rettet mot maritime autonome overflateskip, noe som passer godt til avhandlingen. Risikopåvirkende faktorer med fokus på interaksjon mellom menneske og maskin krever god refleksjon. Å rette fokus på mennesket er fortsatt viktig når mer blir overlatt til autonomien. Det vil fremdeles være funksjoner som skal fylles, og mange nye oppgaver vil oppstå. Risikopåvirkende faktorer tilknyttet mennesket har ofte lett for å bli satt til side når teknologien blir mer omfattende. Det betyr likevel ikke at operatørens oppgaver kan skyves til side, og derfor var denne artikkelen ett godt bidrag til diskusjonen.

For artikkelen til Thieme mfl. (2018) var det et større fokus på selve modelleringen, i tillegg til at den hadde et langt større fokusområde. Den tok for seg risikomodellene som blir brukt innenfor konvensjonell skipsfart. Deres anvendbarhet ble deretter testet opp mot autonome overflateskip. Måten dette ble gjort ved bruk av kriterier fremsto som en ryddig måte å overføre gjennomførbarheten til autonome overflateskip. Det gir en god oversikt over frekvens og sannsynligheten for at noe skulle skje.

Problemet som oppstår er at det blir et stort antall risikomodeller å forholde seg til. Ingen av modellene er i stand til å brukes individuelt, da de ikke klarer å dekke alle kriteriene. Dette kan gjøre risikovurderingen komplisert, ettersom de da vil måtte kombineres. Modellene er heller ikke særlig detaljerte, slik at det kan bli problematisk å beskrive de risikopåvirkende faktorene i detalj.

Som artiklene presiserer, bekreftes det også gjennom intervjuene at det ikke eksisterer et godt nok grunnlag for risikomodelleringer enda. I og med at ingen autonome båter har blitt godkjent enda gjør risikomodelleringen mer krevende. Fra forskeren ble det også nevnt at de hadde sett litt på bilsektoren, men at denne var mer avansert. Dette samsvarer litt med det som ble nevnt av Thieme mfl. (2018). Det blir laget et stort antall risikomodeller, noe som kan gjøre det komplisert, siden de da kombineres. Da vet man ikke lengere hva man burde forholde seg til. Men at sjøfarten har utformet en referansemodell er behjelpelig. I maritim autonomi er det mange risikoer som ikke er kjent enda, derfor ansees det som naturlig at ingen kan besvare dette fullt ut foreløpig. Det er ny teknologi som foreløpig er tidlig i utviklingsfasen. Derfor må man forske mer på hvordan tradisjonelle metoder kan kombineres med nye.

5.3 Utvikling av modeller for programvare og menneskelige operatørs innflytelse på risiko

Artikkelen av Utne mfl. (2020) tar for seg kunstig intelligens og risikokontroll. For å grunnlegge utfordringene knyttet til identifikasjon av følgende faktorer må de kartlegges, observeres, kombineres og effekt måles. Alt dette kan bli krevende å oppnå. Taksonomien som denne artikkelen foreslår, prøver tydelig å skille mellom fasene fareidentifikasjon og risikomodellering. Når det skal utformes en risikokontroll må man vite hvilke faremomenter som kan forebygges og hvilke faktorer som er betydningsfulle. Sistnevnte er viktig i form av at det muliggjør tidlige advarsler knyttet til potensielle brudd hos sikkerhetsbegrensningene. STPA fører en omfattende prosess der det kan identifiseres farer og årsaker, noe som er gunstig for komplekse systemer med høy grad av programvare. Dette er godt egnet til bruk hos autonome skip, da tilgjengelige erfaringer til teknologien ofte kan være begrenset. Ved bruk av STPA får man derfor bedre kontroll over farer på systemnivå, sikkerhetsbegrensinger, usikkerhets påvirkning på systemnivåets sikkerhetsbegrensinger og hvilke faktorer som påvirker ulike scenario.

Det er verdt bemerke seg at rammeverket kan påvirke nivået hos autonomien ved gitte funksjonaliteter hos skipet. For å eksemplifisere et scenario vil det her bli brukt Utne (2017) sitt nivåsystem for et AMS som grunnlag. F.eks. dersom systemets veiledning kun videresender kommandoer fra ekstern operatør, kan autonomiens nivå settes til 1 (automatisk drift). Men dersom ekstern operatør kun angir en destinasjon for reisen, og ruteplanleggingen blir etterlatt til veiledningssystem, vil autonomnivået bli 4 eller 3 (semi-autonomt/sterkt autonomt).

Av Thieme (2020) blir det nevnt inkorporering av programvarefeil og feilmoduser i en risikoanalyse. Måten som blir beskrevet, med fokus på feilmoduser, kan bidra til utfordringer. Det kan oppstå problemer med å skulle identifisere feilmodusene, i og med at det er et klart skille mellom selve feilmodusen og effekter av feil. Av taksonomien som er beskrevet blir det lagt vekt på å skille disse feileffektene og årsaker fra den funksjonelle feilmodusen. Raffinerte feilmoduser ble også gjennomgått og inkludert i taksonomien, for å kunne markere spesielle tilfeller hos en feilmodus. Disse raffinerte feilmodusene kan ved flere tilfeller inneholde kunnskap og implikasjoner som er relevant ved spesifikke omstendigheter.

Det er krevende å danne en god oversikt over programvare. Når man skal bryte ned programvaren på et detaljnivå, vil man være sterkt avhengig av programvarens erfaringer og analysens formål. Dette har mye å si for hvor detaljert risikoanalysen skal være. Særlig i starten av programmeringen vil den være preget av lav modenhet. Dette gjør at man ikke kan bryte ned programvaren på et detaljnivå før senere i prosessen. Det vil bli enklere å dokumentere programvaren desto lengere man kommer i utviklingsfasen. I og med at programvarer består av store mengder koding vil det heller ikke være hensiktsmessig å bryte den ned i for stor grad. Dette vil bli krevende å håndtere, slik at det ikke kan være verdt å anbefale. Detaljnivået på programvaren er selvsagt varierende. Derfor må man være klar over hvor nøye man ønsker å være i analysen. Avhengig av formål med risikoanalysen, kompleksitet hos systemet og tilgjengelig informasjon må man gjøre en vurdering av nedbrytningsgraden. Dette blir altså en utfordring å tilrettelegge for i analysearbeidet.

I tråd med litteraturen nevnes det i intervjuene at programvare er sammensatt av flere faktorer. Man må altså ta stilling til både mennesket og automasjonen. Å koordinere disse kan bidra til flere problemer enn løsninger. Denne prosessen virker å brått kunne bli overkomplisert. At autonome skip derfor er best egnet for korte avstander gir derfor mening. Det blir da mindre hendelser og trafikk å forholde seg til. Implementering av alle slags unnamanøvere kan virke

hensiktsmessig rent teoretisk sett. I praksis kan det derimot virke i mot sin hensikt, da systemet risikerer å bli for komplisert til å kunne håndteres.

Fra industriens perspektiv har de fokus på selvdiagnosering. Verktøyet virker godt egnet for programvare og dens bevisgjørelse av om systemet har god nok integritet. Etersom teknologien er ny, er det ingen tvil om at systemene må sertifiseres. Simulatortesting er et redskap som er nyttig for å lære mer om systemet. At dette blir nevnt er derfor ikke overraskende. Da kan man praktisere fiktive reiser og se om de er gjennomførbare i den virkelige verden. «Ekte» skader blir på den måten unngått.

Største risikofaktor hos menneskelig operatør var det også stor enstemmighet om. At mennesker selv påfører risikable situasjoner, ved at det gjøres ting som en ikke vet hvordan man skal forholde seg til. Det ligger i menneskers natur å ikke alltid være logisk i tankegangen. I tillegg kan man aldri vite hvordan en person faktisk vil håndtere uforutsette hendelser. Høyautomatiserte systemer vil være bidragsytende til en rekke nye hendelser som krever nye løsninger.

Forskeren nevner systemets oppbygning i risikobildet. Om systemets konstruksjon er kronglete blir den menneskelige operatørens oppgaver også mer komplisert. Rollen til mennesket kan bli vanskeligere å definere, noe som kan skape usikkerhet. At maritim autonomi er tidlig i utviklingsfasen kan gjøre det logisk å gjøre menneskets oppgaver mest mulig forutsigbar. Teknologien beveger seg i et høyt tempo, slik at det blir naturlig at menneskelige feil oppstår. Operatøren vil på dette tidspunktet fortsatt være viktig, ettersom skipene f.eks. vil trenge assistanse fra kontrollsenteret i områder med mye trafikk. Med fortsatt mye usikkerhet til prosessen vil derfor mennesket være en innflytelse på risikoen.

5.4 Utvikling av metode for risikoovervåkning av et AMS

Av Utne mfl. (2017) ble det presentert to metoder for utvikling av indikatorer. Videre tilpasses disse hverandre for utvikling av sikkerhetsindikatorer. Metoden er justert for å gjelde et autonomt maritimt system, noe som egner seg godt for avhandlingens problemområde. Artikkelen er et forslag til hvordan to metoder kan integreres for bruk i et autonomt maritimt system, da det ikke eksisterer en strukturert prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer. Måten dette blir gjort er å identifisere indikatorer som kan være av betydning. Problemet med

dette er at det blir problematisk å forutse alle indikatorer som kan være meningsfulle. Det er en konsekvens av den begrensede informasjonen som er tilgjengelig.

Å skaffe indikatorer i sanntid kan også bli et problem, da disse oftest samles inn for å gjelde en viss periode. På bakgrunn av årstidenes endringer og været kan det bli krevende å jevnlig samle inn enkelte sikkerhetsindikatorer. Det kan raskt føre til en bias. Utfordringene rundt sikkerhetsindikatorer har sterk sammenheng med hvor mange oppdrag som blir utført. Uansett, dersom det autonome maritime systemet drives ofte, vil bekymringene til dette kunne reduseres. Man danner seg da et bedre informasjonsgrunnlag.

Det er enighet blant intervjuobjektene at risikoovervåkning hos autonome systemer ikke er fullt ut forstått enda. For å gjøre betraktninger trengs det først et bedre statistisk grunnlag. Læring omtales som et sentralt punkt. Det er ikke overraskende, ettersom det er umulig å vite alt på forhånd. Å utføre simuleringer er et godt verktøy til disposisjon. Samtidig nevnes det at det er veldig få faresituasjoner i maritim sektor. Å fange opp hva som burde overvåkes kan derfor bli krevende. Legger man til at det er relativt få system, som i tillegg kjører relativt sjeldent, blir det enda mer krevende. Etterhvert som teknologien blir mer utstrakt i bruk vil det sannsynligvis også tilegnes mer data.

Fra industriens perspektiv nevnes «digital assurance» som noe de vil satse på fremover. Dette skal forsikre om at systemet holder påkrevd integritet, men på et digitalt nivå. Dette virker relevant, siden det digitale nivået er en stor del av autonomien. Det gjenstår å se om denne satsningen blir vellykket fremover. Men at en skal kunne vurdere risiko for eventuelle hendelser og vurdere om reisen er trygg, virker som et godt redskap. Det presiseres forøvrig at det ikke er risikofritt, men forbedret statistikk vil sikkert kunne nedjustere risikonivået over tid. Til slutt ble det nevnt at en må kunne sannsynliggjøre at risikoene er lave nok til og faktisk kunne fortsette. Dette har sammenheng med «minimum risk condition» som industripersonen nevnte tidligere. Risikonivået må være lavt nok til at det skal kunne aksepteres. Når en større mengde data tilegnes blir det enklere å forbedre statistikken for risikovurderinger, slik at man får et bedre perspektiv for hva som kan aksepteres.

6 Konklusjon

Avhandlingen har identifisert risikopåvirkende faktorer i utarbeidelse av risikomodeller for autonome passasjerskip. Tre forskningsspørsmål adresserer problemstillingen «*hvordan kan risiko hos maritime autonome passasjerskip modelleres og analyseres?*»: (i) Er eksisterende modeller i stand til å måle risiko, (ii) hvordan bidrar programvare og mennesket til risikonivået, (iii) hvordan overvåkes risikonivå med hensyn til systemkrav?

En sammenligning av svarene fra litteraturstudiet og intervjuene viser at det er en sterk enighet rundt temaet. Hovedfunnene inkluderer utfordringer med å danne et grunnlag for risikovurdering av autonome overflateskip. Maritime autonome overflateskip er fremdeles fersk teknologi, og veldig konseptuelt. Det er mye det ikke eksisterer svar på enda. Derfor er det nødvendig å danne et større statistisk grunnlag og videreutvikle modeller. Både artiklene og intervjuene var enig i dette.

Oppgaven presenterer modeller og analyser for å kunne analysere risiko i autonome maritime systemer. På bakgrunn av dette ble det bevisst valgt å fremheve både forskningen og industriens involveringer og tanker. Det er nettopp samarbeidet mellom disse som må fungere for å sikre at systemet vil kunne operere trygt. Å se at de deler mange av de samme tankene rundt ting som programvare, risikoovervåkning og modelleringer er betryggende.

Når programvare skal innlemmes i risikomodeller, må den baseres på funksjon og feilmodus. Problemet er at det ikke eksisterer et tydelig vurderingsnivå når en feilmodus skal identifiseres. I tillegg er programvare tidsmessig krevende å håndtere i en risikoanalyse. Komplisert programvare kan bestå av et stort antall kodinger. Å håndtere dette kan oppleves som et langsomt arbeid. Det må derfor utvikles programverktøy. Som litteraturen nevnte, må feilmodusens taksonomi inkluderes i en funksjonell programvaremodell. Dette verktøyet kan på den måten altså være en faktor i oppbygningen av programvaremodellen. Mulige feilmoduser kan da utelukkes, sånn at den faktiske effekten av eksterne grensesnitt blir identifisert.

Å måle sannsynligheter og frekvens lar seg ikke gjøre enda. Det må derfor fortsette å forskes på dette. Sannsynlighet kan i tillegg ubevisst påvirke risikoen, noe som kan gjøre kvantifisering mer krevende. Feilkodinger og dårlig testing er alltid statistisk mulig. Da blir risikoen delvis

avhengig av sannsynlighet. Det er mange faktorer å kartlegge når programvaren skal utvikles for et autonomt system. Realistisk sett må man velge ut det viktigste, fordi et skip sannsynligvis ikke vil kunne håndtere alle mulige slags hendelser. «Digital assurance» virker i det minste som et godt supplement til å kunne forsikre at systemet holder påkrevd integritet på et digitalt nivå.

Omgivelser og samspillet mellom system og menneske er videre et bidrag. Dette representerer ytelsen av menneskelige operatører som samhandler under drift av et autonomt maritimt system. I modelleringen handler det om å identifisere og inkludere risikopåvirkende faktorer som påvirker ytelsen mellom menneske og autonomien. Det som gjør dette sentralt, er begrensningene for å kunne lage gode modeller og analyser for dette. Avanserte systemer kan fremkalle mer usikkerhet hos mennesket. Hva mennesket gjør kan være vanskelige å måle. Som følge av dette identifiseres det også menneskelige relaterte risikopåvirkende faktorer. Det kan derfor være interessant å se hvordan mennesket kontra systemet håndterer uforutsette hendelser, f.eks. om det ligger en tømmerstokk i veien for skipet. Erfaring og trening, oppgavesammensetning og tretthet kan spille inn på hvordan situasjoner håndteres. Ved å skape en helhetlig modell knyttet til samspillet mellom mennesket, systemet, og miljøets omgivelser vil man få bedre innsikt.

I tillegg til identifisering og modellering av risikopåvirkende faktorer, ble det også gjort rede for hvordan sikkerhetsindikatorer kan brukes i et autonomt maritimt system. Det eksisterer enda ikke en strukturert prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer, men disse kan integreres til å dekke identifiserte områder som trenger tilsyn i et autonomt maritimt system. På den måten kan risikoanalyser gjennomføres og trygg operasjon realiseres. For å sikre at ulike perspektiver blir representert, tar man sikte på å dekke et bredt spekter av risikopåvirkende faktorer som kan være relevante for driften. Det er mulig å utvikle sikkerhetsindikatorer som spesialiserer seg på autonome maritime system og bidrar til at systemet kan driftes trygt.

På bakgrunn av industriens synspunkter vil det være tre viktige implikasjoner å trekke frem for autonome passasjerskip. Programvare og kodinger er en sentral del av bransjen. Det kan fort gjøres at denne blir svært komplisert. Man må skaffe seg en forståelse av hele systemets tekniske tilstand og bevise at den har integritet til å utføre den tenkte operasjonen. I sammenheng med dette må det forsikres om at programvaren ikke øker risikonivået. Risikoanalyse og selvdiaosering blir nødvendig for å kunne skape aksept ovenfor lovverket om at autonome passasjerskip kan driftes trygt. Å skape tillit til at skipene er sikre er også viktig

for å skape aksept. Verktøy for å integrere programvare i risikomodeller kan gjøre det mulig å sertifisere systemene til bruk i åpen trafikk. Selvdagnostisering er særlig et viktig verktøy for å identifisere risikoreducerende tiltak underveis.

Neste punkt gjelder overvåkning av autonome maritime systemer. Dersom sikkerhetsindikatorene indikerer en forverring av operasjonell sikkerhet, burde det stadfestes tiltak før hendelsen inntreffer. Det er også viktig å etablere sikkerhetsindikatorer for å gjøre menneskelige operatører observante på situasjoner som kan være farlige. Til slutt er det verdt å nevne samspillet mellom mennesket og autonomi. Dette må betraktes ved utforming av et autonomt maritimt system, særlig med tanke på HMI. Menneskelige operatører kan oppfattes som et ubetydelig tillegg, men de har faktisk et ansvar for å gripe inn dersom det oppstår situasjoner som systemet ikke kan håndtere. Mennesket må derfor være oppmerksom og klar til å gripe inn dersom en situasjon tilsier at det er nødvendig.

7 Epilog

Per dags dato er det generelle budskapet at teknologien fortsatt krever ytterligere forskning og testing. Det eksisterer derfor veldig få konkrete svar og fullverdige metoder for flere av de kritiske faktorene. Det har vært vanskelig å svare konkret på overordnet problemstilling og forskningsspørsmålene. Arbeidet viser derfor tydelig at det kreves mer forskning innenfor området. Ved ny forskning vil det bedre kunne identifiseres og anvendes hensiktsmessige metoder for risikovurdering, risikoanalyse og risikoovervåkning for et autonomt maritimt system. Man må supplere disse metodene ved å bruke adekvat testing, validering og verifisering for å sikre at det autonome maritime systemet er trygt.

Når det spesifikt gjelder risiko tilknyttet autonomi så er den fortsatt ikke fullt ut forstått. Sannsynligvis er forståelsen for risiko det største hinderet til kommersialisering i forhold til teknologien. Artikkene og intervjuene beviser på mange måter at det kan fungere, men det er enda ikke bevist at det fungerer godt nok i åpen trafikk, verken på land eller sjø. Hundre prosent risikofritt vil det aldri bli, men usikkerheten er fortsatt for stor. Å bevise at man har kontroll over risikoen er siste hinder.

En viktig del av videre arbeid handler om å bygge tillit til menneskene som operer systemet og teknologien. For å ha tillit til systemet må man også ha tillit til de som lager spesifikasjonene, til de som leverer komponenter og tillit til bruken av systemet. Det er et slags økosystem av tillit som må etableres, noe som kan ta en stund å få på plass. Å etablere tillit og risikoforståelse blir avgjørende i det videre arbeidet.

Referanser

Alle nettreferanser ble hentet i perioden 26. august – 16. desember.

1. Allianz Global Corporate & Speciality (2018). *Safety and Shipping - Review 2017*. I: Dobie, G. (ed.). Munich, Germany: Allianz Global Corporate & Specialty SE, s. 2-39.
2. Bolstad, E. (2020). *Inn/ut-enhet*. Hentet fra: <https://snl.no/inn/ut-enhet>
3. Briseid, E. M. (2018). *Ekvivalens*. Hentet fra: <https://snl.no/ekvivalens>
4. Chu, T.-L., Yue, M., Martinez-Guridi, G. & Lehner, J. (2010). *Review of Quantitative Software Reliability Methods*. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Nuclear Regulatory Research, Division of Risk Analysis, s. 1-98. Hentet fra: <https://www.bnl.gov/isd/documents/74267.pdf>
5. Delatour G, Laclemece P, Calcei D, Mazri C. (2018). *Safety performance indicators: a Questioning diversity*. *Chem Eng Trans*, 36, s. 55–60. Hentet fra: <https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-01710031/>
6. European Commission (2018). *Reducing Emissions from the Shipping Sector*. Hentet fra: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en
7. Forsberg, C. & Wengström, Y. (2013). *Olika typer av litteraturstudier: Att göra systematiska litteraturstudier*. Stockholm: Natur och Kultur.
8. Forskningsrådet (2016). *Maritim21. En Helhetlig Maritim Strategi for Forskning, Utvikling og Innovasjon*. Hentet fra: <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/1254021973383.pdf>
9. Garrett, C. J. & Apostolakis, G. (1999). *Context in the Risk Assessment of Digital Systems*. *Risk Analysis*, 19, s. 23-32. Hentet fra: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006998025354#citeas>
10. Grønmo, Sigmund (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*, 2. utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
11. Hoem, S. Å., Fjørtoft, K. & Rødseth, J. Ø. (2019). *Addressing the Accidental Risks of Maritime Transportation: Could Autonomous Shipping Technology Improve the Statistics?* *TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 933, s. 487-494. Hentet fra: <https://doi.org/10.12716/1001.13.03.01>

12. IEEE (2016). *IEEE Std 1633-2016: IEEE Recommended Practice on Software Reliability*. New York, NY, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Reliability Society. s. 1-261.
13. ISO (2009). *ISO 31000 Risk Management - Principles and Guidelines*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. Hentet fra: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-1:v1:en>
14. Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser: Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, 2.utgave. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
15. Johannesen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.
16. Kaber, D.B. (2018). *Issues in human–automation interaction modeling: Presumptive aspects of frameworks of types and levels of automation*. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 12(1). Hentet fra: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1555343417737203>
17. Khorsandi, J., Aven, T. (2014). *A risk perspective supporting organizational efforts for achieving high reliability*. *Journal of Risk Research*, 17(7), s. 871-884. Hentet fra: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13669877.2013.822912>
18. Kongsberg Maritime (2020). *Autonomous shipping*. Hentet fra: <https://www.kongsberg.com/no/maritime/support/themes/autonomous-shipping/>
19. Kongsberg Maritime (2017). *Autonomous ship project, key facts about Yara Birkeland*. Hentet fra: <https://www.kongsberg.com/no/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>
20. Kretschmann, L., Rødseth, Ø. J., Tjora, Å., Sage Fuller, B., Noble, H. & Horahan, J. (2015). *D9.2: Qualitative Assessment. Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks*, 1st Ed. ed. s. 8-12.
21. Larsen, A. K (2017). *En Enklere Metode*, 2. utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
22. Leveson N. (2015). *A systems approach to risk management through leading safety indicators*. *Reliability Engineering and System Safety*, 136, s. 17–34. Hentet fra: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2014.10.008>
23. Norsk senter for forskningsdata (2020). *Personverntjenester*. Hentet fra: <https://www.nsd.no/personvernombud/en/notify/meldeskjema?eng>

24. Okstad, G. (2020). *Til sommeren vil denne verdensnyheten bli fast inventar*. Hentet fra: <https://www.adressa.no/pluss/okonomi/2020/11/28/Til-sommeren-vil-denne-verdensnyheten-bli-fast-inventar-i-Trondheim-23063011.ece>
25. Parasuraman, R., Sheridan, T.B., Fellow, IEEE, & Wickens, C. D. (2000). *A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30, s. 286-297. Hentet fra: <http://dx.doi.org/10.1109/3468.844354>
26. Pedersen, P. T. (2010). *Review and Application of Ship Collision and Grounding Analysis Procedures*. *Marine Structures*, 23, s. 241-262. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2010.05.001>
27. Rabbevåg, F. (2018). *Skip*. Hentet fra: <https://snl.no/skip>
28. Ramos, M. A., Utne, I. B. & Mosleh, A. (2019). *Collision avoidance on maritime autonomous surface ships: Operators' tasks and human failure events*. *Safety Science*, 116, s. 33-44. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.02.038>
29. Rausand, M. (2011). *Risk Assessment - Theory, Methods, and Applications*. Hoboken, New Jersey, USA, John Wiley & Sons.
https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=9EHeLmbUVh8C&oi=fnd&pg=PT12&dq=Risk+Assessment++Theory,+Methods,+and+Applications,&ots=ZYxjgiR4Qa&sig=BhrUzldSIhroIECg6ZBCIPdorWs&redir_esc=y#v=onepage&q=Risk%20Assessment%20%20Theory%2C%20Methods%2C%20and%20Applications%2C&f=false
30. Regjeringen (2018). *Autonome skip*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/maritime-naringer/ny-temaside/forste-kolonne/markedsadgang-og-regelverk/id2589230/>
31. Ringdal, K. (2012). *Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*, 3. utgave. Fagbokforlaget.
32. Rødseth, Ø. J. (2018). Defining ship autonomy by characteristic factors. I K. Lee (Red.), *Proceedings of the 1st International Conference on Maritime Autonomous Surface Ships, November 8-9, 2018, Busan, Republic of Korea* (s. 19-26). ICMAS. Hentet fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintefxmlui/bitstream/handle/11250/2599001/3-DEFINING%20SHIP%20AUTONOMY%20BY%20CHARACTERISTIC%20FACTORS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Rødseth, Ø. J. & Burmeister, H.-C. (2015). *Risk Assessment for an Unmanned Merchant Ship*. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety*

- of Sea Transportation*, 9, s. 357- 364. Hentet fra:
<http://dx.doi.org/10.12716/1001.09.03.08>
34. Rødseth, Ø. J. & Tjora, Å. (2014). *A Risk Based Approach to the Design of Unmanned Ship Control Systems. Maritime-Port Technology and Development*. CRC Press. s. 153-161. Hentet fra:
https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=qoLMBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA153&dq=A+Risk+Based+Approach+to+the+Design+of+Unmanned+Ship+Control+Systems.+MaritimePort+Technology+and+Development.&ots=wCB1v_mAdY&sig=rfCdglEyXWpjqoGtQtSSDmL3lZ4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
35. SINTEF (2020). *Autonome systemer*. Hentet fra: <https://www.sintef.no/autonome-systemer/#/>
36. Sjøfartsdirektoratet (2020). *Passasjerskip*. Hentet fra:
<https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/fartostyper/passasjerskip/>
37. Statistisk sentralbyrå (2020). *Mer gods fraktet med tog og båt*. Hentet fra:
<https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/mer-gods-fraktet-med-tog-og-bat>
38. Stensvold, T. (2020). *Koronakrisen stopper verdens første selvgående, utslippsfrie frakteskip*. Hentet fra: <https://www.tu.no/artikler/koronakrisen-stopper-verdens-forste-selvgaende-utslippsfrie-frakteskip/491569>
39. Thieme, C. A., Mosleh, A., Utne, I. B. & Hegde, J. Submitted. (2020). *Incorporating software failure in risk analysis – Part 1: Software functional failure mode classification. Reliability Engineering and System Safety*, 197, s. 1-13. Hentet fra:
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106803>
40. Thieme, C. A. & Utne, I. B. (2017). *A risk model for autonomous marine systems and operation focusing on human-autonomy collaboration. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 213, s. 446-464. Hentet fra:
<https://doi.org/10.1177/1748006X17709377>
41. Thieme, C. A. & Utne, I. B. (2017). *Safety performance monitoring of autonomous marine systems. Reliability Engineering and System Safety*, 159, s. 264-275. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.11.024>
42. Thieme, C. A., Utne, I. B. & Haugen, S. (2018). *Assessing ship risk model applicability to Marine Autonomous Surface Ships. Ocean Engineering*, 165, s. 140-154. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.07.040>

43. Tjora, Aksel (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*, 3. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
44. Utne, I. B., Sørensen, A.J & Schjøberg (2017). Risk management of autonomous marine systems and operations. *Proceedings of the ASME 2017 36th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, June 25-30, Trondheim, Norway* (s. 1-10). OMAE2107.
45. Utne, I. B., Rokseth, B., Sørensen, A. J. & Vinnem, J. E. (2020). *Towards supervisory risk control of autonomous ships. Reliability Engineering and System Safety*, 196, s. 1-15. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106757>
46. Wróbel, K., Montewka, J. & Kujala, P. (2018). *System-Theoretic Approach to Safety of Remotely- Controlled Merchant Vessel. Ocean Engineering*, 152, s. 334-345. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.01.020>
47. Yamada, S. (2014). *Software Reliability Modeling - Fundamentals and Applications*, Tokyo, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, Springer Japan. Hentet fra: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-4-431-54565-1>
48. Zeabuz (2020). *Zero emission autonomous urban mobility*. Hentet fra: <https://zeabuz.com>
49. Øien K. (2013). *Remote operation in environmentally sensitive areas: development of early warning indicators. Journal of Risk Research*, 16, s. 323–36. Hentet fra: <https://doi.org/10.1080/13669877.2012.729523>
50. Øvrebø, O. A. (2020). *Utrulling av elbiler*. Hentet fra: <https://energiogklima.no/klimavakten/utrulling-av-elbiler/>

Vedlegg

Vedlegg 1

Tabell 1. Struktur av analysefunn.

Forfatter	Hovedresultat	Kategori	Subkategori
<p>Thieme mfl. 2015. Norge</p> <p>A risk model for autonomous marine systems and operation focusing on human-autonomy collaboration.</p>	<p>Interaksjon mellom menneske og autonomi kan være en del av et større risikobilde når sannsynligheten for oppdragssuksess skal vurderes.</p> <p>Nødvendig med videre arbeid for å integrere det med andre modellhensyn: miljøinteraksjoner, teknisk systemytelse, samfunnsmessige forventninger og regulatoriske kundekrav.</p>	<p>Hvordan menneske og autonomi samarbeider spiller inn på risikoen.</p> <p>Ytterligere arbeid må utføres for integrering av andre modellhensyn.</p>	<p>Sannsynligheten for oppdragssuksess kan ubevisst påvirke.</p> <p>Nye faktorer må tilføyes for å møte hensynene.</p>
<p>Rødseth mfl. 2019. Norge</p> <p>Addressing the Accidental Risks of Maritime Transportation: Could Autonomous Shipping Technology Improve the Statistics?</p>	<p>Overordnet risikobilde for autonome skip kan se lite lovende ut, men ulikhetene i implementering har betydelig innvirkning på de enkelte risikotypene.</p> <p>Indikeres at det er betydelig mulighet for å forbedre den generelle sikkerheten for autonome skip, sammenlignet med bemannede, selv om visse områder krever spesiell oppmerksomhet.</p>	<p>I hvor stor grad ulykkesgraden forbedres av automatisering er fortsatt åpent for diskusjon.</p> <p>Generelle graden av autonomisikkerhet hos autonome skip kan forbedres.</p>	<p>Ulikheten i implementering spiller inn på betydningen av ulike risikotyper.</p> <p>Selv om visse områder kan kreve spesiell oppfølging, kan sikkerheten forbedres sammenlignet med bemannet skipsfart.</p>
<p>Thieme mfl. 2018. Norge</p> <p>Assessing ship risk model applicability to Marine Autonomous Surface Ships.</p>	<p>Noen av dagens konvensjonelle skiprisikomodeller og de underliggende rammene kan brukes som utgangspunkt for å utvikle risikomodeller for maritime autonome overflateskip.</p>	<p>Flere konvensjonelle risikomodeller som kan bruk brukes om hverandre.</p>	<p>Danne et utgangspunkt for risikomodeller av maritime autonome overflateskip.</p>

	<p>En risikomodell dedikert maritime autonome overflateskip bør fokusere på vurderingen av kontroll- og programvaresystemet og effekten av feil. Nåværende modeller vurderer ikke dette aspektet.</p>	<p>Fokus på vurdering av kontroll- og programvaresystemet og effekten av feil.</p>	<p>Ingen vurderingen av disse faktorene hos nåværende risikomodeller.</p>
<p>Ramos mfl. 2019. Norge</p> <p>Collision avoidance on maritime autonomous surface ships: Operators' tasks and human failure events.</p>	<p>Utformingen av autonome skip må ta hensyn til det menneskelige elementet, oppgavene operatørene må utføre, verktøyene for vellykket oppnåelse og muligheten for svikt i fullførelsen av oppgaver.</p> <p>For å unngå kollisjoner må risikovurderingen av autonom skipsdrift ta hensyn til samspillet mellom mennesker og system, samt menneskelige feil.</p>	<p>Beskrives hva som må vurderes når autonome skip skal utformes.</p> <p>Risikovurderingen for unngåelse av kollisjoner.</p>	<p>Gjeldende momenter utbroderes for å vise hva som er viktig for å lykkes med operasjon.</p> <p>Samspill mellom mennesket og systemet.</p>
<p>Utne mfl. 2020. Norge</p> <p>Towards supervisory risk control of autonomous ships.</p>	<p>Foreslått rammeverk for to hovedfaser; dvs. (i) identifisere og analysere hva og hvordan ting kan gå galt med STPA, som er en gjennomførbar metode for autonome systemer.</p> <p>(ii) bruke resultatene fra STPA til å utvikle noder og en struktur som representerer nettbasert risikomodell til bruk i kontrollsystemet hos et autonomt skip.</p>	<p>Første hovedfase i foreslått rammeverk for risikokontroll av autonome skip.</p> <p>Andre hovedfase i foreslått rammeverk for risikokontroll av autonome skip.</p>	<p>Identifikasjon og analyse av hva og hvordan ting kan gå galt med STPA.</p> <p>Utvikling av noder og struktur gjennom resultat fra STPA.</p>
<p>Thieme mfl. 2020. Norge</p> <p>Incorporating software failure in risk analysis – Part 1: Software functional failure mode classification.</p>	<p>Presenteres taksonomi av feilmodus for programvarefunksjoner og et programvaresystem.</p> <p>Analysen er skalerbar, modulær og passende for pålitelighet og risikoanalyse.</p>	<p>Oversikt over taksonomi av feilmodus.</p> <p>Analyse som er skalerbar og modulær.</p>	<p>Baseres på programvarefunksjoner og programvaresystem.</p> <p>Er godt egnet til bruk hos pålitelighet og risikoanalyse.</p>

	Systemet kan brytes ned til et detaljnivå og baseres på tilgjengeligheten av informasjonen i en gitt fase i programvarens livssyklus.	Mulighet for å bryte ned systemet til et detaljnivå.	Baseres på tilgjengelig informasjon ved gitte faser i livssyklusen.
Thieme mfl. 2017. Norge Safety performance monitoring of autonomous marine systems.	Ingen strukturert prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer hos AMS eksisterer enda eller er i bruk. Presentert prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer fokuserer på innsats, ressurser og oppmerksomhet for å identifisere et tilstrekkelig omfattende, men likevel håndterbart sett med sikkerhetsindikatorer.	Ingen prosess for sikkerhetsindikatorer hos AMS eksisterer enda. Lagt frem prosess for utvikling av sikkerhetsindikatorer.	Ingen prosess er i bruk. Fokus på innsats, ressurser og oppmerksomhet.

Vedlegg 2

Tabell 2. Intervjuguide

Introduksjonsspørsmål	Oppfølgingsspørsmål
1 – Hei, hvordan står det til?	Løs prat.
2 – Hva omfatter ditt arbeid innen autonom skipsfart?	Kan du si litt mer om hva du arbeider med, og fortelle litt generelt rundt det?
	Hvordan kan din arbeidserfaring påvirke ditt syn på temaet?
Reflekterende spørsmål	
1 – Kan du si noe rundt hvilke risikopåvirkende faktorer som er viktig i vurderingen av risiko hos et autonomt maritimt system?	1. Med tanke på passasjersikkerhet?
2 – Hvilke modeller bruker dere til å måle risiko hos autonome maritime systemer?	2. Fungerer de godt?
3 – Hvilken innflytelse har mennesket på risikoen?	
4 – Hvordan påvirker programvaren risikonivået?	
5 – Hvordan kan det føres risikoovervåkning hos et autonomt maritimt system?	
6 – Hvilke nye risikomomenter kan oppstå hos autonome passasjerskip, sett opp mot tradisjonell varetransport?	
Avsluttende spørsmål	
1 – Er det noe mer du har lyst å legge til?	3. Hva med tanke på risiko?
2 – Hvordan syntes du intervjuet gikk?	

Vedlegg 3

Figur 1. Samtykke godkjenning NSD

Det innsendte meldeskjemaet med referansekode 779534 er nå vurdert av NSD.

Følgende vurdering er gitt:

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 11.11.20, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG

Det er obligatorisk for studenter å dele meldeskjemaet med prosjektansvarlig (veileder). Det gjøres ved å trykke på "Del prosjekt" i meldeskjemaet.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 18.12.20.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1 f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg 4

Figur 2. Infoskriv samtykke NSD del 1

Vil du delta i forskningsprosjektet

Risiko knyttet til maritim autonom passasjertransport

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å utføre intervju med ulike aktuelle parter til min bacheloroppgave. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I studiet Shipping Management vil dette være en bidragsytende faktor til autonom shipping: Hvilke sikkerhetsfunksjoner og risikoreducerende tiltak må utføres for å kunne føre trygg bruk av autonomi i den norske maritime passasjertransporten?

Det vil utføres et litteraturstudie i samråd med NTNU og SINTEF, der det vil bli sett på hvilke teknologi som eksisterer, og hvilken forskning som er blitt gjort innenfor dette feltet. Rapporter og artikler skrevet hos SINTEF og marinteknisk institutt blir sentralt i studiet av problemstillingen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU Ålesund er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget av hvem som blir spurt om å delta er valgt ut fra behovet for å kunne gi et godt svar på problemstillingen.

Hva innebærer det for deg å delta?

I forbindelse med min problemstilling ønsker jeg å gjennomføre intervju. Spørsmålene vil bli tilsendt før intervjuet starter. Som metode vil det bli gjort en kvalitativt undersøkelse med intervju. Jeg ønsker å bruke lydopptak, slik at det blir bedre fokus på intervjuobjektet. På den måten vil ikke notater være nødvendig. Intervjuet vil bli transkribert i etterkant. Ved innlevering vil lydfilen slettes.

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. Dersom det er ønske om å trekke seg er det bare å sende meg en e-post.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Informasjonen vil bli anonymisert og kun jeg vil ha tilgang til datamaterialet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 18. desember. Vil slette opptaket av intervjuet ved prosjektslutt.

Vedlegg 5

Figur 5. Infoskriv samtykke NSD del 2

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU Ålesund har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- [Viktoriiia Koilo](mailto:viktoriiakoilo@ntnu.no), Førstemanusist ved NTNU Ålesund. Kontaktopplysninger; e-post viktoriiakoilo@ntnu.no , tlf: 93041991.

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Veileder: NTNU [Viktoriiia Koilo](mailto:viktoriiakoilo@ntnu.no)

Student: Marco Wahl Larsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju for bacheloroppgavens analysedel

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

