



SINTEF



Rapport

Smartere transport - Møre & Romsdal: L4.2 Regulatoriske utfordringer for autonom sjøverts persontransport

Forfatter(e):

Even Ambros Holte, SINTEF Ocean

Egil Wille, SINTEF Ålesund

Rapportnummer:

OC2022 A-113 - Åpen

Smartere transport – Møre & Romsdal: L4.2 Regulatoriske utfordringer for autonom sjøverts persontransport

Oppdragsgiver(e): Møre og Romsdal fylkeskommune
Oppdragsgivers ref. Marte Berild Hjelle

Sammendrag:

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag for Møre og Romsdal fylkeskommune som del av prosjektet Smartere Transport – Møre og Romsdal.

Rapporten retter innledningsvis fokus mot eksisterende initiativ innen regelverk og regelverksutvikling for godkjenning av autonome skip. Herunder både internasjonale og nasjonale. Med dette som utgangspunkt gjøres en overordnet vurdering av sentrale nasjonale forskrifter som må hensyntas ved en eventuell realisering av prosjektets brukercase. Avslutningsvis presenteres regulatoriske utfordringer ved utvikling og godkjenning av autonome passasjerskip. Prosjektet har ved flere tilfeller identifisert dette til å være knyttet til hvordan en skal kunne verifisere at løsning for autonom navigasjon og manøvrering – kai-til-kai er tilstrekkelig god nok, samt behovet for nye sikkerhetsløsninger som en utløsende faktor for å oppnå en reduksjon i dagens sikkerhetsbemanning.

Rapportnr: OC2022 A-113
ISBN: 978-82-7174-449-6
Gradering: Åpen
Prosjektnr 302004527-6
Versjon 2.0
Dato 2023-07-06

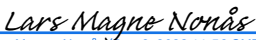
Forfatter(e): Even Ambros Holte, SINTEF Ocean,
Egil Wille, SINTEF Ålesund


Even Ambros Holte (Dec 8, 2023 11:26 GMT+1)

Kontrollert av: Lars Andreas Lien Wenersberg



Godkjent av: Lars Magne Nonås


Lars Magne Nonås (Dec 8, 2023 11:56 GMT+1)

SINTEF Ocean AS

Postadresse:
PO box 4762 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 46415000

Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2023-01-20	Første versjon til oppdragsgiver for kommentarer.
1.1	2023-06-22	Andre versjon til oppdragsgiver for kommentarer.
2.0	2023-07-06	Endelig versjon oversendt til oppdragsgiver.

Innholdsfortegnelse

Forkortelser og faguttrykk.....	4
1 Sammen drag.....	4
2 Innledning.....	8
2.1 Prosjekt bakgrunn.....	8
2.2 Rapportens omfang og avgrensninger.....	9
3 Autonomi og regelverk.....	11
3.1 Sentrale rundskriv fra IMO.....	11
3.2 Prosess for godkjenning av autonome skip i Norge.....	12
4 Regulatoriske hovedutfordringer.....	14
4.1 Navigasjon og manøvrering.....	14
4.1.1 Objekt-deteksjon og anti-kollisjon.....	14
4.1.2 Atferd og tolkning av COLREG.....	16
4.1.3 Nødløsninger og kommunikasjon.....	17
4.1.4 Dokumentasjon og godkjenning.....	17
4.2 Passasjersikkerhet og bemanning.....	18
4.3 Roller og ansvar.....	20
5 Realisering av brukercase og identifiserte gap spesifikt for norske forskrifter.....	22
6 Oppsummering.....	25
7 Referanser.....	26
8 Appendiks.....	28
8.1 - Konseptuelt løsningsforslag av autonome skipsystemet.....	28
8.2 Ulike grader av autonomi.....	31
8.3 Rundskriv RSV 12-2020 – utvalgte hovedpunkter.....	31
8.4 Bemanningsforskriften.....	33

Forkortelser og faguttrykk

Tabell 1 - Forkortelser og faguttrykk

IMO	International Maritime Organization
RCC	Remote Control Centre
Code	Samling av relevante lover, forskrifter og sentrale definisjoner
COLREG	Konvensjon om internasjonale regler til forebygging av sammenstøt på sjøen, 1972
SOLAS	Internasjonal konvensjon om sikkerhet for menneskeliv til sjøs
STCW	Den internasjonale konvensjon om normer for opplæring, sertifikater og vakthold for sjøfolk, 1978,
MRT	Minste risiko tilstand

1 Sammendrag

Som dokumentert i prosjektets del-rapport L2.2 – Valg av autonomigrad for fartøyskonsept (Holte & Wenersberg, 2021), finnes det per dags dato ikke et eget regelverk for godkjenning av autonome skip (lav- og ubemannede), hverken av nasjonal eller internasjonal karakter. Dette innebærer at IMO (International Maritime Organization) sitt rundskriv 1455 – *Guidelines for the Approval of Alternatives and Equivalents as provided for in Various IMO Instruments* (IMO, 2013) er førende for flaggstater som ønsker å utvikle en nasjonal godkjenningsprosess for alternative løsninger. Sjøfartsdirektoratets konkretisering av nevnte rundskriv er RSV 12-2020 – *Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift, Rundskriv – Serie V* (Sjøfartsdirektoratet, 2020), og inntil et tilpasset regelverk for autonome skip foreligger, er dette å anse som et slags "mellomsteg" i regelverksutviklingen. Og selv om enkelte aktører i industrien taler for at et nytt regelverk må på plass, forstår prosjektet fra samtaler med Sjøfartsdirektoratet at det trolig ikke vil komme et eget spesifikt regelverk for autonome fartøy i løpet av de nærmeste årene. Dette er hovedsakelig av tre årsaker:

- 1) Utvikling av et regelverk innen maritim bransje er et tidkrevende og omfattende arbeid, hvor nasjonale initiativ i stor grad må være koblet til internasjonale regelverk og prosesser knyttet til utvikling av dette. I så måte er IMO sin prosess knyttet til utvikling av en frivillig kode for autonome skip ("MASS code"), som er ventet å foreligge innen 2024, er viktig premissgiver. Dette fordi koden mest trolig vil ta inn viktige definisjoner og føringer, og som vil være sentrale å ta inn i et tilpasset nasjonalt regelverk.
- 2) Risiko ved å innføre et nytt regelverk for tidlig er antatt å fungere som en brems i utviklingen, da en naturlig vil fremlegge et for konservativt godkjenningsregime.
- 3) De autonomiinitiativene som så langt har sett dagens lys (f.eks. Milliampere2, Yara Birkeland og ASKO, Zeam i Stockholm), er såpass særegne og tilpasset sitt spesifikke operasjonsområde, at det med utgangspunkt i disse er utfordrende å sette samme et regelverk basert på generiske krav, føringer og prinsipper. Før noe slikt kan skje er det nødvendig med betydelig mer operasjonell erfaring. Sånn sett representerer pågående initiativ viktige læringsarenaer, både for utvikling av teknologi og dermed i sin tur også regelverk.

En mulig realisering av prosjektets brukercase er derfor koblet til regelverket som foreligger per i dag, og på hvilke måte(r) en skal tilfredsstille gjeldene krav og føringer. Herunder særlig hvordan en skal dokumentere

påliteligheten til avanserte systemer og løsninger, og hvor menneskets funksjon og nærvær er byttet ut med automasjon. Med det som utgangspunkt ansees tilnærmingen som beskrevet i L2.2 (Holte og Wengersberg, 2021), som sentral. Dette fordi den definerte læringsfasen, med selvkjøring under kontinuerlig overvåking fra navigatør som kan gripe inn ved behov, antas å være nødvendig for å høste driftserfaringen som trengs for å gjøre autonomisystemene tilstrekkelig robuste og pålitelige. En slik fase vil også bidra med viktig erfaringsbasert læring for å oppnå optimal drift av Remote Control Center (RCC) (prosedyrer, organisering av ressurser, osv.). Det vil også åpne opp muligheten for å utvikle nødvendige sikkerhetsløsninger, bl.a. knyttet til håndtering av brann, evakuering og mann over bord. Etter hvert som man høster driftserfaring gjennom læringsfasen vil det være mulig nå et nivå av sikkerhet og pålitelighet som muliggjør autonom drift med bemanning på kun én person.

Når det gjelder utvalgte regulatoriske utfordringer som er spesifikke for prosjektets anbefalte løsninger, og dermed realisering av prosjektets to brukercase, så er disse oppsummert nedenfor. Utvalget er basert på eksisterende publikasjoner og på samtaler prosjektet har hatt med ulike aktører innen industri og myndigheter, og hvor disse løftes frem som de mest sentrale. Noen av utfordringene er spesifikt knyttet til ulike forskrifter, mens andre er av mer generell karakter:

Objekt-deteksjon og anti-kollisjon:

- **Utfordring:** Grunnet begrenset erfaringsgrunnlag er det fortsatt ingen form for "bransjestandard" eller overordnet enighet om hvilke løsninger/teknologier som bør brukes og hva som er "godt nok" mtp. funksjonalitet. Dvs. evne å kategorisere og gjengi korrekt bevegelses-karakteristikk på ulike objekt som et autonomt fartøy må forholde seg til. Per i dag er ikke algoritmene som disse systemene bygger på robuste nok til å håndtere nevnte problemstilling, noe som medfører at feiltolkninger av hva som er det virkelige situasjonsbildet oppstår. Dette har også sammenheng med en foreløpig mangel på et tilstrekkelig datagrunnlag som kreves for å trene slike algoritmer. Dette gir bl.a. særlige utfordringer opp mot vaktholdsforskriften § 7 og funksjonen "utkikk fra bro", som sier at det skal holdes forsvarlig utkikk med syn og hørsel til alle tider (i samsvar med regel 5 i COLREG). I tillegg er også utfordringer knyttet til § 6 betydelig, og da særlig muligheten til å gjøre fullstendig bedømmelse av situasjonen til enhver tid.
- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** Inntil videre vil det være prosessen beskrevet i Sjøfartsdirektoratets RSV 12-2020 som angir hvordan man går frem for å løse disse utfordringene, og det er viktig å merke at nødvendige funksjoner og deres akseptkrav vil variere fra case til case og bestemmes ut ifra det enkelte konseptets operasjonsbeskrivelse (CONOPS). Godt samarbeid med relevante parter (inkludert Sjøfartsdirektoratet) både før og under læringsfasen vil være avgjørende for å komme i mål med utvikling og godkjenning. Dette er en viktig grunn til prosjektets anbefaling om å gjennomføre en læringsfase før innfasing av autonom operasjon. Ikke bare er dette knyttet til skipets systemer for autonom navigasjon og manøvrering, og behovet man har for validering av disse. Det er også knyttet til etablering av RCC og hvordan en skal definere tilhørende roller og funksjoner. Ikke minst det å få verifisert at de oppgaver som flyttes på land ikke endrer på sikkerhetsnivået sammenlignet med en konvensjonell løsning.

Tolkning av COLREG og sikre trygg seilas:

- **Utfordring:** COLREG er skrevet for menneskelig tolkning og er derfor ikke enkle og oversette til matematiske algoritmer. Enhver implementasjon av et anti-kollisjonssystem vil derfor være en tolkning av COLREG, og den riktige tolkningen kan variere fra case til case. En sentral utfordring knyttet til dette er at autonomisystemet derfor må, så langt det lar seg gjøre, være i stand til å "forstå" andre fartøyers atferd. Herunder også "oppføre" seg på en måte som gjør at andre fartøy forstår dets intensjoner. I begge tilfeller må det kunne dokumenteres og verifiseres at skipets autonomisystem er i stand til nettopp dette. Fra det vi vet i dag innebærer dette at utfordringer knyttet til vaktholdsforskriften § 6 (fullstendig bedømmelse av situasjonen til enhver tid), og § 7 (ivareta kontinuerlig utkikk ved syn og hørsel), må være løst.
- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** Selv om det vil være mulig å bygge videre på utvikling og erfaring fra andre eksisterende autonomi-initiativer, er det viktig å erkjenne at hvert enkelt case har sine unike hensyn og utfordringer. Dette bl.a. knyttet til trafikken i det aktuelle farvannet, samt lokale vær- og strømforhold. Dette innebærer at man skal være forsiktig med å gjenbruke andre løsninger ukritisk. For realisering av brukercasene i dette prosjektet vil det være mulig å få hjelp fra RCC-operatør. Dette med utgangspunkt i at autonomisystemet selv er i stand til å avgjøre når det trenger assistanse. Dette kan potensielt gjøre det noe enklere å tilfredsstille ulike bestemmelser nedfelt i COLREG, da RCC kan håndtere komplekse situasjoner eller situasjoner som ikke faller inn under COLREG-kategorier. Igjen vil læringsfasen være avgjørende for å oppnå tilstrekkelig god løsning

Nødløsninger:

- **Utfordringer:** Systemene om bord på lav-bemannede skip vil ikke i like stor grad kunne få hjelp fra mannskap om bord. Disse må dermed være vesentlig mer pålitelige og i stand til å håndtere et betydelig spekter av uvanlige/vanskelige situasjoner. I tillegg bør fartøyet være minst mulig avhengig av hjelp fra RCC, og særlig sikkerhetsfunksjoner må fungere selv om RCC-tilkoblingen skulle falle bort. Denne problemstillingen er særlig knyttet til forskrift om redningsredskaper, hvor særlig § 9 og § 10 er fremtredende. § 9 krever verifisert mulighet til å assistere ved tilfelle av Mann over bord, også ved redusert bemanning, mens § 10 krever en løsning for MES og som understøtter evakuering med en redusert sikkerhetsbemanning.
- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** Fartøyet må ifølge RSV 12-2020 ha definerte minste-risiko-tilstander (MRT) som det skal gå til, og minst to slike må være tilgjengelig til enhver tid under vanlig operasjon. Fartøyets systemer bør være så "selvstendige" som mulig, både for å minimere behovet for RCC-assistanse, men også for å sørge for at RCC-assistanse kan gis uten at det kreves veldig høy båndbredde og lav forsinkelse. (som ville vært tilfelle ved "ren fjernstyring"). Relevante funksjoner må utvikles/forbedres i læringsfasen, til de når et nivå av selvstendighet som gjør at assistanse fra RCC kun er nødvendig unntaksvis.

Dokumentasjon og godkjenning:

- **Utfordringer:** Utfordringer knyttet til dokumentasjon og godkjenning er av generell karakter og ikke knyttet til noen spesifikk forskrift. Her legges en betydelig bevisbyrde på utvikler, og hvor arbeidet er både komplekst og omfattende. Mengden relevant data er enorm, både når det gjelder

erfaringsgrunnlag/læringsdata og dokumentasjon av ytelse. Data/dokumentasjon skal ikke bare presenteres, men også legge til rette for både utvikling og verifikasjon/godkjenning. Å fastsette akseptkriterier ("hva er godt nok?") vil også være en krevende øvelse.

- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** I godkjenningsprosessen vil det være stort behov for god kommunikasjon med Sjøfartsdirektoratet og andre involverte parter. Dialog mellom relevante aktører bør innledes tidlig, ettersom både utviklings- og godkjenningsløpet er nybrottsarbeid for alle parter. I påvente av mer standardiserte prosedyrer og mer tilpassede krav, ansees den beste fremgangsmåten å følge RSV 12-2020, og derigjennom sørge for tidlig involvering, stor åpenhet, og godt samarbeid med relevante aktører.

Bemanning:

- **Utfordringer:** For passasjerferger er det særlig krav til passasjersikkerhet som gjør det vanskelig å realisere ubemannede konsepter, og for å redusere bemanning må man både utvikle alternative løsninger og dokumentere at løsningen(e) oppfyller de funksjonskrav som måtte gjelde. I denne sammenheng er bemanningsforskriften sentral, hvor særlig § 8 henviser til krav om muligheten til å håndtere evt. nødsituasjoner som måtte oppstå, samt evne til å assistere ved behov for førstehjelp eller medisinsk bistand.
- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** Funksjonskravene for å sikre forsvarlig bemanning er beskrevet i bemanningsforskriften og vaktholdforskriften, og disse utgjør også en viktig del av regelverksgrunnlaget som RSV 12-2020 tar utgangspunkt i. Det anbefales å bruke bemanningsforskriften og vaktholdforskriften aktivt, ikke bare ved utvikling av alternative løsninger, men også til dokumentasjon ifm. godkjenning.

Roller og ansvarsfordeling:

- **Utfordringer:** Eksisterende regelverk er i stor grad basert på tradisjonelle roller innen skipsfart, og det har inntil nylig vært en slags selvfølge at alt av ansvar knyttet til fartøyets drift fordeles mellom mennesker om bord. En slik tilnærming fungerer ikke for autonomikonsepter som utvikles i dag, ettersom få eller ingen viktige beslutninger knyttet til navigasjon og manøvrering blir tatt av mannskap ombord. Ansvar må dermed også pålegges mennesker på land og (utviklerne av) autonomisystemene.
- **Kommentarer og forslag til tilnærming/løsning:** Det gjenstår mye arbeid før et nytt regelverk tilpasset autonome (og fjernstyrte) fartøy vil være på plass, både når det gjelder tekniske og juridiske spørsmål. Frem til disse diskusjonene nærmer seg en avklaring vil det igjen være RSV 12-2020 som er det nærmeste man kommer en avklaring. I godkjenningsprosessen som beskrives, skal CONOPS inneholde beskrivelse av ansvarsfordeling, og som for det meste av aktivitet tilknyttet RSV 12-2020 anbefales god dialog/samarbeid med relevante aktører.

2 Innledning

Kapittel 2 introduserer rapportens formål, omfang, avgrensning og metode. Kapittel 3 beskriver sentrale regelverk og prosedyrer knyttet til godkjenning av autonome fartøyskonsepter. Kapittel 4 beskriver og diskuterer sentrale regulatoriske utfordringer som har blitt identifisert gjennom prosjektets arbeid med ulike aktiviteter, og kapittel 5 presenterer ulike identifiserte gap med utgangspunkt i norske forskrifter. Kapittel 6 oppsummerer de viktigste utfordringene og anbefalingene.

Rapportens innhold er basert på en kvalitativ analyse av informasjon som er innhentet gjennom offentlig tilgjengelige dokumenter og forskningslitteratur, samt gjennom semistrukturerte intervjuer og samtaler med relevante aktører innen maritim næring. I tillegg til deltakelse i relevante fora og har det også vært direkte samtaler med Sjøfartsdirektoratet og Kystverket. Tidligere funn og avklaringer tilknyttet regulatoriske utfordringer fra prosjektets side er også inkludert.

2.1 Prosjektbakgrunn

Som beskrevet i "Prosjektplan" ble Møre og Romsdal fylkeskommune som en av fem fylkeskommuner premiert i Samferdselsdepartementets konkurranse "Smartere transport i Norge", hvor hovedmålet er å: "Gjennomføre en mulighetsstudie for et helt nytt og banebrytende konsept for sømløs persontransport basert på autonome, sjøverts transportløsninger". Prosjektet består av totalt 4 arbeidspakker (WP'er), hvor fokus for denne rapporten er WP4 og aktivitet A4.2 (Tabell 2).

Tabell 2 Smartere transport - arbeidspakkestruktur

Arbeidspakke	Aktivitet
WP1 – Prosjektavgrensning	A1.1 Ståstedsanalyse
	A1.2 Beskrivelse av brukercase
WP2 Mulighetsstudie autonome fartøy	A2.1 Skalerbare fartøyskonsepter
	A2.2 Autonome/semi-autonome operasjoner
	A2.3 Framdrifts- og energisystem
	A2.4 Dokking, ombordstigning og evakuering
	A2.5 Ombordsystem og beslutningsstøtte for sikker operasjon
	A2.6 Kost-nytteanalyser
WP3 Landbasert digital og fysisk infrastruktur	A3.1 Landbasert kontrollrom
	A3.2 Sikker dokking og ombordstigning
WP4 Sikkerhet og beredskap	A4.1 Cyber security
	A4.2 Regulatoriske utfordringer
	A4.3 Sikre transportløsninger

Med referanse til arbeidspakke 4 (WP4 Sikkerhet og beredskap), skal aktivitet A4.2 kartlegge nasjonale regulatoriske utfordringer som kan være til hinder for utviklingen av prosjektets definerte brukercase. Rapporten er dermed et supplement til øvrige rapporter fra WP4, nemlig L4.1 - Cyber security for et

autonomt sjøverts person-transportssystem (Wille, 2021) og L4.3 - Sikkerhetskrav til et autonomt, sjøverts person-transportssystem (Holte, et al., 2020).

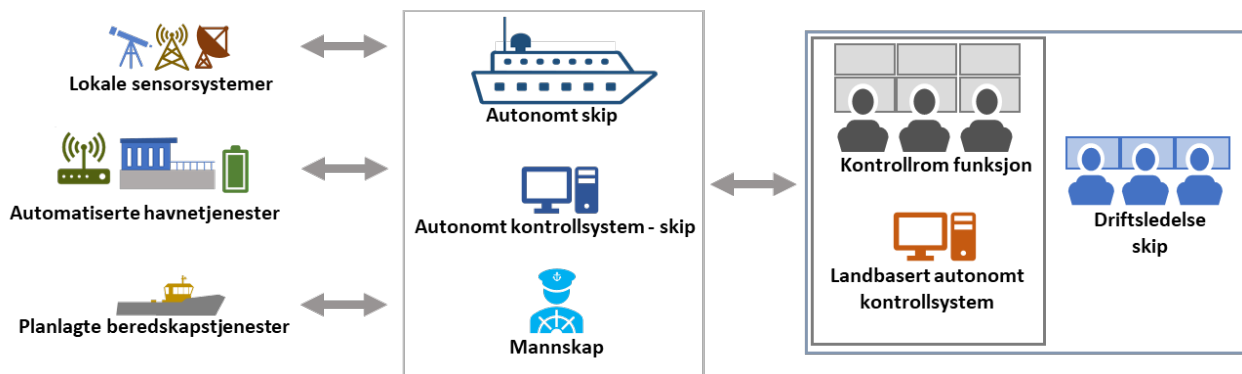
Prosjektets delrapport L4.1 tar for seg relevante problemstillinger knyttet til cybersikkerhet ved utvikling, etablering og drift av et autonomt sjøverts persontransportssystem, samt anbefalinger for håndtering av disse. I tillegg til å vise til velkjente standarder innenfor domenet, er anbefalingene generelle ettersom både cybertrusler og digital teknologi er i kontinuerlig og rask utvikling (Wille, 2021).

Delrapport L4.3 sitt primære formål var å kartlegge dagens krav til sikkerhet ved etablering av et autonomt passasjerskip, hvor en av rapportens viktigste bidrag er identifikasjon av sammenhengen mellom kravene som stilles for de ulike designparametere (f.eks. skipets lengde og antall passasjerer) og de ulike grenseverdiene (f.eks. under 24 meter og 36 eller færre passasjerer), som de respektive forskriftene refererer til. De ulike kravene er bl.a. knytte til bemanning (f.eks. når krav om maskinist slår inn), men også hvilke sertifikater som må være på plass for operasjon gitt ulike passasjerkapasiteter (Holte, et al., 2020).

2.2 Rapportens omfang og avgrensninger

Ettersom det ikke finnes et eget regelverk for autonome skip, har Sjøfartsdirektoratet utviklet en alternativ prosess, og som dermed danner et naturlig utgangspunkt for denne rapporten. Selve prosessen er dokumentert i Sjøfartsdirektoratets Rundskriv RSV 12-2020 – *Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift* (Sjøfartsdirektoratet, 2020). Per dags dato er dette dokumentet helt sentralt og et naturlig startpunkt for realisering av en autonom transportløsning. Dette fordi det legger klare føringer for hvordan nye og alternative løsninger skal beskrives og dokumenteres, samt hvilke vurderinger Sjøfartsdirektoratet forventer å se knyttet til sikkerhet og risiko. I tillegg viser rundskrivet til en rekke relevante lover og forskrifter som en autonom transportløsning må tilfredsstillere.

Videre tar rapporten også utgangspunkt i beskrivelsen av et autonomt skipssystem som presentert av EU prosjektet AUTOSHIP (Rødseth, et al., 2020), hvor innholdet er justert for å reflektere passasjertransport. Hovedkomponentene i det autonome skipssystemet er gjengitt i Figur 1, hvor de grå pilene illustrerer hvilke komponenter det autonome skipet må forholde seg til, enten gjennom kommunikasjon eller fysisk interaksjon. Aktører og systemer som ikke faller inn under definisjonen av et autonomt skipssystem vil da defineres som det omkringliggende miljøet, eller konteksten som systemet opererer i.



Figur 1: Hovedkomponenter til et autonomt passasjerskipssystem (Kilde: Rødseth, et al. 2020).

Vurderingene gjort i denne rapporten er basert på de konseptuelle løsningsforslagene for begge brukercasene med fokus på realisering av autonom operasjon. Brukercasene er utarbeidet av prosjektet og legger til grunn innføring av en læringsfase før overgang til autonom operasjon. En oppsummering av brukercase og tilnærming til realisering er gjengitt i appendiks 1, men for en nærmere beskrivelse henvises det til følgene av prosjektets delrapporter:

- L2.1 – Fartøyskonsept for autonom passasjertransport, (Borgen, et al., 20222),
- L2.2 – Valg av autonomitetsgrad for fartøyskonsept, (Holte & Wengersberg, 2021),
- L2.4/L3.2 – Sikker dokking, ombordstigning, evakuering og krav til landside, (Pobitzer, et al., 2022),
- L3.1 - Landbasert kontrollrom, (Wengersberg & Holte, 2022).

3 Autonomi og regelverk

Som dokumentert i prosjektets del-rapport L4.3 (Holte, et al., 2020), eksisterer det per i dag ikke et eget regelverk som kan legges til grunn for godkjenning av autonome sjøverts transportløsninger. Det betyr at en godkjenning av et autonomt skip må baseres på lover og forskrifter som er gjeldene for konvensjonelle skip. Som en støtte til industrien, og dermed for realisering av autonome sjøverts transportløsninger, har Sjøfartsdirektoratet utviklet en alternativ godkjenningssprosess. Denne er beskrevet i nevnte Rundskriv RSV 12-2020 (Sjøfartsdirektoratet, 2020), som igjen er basert på IMO (International Maritime Organization), sitt sirkulær for godkjenning av alternative løsninger – MSC.1/Circ.1455 (IMO, 2013). Denne "dokumentkoblingen" er sentral og sikrer at norske godkjenninger er koblet til internasjonale aksepterte prosesser, samt tilhørende regler og forskrifter.

Med det som bakteppe gir kapittelet en innføring i noen av de antatt mest sentrale lover og forskrifter som må hensyntas ved en eventuell godkjenningssprosess for autonome passasjerskip.

3.1 Sentrale rundskriv fra IMO

Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen (IMO), har i senere år hatt en pågående prosess for å se på muligheten til å utvikle et tilpasset regelverk for autonome og ubemannede fartøy (offisielt referert til som "The regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS)"). Resultatet av dette arbeidet er dokumentert i IMO sirkulæret MSC.1/Circ.1638 (IMO, 2021). Den internasjonale dimensjonen ved IMO som et FN-organ gjør dette til et omfattende og tidkrevende arbeid, og hvor en såkalt "MASS code" nå er under utvikling. Bruken av ordet "code" er en felles betegnelse for en samling av lover, forskrifter og sentrale definisjoner som er av relevans mot spesifikke tema. IMO sin ambisjon er å offentliggjøre denne som en frivillig versjon innen 2024, og at det dermed blir opp til det enkelte medlemsland hvorvidt de ønsker å etterleve denne eller ikke. Den første versjonen vil igjen legge grunnlaget for en obligatorisk versjon som forventes å tre i kraft 1. januar 2028 (IMO, 2022). I påvente av en foreløpig "MASS code" finnes det forskjellige rundskriv fra IMO som nasjonale myndigheter og andre aktører kan (og ofte velger å) forholde seg til. Basert på samtaler som prosjektet har gjennomført med Sjøfartsdirektoratet, samt øvrige relevante prosjekter (bl.a. SFI Autoship og RAPP Pilot-T), er de antatt mest relevante rundskrivene for autonome fartøy listet nedenfor:

1. **Rundskriv MSC.1/Circ.1455 (juni 2013) - Guidelines for the Approval of Alternatives and Equivalents as provided for in various IMO Instruments:** Inneholder retningslinjer som beskriver anbefalt metodikk og prosess som kan legges til grunn for analyse og godkjenning av nyskapende design og likeverdige løsninger. Både når det gjelder utforming av selve skipet, men også aktuelle ombordsystemer og landbasert støtte-infrastruktur. Sirkulæret har vært sentralt for utviklingen av Sjøfartsdirektoratets eget rundskriv RSV 12-2020, og sikrer dermed at den norske godkjenningssprosessen er koblet til tilsvarende internasjonale prosedyrer og retningslinjer. Samtidig henviser IMO-sirkulæret til en rekke aktuelle lover og forskrifter, som Sjøfartsdirektoratet har adoptert i sitt rundskriv. Dette med formål om å påse at autonome og alternative løsninger har et sikkerhetsnivå tilsvarende som konvensjonelle fartøy
2. **MSC.1/Circ.1604 (juni 2019) - Interim Guidelines for MASS trials:** Dokumentet inneholder retningslinjer for hvordan utprøving og testing av autonome og/eller ubemannede skip med tilhørende infrastruktur bør gjennomføres. Tilhørende infrastruktur er en henvisning til RCC og f.eks. bruk av automatisk fortøyning og lading fra landside. Et viktig aspekt er at forsøk/testing skal foregå

på en måte som sørger for minst like høyt sikkerhetsnivå som det som kreves av relevante regelverk for konvensjonelle løsninger. Samt at det skal iverksettes tiltak for å redusere risiko så mye som det er praktisk mulig og til et akseptabelt nivå.

3. **MSC.1/Circ.1638 (juni 2021) - Outcome of the Regulatory Scoping Exercise for the use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS):** Dette rundskrivet oppsummerer en del hoved-utfordringer og hindre knyttet realisering av autonome skip, og hvordan disse er knyttet til forskjellige regelverk av relevans. Rundskrivet presenterer også generelle forslag til prosesser og aktiviteter for å håndtere disse utfordringene. Noen av de identifiserte hovedutfordringene er bl.a.:

- Rollen til fjernoperatør som sjøfarer (kvalifikasjoner og ansvar).
- Forskrifter som krever handling fra mannskap (brannberedskap, lastsikring, vedlikehold, osv.).
- Fjerntilkobling/konnektivitet og cybersikkerhet.
- Vakthold, både i maskinrom og ved bro.
- Utfordringer knyttet til søk og redning (SAR).

Det er også interessant å merke at en av de innledende antakelsene i dette rundskrivet er at passasjertransport uten sjøfarere om bord i utgangspunktet ikke er gjennomførbart. Dette hovedsakelig med bakgrunn i at IMO har sitt fokus på internasjonal skipsfart, noe som i prinsippet gjør at innenlands skipsfart er unntatt.

Ettersom arbeidet knyttet til utvikling av et tilpasset internasjonalt regelverk for autonome skip i første omgang er innrettet mot skip for transport av gods (f.eks. kontainer og bulk), vil relevans og aktualitet for et tilsvarende regelverk for autonome/ubemannede passasjerskip bli evaluert på et senere tidspunkt. Trolig vil dette baseres på det som med tiden vil foreligge for frakte-skip. Samtidig fortsetter ulike utviklingsløp for realisering av ubemannet passasjertransport. Vel og merke i innelukkede og smule farvann med antatt svært lav risiko for ulykke og sikkerhetskritiske hendelser. Det nyeste initiativet her er Torghatten og Zeabuz sin nylig lanserte operasjon i Stockholm, hvor de med oppstart tidlig juni 2023 har etablert en kommersiell tjeneste mellom Kungsholmen og Södermalm (Svendsen, 2022; Stensvold, 2023).

3.2 Prosess for godkjenning av autonome skip i Norge

For å påse at autonome skip skal være trygge og forutsigbare i sin operasjon, legger Sjøfartsdirektoratet hovedsakelig til grunn to overordnede føringer i godkjenningsprosesser for autonome og fjernstyrte skip:

1. Sikkerhetsnivå skal likebehandles og opprettholdes på samme nivå – eller høyere – sammenlignet med dagens løsninger.
2. Et fartøy som skal bygges og opereres med en gitt/bestemt grad av autonomi og/eller fjernstyring må vurderes mot, og godkjennes etter, gjeldende regelverk for fartøystypen.

Videre er de standarder, regelverk og retningslinjer som utarbeides av Sjøfartsdirektoratet i stor grad et resultat av etterspørsel eller behov utløst av et begynnende eller kommende marked. Ettersom utvikling av autonome skip fortsatt er i en startfase, må aktører som ønsker å utvikle en slik løsning derfor benytte seg av nevnte alternative godkjenningsprosess (ref. Rundskriv RSV 12-2020). Relevansen av dette rundskrivet blir særlig tydelig når Sjøfartsdirektoratet bl.a. skal;

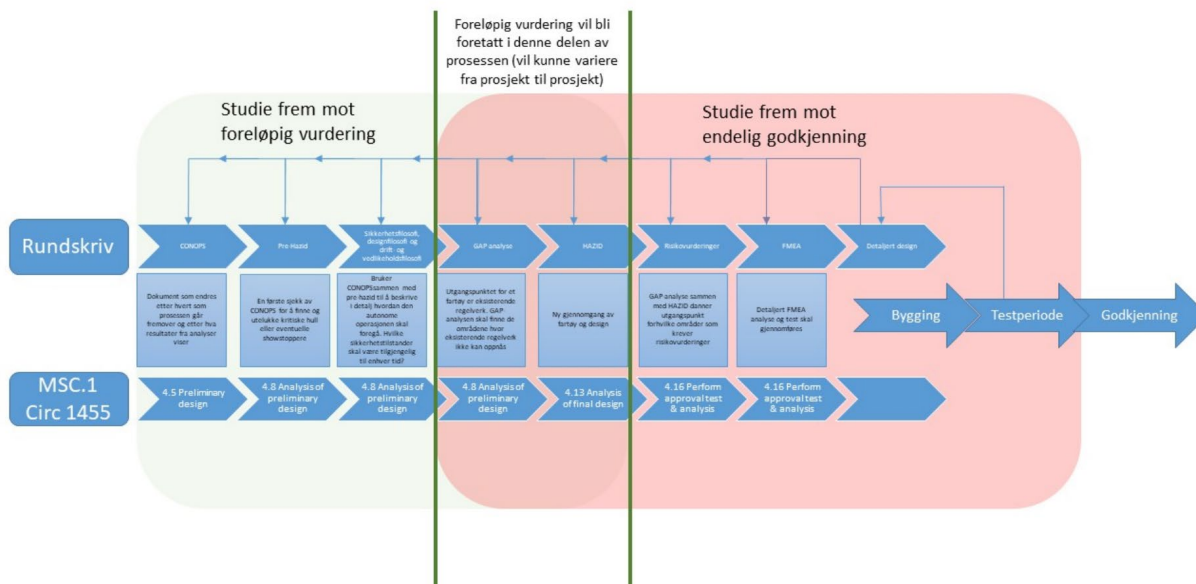
- Behandle innovasjon og ny teknologi.
- Når etterspørselen ikke er tilstrekkelig til å utvikle et eget regelverk.
- Når det er et GAP mellom teknologi og eksisterende regelverk.

- Når eksisterende regelverk blir utfordret; eller
- Når det ikke foreligger noe regelverk.

Rundskrivet viser til sentrale regelverk og forskrifter, samt en anbefalt prosess for å lede frem til en endelig godkjenning (Sjøfartsdirektoratet, 2020), og har derfor til hensikt å veilede søkere ved utvikling av autonome og lav/u-bemannede skip. I mangel av et tilpasset regelverk bidrar rundskrivet dermed til å sikre at nye løsninger som ønskes implementert, tilfredsstillende krav som er nedfelt i eksisterende lover og forskrifter. Av viktige lover og forskrifter nevnes særlig skipssikkerhetsloven (som bl.a. sier at skipet skal kunne navigere uten at det oppstår fare for liv, helse, miljøet rundt eller materielle verdier), samt bemanningsforskriften og vaktholdforskriften. Bemanningsforskriften skal sikre at mannskapet har riktige kvalifikasjoner og sertifikater for å utføre arbeid på en forsvarlig måte (2009), mens Vaktholdforskriften beskriver hvilke krav som stilles til vakthold for å ivareta trygg seilas, og da særlig knyttet til utkikk fra bro og tilsyn av maskinrom (1999).

Godkjenningprosessen som beskrevet i Rundskrivet (hvor en kortfattet beskrivelse er gjengitt i vedlegg A.3, samt gjengitt i prosjektets del-rapport A1.1 – Ståstedsanalyse, (Holte, et al., 2019)), går i veldig korte trekk ut på å utarbeide en detaljert operasjonsbeskrivelse (CONOPS – Concept of Operations) som deretter brukes som utgangspunkt for risikovurdering og gap-analyse mot sentrale regelverk. Basert på risikovurdering og gap-analyse innføres nødvendige tiltak og løsninger for å redusere risiko til et akseptabelt nivå, samt sikre at et likeverdig sikkerhetsnivå i henhold til relevante krav opprettholdes. Prosessflyten (Figur 2) er gjerne iterativ og innebærer ofte flere runder med oppdatering av CONOPS, risikovurdering og gap-analyse, helt frem til man har et endelig design av det autonome skipssystemet som kan godkjennes (ref. figur 1).

Flytskjema prosess for autonomiprojekter (detaljert)



Figur 2: Prosessflyt for godkjenningprosessen som beskrevet i RSV 12-2020 (Sjøfartsdirektoratet, 2020)

Et viktig poeng i forbindelse med godkjenningprosessen er at den alternative løsningen (f.eks. skip med ubemannet navigasjon og manøvrering), må verifiseres av en godkjent tredjepart (f.eks. en uavhengig revisjon av skipets autonomisystem). Det vil være en fordel å bringe inn en slik tredjepart tidlig i prosjektet, slik at unødvendige feil og mangler ved løsningen lukes ut på et så tidlig tidspunkt som mulig. Aktøren som

verifiserer løsningen må være godkjent av Sjøfartsdirektoratet, men trenger ikke nødvendigvis være et klaseselskap som f.eks. DNV eller Bureau Veritas.

Samtaler prosjektet har hatt med Sjøfartsdirektoratet indikerer at videre arbeid med utvikling av et tilpasset regelverk for norske forhold (og dermed en erstatning for RSV 12-2020), mest trolig vil avvente utfallet av den internasjonale prosessen knyttet til utvikling av MASS koden. Sannsynligvis vil ikke dette skje før tidligst 2024 da den frivillige MASS koden er forventet å foreligge (IMO, 2022). En viktig grunn til dette er at de autonomiinitiativene som så langt har sett dagens lys er både særegne og tilpasset sitt spesifikke operasjonsområde. Dette gjør det utfordrende å fange opp alle viktige hensyn for så å presentere et overordnet regelverk basert på et sett med hensiktsmessige krav. Dvs. en ønsker å unngå å utvikle et regelverk hvor krav er av en såpass konservativ karakter at de ender opp med å være en begrensning for innovasjon og utvikling (f.eks. sammenheng mellom krav til maskinvakt og ulike skipsstørrelser). Før noe slikt kan etableres trengs vesentlig mer erfaringsgrunnlag. Enn så lenge vil det dermed være mest hensiktsmessig å vurdere og godkjenne autonomiinitiativer "case-by-case" slik praksis er i dag.

Videre er utvikling av autonomiinitiativer fortsatt å anse som nybrottsarbeid, og det er viktig å understreke at det per dags dato er svært begrenset med erfaringsbasert kunnskap fra realisering av et autonomt skipssystem som overskrider autonomigrad 2 (se appendiks A.2 for ulike grader av autonomi). Dette gjelder både for utvikling og godkjenning av nye konsepter. Det bemerkes derfor at en godkjenningsprosess ventes å være både tid- og ressurskrevende, og det anbefales stor grad av åpenhet og tidlig involvering av alle aktører som har eller vil få en vesentlig rolle i godkjenningsprosessen, Sjøfartsdirektoratet inkludert.

4 Regulatoriske hovedutfordringer

Generelt sett er det en rekke utfordringer knyttet til gjeldene regelverk og godkjenning av autonome skip (og dermed også prosjektets to brukercase), og hvor vi i dette kapittelet retter søkelyset mot noen utvalgte hovedutfordringer som har blitt nevnt og diskutert i samtaler med relevante aktører. Samtaler som er gjennomført i lys av dette prosjektet og i andre prosjekter knyttet til utvikling og realisering av autonome skip.

Regelverk for godkjenning av løsninger for autonom sjøverts persontransport kan prinsipielt sett deles inn i to ulike hovedtematikker. En er rettet mot tekniske og teknologiske krav for ivaretagelse av trygg og effektiv navigasjon og manøvrering av skipet fra kai til kai. Den andre er mer direkte knyttet til passasjerenes sikkerhet og påkrevde krav for ivaretagelse av denne. I tillegg til disse hovedtemaene er definisjon og tolkning av roller og fordeling av ansvar (og dermed også ivaretagelsen av oppgaver og funksjoner om bord), en generell utfordring når bemanning skal reduseres og flyttes til land.

4.1 Navigasjon og manøvrering

4.1.1 Objekt-deteksjon og anti-kollisjon

For å kunne navigere og manøvrere på en sikker måte er det avgjørende at fartøyets systemer er i stand til å detektere objekter og klassifisere disse, for så å utføre hensiktsmessige manøvrer ihht. COLREG (1972), og eventuelle andre regler eller behov.

Når det gjelder systemer for navigasjon og manøvrering, og da særlig de som skal ivareta deteksjon av objekter (f.eks. store og små fartøy, samt kajakker, mennesker i vannet, vannscootere og fritidsbåter), finnes det fortsatt ingen endelige og detaljerte svar på hvordan dette bør gjøres og hva som er å anse som "godt nok". Dvs. hvordan objektene skal detekteres (f.eks. hvilke kombinasjoner av ulike sensorer som er optimalt), men også på hvilken måte de skal klassifiseres (f.eks. hvordan objekter som detekteres skal kategoriseres). Det er også knyttet usikkerhet til hva som er å anse som tilstrekkelig detaljeringsgrad, både hos industrien og blant myndigheter. Ettersom man per i dag kun har eksisterende regelverk å forholde seg til, innebærer det at system-utviklerne (f.eks. Kongsberg og Maritime Robotics), selv har ansvar for å dokumentere at løsningene er "gode nok" og at de fungerer på en måte som ivaretar et sikkerhetsnivå som er likeverdig med konvensjonelle løsninger. Dvs. at navigasjon og manøvrering av et autonomt skip har et dokumentert risikonivå tilsvarende et skip med konvensjonelle løsninger.

Det vil i praksis si at dersom en skal få godkjent autonom operasjon som foreslått for prosjektets to brukercase, (se appendiks A.1), må skipets autonomisystem bl.a. kunne erstatte funksjonen bro-vakt (med tilhørende krav – se kap. 5). Løsning for bl.a. objekt-deteksjon må dermed evne å gi beskjed til navigasjonssystemet dersom en endring i kurs og/eller hastighet er nødvendig som følge av f.eks. et kryssende skip eller et objekt i vannet. Dette innebærer at systemet må evne å gjennomføre riktig kategorisering av det som detekteres, slik en beslutning om aksjon fattes på riktig grunnlag.

I parallell med arbeidet om å finne et tydeligere svar på hva ulike systemer for navigasjon og manøvrering må være i stand til å håndtere, er man også nødt til å se på ansvar og oppgaver som pålegges mannskap på konvensjonelle fartøy. Dette som utgangspunkt for å identifisere hva som kan ivaretas av det autonomien og hva som kan ivaretas av en kontrollromsoperatør. I dette arbeidet kan vaktholdforskriften være til god hjelp, ettersom den beskriver hva som kreves av (menneskelig) brovakt om bord og dermed sier en del om hva autonomisystemet må kunne håndtere. Dette for å overføre bro-vakt funksjonen i sin helhet til et landbasert kontrollrom. Aksept-kriteriene for objekt-deteksjon vil likevel kunne variere mye, ikke bare fra brukercase til brukercase, men også med andre forhold, f.eks. hastighet, vær og trafikk tetthet. Det er heller ikke utenkelig at autonomifunksjonenes ytelse kan påvirke fartøyets operasjonsvindu, f.eks. lavere hastighet ved større usikkerhet for sikker og pålitelig objekt-deteksjon. Sistnevnte er også nevnt i del-rapport L2.1, hvor nettopp en av hovedutfordringene knyttet til realisering av en autonom hurtigbåt er hastigheten i seg selv. Dette fordi sikkerhetsmarginene mellom beslutning og resultat av beslutning blir mindre (ref. høy hastighet), og er noe som vil kreve at systemer og løsninger for objekt-deteksjon og anti-kollisjon verifiseres også med tanke på dette (Borgen, et al., 2022).

Videre er det også et kontinuerlig behov for å samle inn mer erfaringsdata som et viktig underlag for videreutvikling av autonomisystemenes funksjoner for objekt-deteksjon. Per i dag er det mangel på slik data, som også er en av hovedgrunnene til at den anbefalte løsningen for prosjektets brukercase innebærer en læringsfase for å samle (dokumentasjons- og) erfaringsgrunnlag (Holte & Wennersberg, 2021). Gitt en realisering av løsningsforslaget presentert av Smartere transport-prosjektet, er det også ventet at en gjennom læringsfasen også vil kunne dra fordel av driftserfaringer fra andre autonomiinitiativer, f.eks. Yara Birkeland, ASKO sjødroner og fergesambandet Moss-Horten. I tillegg vil også den nylige realisererte operasjonen i Stockholm i regi av Torghatten og Zeabuz være en verdifull kilde til informasjon og erfaringsoverføring (Stensvold, 2023).

Når fartøyets autonomisystem har tilstrekkelig situasjonsforståelse, skal de ved behov foreta nødvendige avvik fra planlagt rute (manøver) i henhold til COLREG, for så å komme seg tilbake til planlagt rute. Denne funksjonen refereres ofte til som anti-kollisjon. For konvensjonelle skip med tradisjonell bemanning er den "riktige responsen" for det meste tydelig definert i COLREG, som er skrevet for menneskelig tolkning og dermed relativt enkelt å anvende for mennesker om bord. For autonomisystemer blir dette derimot mye mer krevende, ettersom de begreper og den ordlyd som er benyttet i COLREG, ikke nødvendigvis er rett frem for kontrollalgoritmer å bedømme. Dermed blir enhver implementasjon av et anti-kollisjonssystem en tolkning av COLREG, og en utfordring som beskrives nærmere i 4.1.2.

4.1.2 Atferd og tolkning av COLREG

For de fleste situasjoner er det ifølge COLREG tydelig beskrevet hva som er "riktig atferd" (i hvert fall for mennesker). Samtidig vil det også oppstå en del situasjoner hvor det kreves mer tolkning og skjønnsmessige vurderinger med utgangspunkt i den spesifikke situasjonen som måtte oppstå. For å håndtere slike situasjoner har COLREG derfor tatt inn begreper som f.eks. "sikker fart", "i god tid" og "godt sjømannskap", og som åpner opp for subjektive tolkninger og vurderinger. Den bakenforliggende hensikten til dette er at et regelverk vanskelig kan utformes til å dekke alle mulige situasjoner og hendelser mellom seilende skip, og hvor nevnte begreper derfor er ment som en kompensasjon for dette. Forståelsen og trening knyttet til disse begrepene er relativt enkelt å overføre til mennesker, men desto mer komplisert å omsette til en kontrollalgoritme som skal fatte riktig avgjørelse i alle tilfeller. Ved tolkning av reglene må man ta hensyn til diverse omstendigheter som oppstår i den enkelte situasjon, og hvor det i noen tilfeller rett og slett vil være uklart hva som er den riktige responsen.

De autonome fartøyene skal ikke bare unngå kollisjon, men de skal også "oppføre" seg på en bestemt måte slik at dets intensjon og hensikt er tydelig for andre sjøfarere. Eksempelvis bør manøvrer foretas med en betydelig endring i kurs og/eller fart, slik at det ikke er noe tvil om hva fartøyet foretar seg. I tillegg til å ha en atferd som er forutsigbar for andre som ferdes på sjøen (f.eks. kommersielle fartøy, private lystbåter, kajaker, etc.), er det også viktig at det autonome fartøyet er i stand til å forstå andre fartøyers atferd. Her er det heller ikke rett frem å tolke hva en gitt manøver/atferd av et annet skip "betyr", ettersom alle manøvrer gjøres i en eller annen kontekst. Fartøy som foretar en spesifikk manøver, kan ha et ulikt situasjonsbilde enn det som det autonome fartøyet (og dets autonomisystem) observerer. Et autonomisystem vil derfor ha store utfordringer med å gjette/tolke hva skipsfører på et annet (bemannet) skip vil gjøre i en gitt situasjon.

Realisering av autonom operasjon for en passasjerferge vil derfor være avhengig av et sett med forhåndsdefinerte aksjoner som kan iverksettes ved ulike forhåndsdefinerte tilfeller av tvil. Samtidig vil det for brukercasene i dette prosjektet være mulig å få hjelp fra RCC-operatør ved utfordrende situasjoner, men da må autonomisystemet selv være i stand til å avgjøre når det trenger assistanse (slik at det ikke krever kontinuerlig oppmerksomhet fra RCC). Dette kan potensielt gjøre det noe enklere å tilfredsstille ulike bestemmelser nedfelt i COLREG, da RCC kan håndtere komplekse situasjoner eller situasjoner som ikke faller inn under COLREG-kategorier. Dette ved at RCC operatør kan kommunisere med annet skip eller annen RCC (Rødseth, et al., 2021).

4.1.3 Nødløsninger og kommunikasjon

Design av robuste og sikre systemer for navigasjon er ofte synonymt med tilgang til nød/reserve-løsninger i tilfelle bortfall av viktige funksjoner. På moderne bemannede skip med høy grad av automasjon er det gjerne slik at mannskapet fungerer som reserveløsning og tar over kontrollen manuelt hvis/når automasjonssystemer svikter. Ettersom prosjektets bruker-case er foreslått kun med en sikkerhetsansvarlig om bord, og hvor hovedansvar for navigasjon og manøvrering er overført til RCC, vil det være behov å utvikle mer pålitelige løsninger for å oppnå likeverdig sikkerhetsnivå. Dvs. at dagens løsninger for f.eks. auto-crossing og auto-dokking må kunne håndtere et større utvalg av hendelser og situasjoner sammenlignet med hva disse gjør i dag. Nettopp fordi de skal være "selvstendige". I tillegg må det også utvikles og implementeres mer selvstendige reserveløsninger som ikke er avhengige av menneskelig inngripen fra sikkerhetsansvarlig om bord. Med andre ord må sikker navigasjon alltid kunne ivaretas, selv ved bortfall av hovedfunksjonen (f.eks. auto-crossing). Disse må følgelig være godkjent og verifisert som like sikre som de vi har på konvensjonelle fartøy.

Den anbefalte løsningen for prosjektets brukercase inkluderer et kontrollsenter på land (RCC), og de autonome systemene om bord kan til en viss grad få assistanse fra RCC ved behov. Se detaljert beskrivelse av landbasert kontrollrom i prosjektrapport L3.1 (Wennersberg og Holte, 2022). Samtidig forutsetter en slik assistanse kontinuerlig tilkobling mellom fartøy og RCC med høy båndbredde og lav forsinkelse, noe som ikke alltid kan forventes. Dette fordi brudd i etablerte og trådløse kommunikasjonsløsninger kan forekomme. Av den grunn bør kommunikasjonen mellom RCC og fartøy ikke være sikkerhetskritisk, og man bør derfor unngå å gjøre RCC-kommunikasjon til en viktig del av fartøyets sikkerhetssystem(er). Det autonome fartøyet må derfor være i stand til både å velge og innta en hensiktsmessig MRT (minste-risiko-tilstand) når det ikke er mulig å få assistanse fra RCC. Hva som er hensiktsmessig MRT vil være situasjonsavhengig, men slike tilstander er typisk "hold posisjon", "dropp anker", eller "returner til kai".

Når fartøyet får assistanse fra RCC er det ønskelig at hjelp kan ytes uten at det krever veldig høy kvalitet på tilkoblingen (høy båndbredde og lav forsinkelse), slik at assistanse kan gis også under vanskeligere forhold med dårligere tilkobling. Jo mer selvstendige systemene om bord er, jo bedre kan de prosessere dataene som samles inn (fra radar, kameraer og andre sensorer) og "oversette" det til en kortfattet oppsummering av situasjonsbildet som krever lite av tilkoblingen til RCC. Selvstendige systemer trenger også mindre båndbredde for å implementere beslutninger som tas i RCC, ettersom de kan motta overordnede kommandoer (f.eks. "gå til tilstand X" eller "utfør manøver Y") istedenfor å måtte bli fjernstyrt på detaljnivå med dertil høye krav til båndbredde og forsinkelse.

I tillegg til kommunikasjon mellom fartøy og RCC, vil det ved gitte situasjoner være behov for at RCC kommuniserer med andre fartøy og andre relevante aktører. Dette for bl.a. å avklare operasjonelle hensikter som konvensjonelle skip måtte ha, men også dersom andre skip havner i en kritisk situasjon. I prosjektets brukercase vil dette for det meste foregå via RCC og tilknyttet infrastruktur.

4.1.4 Dokumentasjon og godkjenning

I godkjenningsprosessen som beskrives i RSV 12-2020 foreligger en betydelig "bevisbyrde" hos utvikler, med krav om å dokumentere at valgte løsninger som inngår i et autonomt passasjerskipssystem har et likeverdig sikkerhetsnivå sammenlignet med et konvensjonelt (Sjøfartsdirektoratet, 2020). Disse omfattende

dokumentasjonskravene er en utfordring i seg selv, både når det gjelder dokumentasjonsmengde, samt versjonskontroll og oppdatering.

Dokumentasjons- mengde og type er viktig for å kunne verifisere et likeverdig sikkerhetsnivå for ulike autonomisystemer. Samtidig som det er enighet om at kontrollalgoritmer som slike systemer bygger på, må trenes på et stort nok og variert datagrunnlag, er det knyttet stor usikkerhet til hva en kan anse som "stort og variert nok". Dvs. hvor mange ulike operasjonelle situasjoner et datagrunnlag bør inneholde for at en skal kunne verifisere systemer for objekt-deteksjon og anti-kollisjon som pålitelige. I så måte er nevnte pågående pilot-prosjekter viktige, da de bidrar til verdfull etablering av et slikt datagrunnlag, men også trening av kontrollalgorithmerne som de ulike autonomisystemene bygger på. Uten et slikt pålitelig datagrunnlag får man heller ikke utviklet robuste algoritmer.

Dette med versjonskontroll kan også bli utfordrende ettersom en kan forvente relativt hyppige oppdateringer ved ulike systemforbedringer. Dette kan gjøre det krevende å sørge for at dokumentasjonen oppdateres på lik linje, dvs. at den tekstlige beskrivelsen av ulike systemer følger de riktige systemversjonene. Å godkjenne et autonomisystem (eller en oppdatering av et tidligere godkjent autonomisystem), vil derfor være vesentlig mer krevende enn å godkjenne konvensjonelle fartøysystemer. Denne problemstillingen ble også løftet frem i del-rapport A1.1 (Holte, et al., 2019), da det å godkjenne autonome systemer krever høy teknisk innsikt og en organisasjon som kan håndtere dette kompetansemessig.

Testing og inspeksjon av systemet som skal godkjennes vil også være en krevende prosess, både fordi det vil være en omfattende mengde funksjoner/egenskaper som skal verifiseres og fordi akseptkravene vil variere fra case til case. På sikt vil forhåpentligvis krav, dokumentasjon og godkjenning bli mer standardisert, men inntil videre må man gjennom case-for-case-prosessen som skisseres i Sjøfartsdirektoratets rundskriv RSV 12-2020 (Sjøfartsdirektoratet, 2020).

4.2 Passasjersikkerhet og bemanning

Passasjersikkerhet er et særlig viktig hensyn for skip som frakter passasjerer, og minimumsbemanningen om bord vil ofte bestemmes av krav til nødvendig sikkerhetsbemanning. Funksjonskravene for å sikre forsvarlig bemanning er beskrevet i bemanningsforskriften og vaktholdforskriften, og i den grad bemanning reduseres eller fjernes er man nødt til å kunne dokumentere at man har alternative løsninger som sørger for at sikkerhetsnivået er på samme nivå som før reduksjonen. Dvs. at dersom en reduserer bemanningen ombord må en kunne vise at funksjonene som disse dekket er ivaretatt på andre måter, enten av automasjonen, kontrollrommet eller andre deler av det autonome skipssystemet (ref. figur 1). Et avgjørende dokumentasjonskrav i denne sammenheng er "evakueringsanalysen". Dette er en analyse som definerer om et fartøy kan evakueres innenfor gjeldende tidskrav. For en hurtigbåt med 150 mennesker om bord er dagens krav allerede krevende, og sier at fartøyet må være ferdig evakuert på 17,5 minutter (2000 HSC Code, 2008). For mindre passasjerbåter som pendelfergen er tilsvarende krav 60 minutter (IMO, 2007).

Den anbefalte løsningen for prosjektets brukercase tar utgangspunkt i en redusert sikkerhetsbemanning, hvor fartøyene ved autonom operasjon bemannes med én person. Vedkommende er tenkt å fungere som

sikkerhetsansvarlig med hovedansvar om å ivareta passasjersikkerhet under av- og påstigning, under overfart og ved sikkerhetskritiske hendelser (Holte & Wennersberg, 2021). Dette setter helt nye krav til dagens løsninger for f.eks. bekjempelse av brann, mann over bord og evakuering, og hvor nye løsninger i mye større grad må være tilpasset en reduksjon i bemanning. Særlig håndtering av brann og evakuering fremstår per i dag som betydelige teknologi-gap som må lukkes før en vesentlig reduksjon i sikkerhetsbemanning kan realiseres. Noen konseptuelle løsningsforslag diskuteres i prosjektrapport L2.1 (Borgen, et al., 2022), hvor enkelte er videreført i forskningsprosjektet AutoSafe (Automated Safety Solutions for passenger ferries). Her er det sett ytterligere på løsninger knyttet til evakuering, bekjempelse av brann, og mann over bord, ettersom dagens løsninger i mindre grad er tilpasset lav og/eller u-bemannede passasjerferger. Det sagt har ikke nevnte prosjekt kommet frem til noen endelige løsninger eller svar på hvordan denne problemstillingen kan løses, og uansett hvilke løsninger som utvikles vil den måtte gjennomgå en omfattende og tidkrevende dokumentasjonsjobb og verifikasjonsprosess.

Videre er det også mulig å se for seg at enkelte sikkerhetskrav kan innfris ved hjelp av eksterne ressurser. For eksempel realisert gjennom en felles maritim tjeneste for nød-assistans hvor en farkost med tilstrekkelig kort responstid kan rykke ut ved behov, eller at skip i samme samband har mulighet til å assistere hverandre i nødsituasjoner. For sistnevnte kan en aktuell løsning være å utruste ett av skipene i et samband med økt beredskaps-funksjonalitet, og derigjennom fungere som slags "mor-skip". Av kostnadshensyn vil slike løsninger trolig ikke være aktuelle før man har nådd en viss flåtestørrelse. Denne type løsninger er videre utredet i AutoSafe prosjektet (Fjørtoft, et al., 2022).

4.3 Roller og ansvar

Eksisterende regelverk innen skipsfart er for det aller meste utformet med utgangspunkt i at skip har mannskap om bord, og ansvaret for at relevante funksjoner og oppgaver blir ivaretatt har naturlig nok blitt plassert hos disse menneskene. På fartøy med lav eller ingen bemanning er meningen at viktige funksjoner i stor grad skal ivaretas av autonomisystemer/programvare og av RCC-operatører, noe som gjør at fordelingen av roller og ansvar blir mer uklar. Denne forflytningen av oppgaver og funksjoner gir opphav til diverse spørsmål som bør tas i betraktning for å avklare roller og ansvar knyttet til autonome fartøy, blant annet:

- Hvordan skal kaptein og andre ansvarlige roller defineres hvis/når de ikke befinner seg om bord?
- Kan en person i RCC fungere som kaptein?
- Må det til enhver tid være et menneske som har det øverste ansvaret for drifta av et fartøy?
- I hvilken grad kan (utvikler av) programvare være ansvarlig for fartøyets funksjoner?
- I hvilken grad vil myndigheter og aktører som utfører tredjepartsverifikasjon sitte med ansvar for funksjoner som er godkjent?
- Hvilke kvalifikasjoner bør kreves av mannskap/operatører i RCC?
- Hvilke bemanningskrav bør stilles for et RCC?

Slike spørsmål vil være relevante å ta stilling til i utformingen av regelverk tilpasset autonome løsninger. I forhold til om en person i RCC skal kunne fungere som kaptein, har IMO nylig åpnet opp en diskusjon på dette, hvorpå indikasjoner tyder på at det går mot en aksept på dette. Samtidig er det også pågående diskusjoner omkring hva av kvalifikasjonskrav som bør legges til grunn, både for de om bord og for operatører ved RCC. I en del tilfeller vil svarene også kunne avhenge av den konkrete autonomiløsningen og hva slags operasjonsfase eller situasjon autonomisystemet befinner seg i. Det er også sannsynlig at ansvars- og rollefordelingen vil bli mye mer dynamisk etter hvert som autonome fartøy begynner å seile mer og mer på egen hånd (uten kontinuerlig menneskelig overvåking), og dermed kun har et periodisk eller sporadisk behov for menneskelig involvering fra RCC.

Det er i det hele tatt mye som fortsatt er uklart ved tolkning av eksisterende regelverk når det gjelder fordeling av roller og ansvar, men for godkjenning ihht. RSV 12-2020 er det opp til søkeren/utvikleren av autonomiløsningen å velge den ansvars- og rollefordeling man finner hensiktsmessig, og beskrive denne i CONOPS. Som nevnt i del-rapport L3.1 kan ansvar kun ligge hos en aktør – og bare en – av gangen (f.eks. hos RCC operatør eller sikkerhetsansvarlig om bord, og at dette kan variere avhengig av situasjonen – normal operasjon eller sikkerhetskritisk hendelse). Det betyr at man også må definere på hvilke grunnlag og på hvilken måte ansvaret overføres (Holte & Wennersberg, 2022).

I regi SAFEMASS-prosjektet (Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS) ble det gjennomført en analyse av hvorvidt operasjon av en autonom bil- og passasjerferge ville støte på utfordringer knyttet til eksisterende regelverk. Med utgangspunkt i en definert brukercase som per i dag opererer ruten Halhjem - Sandvikvåg, konkluderer rapporten med at de mest kritiske utfordringene er knyttet til følgende punkter (Øie, 2020):

- COLREG 72, Pt. A, Regel 2, er koblet til ansvar og krever at enhver som ferdes på sjøen må følge de regler som gjelder og alltid anvende "godt sjømannskap". Sistnevnte som nevnt et veldig generelt

begrep og som vektlegger subjektiv vurdering av ulike situasjoner for ivaretagelse av trygg ferdsel på sjøen. Som tidligere diskutert er slike krav vanskelig å overføre til en algoritme som f.eks. et system for anti-kollisjon bygger på, og det er følgelig ingen klar formening om hvordan denne utfordringen skal løses.

- COLREG 72, Pt. B, del I, Regel nr. 5, hvor regelverket setter krav til kontinuerlig utkikk for å ivareta og sikre nødvendig situasjonsforståelse, og i ytterste konsekvens unngå kollisjon. For prosjektets brukercase er denne funksjonen tiltenkt å bli ivaretatt av RCC, noe som forutsetter en robust og pålitelig løsning for kommunikasjon mellom skip og land. Per i dag er dette utfordrende å få noen garanti for (ref. kap 4.1.3).
- STCW konvensjonen VIII/2 – (som vaktholdforskriften¹ bygger på) er rettet mot vakthavendes arrangement og prinsipper, og har et særlig fokus på planlegging av reise, vakthold i alminnelighet (f.eks. at de som har vakthold er skikket og støttet av riktig utstyr), og at tilstrekkelig vakthold ivaretas underveis både for maskin og bro. For sistnevnte er ivaretagelse av kontinuerlig utkikk et sentralt aspekt, og det tas inn ordlyd som å opprettholde permanent årvåkenhet ved bruk av både "syn" og "hørse". Det autonome skipssystemet (ref. figur 1) må dermed kunne dokumentere at en valgt løsning dekker dette kravet, men som en per i dag ikke har noen klar formening om hvordan skal løses.
- SOLAS kap V, regel 14 – er knyttet til skipets bemanning (ref. bemanningsforskriften²), og at denne er av en mengde og sammensetning som ivaretar trygg og sikker operasjon av skipet. Dette er en henvisning til begrepet "minste sikkerhetsbemanning", som er det antall bemanning som er påkrevd for å ivareta en tilstrekkelig grad av passasjersikkerhet om bord. En realisering av prosjektets brukercase basert på autonom operasjon utfordrer dette punktet spesifikt, og hvor det per i dag ikke finnes noen opplagte løsninger til hvordan en kan dokumentere likeverdig sikkerhet dersom en reduserer bemanningen fra 3 personer til 1 person.

Øie (2020), konkluderer videre med at nevnte punkter i all hovedsak har utspring i at menneskets rolle og funksjon til å holde kontinuerlig utkikk og overvåkning av operasjon, helt eller delvis overtas av automasjonen. Videre legger COLREG, STCW og SOLAS til grunn fysisk tilstedeværelse på bro, samtidig som det ikke sies at broen må være om bord på det gjeldende fartøy. Dette åpner opp muligheten for å overføre "bro-funksjonen" til et (landbasert) kontrollrom – som fysisk sett ikke er en del av skipet.

¹ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-1999-04-27-537: Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip," 1999.

² Sjøfartsdirektoratet, "FOR-2009-06-18-666: Forskrift om bemanning av norske skip," 2009.

5 Realisering av brukercase og identifiserte gap spesifikt for norske forskrifter

I delrapport L2.2 (Holte og Wennersberg, 2021) beskrives anbefalt løsning for prosjektets to brukercase, hvor autonomiløsningene "fases inn" trinnvis i takt med at mennesker blir mindre og mindre involvert i operasjonen. I den anbefalte autonome løsningen bemannes både Langevågsbåten og Pendelfergen med kun 1 person, hvor vedkommende har rollen som sikkerhetsansvarlig. Før man kommer til realisering av en slik autonom operasjon er det imidlertid behov for en læringsfase med selvkjøring under kontinuerlig overvåking fra navigatør som kan gripe inn ved behov. Denne tilnærmingen er nødvendig for å høste erfaringen som trengs for å gjøre autonomisystemene tilstrekkelig robuste og pålitelige, men også for å oppnå optimal drift av RCC (dvs. utvikling av prosedyrer, definering av roller og oppgaver, organisering av ressurser, osv.). Etter hvert som man høster driftserfaring i læringsfasen vil man kunne nå et nivå av sikker og pålitelig operasjon som muliggjør realisering av autonom operasjon med bemanning på kun én person om bord. Driftserfaringen fra læringsfasen utgjør også et viktig grunnlag for dokumentasjon av transporttjenestens sikkerhetsnivå ovenfor Sjøfartsdirektoratet, og at dette er på et tilsvarende nivå sammenlignet med en konvensjonell løsning.

I en analyse av regelverk som per i dag legges til grunn for godkjenning av autonom passasjerfergedrift i Norge, er fem ulike forskrifter funnet å være av spesiell relevans for prosjektet (Holte, et al., 2020). Disse er anvendt som grunnlag for gapanalysen, og omhandler hovedsakelig involvering av menneskelige operatører for sikker drift av passasjerskip:

1. FOR-2021-12-17-3666: Forskrift om tryggleik i passasjerområde³.
2. FOR-2009-06-18-666: Forskrift om bemanning av norske skip⁴.
3. FOR-1999-04-27-537: Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip⁵.
4. FOR-1992-09-15-704: Forskrift om driftsordninger på norske skip⁶.
5. FOR-2014-07-01-1019: Forskrift om redningsredskaper på skip⁷.

(1) Forskrift om tryggleik i passasjerområde stiller krav til designmessige sikkerhetstiltak om bord passasjerfartøy. Her er § 14 ansett som den mest relevante for prosjektets brukercase siden de gjelder henholdsvis styreposisjon i passasjerrom og bagasjeplass. Foruten disse er det rimelig å anta at øvrige krav nedfelt i forskriften skal kunne oppfylles med kjent teknologi, alternativt med nye løsninger som kan realiseres (f.eks. automatisk system for vanntåke for ivaretagelse av krav til slukkemiddel for bekjempelse av brann). Det bes likevel legges merke til følgende:

- § 14 Styreposisjon i passasjerrom. Ved en planlagt realisering er det rimelig å anta at en sikkerhetsansvarlig om bord vil ha en form for arbeidsstasjon for å ivareta kommunikasjon med RCC. I så tilfelle må sikkerhetsansvarlig ha god utsikt fra denne dedikerte posisjonen, og at plassering av f.eks. sitteplasser ikke er til hinder for trygg navigasjon. I en læringsfase vil dette være særlig viktig da en vil måtte ha muligheten til å styre fergen, helt eller delvis gjennom en seilas fra kai-til-kai. En

³ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-2021-12-17-3666: Forskrift om tryggleik i passasjerområde," no. 768, pp. 1–8, 2021.

⁴ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-2009-06-18-666: Forskrift om bemanning av norske skip," 2009.

⁵ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-1999-04-27-537: Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip," 1999.

⁶ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-1992-09-15-704: Forskrift om driftsordninger på norske skip.," 1992.

⁷ Sjøfartsdirektoratet, "FOR-2014-07-01-1019: Forskrift om redningsredskaper på skip," 2014.

slik posisjon vil altså gi sikkerhetsansvarlig om bord god mulighet til å konferere med RCC ved tvil om situasjonsforståelse eller behov for å overta kontroll dersom automasjonen ikke strekker til.

(2) Forskrift om bemanning av norske skip gjelder for alle skip og oppsummerer krav til mannskap om bord, inkl. krav til minste sikkerhetsbemanning. Sistnevnte bestemmes bl.a. med utgangspunkt i en sikkerhetsvurdering, risikoanalyse og evakueringsanalyse. For passasjerskip er viktigheten evakueringsanalysen allerede fremhevet, og forskriften er generelt sett svært relevant ettersom foreslåtte autonom operasjon for begge brukercase legger til grunn en reduksjon i sikkerhetsbemanning. For realisering av brukercasene fremheves spesielt § 8 som særlig utfordrende:

- § 8 henviser til definerte operasjoner, oppgaver og funksjoner, og en må kunne dokumentere at disse er tilstrekkelig ivaretatt, og at et sikkerhetsnivå likeverdig med konvensjonelle løsninger er opprettholdt. Her bør det rettes spesiell oppmerksomhet for å utvikle prosedyrer som oppfyller følgende krav:
 - Vakhold under seilas og ved kai, inkludert rednings- og beredskapsøvelser.
 - Håndtering av ulike nødsituasjoner som kan oppstå, for eksempel brann, kollisjon, mann over bord eller evakuering.
 - Mulighet til å assistere ved behov for førstehjelp, skadebehandling og medisinsk bistand.

Prosedylene må vise at disse oppgavene kan utføres innen en tilstrekkelig tidsramme hvis nødvendig. Det vil i tillegg også være nødvendig med en risikovurdering som underlag for dokumentering av sikkerhetsnivået. Her henvises det til appendiks A.4 som presenterer et forslag til løsning for hvordan ansvar kan fordels mellom automasjonen, sikkerhetsansvarlig om bord og RCC. Det sagt, så løser ikke dette forslaget nevnte utfordring knyttet til evakuering og gjeldene tidskrav.

(3) Forskrift om vakhold på passasjer- og lasteskip er sentral og beskriver ordninger og prinsipper for vakhold for passasjerfartøy over 50 tonn eller som opererer i områder definert som stor kyst eller større. I tillegg stilles det krav til sertifikat for mannskapet, reiseplanlegging og gjennomføring av vakhold. Følgende forhold er antatt som særlig viktig for realisering av brukercasene:

- Forskriften setter med § 7 spesifikke krav til rollen som brovakt, hvor det er særlige utfordringer knyttet til funksjonen "utkikk fra bro". Denne beskriver at det skal holdes forsvarlig utkikk med syn og hørsel til alle tider. Hvordan dette skal løses for de respektive brukercasene er foreløpig uklart. § 6 presenterer i tillegg en rekke krav for å ivareta vaktordning ved bro for å sørge for en forsvarlig sikring av funksjonen brovakt. Være seg muligheten til å gjøre fullstendig bedømmelse av situasjonen til enhver tid, at ingen andre oppgaver kommer i konflikt med dette, fullstendig oversikt over skipets driftsstatus, etc.

(4) Forskrift om driftsordninger på norske skip gjelder for alle norske passasjerskip og setter krav til hjelpemidler og vaktordninger i maskinrom. Ettersom maskinrommet er antatt å være periodevis ubemannet, må dette godkjennes av Sjøfartsdirektoratet. Følgelig vil det kreves funksjonstester for å verifisere et likeverdig sikkerhetsnivå. Følgende forhold er ansees som viktige for realisering av brukercasene:

- Som hovedregel sier § 7 at maskinrom skal være kontinuerlig bemannet. Samtidig åpner § 8 opp for periodisk ubemannet drift med en normalt begrenset varighet på inntil 2 timer. Det betyr at dersom

en skal realisere en løsning med varighet ut over 2 timer, så må denne godkjennes. Dette fordrer en alternativ løsning, og som må verifiseres av en godkjent tredjepart (f.eks. DNV).

I tillegg setter § 11 klare føringer for ivaretagelse av "selvstyreanlegg", dvs. muligheten til å overta styringen manuelt dersom installert automasjonssystem for navigasjon og manøvrering ikke strekker til – eller feiler. Aktuelle løsninger for dette er å ha en mulighet til å overta manuell styring lokalt om bord i skipet, eller at RCC har denne muligheten. For å ivareta sikker drift av skipet, er det også krav til alarm- og varselsignaler, og at disse må være implementert slik at sikkerhetsansvarlig om bord og RCC blir varslet ved feil. Samtidig må også fergen kunne bytte til en sikker tilstand (dvs. Minste-risiko-tilstand – MRT, som f.eks. gå til nærmeste kai eller hold posisjon). Sistnevnte er også lagt til grunn i løsningsforslaget for autonom operasjon.

(5) Forskrift om redningsredskaper på skip er basert på SOLAS, og for prosjektets brukercase gjelder forenklete krav for skip som kun brukes i nasjonalt farvann. Forskriften spesifiserer blant annet krav til antall redningsvester, marint evakueringsutstyr, alarmsystemer og andre apparater om bord basert på passasjerkapasitet. Den legger også føringer for søknad om dispensasjon, og for realisering av brukercasene bemerkes følgende forhold:

§ 9 krever Mann-over-bord (MOB)-båt dersom skipets lengde er større enn 24 meter, noe som potensielt sett kan bli tilfellet dersom brukercase Ålesund realiseres. Hvis så må det søkes om dispensasjon fra dette kravet, og alternativ løsning må følgelig funksjons-testes og verifiseres. Dersom en får dispensasjon fra dette kravet må likevel begge brukercase utrustes med en løsning som muliggjør å plukke opp en hjelpeløs person fra vannet, samt ha et arrangement som kan observere en slik person fra broen. Sistnevnte krav kan oppfylles av RCC, mens det per i dag ikke er kjent hvordan en skal løse utfordringen med å assistere hjelpeløse personer opp av vannet ved sterkt redusert bemanning.

§ 10 krever installasjon av evakueringsystemer (MES), og det skal være installert 100 prosent kapasitet på hver side av skipet. Dette for å tillate evakuering av samtlige passasjerer til den mest hensiktsmessige skipssiden, noe som er avhengig av den spesifikke situasjonen. Per i dag finnes det ikke godkjente løsninger for evakuering som åpner opp for en reduksjon i minste sikkerhetsbemanning, noe som betyr at brukercasene mest sannsynlig vil måtte realiseres med dagens bemanningsstruktur før evt. nye løsninger foreligger.

Samtidig åpner § 14 muligheten for å søke om dispensasjon, bl.a. for krav og føringer nedfelt i § 9 og § 10, hvor det følgelig må dokumenteres et likeverdig sikkerhetsnivå.

6 Oppsummering

Samtaler med relevante aktører etterlater et generelt inntrykk av at tiden ikke er moden for nytt eller tilpasset regelverk for autonome fartøy. Hovedsakelig fordi erfaringsgrunnlaget fra faktiske operasjoner er for tynt og den muliggjørende teknologien for umoden. Det betyr at flere prosjekter må realiseres, både for å (videre-)utvikle teknologiske løsninger, men også for å øke kompetansen knyttet til dokumentasjons- og verifiseringsprosesser. En viktig brikke i dette er også den muligheten det gir til generering av datagrunnlag for testing og validering av kontrollalgoritmer, og dermed også de ulike løsningene og systemene som disse bygger på. Dette vil gjøre det mulig å gjennomføre grundige evalueringer av blant annet teknologiene og ulike prosesser for godkjenning og regelverksutvikling. Her er det mye arbeid som pågår, blant annet hos norske myndigheter og hos IMO, hvor det innen 2024 er ventet at IMO fremlegger en frivillig MASS code.

Når det gjelder utvalgte regulatoriske utfordringer som er spesifikke for prosjektets anbefalte løsninger, og dermed realisering av prosjektets to brukercase, så er disse oppsummert i sammendraget. Utvalget er som nevnt basert på eksisterende publikasjoner og på samtaler prosjektet har hatt med ulike aktører innen industri og myndigheter, og hvor disse løftes frem som de mest sentrale. Noen av utfordringene er spesifikt knyttet til ulike deler av regelverket, mens andre er av mer generell karakter.

7 Referanser

Borgen, H., Holte, E.A., Pobitzer, A., (2022), Smartere Transport – Møre og Romsdal L2.1 Skalerbare fartøyskonsept, SINTEF Ocean rapport OC2021 A-061, ISBN 978-82-7174-420-5

COLREG (1972), Konvensjon om internasjonale regler til forebygging av sammenstøt på sjøen, 1972, Den Internasjonale Maritime Organisasjon, <https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/1972-10-20-1>

Fjørtoft, K.E., Holte, E.A., Thieme, C., Myklebust T., Johnsen, S., (2022), D1.1 – Rammeverk for vurdering av farer ved operasjon av autonome passasjerskip, SINTEF Ocean rapport OC2021 A-099, ISBN 978-82-7174-426-7

Forskrift om vakthold på passasjer- og lasteskip, (1999), Nærings- og fiskeridepartementet, FOR-1999-04-27-537, https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-04-27-537/KAPITTEL_6#KAPITTEL_6

Forskrift om bemanning av norske skip (bemanningsforskriften), (2009), Nærings- og fiskeridepartementet, FOR-2009-06-18-666, <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-06-18-666>

Holte, E.A., Pobitzer, A., Borgen, H., Chu, Y. (2019), Smartere Transport – Møre og Romsdal A1.1 Ståstedsanalyse, SINTEF Ocean rapport OC2019 A-075, ISBN 978-82-7174-358-1

Holte, E.A., Wengersberg, L.A.L., (2021), Smartere Transport – Møre og Romsdal: L2.2 Valg av autonomigrad for fartøyskonsept, SINTEF Ocean rapport OC2021 A-044, ISBN 978-82-7174-415-1

Holte, Wengersberg, L.A.L., Pobitzer, A., (2020), Smartere Transport – Møre og Romsdal: L4.3 Sikkerhetskrav til et autonomt, sjøverts persontransportsystem, SINTEF Ocean rapport OC2020 A-043, ISBN 978-82-7174-382-6.

IMO (2007), Guidelines for the evacuation analysis for new and existing passenger ships, MSC.1/Circ.1238 30 October 2007, <https://nsof.no/media/1129/imo-msc-guidelines-for-evacuation-etc.pdf>

IMO (2013). Guidelines for the Approval of Alternatives and Equivalents as provided for in Various IMO Instruments, MSC.1/Circ.1455, 24 June 2013. ISO/TS 23860:2022: Ships and marine technology — Vocabulary related to autonomous ship systems, May 2022.

IMO, (2021), Outcome of the regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS), MSC.1/Circ.1638, 3rd June 2021.

IMO, (2022), Media Centre: Autonomous shipping – in focus, <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>

ISO, 2022, ISO/TS 23860:2022 – Ships and marine technology — Vocabulary related to autonomous ship systems, <https://www.iso.org/standard/77186.html>

Kystverket (2017), Kystverkets merknader – Bestilling av juridisk gjennomgang for å identifisere hindringer for autonome skipsoperasjoner, Brev til Samferdselsdepartementet, ref. 2016/4583-20.

Kystverket (2017), Kystverkets merknader – Beredskapsavdelingen - Bestilling om autonomi, Brev til Samferdselsdepartementet, ref. 2016/4583-21.

MSC/Circ.1238.,

NFAS definition, <https://www.sdir.no/contentassets/2b487e1b63cb47d39735953ed492888d/rsv-12-2020-guidance-in-connection-with-the-construction-or-installation-of-automated-functionality.pdf?t=1658403921430>, Appendix 1

Regulations of 27 April 1999 No. 537 on watchkeeping on passenger ships and cargo ship, <https://www.sdir.no/contentassets/41a09b6ad9fe430c84b037d7a872afaa/27-april-1999-no.-537-watchkeeping-on-passenger-ships-and-cargo-ships.pdf>

Regulations of 18 June 2009 No. 666 on the manning of Norwegian ships (Manning Regulations 09) <https://www.sdir.no/contentassets/7815865f23c8433180d9d25b284cc5e6/18-june-2009-no.-666-manning-regulations-09.pdf>

Rødseth, Ørnulf Jan, L. A. L. Wennersberg, and H. Nordahl. "Improving safety of interactions between conventional and autonomous ships." In 1st International Conference on the Stability and Safety of Ships and Ocean Vehicles, pp. 7-11. 2021.

Sjøfartsdirektoratet (2020), Føring i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift, Rundskriv – Serie V, RSV 12-2020.

Stensvold, T., (2023), Norsk autonom ferge seiler i Stockholm, Teknisk Ukeblad, 12. juni 2023, <https://www.tu.no/artikler/norsk-autonom-ferge-seiler-i-stockholm/532438>

Svendsen, K., (2022), Verdens første autonome passasjerferje får sol og Stockholms natteliv som energibærer, Kystens Næringsliv, <https://www.kystens.no/nyheter/verdens-forste-autonome-passasjerferje-far-sol-og-stockholms-natteliv-som-energibarer/2-1-1372040>

Wennersberg, L.A.L., Holte, E.A., (2022), Smartere Transport – Møre og Romsdal: L3.1 Landbasert kontrollrom, SINTEF Ocean rapport OC2022 A-047, ISBN 978-82-7174-437-3

Wille, E., (2020), Smartere Transport – Møre og Romsdal: L4.1 Cyber security for et autonomt sjøverts persontransportsystem, SINTEF Ocean rapport OC2020 A-126, ISBN 978-82-7174-402-1.

Øie, S., Johnsrud, H.J., og Lindberg, J.H., (2020), Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Part 1, SAFEMASS project, DNV GL Report nr. 2019-1296, Rev. 0

2000 HSC CODE, (2008), International Code of Safety for High-Speed Craft (2000), 2008 Edition, Instructions for the Guidance of Surveyors, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/282657/msis34_hsc_code_2000_2008_itos_rev1.01-full-2.pdf

8 Appendiks

8.1 - Konseptuelt løsningsforslag av autonome skipsystemet

I dette kapittelet gjengis en kortfattet beskrivelse av resultatene fra delrapportene L2.1 (Borgen, et al., 2022), og L2.2 (Holte og Wennersberg, 2021), hvor sistnevnte utleder realistisk og anbefalt grad av autonomi for begge brukercase. Prosjektrapport L2.1 gir en detaljert innføring i prosjektets definerte brukercase - ett for Ålesund og ett for Kristiansund, hvorpå en kortfattet beskrivelse er gjengitt nedenfor (Borgen, et al., 2022).

Brukercase Kristiansund – Pendelferge mellom Nordlandet og Kirkelandet

Den foreslåtte pendelferge (rød linje i figuren nedenfor) er en helt ny mobilitetsløsning for Kristiansund (Illustrasjon: Møre Maritime), og representerer en effektiv løsning for passasjertransport mellom Nordlandet og Kirkelandet (sentrum Kristiansund). En slik løsning vil potensielt gi et betydelig bidrag for å avlaste dagens veibaserte trafikk fra Nordlandet og omegn, og inn til Kirkelandet. Det presiseres at en slik løsning skal være et supplement til den eksisterende Sundbåten (svart stiplet linje i figuren nedenfor).

- Estimert snutid: 5 min
- Seilingsdistanse: ca. 550 m
- Estimert seilingshastighet: 5-8 knop
- Fremdrift: Batteri-elektrisk
- Skipskonsept: pendelferge, saktegående
- Fartsområde: 1
- Estimert seilingstid (rød linje): ca. 5 min
- Kapasitet: 99 pax



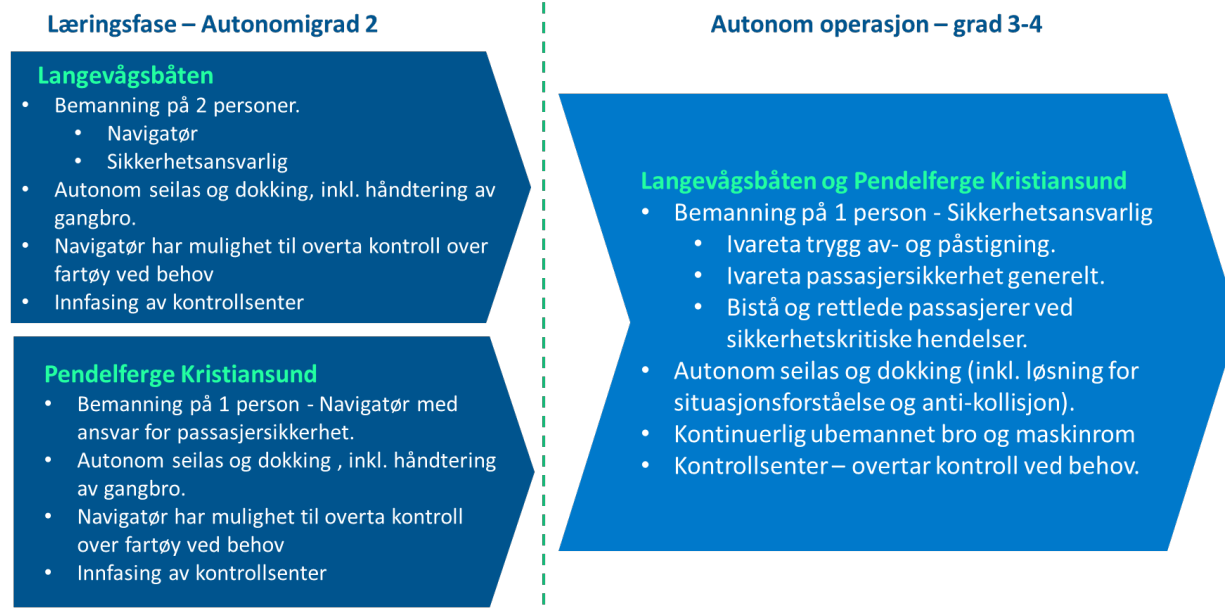
Brukercase Ålesund – Hurtigbåt Ålesund-Langevåg

Brukercase for Ålesund representerer en betydelig modernisering av eksisterende hurtigbåtsamband mellom Ålesund og Langevåg (illustrasjon av fartøyskonsept: Br. Aa). Dagens rute (se figuren nedenfor) er omtalt som en pendlerrute, noe analyser av passasjerstastikk gir et tydelig inntrykk av (Borgen, et al., 2022). Pågangen av passasjerer er størst om morgenen og på ettermiddagen. Det vil derfor være et betydelig behov for å opprettholde denne tjenesten også i fremtiden.

- Skipsdesign: katamaran, hurtiggående
- Fartsområde: 1
- Estimert seilingstid: 10 minutter
- Kapasitet: 148 pax/ 2 skip à 99 pax
- Seilingsdistanse: 3,8 km
- Estimert snutid: 5 min
- Estimert hastighet: +/- 20 knop
- Fremdrift: Batteri-elektrisk



Anbefalt løsning og realistisk grad av autonomi



Figur: Anbefalt løsning og grad av autonomi

Samme rapport (Holte og Wengersberg), viser også til noen viktige forutsetninger for realisering av både læringsfasen og autonom operasjon:

Passasjersikkerhet

1. **Læringsfase:** For at bemanningen som er indikert i læringsfasen skal kunne realiseres, forutsettes utvikling av nye løsninger innen passasjersikkerhet. Da fortrinnsvis innen brann, evakuering og mann-over-bord, og at disse utformes på en slik måte at et likeverdig sikkerhetsnivå kan opprettholdes selv med redusert sikkerhetsbemanning.
2. **Autonom operasjon:** Nevnte sikkerhetsløsninger er nødvendig for overgang til autonom operasjon krever kontinuerlig videreutvikling, og for denne fasen forutsettes det at disse er verifisert og kommersielt tilgjengelig. Sjøfartsdirektoratets krav til dokumentasjon vil være førende. For at indikert tidsplan skal være realistisk (autonom operasjon tidligst innen 2030), er det derfor sterkt anbefalt å initiere aktiviteter knyttet til utvikling av nye sikkerhetsløsninger – og spesielt løsninger for evakuering – på et så tidlig tidspunkt som mulig.

Automatisk dokking, ladeløsning og løsning for sikker ombordstigning

1. **Læringsfase:** Eksisterende løsning for automatisk dokking implementeres basert på krav til bemannet bro, mens utforming av løsning for trygg og effektiv fortøyning av skipet, integrert med aktuell ladeløsning, må videreutvikles fra konseptstadiet og antas kommersielt tilgjengelig innen oppstart av læringsfasen. Herunder inkludert løsning for sikker ombordstigning.
2. **Autonom operasjon:** Løsning for dokking av selve skipet inkludert løsning for ombordstigning videreføres til fasen med autonom operasjon, mens skipets automatiske dokking system må videreutvikles og verifiseres slik at skipet kan operere uten kontinuerlig bemannet bro.

Automatisk overfart ved bemannet bro og ved ubemannet bro

1. **Læringsfase:** Eksisterende løsning for automatisk overfart implementeres basert på krav til bemannet bro, hvor bemanningen har mulighet til å overstyre automasjonen – og dermed navigasjonen og manøvreringen av skipet – ved behov. Gjennom læringsfasen forutsettes det at pågående utviklingsarbeid for etablering av verifisert løsning for situasjonsforståelse fortsetter, herunder nødvendige aktiviteter for utvikling av robuste løsninger for objekt deteksjon og kollisjonsunngåelse. Dette arbeidet vil innbefatte fullskala tester, hvor en kan se for seg at begge brukercasene tar del i utviklingen.
2. **Autonom operasjon:** Verifisert løsning for automatisk overfart forutsettes kommersielt tilgjengelig, og dermed mulighet for operasjon uten kontinuerlig bemannet bro.

Energi- og fremdriftssystem

1. **(og 2): Læringsfase og autonom operasjon:** Løsninger for fjernovervåking av energi- og fremdriftssystem er kommersielt tilgjengelig, og har mulighet for selv-retting av mindre feil (f.eks. re-start av maskineri). Her legges det til grunn en naturlig videreutvikling i form av funksjoner for feilretting og systemovervåking. Ved større feil på maskineri blir skipet tatt midlertidig ut av drift og nødvendig service-personell tilkalles fra aktuelle utstyrsleverandører for feilretting.

Relevant kompetanse

1. **(og 2): Læringsfase og autonom operasjon:** For både læringsfase og autonom operasjon legges det til grunn at bemanning om bord må besitte relevant kompetanse i form av navigatør og lettmatros/sikkerhetsansvarlig, hvor sistnevnte er ansvarlig for ivaretagelse av sikker av- og påstigning, samt generell ivaretagelse av passasjerer under overfart. Dette er også gjeldene for operatører ved kontrollrom, som i tillegg må ha spesialkompetanse innen fjern-operasjon av skip.

Kontrollrom og kommunikasjon

1. **(og 2): Læringsfase og autonom operasjon:** For læringsfase kan begge brukercase innledningsvis realiseres uten kontrollrom, men det anbefales sterkt at en slik funksjon etableres så raskt som mulig. Da som delt ressurs mellom de ruter som skal betjenes. Dette for å høste erfaringsbasert kunnskap bl.a. knyttet til samhandling mellom involverte aktører. Et verdifullt aspekt når man går over til autonom operasjon i skjæringspunktet mellom grad 3 og 4, hvor etablering av kontrollrom fremstår som en nødvendighet. For begge faser forutsettes det også at løsninger for robust kommunikasjon mellom skip og kontrollrom er etablert. Dvs. flere kommunikasjonslinjer dersom en skulle falle ut grunnet tekniske feil.

Kontrollrom og Kommunikasjon

1. **(og 2): Læringsfase og autonom operasjon:** For læringsfase kan begge brukercase innledningsvis realiseres uten kontrollrom, men det anbefales sterkt at en slik funksjon etableres så raskt som mulig. Da som delt ressurs mellom de ruter som skal betjenes. Dette for å høste erfaringsbasert kunnskap bl.a. knyttet til samhandling mellom involverte aktører. Et verdifullt aspekt når man går over til autonom operasjon i skjæringspunktet mellom grad 3 og 4, hvor etablering av kontrollrom fremstår som en nødvendighet. For begge faser forutsettes det også at løsninger for robust

kommunikasjon mellom skip og kontrollrom er etablert. Dvs. flere kommunikasjonslinjer dersom en skulle falle ut grunnet tekniske fei

Vurderingene omkring anbefalt og realistisk grad av autonomi er hovedsakelig basert på samtaler med Sjøfartsdirektoratets og vurderinger basert på deres rundskriv RSV 12-2020 (2020), *Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift*. Herunder spesielt kap 7.1 punkt c) – Operasjonsbeskrivelse (CONOPS), samt Bemanningsforskriften (2009).

8.2 Ulike grader av autonomi

Med utgangspunkt i NFAS (Norsk Forum for Autonome Skip) sine definisjoner (Rødseth og Nordahl, NFAS, 2017), gir Sjøfartsdirektoratet følgende definisjon av autonomi-grad i sitt rundskriv serie V – *Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift* (Sjøfartsdirektoratet, 2020):

1. Beslutningsstøtte:
 - Beslutningsstøtte og rådgiving til mannskap, og hvor mannskap har direkte kontroll og ansvar for skipets bevegelser.
2. Selvstyrende:
 - Selvstyrende fartøy under kontinuerlig overvåking av operasjon med nødvendig driftskompetanse ombord og tilstedeværelse på bro. Alarmer påkaller oppmerksomhet fra driftsbemanning ved uforutsette hendelser.
3. Periodisk ubemannet:
 - Redusert bemanning, og som tilkalles bro gjennom alarmer, evt. ubemannet over flere dager. Kontrollsenter kan overta styring av fartøy, samt fungere som støttefunksjon dersom en nødsituasjon oppstår.
4. Ubemannet:
 - Kapabel til å operere helt ubemannet, men med mulighet til fjernstyring av operasjon fra kontrollsenter funksjon. Dette for å ivareta muligheten til å intervensere når operasjonelle begrensninger i systemet overskrides.
5. Fullt autonomt:
 - Kapabel til å operere helt ubemannet og uten overvåking fra land, dvs. en hel-autonom transportløsning hvor det operasjonelle systemet ombord tar egne beslutninger for gjennomføring av sikker operasjon.
 - Krever nødvendigvis ikke etablering av kontrollsenter funksjon.

8.3 Rundskriv RSV 12-2020 – utvalgte hovedpunkter

En nærmere beskrivelse av gjeldende krav og føringer for utvikling av en autonom sjøverts transportløsning finnes i nevnte rundskriv (Sjøfartsdirektoratet, 2020), hvorpå utvalgte hovedpunkter i prosessen er gjengitt nedenfor:

- CONOPS (Concept of Operations): Skal være en god beskrivelse av "sluttproduktet", og gi en detaljert beskrivelse av skipets operasjon. Således må følgende punkter være dekket: grad av autonomi, mannskap, seilingsmiljø, sikkerhetsfunksjoner, daglig operasjon, m.m. En slik beskrivelse vil ikke stå fast, men være et levende dokument gjennom prosjektet frem til godkjent byggemelding foreligger. Dokumentet utgjør altså et viktig grunnlag for selve godkjenningen fra Sjøfartsdirektoratets side.
- Pre-HAZID (Hazard identification): Basert på CONOPS gjennomføres en bredere analyse med fokus på hazid, med hovedmål om å identifisere og vurdere risikofaktorer ved løsningen og systemet.

- Med utgangspunkt i CONOPS og Pre-HAZID begynner arbeidet med å utarbeide:
 - Sikkerhetsfilosofi, hvor det bl.a. vil være naturlig å besvare hvilke sikkerhetstiltak som skal gjelde, for hvilke tilstander ulike tiltak skal tre i kraft (særlig hva man gjør i "avvikstilstander"), og hvordan fartøyet skal håndtere ulike tilstander. Her kan det være en fordel å utvikle noen scenarioer og konkretisere.
 - Design-filosofi, er primært en beskrivelse av hvordan fartøyet skal se ut, samt hvordan de tekniske løsninger skal ivareta tenkte autonome funksjoner, herunder minste risiko tilstand (MRT)
 - Drifts- og vedlikeholdsfilosofi skal dekke hvordan man drifter, rollen til kontrollsenter land (f.eks. hvordan rolle og funksjon kan kompensere for redusert bemanning/ubemannet drift, samt at tilstrekkelig responsevne også må dokumenteres. Sistnevnte er svært viktig), gjennomføring av vedlikehold, etc.
- Minste risiko tilstand (MRT) skal også beskrives, og således forklare hvordan skipet kan oppholde seg uten å være i fare for andre skip, personer eller miljø. Beskrivelsen skal inneholde både dynamisk (dvs. at fartøy er i bevegelse) og statisk tilstand (dvs. fartøy f.eks. er ankret opp).
- GAP analyse: Her må prosjektert løsning holdes opp mot eksisterende regelverk, hvor hovedmålet er å avdekke mulige gap hvor alternative løsninger må settes inn, samt på hvilke områder det må søkes avvik.
- En beskrivelse av hvordan fartøyet skal overholde krav og føringer som ligger i COLREG må også foreligge. Det vil si hvordan skipet skal forholde seg til øvrig skipstrafikk.
- En mer detaljert HAZID skal også utarbeides, hvor bl.a. dokumentering av evakuering er helt essensielt. Dette i tillegg til en mer detaljert risikoanalyse og reduserende tiltak. Autonome og automatiserte løsninger må være likeverdig sammenlignet med konvensjonelle, hvorpå behov for verifisering må vurderes.
- Derneft følger utarbeidelse av detaljert design, periode med bygging, samt testperiode som er nødvendig for verifisering av totalløsningen, samt selve skipet. Dvs. skip alene og skip med kontrollsenter.

I tillegg pekes det også til følgende generelle kommentarer:

- Som et gjennomgående punkt er det viktig å beskrive ulike scenarioer som viser hvordan fartøyet vil håndtere ulike risikoer, herunder ulike nivå av "safe-state", også ulike barrierer.
- Ved realisering av prosjektets to caser er det viktig å ha god innsikt i sirkulæret MSC.1 Circ. 1455. Et sentralt punkt er at bevisbyrden for at et autonomt fartøy/system fungerer etter intensjonen, samt at det til enhver tid overholder gjeldende lover og forskrifter, ligger hos utvikler.
- Sjøfartsdirektoratet ønsker å være med som samtalepartner i forbindelse med utarbeidelse av byggemelding. Den trenger ikke være veldig detaljert i første runde, hvorpå en dialog for videre spesifisering og utvikling følger.
- Et viktig poeng er 3.parts verifisering av løsningen, noe som skal være på plass. Det er helt klart en fordel å bringe inn en slik 3.part tidlig i prosjektet, slik at unødige feil og mangler ved løsningen lukes ut på et så tidlig tidspunkt som mulig. Denne aktøren må være godkjent av Sjøfartsdirektoratet, og således kunne dokumentere sin kompetanse. Denne tredjeparten trenger ikke nødvendigvis være et klasseselskap.
- Når det gjelder godkjenning av byggemelding – og dermed godkjenning av komplett design – er det ingen krav til at denne skal foreligge før bygging starter. Samtidig anses det som svært risikofyllt, sett fra et myndighetsperspektiv, og starte bygging før en godkjennelse foreligger. Uten en slik godkjennelse vil ikke fartøyet kunne settes i drift.

8.4 Bemanningsforskriften

Tabell 3 Notasjon for ansvarsmatriser knyttet til forskrifter

Aktører		Ansvarlig	
SA	Sikkerhetsansvarlig	A	Ansvarlig part
RCC	Landkontrollrom m/operatører	U	Utøvende part
LS	Landbasert servicepersonell (innkalling)		
RT	Redningstjenester		
A	Automasjonssystem		
SM	Ship Management		

Med utgangspunkt i forskrift om bemanning på norske skip presenterer følgende (Tabell 4) matrise et forslag til løsning for hvordan ansvar kan fordeles mellom gjenværende bemanning om bord og RCC, og dermed også på hvilken måte ulike funksjoner skal ivaretas. Merk at dette er kun å anse som et forslag fra prosjektets side, og at videre analyser er påkrevd ved en eventuell realisering. Det tas også høyde for at ansvarsmatrisen kan være ulik for prosjektets to brukercase, og at det her er vektlagt en mer generell tilnærming.

Tabell 4 Ansvarsmatrise for bemanningsforskriften

	Punkt og beskrivelse fra bemanningsforskriften	Løsningsforslag for brukercase	Aktører og ansvarsfordeling					
			SA	RCC	LS	RT	A	SM
A	Vakthold både på sjøen og ved landligge, samt sikkerhets- og beredskapsøvelser	Sikkerhetsansvarlig har primæransvar under operasjon, men støttes av RCC. Sistnevnte særlig ifm. sikkerhetskritiske hendelser.	A	U				
B	Operasjon og vedlikehold av sikkerhetskritiske driftssystemer, herunder fremdriftsmaskineri og rednings- og beredskapssystemer	Automasjonssystemet alarmerer RCC ved feil, og RCC vurderer behov for å tilkalle landbasert servicepersonell for feilretting og reparasjon.		U	A		U	
C	Operasjon og vedlikehold av teknisk utstyr på bro og i maskinrom, samt andre kontrollrom	Automasjonssystemet alarmerer RCC ved feil, og RCC vurderer behov for å tilkalle landbasert servicepersonell for feilretting og reparasjon.		U	A		U	
D	Operasjon og vedlikehold av internt og eksternt kommunikasjonsutstyr	Automasjonssystemet alarmerer RCC ved feil, og RCC vurderer behov for å tilkalle landbasert servicepersonell for feilretting og reparasjon.		U	A		U	
E	Vedlikehold av kritiske komponenter	Automasjonssystemet alarmerer RCC ved feil, og RCC vurderer behov for å tilkalle landbasert servicepersonell for feilretting og reparasjon.		U	A		U	
F	Forpleining av besetning, samt påbudt renhold	Sikkerhetsansvarlig står for egen forpleining, og koordinerer renhold mot og forpleining av landbasert servicepersonell.	A		U			
G	Ankring og fortøyning, samt klargjøring av skipet før reisen	Ankring og fortøyning skjer automatisk, men sikkerhetsansvarlig gjennomfører visuell inspeksjon før passasjerer stiger på og eller av.	U				A	
H	Maritime operasjoner som navigasjon, manøvrering, stabilitet med mer	Automasjonssystemet har hovedansvar for all navigering og manøvrering, men RCC monitorerer og griper inn ved behov.		U			A	



I	Overvåke lasting og lossing, sikring og plassering av last (farlig last osv.)	Sikkerhetsansvarlig overvåker påstigning, avstigning, samt plassering av bagasje til passasjerer.	A	U				
J	Førstehjelp, skadebehandling og medisinsk bistand	Sikkerhetsansvarlig er ansvarlig for førstehjelp. RCC bistår sikkerhetsansvarlig med kommunikasjon mot nødtjenester.	A	U		U		
K	Sikkerhetsopplæring og annet sikkerhetsarbeid, herunder de oppgavene som følger av <u>forskrift 22. juni 2004 nr. 972</u> om sikkerhet, pirat- og terrorberedskapstiltak og bruk av maktmidler om bord på skip og flyttbare boreinnretninger	Rederi/Ship management er ansvarlig for sikkerhetsopplæring. RCC og sikkerhetsansvarlig er ansvarlig for operasjonelt sikkerhetsarbeid.	U	U				A
L	Familiarisering av nye besetningsmedlemmer	Rederi/ Ship management er ansvarlig.						A
M	Føre tilsyn med inntak av bunkers, proviant og forråd	Automatisk lading av skip, RCC alarmeres ved teknisk feil som igjen vurderer tiltak for evt. feilretting. Sikkerhetsansvarlig er primærressurs med støtte fra RCC.	A	U				
N	Øvrige operasjoner av betydning for sikkerhetsbemanningen.	Rederi/ Ship management er ansvarlig, med mulig støtte fra sikkerhetsansvarlig.	U					A