Grønt Skipsfartsprogram

Grønt Skipsfartsprogram – Fase 5-pilot

Smarte fjordkrysninger

Fremtidens transportsystem

Innholdsfortegnelse

Sammendrag 2
1 Innledning 4
1.1 Bakgrunn 4
1.2 Hensikt 5
1.3 Deltakere 6
2 Metode 7
2.1 Arbeid med konsepter 7
2.2 Leveranse 8
2.3 Partnermøter 8
3 Dagens fergeløsninger 8
3.1 Dagens fergeløsninger og trafikkutfordringer 8
3.2 Dagens løsninger for sikkerhet og redning 9
4 Ny teknologi gir nye muligheter – og utfordringer 9
4.1 Systemperspektivet 9
4.2 Tradisjonelle risikovurderinger ikke tilstrekkelige 10
4.3 Menneskets rolle i digitalisering og automatisering 10
4.4 Bruk av autonomi og digitalisering 10
4.5 Nyttevirkninger 12
5 Fremtidens fergeløsninger – fra ferge til transportsystem 14
5.1 Funksjonstildeling og operasjonsfokus 14
5.2 Flåte 15
5.3 Ferge 16
5.4 Kontrollrom 17
5.5 Barrierer 18
5.5.1 Regelverk 18
5.5.2 Kompetanse 20
5.5.3 Risikovilje 20
5.5.4 Nødsituasjoner 20
5.6 Eksempel på fremtidige transportsystem for fjordkrysning 20
5.6.1 Konsept A: Kort overfartstid, stor trafikkvariasjon 21
5.6.2 Konsept B: Middels overfartstid, liten trafikkvariasjon 27
5.6.3 Konsept C: Mange ulike kaianløp, lav forutsigbarhet 32
6 Veikart 37
7 Konklusjon 38

8 Referanser 40
Vedlegg A – Funksjonstildeling ..... A
Vedlegg B – Veikart ..... B

Sammendrag

I piloten «Smarte fjordkrysninger» er hensikten å presentere grønne alternativ som vil kunne gi et bedre tilbud enn dagens fergeløsninger. Dette kan være konsept som er et alternativ til utbygging av bro eller tunnel, eller det kan være konsept som gir samfunnsøkonomiske nyttevirkninger som eksempelvis økt effektivitet eller bedre fremkommelighet. I alle konsept som er vurdert er det en forutsetning at sikkerheten er like god eller bedre enn dagens løsninger. Deltakere og bidragsytere i piloten har vært: Massterly, DNV, States Vegvesen, Torghatten, Norled, Fjord1, Sjøfartsdirektoratet, Kystverket, Seam, Brunvoll, The Norwegian Ship Design Company og Viking Life-Saving Equipment.

For smarte fjordkrysninger legges det til grunn bruk av automatisering, digitalisering og autonomi for å oppnå nyttevirkninger. Dette er begreper som til en viss grad er overlappende og brukes om hverandre, og som gjerne omtalers som hovedelementene i smarte transportsystemer. Transportsystemet i piloten består blant annet av infrastruktur, fartøy, kjøretøy og brukere, hvor infrastrukturen blant annet er kaianlegg og kontrollrom. Kjernen er å vurdere hvordan hele systemet fungerer, fremfor kun å fokusere på enkeltkomponenter og enkle koblinger mellom disse. Det vil si at vi her går bort fra selvstendige enkeltferger til en flåte av fartøy som støtter hverandre og opererer i henhold til sanntidsetterspørsel, som en del av det større systemet for transport av brukere fra A til B.

Mer integrasjon og kommunikasjon gjennom bruk av automatisering og digitalisering gjør at en får behov for å vurdere hvordan hele system fungerer, fremfor å fokusere på enkeltkomponenter. Sammen med riktige verktøy for å risikovurdere slike system og menneskets rolle i samhandling med teknologi og organisasjon, utgjør dette tre områder som alle involverte aktører må være oppmerksom på fremover for å bevare et riktig sikkerhetsnivå og å sørge for at systemet oppfyller sin hensikt.

I denne piloten er samvirket mellom menneske og teknologi og grad av teknologibruk tydeliggjort gjennom funksjonstildeling per operasjonsfase, hvor en synliggjør hvilken rolle teknologi og mennesker skal ha i ulike funksjoner i ulike operasjonsfaser. 45 funksjoner fordelt på seks operasjonsfaser er definert, som vist i Vedlegg A.

I tillegg til å vurdere fjordkrysningen som et transportsystem er også et *flåteperspektiv* benyttet i konseptene i piloten. Grunnprinsippet for flåteperspektivet er at fergene på en strekning til sammen utgjør en flåte som igjen utgjør kapasiteten som er vurdert nødvendig. Dette prinsippet gjelder både evne til å forflytte passasjerer og trafikk, og total kapasitet for beredskap i en nødsituasjon. Hensikten er å ha flere fartøy på et samband for å gi høy frekvens på anløp, uten at investerings- og driftskostnad øker. Forutsetninger for dette er at fergene bygges enklere, raskere og i større antall, og med mindre utstyr om bord. Her er det foreslått løst ved etablering av en flåte bestående av ett *morfartøy* og flere mindre *datterfartøy*. Datterfartøyene er enkle ferger med tilstrekkelige og enkle redningsmidler, samt en operatør, mens morfartøyet har høyere bemanning for å ivareta sikkerheten for flåten og er utstyrt med redningsutstyr ut over det datterfartøyene har, eksempelvis: MOB-båt og livbåter. Ved samband med kort overfartstid kan et alternativ til morfartøyet være en landbasert redningssentral. Kontrollrommet har en sentral rolle i transportsystemet, da dette vil kunne ha ansvar for, støtte og utføre flere av funksjonene som ble definert for operasjonsfasene. Kontrollrommet vil avlaste besetningen om bord, samt ha en sentral rolle med å følge opp automatiserte systemer og prosesser.

For å utforske mer konkrete tilnærminger og ønskede endringer i transportleveransen, ble tre konsepter definert og vurdert. Disse representerer tre forskjellige, men typiske norske fergesamband, og har forskjellig konfigurasjon for å løse transportoppdraget:

- Konsept A: Kort overfartstid, stor trafikkvariasjon
  Flere datterfartøy opererer som en flåte på strekningen, sammen med et landbasert kontrollrom. Funksjonene til et tenkt morfartøy, ut over funksjonene et datterfartøy kan dekke, er ivaretatt av et landbasert redningssenter lokalisert ved den ene fergekaien.
- Konsept B: Middels overfartstid, liten trafikk variasjon
  Ett morfartøy med flere datterfartøy som opererer som én flåte, samt et landbasert kontrollrom. Størrelsen på fartøyene og antall bestemmes ut fra trafikkbelastningen på sambandet. Ved behov settes ekstra datterfartøy inn i operasjon.
- Konsept C: Mange ulike kaianløp, lite forutsigbarhet
  En ferge med automatiserte og digitaliserte løsninger som overholder ruteplanen sin på en effektiv måte. En «flåtefilosofi» er vurdert å ikke gi store gevinster her, men at ny teknologi kan gi mannskaper noe mer frihet til å utføre andre oppgaver relatert til lasting, sikkerhet, vedlikehold og planlegging er høyst relevant.

For hvert konsept ble det gjort en vurdering av om menneske eller teknologi burde ha ansvar for, utføre eller støtte, hver av de 45 funksjonene. Den totale oversikten er gitt i Vedlegg A. Vedlegg B viser et veikart med løsningene som har blitt vurdert som aktuelle for et transportsystem for smart fjordkrysning.

Basert på arbeidet med piloten har Deltakerne følgende anbefalinger til oppdragsgivere, myndigheter og utstyrsleverandører:

Oppdragsgivere

- Oppdragsgiverne anbefales å benytte utviklingskontrakter for å akselerere implementering og utviklingen av autonomiteknologi i fergesektoren.
- Oppdragsgiverne må vurdere hvordan en skal kunne stille krav til tilbydere for hele transportsystem.
- Oppdragsgiver bør ta initiativ til diskusjoner rundt grenseskillene for infrastrukturen på land.
- Oppdragsgiverne bør jobbe for et effektivt og enhetlig rapporteringspunkt for operatørene.

Myndigheter

- Det behøves en spesifikk satsning på godkjenning av transportsystemer – ikke bare enkeltferger.
- Myndighetene må kunne vurdere hvordan Operatørene i et transportsystem utnytter den totale kapasiteten til å og øke sikkerhetsnivået.
- Myndighetene må akselerere regelutviklingen og redusere behandlingstiden for risikobasert godkjenning, eksempelvis ved alternative løsninger.
- Myndighetenes krav til risikovurderinger må omfatte nye utfordringer og muligheter som ligger i bruk av komplekse systemer
- Myndigheter og tilbydere må inkludere vurdering av menneskets rolle i komplekse systemer og at disse hensyntar å legge til rette for menneskets ytelsespåvirkende faktorer.

Leverandører

- Leverandører bør sikre at det benyttes brukersentrert designprosesser da høyere grad av automatisering og digitalisering, samt økt kompleksitet, vil kreve ny type innsikt/kunnskap/erfaring.

Generelt

- I det videre arbeidet med automatisering og digitalisering i fergesektoren vil det være nyttig å gjennomføre en kartlegging av alle aktører, deres rolle og hvilke virkemidler de har.

1 Innledning

I piloten «Smarte fjordkrysninger» er hensikten å presentere grønne alternativ som vil kunne gi et bedre tilbud enn dagens fergeløsninger. Dette kan være konsept som er et alternativ til utbygging av bro eller tunnel, eller det kan være konsept som gir samfunnsøkonomiske nyttevirkninger som eksempelvis økt effektivitet eller bedre fremkommelighet. I alle konsept som vurderes er det en forutsetning at sikkerheten er like god eller bedre enn dagens løsninger.

Som beskrevet i Nasjonal transportplan 2022-2033, Meld. St. 20 (2020–2021), er hoveddelen av befolkningen og næringsvirksomheten i Norge lokalisert langs kysten, og sjøveien er derfor viktig som ferdselsåre både for gods og personer. Ferger er en sentral del av transportsystemet og bidrar til god mobilitet. Person- og godstransport på sjø er en effektiv og sikker transportform som krever relativt lite infrastruktur, sammenlignet med eksempelvis bro eller tunnel. Det er få kapasitetsbegrensninger i farvannene og i havnene.

Utviklingen i maritim industri går fort, og autonome løsninger er et satsingsområde i næringen. Likevel er det viktig å være bevisst på at begrepet autonomi brukes med mange ulike meninger, og en bør derfor være påpasselig med å beskrive hva som legges i autonomi i ulike satsingene. I denne piloten startet en ut med navnet «Autonome nullutslippsferger», men en valgte å gå bort fra dette da det ble tydelig at piloten ikke har fokus kun på selve fergen, og at navnet kunne være misvisende i så måte. Piloten tar hensyn til hele systemet rundt fergedrift og introduserer alternative løsninger i hele transportprosessen. I hovedsak betyr det at en ser på løsninger som vurderer alle fergene på en strekning som en samlet flåte – flåteperspektivet. Videre vurderer piloten nytten av landbaserte kontrollsentre for å lede eller støtte flåteoperasjonen. Piloten vurderer ikke ubemannede ferger, og det vil være en grad av bemanning på alle fergene.

For å få frem både utfordringer og nyttevirkninger for smarte fjordkrysninger beskrives ulike *konsepter,* definert som eksempler på fremtidige transportsystem. Ved å bruke konsept-begrepet vil piloten løfte fokuset fra den enkelte ferge til å se på hvordan trafikken vil bli påvirket i oppstilling, ombordkjøring, overfart og ilandkjøring. Disse konseptene er eksempler på hvordan fartøy, kontrollsenter og kaier til sammen vil kunne bli gode løsninger som håndterer ulike rammer som for eksempel overfartstid og varierende trafikkmengder.

En forutsetning for piloten er å finne utslippsfrie alternativ, og det er derfor tatt utgangspunkt i at det er batteridrift på fergene. Videre er det antatt at den landbaserte infrastrukturen er tilgjengelig, f.eks. i form av ladeanlegg for batteriferger, tilstrekkelig oppstillingsplass.

1.1 Bakgrunn

Grønt Skipsfartsprogram (GSP) er et partnerskapsprogram mellom private og offentlige aktører. Programmet skal være et effektivt virkemiddel for iverksetting av regjeringens strategier og planer. Programmets visjon er at Norge skal etablere verdens mest effektive og miljøvennlige skipsfart. GSP er nå i fase 5: «Utvikle og skalere grønne løsninger i Norge og internasjonalt (2021/2022)», og «Smarte fjordkrysninger» er en av 12 piloter i denne fasen.

Målet med fase 5 er:

- Øke omfanget av programmet med å pilotere flere grønne logistikkløsninger, teknologier, drivstoff og finansiell risiko.
- Fokus på lasteskip, havvind, autonome ferger, tjenester for havbruksnæringen og for oljeselskapene, samt grønne offentlige og private innkjøp og å flytte last fra vei til sjø.
- Bidra til økt grønn konkurransekraft for eksport.

1.2 Hensikt

Piloten har som hensikt å vurdere sammenhenger med den teknologiske utviklingen og nyttevirkninger for samferdsel. Selv om en pilot er en mulighetsstudie hvor en relativt fritt kan vurdere årsak og virkning, er det essensielt å benytte et rammeverk som gjør at vurderingene kan etterprøves. Piloten har derfor valgt et samfunnsøkonomiske perspektiv. Dette perspektivet legger til rette for at en beskriver et samfunnsproblem, og deretter hvilke mål en skal oppnå og til slutt hvilke tiltak som kan føre til at en når disse målene.

Samfunnsproblemet som piloten vil bidra til å løse er knyttet til *mulighetene* som bør utnyttes. Digitalisering og automatisering er en pågående trend som påvirker samfunnet vårt, og også samferdselssektoren. Piloten ønsker å vurdere hvordan digitalisering og automatisering kan benyttes for å oppnå *smarte og utslippsfrie transportsystem for fjordkrysning*.

Målet i piloten er å beskrive tiltak som utnytter teknologi slik at en oppnår nyttevirkninger innen målene for transportsektoren i Nasjonal Transportplan 2022-2033, som vist i Figur 1-1.

Figur 1-1 Målene for transportsektoren (Meld. St. 20 (2020–2021) Nasjonal transportplan 2022–2033)

1.3 Deltakere

Deltagere og bidragsytere i piloten «Smarte fjordkrysninger» er gitt i oversikten under.

Rolle	Selskap
Piloteier	Massterly
Administrator	DNV
Bidragsyter	Statens Vegvesen
Deltaker - Fergerederi	Torghatten
	Norled
	Fjord1
Deltaker - Regelverk	Sjøfartsdirektoratet
	Kystverket
Deltaker - Teknologi	SEAM (x Westcon Power & Automation)
	Brunvoll
Bidragsyter - Design	TNSDC (The Norwegian Ship Design Company)
Bidragsyter - Sikkerhet	Viking Life-Saving Equipment

Massterly er piloteier og har ledet arbeidet med piloten med god støtte fra DNV som administrator. Statens Vegvesen er en svært viktig bidragsyter, som innkjøper av fergetjenester på riksveinettet og som pådriver for teknologiutvikling i fergesektoren. Alle de fire store fergerederiene i Norge ble invitert inn i piloten, men Boreal valgte å avstå fra deltakelse i denne omgang. Rederiene er godt representert med Torghatten, Norled og Fjord1. Fra regelverk-siden har Sjøfartsdirektoratet og Kystverket vært viktige deltakere i piloten, mens Brunvoll og Seam er gode representanter for norske utstyrsleverandører med fokus på fergesegmentet.

Piloten måtte imidlertid hente kompetanse på fergedesign og sikkerhet/evakueringsløsninger utenfor deltakerne i Grønt Skipsfartsprogram, og både TNSDC (The Norwegian Ship Design Company) og Viking Life-Saving Equipment har vært gode bidragsytere i arbeidet med denne piloten.

2 Metode

Piloten har benyttet en tverrfaglig brukerinvolvering for å identifisere faktorer som må tas hensyn til og tiltak for å nå målene i NTP. Metoden i piloten bygger på fremgangsmåten i den innledende delen av en samfunnsøkonomisk vurdering og har i hovedsak blitt gjennomført ved bruk av digitale diskusjons- og arbeidsmøter. I de fleste diskusjonsmøtene har det vært utarbeidet et grunnlagsmateriale som har blitt drøftet. I tillegg har det vært noen møter med mer åpne diskusjoner. I disse møtene har de store linjene i løsningsrommet og nyttevirkningene vært i fokus.

I løpet av piloten har det blitt gjennomført ni diskusjonsmøter, i tillegg til tre arbeidsmøter i mindre grupper. Arbeidsprosessen er presentert i Figur 2-1.

Figur 2-1 Arbeidsprosessen i piloten

2.1 Arbeid med konsepter

For å utforske mer konkrete tilnærminger og ønskede endringer i fergerederienes transportleveranse, ble dyptgående arbeidsmøter for tre konsepter gjennomført. Disse representerer tre forskjellige, men typiske norske fergesamband:

- Konsept A: Kort overfartstid, stor trafikkvariasjon
- Konsept B: Middels overfartstid, liten trafikk variasjon
- Konsept C: Mange ulike kaianløp, lite forutsigbarhet

Konseptene ble utformet for å dekke et utvalg relevante samband: størrelse på samband definert av overfartstid (distanse) mellom anløp og variasjon i trafikk. Overfartstid (distanse) påvirker hvor tilgjengelig assistanse fra land eller andre ferger er i en nødsituasjon, ventetid og antall ferger på strekningen. Trafikkvariasjon er en utfordring for utnyttelsesgraden av fergene, og vil også påvirke ventetid og antall ferger totalt på strekningen.

Konsept A og B ble valgt med forskjellige parametere for overfartstid (distanse) og trafikkvariasjon for å undersøke hvilken innvirkning disse har på den foreslåtte løsningen. Den korte overfartstiden i konsept A muliggjør et landbasert redningssenter, mens konsept B går ut fra full redningskapasitet innad i flåten i sambandet.

Den tredje typen samband, inkludert som konsept C, er et stjernesamband med mange anløpshavner, uregelmessig ruteplan med bestillingsanløp, variert varetransport og generelt lav forutsigbarhet. Her anses potensialet for å forenkle arbeidshverdagen for besetningen og å øke forutsigbarheten for passasjerene som stort, uten behov for omfattende investeringer.

Fergerederiene fikk ansvar for gjennomføringen av ett arbeidsmøte for hvert sitt konsept. Tema for møtene var å bli godt kjent med konseptene, hvilke utfordringer man ser i dag, hvilke områder som har størst potensiale for forbedringer, samt hvilke nyttevirkninger man kan forvente av forbedringene. Diskusjonene tok utgangspunkt i seks «operasjonsfaser» som ble definert av pilotdeltakerne i diskusjonsmøtene tidlig i piloten, men med fokus på enkelte faser vurdert som spesielt relevant for hvert konsept. Innenfor hver operasjonsfase er forskjellige funksjoner som må ivaretas definert. Et hovedtema gjennom piloten har vært å identifisere hvordan en funksjon skal ivaretas for et gitt konsept, enten manuelt, ved digitalisering eller ved automatisering. Operasjonsfasene og funksjonsinndelingen for hvert konsept er beskrevet i kapittel 5.6.

2.2 Leveranse

Leveransen fra pilotarbeidet ble i oppstarten bestemt å være en rapport, en presentasjon, samt en CAD-modell (ev. fysisk modell) av en autonom batteriferge. Ettersom omfanget av piloten beveget seg bort fra det fergesentrerte, til flåte- og transportsystemperspektivet, valgte en også å gå bort fra CAD- og den fysiske modellen. Denne rapporten og en presentasjon ble dermed leveransen. Etter hvert som omfanget av piloten ble konkretisert og konsepter bearbeidet og utviklet, ble dette dokumentert i rapporten. Mens Piloteier og Administrator har tilrettelagt, har deltakerne og bidragsyterne stått for delleveranser til rapporten, samt kvalitetssikring.

2.3 Partnermøter

I Grønt Skipsfartsprogram avholdes det kvartalsvise partnermøter der alle piloteierne gir en kort status for sine piloter. Det første partnermøtet i Fase 5 av programmet ble avholdt 3.mars 2021, deretter ble det gjennomført partnermøter 19.mai, 8.september og 8.desember. Piloteier har orientert om arbeidet med «Smarte fjordkrysninger» på hvert av disse møtene, og på desember-møtet ble denne sluttrapporten presentert.

3 Dagens fergeløsninger

Statens Vegvesen og Fylkeskommunene setter i dag rammene for hvordan fergeoperasjonene skal utføres gjennom sine anbud og kontrakter. Disse er detaljerte og oppgir gjerne ruteplan og antall og størrelse på fergene, og gir da fergerederiene liten frihet til å velge hvordan oppdraget skal løses. Dette betyr ikke at dagens ruteproduksjon ikke er god, men at det også kan finnes andre gode tilnærmingsmåter. Utviklingen innen autonomi muliggjør andre måter å operere på, hvor noen alternativer er diskutert i denne rapporten. I de neste delkapitlene beskrives dagens situasjon og utfordringer.

3.1 Dagens fergeløsninger og trafikkutfordringer

Fergene er en viktig del av det norske transportsystemet. Det er i dag om lag 130 fergesamband i Norge som trafikkeres av rundt 200 ferger. Det transporteres årlig 20 millioner kjøretøy og 40 millioner passasjerer på norske bilferger. Det er stor variasjon i type samband, antall og type ferger. Fra høytrafikkerte samband med opptil fem ferger med stor kapasitet, til lavtrafikkerte samband med kun små enkeltferger.

Oslo Economics m. fl. (Oslo Economics 2016-23) gjennomførte i 2015-2016 en større utredning om utviklingen i det norske fergemarkedet. Oslo Economics konkluderer med at det frem mot 2050 er et betydelig behov for fergetjenester. Dette på grunn av forventet trafikkvekst, samtidig som det ikke finnes konkrete planer for fergeavløsning for en stor andel av sambandene hvor det er vurdert avløsning, samtidig som det vil ta lang tid før alle veiprosjektene som er planlagt er ferdigstilt. Fergeavløsningsprosjekter (dvs. investeringer i bro eller tunnel) er i stor grad planlagt på samband med stor trafikk. Det tilsier at etterspørsel etter fergemateriell med stor kapasitet (+/- 200 PBE[1]) vil kunne avta på lang sikt, mens etterspørsel etter fergemateriell med lavere kapasitet derimot vil øke.

Driften av norske fergesamband er i stor grad konkurranseutsatt, hvor offentlige oppdragsgivere kjøper inn en transporttjenester fra fergeselskapene som bygger, eier og drifter fergene, og gjør strategiske disponeringer i sin flåte. Staten gjennom Statens vegvesen har direkte ansvar for 16 av disse sambandene, mens fylkeskommunene og kommunene har ansvar for de øvrige sambandene.

De offentlige oppdragsgiverne for kjøp av fergetjenester har gjennom lang tid vist at offentlige anskaffelser er et godt virkemiddel for utvikling og implementering av ny teknologi. For eksempel ble verdens første batterielektriske ferge, med propulsjonsdrift, satt i drift på fergesambandet E39 Lavik-Oppedal i 2015. Fergen

[1] Personbilenheter

var et resultat av en utviklingskontrakt for en mer miljøvennlig ferge, som ble lyst ut av Statens vegvesen i 2011. I løpet av 2022 vil det være nærmere 80 ferger med batterier i drift på norske fergesamband og CO_2-utslippene er beregnet til å være halvert sammenliknet med 2015. Utviklingen i fergedriften er et resultat av et godt offentlig-privat samarbeid og en aktiv, bred og helhetlig virkemiddelbruk som har bidratt til å ta utviklingen fra pilot til marked. Som en stor innkjøper ser Statens Vegvesen gode muligheter for å legge til rette for å ta den teknologiske utviklingen videre også innenfor andre områder, som digitalisering og automatisering i fergedriften, for å nå målene som er satt for transportsektoren.

Fram til i dag har utviklingen gått mot større og mer komplekse ferger, med kortere liggetid. I overgangen mot elektrifisering ser man at infrastrukturen ikke henger med og fører til utsatt realisering av nyttevirkningene for nullutslippstransport i fergesektoren. I 2020 uttalte Statens Vegvesen til Skipsrevyen at ladeløsningene er upraktiske, dyre og lite driftssikre, mens leverandørene svarte med å etterlyse en standard og tydeligere eierskap til ladestasjonene. Det er også en bekymring for at det ikke vil være nok strøm tilgjengelig i utviklingen hvor samfunnet elektrifiseres.

På en fergestrekning er hvert fartøy en selvstendig enhet som forholder seg til sin rutetabell og er i stor grad frakoblet den/de andre fartøyet/ene på sambandet. Dersom en nødsituasjon skulle oppstå er hver enkelt ferge utstyrt med personell og redningsmidler for å berge seg selv og sine passasjerer. Heldigvis er det relativt sjelden alvorlige situasjoner oppstår, men på en annen side betyr dette at det i et samband er mye kapasitet og materiell som til enhver tid står ubrukt.

Fergedriften i dag er preget av mye manuelt arbeid, og i det følgende er noen eksempler gitt: Telling av passasjerer er tidkrevende og binder slik opp besetningen i betydelige perioder, da om bordkjøringen som regel går for rask til å kunne telle samtidig. Dirigering av biler gjøres manuelt og setter fergepersonellet i en svært utsatt posisjon, midt i trafikken. Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem gjøres også manuelt. Navigasjonen, som regel er enkel og svært repetitiv, binder opp personell på bro til denne ene oppgaven. Det samme gjelder ankomst og avgang, hvor det finnes sterke indikasjoner på at manøvreringen kunne vært gjort mer effektiv, lønnsom og punktlig med automatiserte systemer.

3.2 Dagens løsninger for sikkerhet og redning

Evakueringssystemene om bord i fergene som driftes i dag består hovedsakelig av MES (Marine Evacuation System). Størrelse og type varierer basert på fartøyets kapasitet, plassering av evakueringsområde og dets høyde over havoverflaten. Det er også forskjell på hvor mange personer som kreves for å klargjøre systemet. Noen løsninger kan betjenes av én person, mens andre krever flere besetningsmedlemmer, for eksempel ved håndtering av festeliner for å fortøye flåten til skipssiden. På markedet finnes det også daviter for mann over bord-båter (MOB-båter) som kan opereres av ett besetningsmedlem. I MOB-båten bør det derimot være minst to besetningsmedlemmer for å kunne utføre søk, redning og eventuell førstehjelp på en effektiv og sikker måte.

4 Ny teknologi gir nye muligheter – og utfordringer

I de følgende delkapitlene diskuteres muligheter og utfordringer knyttet til ny teknologi, samt hvordan begrepet autonomi er tolket i denne piloten. Systemperspektivet er en sentral del av pilotens foreslåtte løsninger, og er også omtalt. Siste del av kapittelet omhandler hvilke mål og nyttevirkninger de foreslåtte tiltakene og konseptene vil utløse.

4.1 Systemperspektivet

Integrasjon av komponenter og mer pålitelig kommunikasjon er viktige muligheter som vil påvirke utviklingen av fremtidens fergeløsninger med nye måter å operere på. Disse mulighetene er ikke unike for hverken fergesektoren eller den maritime industrien. Det er en økende forståelse av at mer integrasjon og

kommunikasjon fører til et behov for å vurdere hvordan hele system fungerer, fremfor kun å fokusere på enkeltkomponenter og enkle koblinger mellom disse. Det er derfor rimelig å anta at *systemperspektivet* kan være en avgjørende innfallsvinkel for fremtidens smarte fergeløsninger. Økt kunnskap om systemperspektivet kan dermed være en bidragsyter til effektive, miljøvennlige og trygge transportsystem. Essensen i systemperspektivet er å forstå hvordan nyttevirkningene oppstår i samspillet mellom alle delene av systemene. For fergeoperasjon kan dette være samspillet mellom reisende, infrastruktur, ferge, kontrollrom eller andre viktige bidragsytere.

Det mest fremtredende med systemperspektivet anvendt i denne piloten, er at en flytter fokuset fra enkeltferger til helhetlige transportsystem. I praksis kan dette bety at sikkerhet og effektivitet vurderes i sum av hvordan alle ferger, infrastruktur og kontrollrom på en strekning opererer.

4.2 Tradisjonelle risikovurderinger ikke tilstrekkelige

En konsekvens av et systemperspektiv, er at det krever andre metoder for å vurdere og forstå risiko. Eksisterende risikovurderinger er i stor grad basert på å vurdere pålitelighet til enkeltkomponenter i et system. Selv om pålitelighet vil være avgjørende for gode transportsystem, vil en også måtte i større grad forstå hvordan sikkerhet må ivaretas i samvirke mellom komponenter, og også i samvirket mellom teknologi og mennesker.

For fergesektoren kan digitalisering og automatisering føre til at flere aktører er involvert og at operasjonene er et samvirke mellom mange aktører og komponenter. Der en tidligere hadde tydeligere ansvar for enkeltdeler av fergeoperasjonene, kan fremtidens løsninger være mer utydelige om hvem som er ansvarlig for sikkerhet og også hvordan en vurderer risiko for systemet som helhet. Det finnes i dag stadig flere risikohåndteringsmetoder som ivaretar helhetlig sikkerhet og samvirket mellom menneske, teknologi og organisasjon. Barrierestyring benyttes i utstrakt grad i andre sektorer, som eksempelvis innen energisektoren, og er en slik helhetlig metode. Det er vesentlig å advare mot at en kun forholder seg til eksisterende risikovurderingsmetoder for å vurdere komplekse system.

4.3 Menneskets rolle i digitalisering og automatisering

I en teknologidrevet utvikling hvor flere av funksjonene som tidligere ble utført av mennesker, nå skal utføres av teknologi, er det lett å undervurdere menneskets rolle. Menneskets rolle i fergeoperasjonen vil kunne endre seg i den kommende perioden, men det er like sannsynlig at mennesket vil være en avgjørende del av fremtidens transportsystem og det må legges til rette for at mennesket kan fungere best mulig i dette systemet.

En kjent utfordring ved automatisering, er den såkalte automasjonsironien. Denne betyr at en mener at teknologien er bedre i å utføre en funksjon og derfor vil benytte teknologi til utførelse fremfor mennesket, men samtidig vil sette mennesket til å overvåke og være ansvarlig for at teknologien gjør det den skal. Dette fører til at en bruker mennesket til det de er dårlige til; å være passive overvåkere av en funksjon. Økt grad av digitalisering og automatisering av funksjoner i fergesektoren må derfor ta hensyn til menneskets rolle. Det finnes i dag gode og kjente metoder innen menneskesentrert design som benyttes i andre industrier og også anbefalt i maritim sektor av IMO.

I senere tid har vi sett flere eksempler på at enkeltkomponenter, systemer og operasjonelle prosedyrer/rutiner feiler til tross for at de er tilstrekkelig godt designet og beskrevet (f.eks. lensepumper som ikke fungerer, mannskap som ikke kunne håndtere/løse feilsituasjoner, brannpumper som ikke virker ved batteribrann). Det er gode grunner til å anta at redundans i systemer og god trening/oppfølging vil være mer kritisk jo høyere graden av automatisering og digitalisering er samt at økt kompleksitet vil kreve ny type innsikt/kunnskap/erfaring (redusert visuell mekanisk og økt elektronisk/digitalisert hverdag).

4.4 Bruk av autonomi og digitalisering

Det er mange initiativ innen autonome løsninger og begrepet autonomi brukes med mange ulike meninger. Her er begrepet autonomi benyttet for å synliggjøre at teknologi vil benyttes i større grad i flere av hovedfunksjonene

om bord i fergene. Dette kan åpne for at menneskets rolle vil være annerledes enn i dag og at en kan løse oppgaver fra andre steder enn om bord. Det betyr likevel ikke at piloten vurderer ubemannede ferger, og det vil være en grad av bemanning på alle fergene.

Digitalisering er prosessen hvor informasjon konverteres fra et fysisk format til et digitalt format. Det betyr å konvertere noe ikke-digitalt til en digital framstilling for å videre bli benyttet av datamaskiner og automatiserte prosesser. Videre brukes dataene til å øke effektiviteten til eksisterende prosesser eller til å muliggjøre nye prosesser. Slik er digitalisering en forutsetning for automatisering.

Automatisering er å benytte teknologi til å utføre funksjoner som tidligere ble utført av mennesker (Parasuraman og Riley, 1997), og har siden 1980-tallet hatt en stor innvirkning på maritime operasjoner. En konsekvens av automatisering er at teknologi i større grad kommer mellom operatøren og operasjonen. En slik bruk av teknologi har hatt spesielt god effekt på funksjoner med repetitive og standardiserte oppgaver. Likevel har automatisering av funksjoner klare begrensninger ved at de ikke er særskilt dynamiske og vil i liten grad tilpasse seg endringer.

Fergesektoren har vært en del av den generelle utviklingen i maritim industri. En rekke av funksjonene på ferger har blitt automatisert og gitt både mer effektive og i mange henseende sikrere operasjoner. Men en har også sett ulykker som kan knyttes til at teknologien ikke har fungert eller at teknologien har fungert, men ikke oppnådd den hensikten den hadde.

Selve begrepet autonomi betyr selvråderett, og om dette omsettes til transportsegmentene er det et system som opererer helt eller delvis på egenhånd. Utfordringen med begrepet er at betydningen ikke harmoniserer med hvordan en slik operasjon skal foregå. I likhet med konvensjonelle fartøy, vil ikke et såkalt autonomt konsept ha fullstendig selvråderett. Autonomibegrepet er derfor på mange måter ikke dekkende, men det så likevel innarbeidet at det har en funksjon. Det bør benyttes for å beskrive en 'disruptiv' endring hvor en tar hensyn til følgende (Relling, 2020):

- Autonomi, i likhet med automatisering, bør benyttes for å beskrive en endringsprosess fremfor en tilstand
- Digitalisering er hovedkomponenten for denne endringen
- Autonomi indikerer en signifikant endring i hvordan en når systemets målsetninger ved økt bruk av teknologi
- Autonomi er ikke et mål i seg selv. Hensikten er å bedre systemets ytelse ved bruk av teknologi
- Autonomi benyttes for nye tekniske løsninger for å gjøre fortolkninger utover preprogrammerte løsninger i beslutningsprosessen for en eller flere funksjoner. Økt bruk av kunstig intelligens er et slikt eksempel.

Teknologiutviklingen har medført store endringer, og vil føre til store endringer i maritime industri, og er en av driverne for endringer også innen fergesektoren. Automatisering, digitalisering og autonomi er tre av hovedelementene innen det som gjerne omtales som smarte transportsystem. Disse tre hovedelementene er til en viss grad overlappende og terminologien brukes gjerne om hverandre. I piloten for smarte fjordkrysninger er hensikten å vurdere mulighetene ved teknologiutviklingen, og løsninger kan falle inn under både digitalisering-, automatisering- og autonomibegrepet.

4.5 Nyttevirkninger

Nasjonal Transportplan (NTP) 2022-2033 benytter fem hovedmål for transportsektoren, og det er naturlig for piloten å benytte de samme. Disse er:

- Mer for pengene
- Effektiv bruk av ny teknologi
- Bidra til oppfylling av Norges klima- og miljømål
- Nullvisjon for drepte og hardt skadde
- En enklere reisehverdag og økt konkurranseevne for næringslivet

Veileder i samfunnsøkonomiske analyse (Kystverket, 2020) er benyttet som utgangspunkt for definering av nyttevirkninger. En oversikt over identifiserte nyttevirkninger relevant for prosjektet er gitt i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Nyttevirkninger som er relevante for konseptene i piloten

Nyttevirkning	**Beskrivelse**	**Begrunnelse**
Tidsavhengige kostnader	Det er lagt til grunn at tid alltid har en alternativ anvendelse. Verdsetting av ventetid for de som ikke får blitt med første avgang på grunn av manglende kapasitet	• Dersom tiltaket fører til at mannskap får mer tilgjengelig tid, vil dette være en nyttevirkning. • Færre gjenstående biler enn i nullalternativet er aktuelt der en kan vise at det blir flere/lengre perioder med flere ferger enn i dag og/eller at fergene kan ha avganger tidligere/senere enn i dag.
Sparte distanseavhengige kostnader	Distanseavhengige kostnader er aktuelle dersom en kan vise til at tiltaket fører til redusert utseilt distanse. Nyttevirkningen er da beregnet i reduserte drivstoffkostnader.	• Tiltaket fører til optimalisering av rutevalg og dermed redusert utseilt distanse (kan også være en del av nullalternativet dersom autocrossing er aktuelt)
Havnekostnader	Kostnader ved bruk av kai og oppstillingsplass. Dette kan også regnes som frigjøring av arealer	• Flere avganger fører til færre ventende biler og dette reduserer areal som er nødvendig for biloppstilling. • Negativ virkning: oftere bruk av flere ferger kan føre til økte liggekostnader på kveld/natt
Pålitelighet	Redusert sannsynlighet for forsinkelser	• Flere ferger i flere og lengre perioder av året reduserer utfordring med forsinkelser

Nyttevirkning	Beskrivelse	Begrunnelse
		• Nyttevirkningen er størst der en kan knytte avhengighet av fergedrift til næringsliv
Virkninger for øvrig næringsliv	Økt eller nyskapt trafikk som følge av tiltaket	• Dersom tiltaket fører til økt avgangsfrekvens og/eller tidligere/senere avganger kan det føre til at nye områder blir attraktivt for å etablere nye virksomheter • Anløp/avgang på bestilling kan øke attraktivitet og bruk av ferge
Bedrifter i kaiområdet	Reduserte inntekter for virksomheter i kaiområdet	• Negativ virkning: mindre gjenstående biler kan føre til inntektstap for bedrifter i kaiområdet
Virkninger for samfunnet	Utslipp	• Nullutslippsløsninger legges til grunn
	Ulykkesrisiko	• Flere avganger og mindre sannsynlighet for sjåfør å bli stående igjen gir mindre sannsynlighet for at denne tar risiko for å rekke ferge eller komme lengre frem i bilkø. • Skille farlig last fra annen trafikk
Reduserte kostnader for operatør – reduserte samfunnskostnader	Færre operatører involvert	• Tiltaket kan føre til færre/rimeligere besetning totalt sett, og dette kan gi lavere kostnader for samfunnet

Nyttevirkningene i Tabell 4-1 kan kobles til toppmålene i NTP som vist under. Merk at toppmålene er noe endret i NTP 2022-2033 fra da nyttevirkningene under ble beskrevet i Kystverkets veileder. En nyttevirkning kan knyttes til flere mål.

Tabell 4-2 Relevante nyttevirkninger koblet mot toppmålene i NTP

NTP-mål	Nyttevirkning
Mer for pengene	Tidsavhengige kostnader
	Sparte distanseavhengige kostnader
	Havnekostnader
	Reduserte kostnader for operatør
Effektiv bruk av ny teknologi	Tidsavhengige kostnader
	Sparte distanseavhengige kostnader
	Pålitelighet
	Reduserte kostnader for operatør
Bidra til oppfylling av Norges klima- og miljømål	Virkninger for samfunnet
Nullvisjon for drepte og hardt skadde	Virkninger for samfunnet
En enklere reisehverdag og økt konkurranseevne for næringslivet	Tidsavhengige kostnader
	Pålitelighet
	Virkninger for øvrig næringsliv

I piloten har en tatt utgangspunkt i NTP-målene og skissert nyttevirkninger for å forme konseptene for framtidens smarte fjordkrysning. En har valgt å ikke koble nyttevirkningene direkte mot konseptene, men heller

benyttet nyttevirkningene som et rammeverk for vurderingene som har blitt gjort av konseptene underveis i arbeidet. Det kan også være andre nyttevirkninger og ringvirkninger enn de som er listet her.

5 Fremtidens fergeløsninger – fra ferge til transportsystem

Transportsystemet i denne piloten består av infrastruktur, fartøy, kjøretøy og brukere, hvor infrastrukturen blant annet er kaianlegg og kontrollrom. Kjernen er å vurdere hvordan hele systemet fungerer, fremfor kun å fokusere på enkeltkomponenter og enkle koblinger mellom disse. Det vil si at vi her går bort fra selvstendige enkeltferger til en flåte av fartøy som støtter hverandre og opererer i henhold til sanntidsetterspørsel, som en del av det større systemet for transport av brukere fra A til B. En analogi som brukes for å illustrere helheten er «fra 80 til 80», som vil si at omfanget skal hensynta hele fergereisen til brukeren, fra den bremser ned mot fergekaien, til den akselererer etter fergeturen. I delkapittelet *Reiseplanlegging for passasjerer* skal vi se at fergereisen kan starte enda tidligere, ved at brukeren f.eks. bestiller plass eller anløp.

For å at fergen skal være attraktiv for brukerne og passasjerer i fremtiden må brukernes behov settes i sentrum. Det kan eksempelvis være frekvens, oppetid/regularitet, trygghet og bærekraft. Videre kan automatisering og digitalisering må støtte opp om disse formålene, og ikke være et mål i seg selv.

Tilbyder står fritt til å velge hvordan oppdraget skal løses. En vurderer helheten (80 til 80) og legger til grunn brukerbehovene høy frekvens og regularitet, trygghet og bærekraft, for løsningen. ‘

I de følgende delkapitlene utdypes det rundt de forskjellige funksjonene som skal ivaretas i de forskjellige operasjonsfasene til en ferge. Videre er fergen, flåten og kontrollrommet i fokus, som hver sin brikke i transportsystemet.

5.1 Funksjonstildeling og operasjonsfokus

Å tydeliggjøre i hvilken grad og hvordan teknologi skal brukes, samt vise samvirket mellom menneske og teknologi er avgjørende for å få en sikker og effektiv implementering av automatisering og digitalisering. En mye brukt måte for å gjøre dette er gjennom funksjonstildeling, hvor en synliggjør hvilken rolle teknologi og mennesker skal ha i ulike funksjoner. En slik funksjonstildeling kan med fordel gjøres for ulike operasjonsfaser, og operasjoner og tilhørende funksjoner for denne piloten finnes i Tabell 5-1. Her seks operasjonsfaser definert, med varierende antall tilhørende funksjoner. Intensjonen med tabellen er at den skal være dekkende for de fleste fergesamband, men det skal ikke utelukkes at det også kan være andre operasjonsinndelinger og funksjoner som er relevante.

Tabell 5-1 Eksempel på oversikt over operasjonsfaser og tilhørende funksjoner

Operasjonsfase	Funksjon
Reiseplanlegging for passasjerer	Behandle bestilling om plass på ferga (Lastebil, bil, MC/moped, person)
	Behandle bestilling om anløp
	Varsel ved forsinkelser
	Andre varsler / kommunikasjon
Kai-operasjon	Oppstilling/dirigering på fergekai
	Billettering
	Telling av passasjerer
	Om bord-/i landstigning av passasjerer og kjøretøy
	Håndtere sikkerhet (security)
	Senke/heve bom på fergelemmen
Avgang/ankomst	Overvåke og verifisere sikker navigasjon
	Monitorere værforhold
	Heise/senke kjørelem og baugport
	Manøvrere fra/til kai

Operasjonsfase	Funksjon
	Overvåke at fergene følger forhåndsbestemte hastighetssoner
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler
Overfart	Overvåke og verifisere sikker navigasjon
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler
	Overvåke at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemte seilingskorridorer
	Gi trafikkinformasjon
	Gjennomføre ruteplanlegging
Inspeksjon, Vedlikehold, Mindre reparasjoner	Planlegge og koordinere
	Gjennomføre lading
	Bunkre vann og forsyninger
	Gjennomføre planlagt vedlikehold
	Gjennomføre korrektivt vedlikehold og mindre reparasjoner
	Utføre inspeksjoner
Nødsituasjoner	Koordinere ekstern støtte
	Lede lokale ressurser om bord
	Branndeteksjon og slokking
	Håndtere tap av stabilitet
	Ivareta cybersikkerhet
	Gjennomføre søk
	Gjennomføre redning
	Håndtere blackout
	Tauing av eget fartøy
	Tauing av andre fartøy
	Håndtere medisinske hendelser
	Gjennomføre evakuering
	Utføre nødreparasjoner
	Begrense/stanse utslipp
	Begrense/stanse sabotasje
	Bistå andre fartøy i nødsituasjon
	Håndtere tap av kommunikasjonslink

Fordelen med en funksjonstildeling er at det gir en god oversikt over hva transportsystemet skal utføre, og dermed et godt utgangspunkt for å bestemme hvordan teknologi og/eller mennesket skal medvirke til funksjonen. Operasjonsfasene og funksjonene diskuteres ytterligere i kapittel 5.6.

I videre arbeid med automatisering og digitalisering av fergesektoren må en ta stilling til utfordringene presentert i kapittel 4.1. En må spesielt legge merke til at en slik tildeling av funksjoner må gjøres tverrfaglig, hvor kompetanse på menneskelige faktorer, maritime operasjoner og systemdesign vil være særskilt viktig.

5.2 Flåte

For fergesambandene er flåteperspektivet er en ny tilnærming, og har som grunnprinsipp at flåten på en strekning til sammen utgjør den kapasiteten som er vurdert nødvendig. Dette prinsippet gjelder både evne til å forflytte passasjerer og trafikk, og total kapasitet for beredskap i en nødsituasjon. Det er dermed ikke behov for å ha samme kapasitetene på alle fergene i flåten, noe som fordrer stor grad av samarbeid i både normaloperasjon og nødsituasjoner. Prosedyrer og prosesser bygger på samarbeid innad i flåten. Flåteperspektivet er ikke begrenset til egne fartøy på egen strekning, men kan også omfatte fartøy på andre strekninger lokalt. Et slikt samarbeid kan være både innad i eget rederi og med andre rederier.

Hensikten med en *flåte* er å ha flere fartøy på et samband for å gi høy frekvens på anløp, uten at investerings- og driftskostnad øker. Forutsetninger for dette er at fergene kan bygges enklere, raskere og i større antall, og med mindre utstyr om bord, samtidig som sambandet kan opereres sikkert med nødvendige redningsmidler tilgjengelig. Dette er i denne piloten foreslått løst ved etablering av en flåte bestående av ett *morfartøy* og flere mindre *datterfartøy*. Antall datterfartøy må velges basert på belastning/trafikk på sambandet. Dette er også dimensjonerende for størrelsen på mor- og datterfartøy.

Datterfartøyene skal være enkle, og slik redusere tid og kostnader knyttet til vedlikehold av forskjellige typer teknisk og redningsutstyr. Bemanningen om bord er en operatør som har krise- og passasjerhåndtering som hoved ansvar. Evakueringsprosessen og -materiellet er utarbeidet for å håndteres av én operatør. Denne støttes av kontrollrommet og de andre fartøyene og besetningen i flåten i en nødsituasjon. Morfartøyet har høyere bemanning for å ivareta sikkerheten for flåten og er utstyrt med redningsutstyr ut over det datterfartøyene har, eksempelvis: MOB-båt og livbåter.

En alternativ konfigurasjon er å ha en landbasert redningssentral i tilknytning til sambandet. Dette kan være aktuelt for kortere samband hvor det like raskt eller raskere å komme til unnsetning i en MOB-båt fra land som fra en tilsvarende båt som skal settes ut fra et morfartøy i ruteproduksjon. Flåten vil da bestå av de mindre og enklere datterfartøyene, uten et morfartøy. Funksjonene til et morfartøy, ut over det datterfartøy kan dekke, er ivaretatt av den landbaserte sentralen. Videre kan det være en løsning å etablere kontrollrommet i forbindelse med en slik redningssentral. Det er dog lagt til grunn at et kontrollrom har ansvar for flere samband og flåter, og det vil derfor være langt færre kontrollrom enn samband. Kontrollrom omtales i kapittel 5.4.

En annen mulighet er å benytte ressurser lokalt ved sambandet til utvidet støtte i en nødsituasjon. Det er ikke utenkelig at en spesialisert beredskap på land vil kunne støtte framtidens flåte minst like godt som det mannskapet gjør i dag for sin ferge. En slik konfigurasjon avhenger av at det eksisterer relevant beredskap i nærhet til sambandet, eller at det anses som nyttig å etablere nødvendig beredskap.

5.3 Ferge

Fremtidens ferge møter kravene om null utslipp. Drivlinjene er elektriske og støtter både helelektriske løsninger og nye energibærere som ammoniakk, hydrogen og biodrivstoff. Rutineoperasjoner slik som styring av baugport, justering av kjørebro, åpning av bom og eventuell tilkobling av lading er automatisert. Propulsjonssystemer har automatiske mode skifter som sikrer minimum energibruk og optimal manøvrerbarhet. Fremdriftssystemer, energisystemer og andre essensielle systemer overvåkes av tilstandskontrollsystemer som automatisk gjenkjenner avvik og varsler mannskap og kontrollrom på land. Sensorer og kamera ombord med tilhørende automatiserte situasjonsforståelsessystemer overvåker sikkerheten ombord på fergen og omgivelsene til fergen, og varsler om unormale situasjoner. Rutinepregede operasjoner har til en stor grad blitt overtatt av automatiserte løsninger. Sikkerheten ivaretas både ved automatisk overvåking og ved grensesnitt til kontrollrom på land.

Besetningen på fergene avhenger av om det er et mor- eller datterfartøy. Datterfartøyene er tenkt å ha enkel besetning med nødvendig sikkerhetsopplæring, mens morfartøyet er antatt å ha en noe utvidet besetning, hvorav navigasjon er kompetanse som kan være nødvendig. I konseptene som beskrives i kapittel 5.6 er besetningsmedlem omtalt i funksjonsnedbrytningen som *Fergevert*, og det gås ikke videre inn på hvilken spesialkompetanse fergeverten bør ha.

Fremtidens ferge må ha følgende egenskaper:

<u>Høy kommunikasjonskapasitet, stor grad av interoperabilitet med andre enheter</u>

Neste generasjons automasjonsløsninger for skip vil bli levert med en helt ny størrelsesorden kapasitet på informasjonshåndtering og kommunikasjon. Flåteoptimalisering, skyløsninger og maskinlæring stiller nye krav til skipsautomasjonssystemer som er på trappene det neste året. Softwarebaserte systemer med helt ny HMI-

arkitektur kommer, som vil gi en sømløs informasjonsflyt mellom båter og mellom båt og land. Samsvar med nye maritime cyber-sikkerhets krav vil prege framtidens automasjonssystemer.

Brukersentrert design, transparente og robuste tekniske løsninger

Fremtidens ferger vil få broløsninger med mer effektiv drift av alle broprosedyrer med et minimum av trinn og bevegelser utviklet ved hjelp av moderne designmetoder for å sikre trygg, ergonomisk og effektiv interaksjon mellom mennesker og maskiner. Videre må fremtidens bro og kontrollsystemer være basert på industrielle standard driftssystemer og kommunikasjonsprotokoller, slik at integrering og tilpasset konfigurasjon av systemer i plattformen enkelt kan oppnås. Dette blir viktige brohoder mot full autonomi.

5.4 Kontrollrom

Begrepet kontrollrom benyttes som et samlebegrep for lokasjon(er) hvor det utføres eller støttes funksjoner fra en annen lokasjon enn om bord på fergen. Et slikt kontrollrom kan befinne seg både på land eller på et annet fartøy. I denne piloten har vi tatt utgangspunkt i et kontrollrom på land.

Er kontrollrom vil normalt bli drevet av rederen/operatøren eller av et dedikert selskap for drift av autonome fartøy, eller som i dette tilfellet smarte ferger. Kontrollrommet vil bli bemannet av kompetente og sertifiserte operatører som sikrer sikker og effektiv drift av fartøyet og som i noen tilfeller vil kunne sende navigasjonsinstruksjoner og/eller fjernstyre fartøy. Kontrollrommet kan altså støtte ulike grader av autonomi: fra kun å støtte mannskapet om bord i fartøyet til å ta over funksjoner/roller slik at besetningen om bord kan endres.

Først når det er snakk om en flåte av fartøy vil det være lønnsomt økonomisk sett å ta i bruk tjenester fra et kontrollrom, for eksempel ved å ha en sertifisert maskinist med kontrollrommet som sitt arbeidssted, der han/hun han muligheten til å følge opp flere batteriferger samtidig. Ved helelektrisk fremdrift vil det være enklere å klare seg uten en maskinist om bord i hver ferge en med dieselmotor: det er få roterende deler og lite behov for kontinuerlig vedlikehold i maskinrommet.

Det er et stort forbedringspotensial i å optimalisere driften av en fergeflåte: å lære av operasjonelle data som hentes inn fra hver ferge og deretter analyseres og gir innsikt i forbedringer; spesielt på energiforbruk, men også rundt vedlikeholdsintervaller og mulighetene til å forutse, og dermed avverge et driftsavbrudd som skyldes feil eller slitasje på utsyr. Prediktivt og tilstandsbasert vedlikehold er mer effektivt enn periodisk vedlikehold. Et kontrollrom med kontinuerlig, kompetent bemanning vil kunne overvåke data i sanntid og dermed bistå med den kontinuerlige optimaliseringen av driften, både med tanke på energiforbruk, rutevalg og sikkerhet. Dette leder til bedre oppetid og rutestabilitet for sluttbruker.

Kontrollrommet kan også være et kommunikasjonsnav for samhandling med interessenter som skipseier, havner, myndigheter, andre fartøyer og andre sentre, som sjøtrafikksentraler (Vessel Traffic Service (VTS)). Dersom vi i fremtiden kan få godkjent bruk av ferger med automatisert bro vil kapteinen/navigatøren jobbe fra kontrollsenteret og inneha samme juridiske og praktiske funksjon som vedkommende har om bord. Smarte ferger vil i overskuelig fremtid ha behov for menneskelig inngripen fra land (eller på et annet fartøy eller flytende installasjon). Dette gjør forbindelsen mellom fartøy og land avgjørende. Kommunikasjonen må være toveis, nøyaktig, skalerbar og støttes av flere systemer som skaper redundans og minimerer risiko.

De viktigste byggesteinene i et kontrollsenter er derfor kommunikasjonstilkobling til/fra fartøy (connectivity), digital plattform og «human in the loop» (inkludert brukergrensesnitt).

Tilkobling med innebygd cybersikkerhet er en avgjørende teknologi for å kunne støtte sanntidsoperasjoner. Kontinuerlig tilkobling gir også muligheten til å overvåke utstyr i bruk i sanntid, oppdage, diagnostisere og prioritere eventuelle problemer som kan oppstå med kritisk utstyr.

Ettersom operasjonsområdet for ferger er nær kysten, er behovet sannsynligvis dekket av GSM 4G (4G+ og senere 5G) offentlig mobiltelefonnett, som burde være tilstrekkelig for kommunikasjon med eksterne antenner. Alternative private nettverk kan også etableres (der digital høyhastighet og pålitelig kommunikasjon og dataoverføring er avgjørende for sikker drift) og ulike satellittforbindelser kan også benyttes ved behov for redundans.

Også smarte ferger må kunne samhandle med eksisterende, konvensjonelt bemannede fartøy. Som et eksempel er i dag koordinering og kommunikasjon til sjøs avhengig av VHF -kommunikasjon. Dersom ferger skal kunne ha periodisk ubemannet bro, for eksempel, vil VHF -kommunikasjon med andre fartøy kunne være en oppgave for kontrollsenteret.

Nødhjelp og assistanse kan gis fra kontrollsenteret på en annen måte enn fra bemannede fartøy. Man kan tenke seg at kamerasystemene ombord på et autonomt fartøy kan sende videostrøm av høy kvalitet fra nødstedet til kontrollsenteret, og at senteret dermed kan koordinere bergingsoperasjonen til et fartøy, gjennom god visuell kontakt, lyd og toveiskommunikasjon mellom skip og land. Et kontrollsenter med god situasjonsforståelse vil også kunne bistå med håndtering av nødsituasjonen (stabilitet, søk, branndeteksjon med mer).

Fergerederiene har et etablert beredskapsteam og rutiner for å samle dette teamet ved behov. Men med tanke på hvor lang tid det vil ta å mobilisere dette teamet og plassere dem i en god posisjon for å ta de nødvendige beslutningene, ville kontrollsenteret kunne oppnå en raskere situasjonsforståelse og iverksette handlinger umiddelbart. Kontrollrommet kan dermed tenkes å ha en rolle i koordinering av ekstern støtte (nødetater, myndigheter mm.) i en nødsituasjon, slik at mannskapet om bord i fergen kan fokusere på å ta seg av passasjerene på best mulig måte.

Operatørene som skal bemanne kontrollsenteret vil i de fleste tilfeller være sertifiserte navigatører og maskinister, som i tillegg til sin tradisjonelle maritime utdannelse vil ha en spesifikk trening og sertifisering som kontrollromsoperatører.

5.5 Barrierer

De teknologiske løsningene som kan tas i bruk for å automatisere og effektivisere fergedriften er i ganske stor grad testet og delvis benyttet for andre fartøystyper eller bruksområder, men ettersom det er passasjerer om bord i fergene setter det helt andre sikkerhets- og beredskapskrav til enhver ny prosess eller løsning.

5.5.1 Regelverk

Selv om det ikke er noen spesifikke regler og forskrifter for drift av autonome fartøy, er den generelle meldingen fra lovgivere og klasseselskaper at driften av det autonome fartøyet må gi et sikkerhetsnivå som tilsvarer, eller er bedre enn, et bemannet fartøy.

Sjøfartsdirektoratet (SDIR) har definert følgende grader av autonomi:

1. Beslutningsstøtte: Mannskap gir selv direkte kommandoer for styring (f.eks. autopilot og alarmering ved kollisjonsfare)
2. Selvstyrt: Under kontinuerlig overvåkning av mannskap om bord, med alarm til operatør ved detekterte faresituasjoner. Hele eller deler av forseilingen utføres automatisk (f.eks. innseiling til kai)
3. Periodisk ubemannet: F.eks. om natten i bra vær og med liten annen trafikk, men med bemanning om bord eller i eskortefartøy for å håndtere innseiling og mer komplekse oppgaver. Operatøren blir alarmert eller mannskapet vekket om det oppstår situasjoner som systemet ikke kan håndtere

4. Ubemannet: Mulighet for fjernstyring fra kontrollsenter på land for å håndtere komplekse operasjoner. Ikke mannskap om bord, men et kontinuerlig bemannet kontrollrom som overvåker skipet
5. Fullt autonomt: Helt ubemannet og uten overvåkning fra land. Lite aktuelt for kommersielle skip pga. kompleksitet, sikkerhet og krav om at skipet skal være under kontroll av en ansvarlig person og kunne kalles opp av kyststater

SDIR baserer sin godkjenningsprosess for ubemannet eller delvis ubemannet drift på prosessen beskrevet i IMO MSC.1 / Circ.1455, og tar for seg alternative løsninger muliggjort av ny teknologi.

SDIR har utstedt «Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift» (rundskriv RSV 12-2020), og de krever følgende fartøyspesifikk dokumentasjon:

1. Foreløpig design (Preliminary Design)	
	1.1 Concept of operation - CONOPS
	1.2 Pre-HAZID
	1.3 Sikkerhetsfilosofi
	1.4 Designfilosofi
	1.5 Drift- og vedlikeholdsfilosofi
2. Analyse av foreløpig design (Analysis of preliminary design)	
	2.1 Oppdatert Pre-HAZID med tilhørende
	2.2 risikoanalyser/vurderinger
	2.2.Gap-analyse
	2.3 HAZID og risikovurderinger
3. Analyse av endelig design (Analysis of final design)	
	3.1 HAZID og risikovurderinger
4. Performance approval tests & analyses	
	4.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
	Testkrav

En gap-analyse må utføres mellom gjeldende regelverk og den beskrevne løsningen. gap-analysen vil belyse områdene der prosjektet ikke oppfyller kravene i gjeldende regelverk. Det må gjøres risikovurderinger for avvik eller alternative løsninger og det må foreligge en grundig begrunnelse for hvorfor den valgte løsningen er som den er. Analysen kan inngå i sikkerhetsfilosofi eller designfilosofi.

Eksempler på norsk regelverk som må følges

Skipssikkerhetsloven

- § 9: Skipet skal være bygget og utrustet med betryggende sikkerhet
- Kap. 3: Teknisk og operativ sikkerhet
- § 11: Drift og vedlikehold for skip
- § 14: Skip skal navigeres slik at det ikke oppstår fare (sjøveisreglene)
- § 15: skipet skal være bemannet på en sikkerhetsmessig forsvarlig måte (Funksjonskrav i Bemanningsforskriften og Vaktholdforskriften)

Byggeforskriften

- § 75: Dispensasjonsbestemmelse. SDIR kan godkjenne andre løsninger enn de som kreves av forskriften, når det er dokumentert at løsningene er likeverdige med forskriftens krav

På grunn av manglende regelverk må alle løsninger godkjennes gjennom en risikobasert vurdering. I arbeidet med denne piloten peker rederiene og teknologileverandørene på at dette kan ta en del tid og det er et ønske

om å få akselerert regelutviklingen, og redusert behandlingstid for slik risikobasert godkjenning. Pilotdeltakerne mener også at det behøves en spesifikk satsning på godkjenning av transportsystemer – ikke bare enkeltferger.

5.5.2 Kompetanse

Alle aktørene involvert i fergedrift i Norge behøver betydelige kunnskapsløft for å kunne utnytte mulighetene digitalisering gir til nye og mer effektive prosesser både om bord i fergene og på land. Dette gjelder både de godkjennende instanser, rederier, mannskap, utdanningsinstitusjoner, leverandører, långivere og virkemiddelapparat.

Økte ressurser til innovasjon og utvikling og enda mer samarbeid på tvers av de ulike aktørene vil avhjelpe dette kompetansegapet.

5.5.3 Risikovilje

Dersom ikke nye og innovative løsninger etterspørres av brukerne, skjer utviklingen svært sakte. Bestillinger fra Statens Vegvesen i form av utviklingskontrakter vil være en god løsning for å drive frem innovasjon i første omgang. Slike utviklingskontrakter var instrumentale i å drive frem den verdensledende elektrifiseringen av fergesektoren i Norge. Deler av risikoen med å ta i bruk – og få godkjent – ny teknologi og ekvivalente løsninger må avlastes fergerederiene for å få implementert nye måter å jobbe på som vil gjøre fergetilbudet bedre for brukerne og bidra til å oppfylle målene i Nasjonal Transportplan. Etter hvert vil incentiver for smarte fjordkrysninger kunne gis som en naturlig del av kontraktene fra både Statens Vegvesen og fylkene.

5.5.4 Nødsituasjoner

Håndtering av nødsituasjoner er dimensjonerende for størrelsen på besetningen om bord i hver ferge. I piloten har vi diskutert at selv om fergen har det lovpålagte antallet mannskap om bord, kan en evakuering av alle passasjerene bli krevende, tross mannskapets regelmessige trening.

Det ligger sikkerhets -og effektivisingsgevinster i å utvikle bedre og mer automatiserte evakueringsløsninger, og både alternativ design av ferger og nye typer redningsmidler kan være aktuelt.

Om et samband/område med flere ferger har tilgang på et spesialtrent beredskapsteam som kan komme seg raskt til fergen som har problemer – enten fra en «morferge» eller fra land (med en hurtiggående båt) – kan dette muligens gi en mer effektiv evakuering av passasjerene enn at besetningen om bord i hver ferge skal ha ansvaret alene. Jo oftere vi trener på en situasjon eller utfører et gitt oppdrag, desto bedre blir vi naturlig nok på oppgaven.

5.6 Eksempel på fremtidige transportsystem for fjordkrysning

En utfordring som tas hensyn til i funksjonstildelingen beskrevet i kapittel 5.1, er at tildelingen kan variere i ulike situasjoner. Det vil si at gjennomføring av funksjoner eksempelvis kan være tildelt teknologi, men dersom ytre omstendigheter faller utenfor gitte kriteria, kan gjennomføringen tildeles en operatør. Dette er vist i de følgende delkapitlene hvor en person eller en teknologi er allokert for å støtte den som har hovedansvaret for en funksjon.

Under presenteres tre konsepter for fremtidens smarte fjordkrysning: Konsept A (Kort overfartstid, stor trafikkvariasjon), B (Middels overfartstid, liten trafikkvariasjon) og C (Mange ulike kaianløp, lav forutsigbarhet). De respektive kapitlene er utformet slik at de kan trekkes ut og leses enkeltvis. Dette gjør at deler av innholdet fremstår som gjentagende når kapitlene leses etter hverandre.

5.6.1 Konsept A: Kort overfartstid, stor trafikkvariasjon

Konsept A er et samband mellom to stopp der overfartstiden i dag er 10-15 minutter. Trafikkvariasjonen er stor gjennom året, og ulikt antall ferger i produksjon skal håndtere variasjonen. I sommerhalvåret opererer 3 ferger for å ta med seg turisttrafikken på sambandet, om vinteren er det tilstrekkelig med 1 ferge. I lavsesongen er det i stor grad lokale reisende som er godt kjent med rutiner og metoder for transport på ferger. De reisende har alle en automatisk form for betalingsløsning. Dette er dagens situasjon.

Konsept A består av flere små *datterfartøy* som opererer som en *flåte* på strekningen, sammen med et landbasert kontrollrom. Funksjonene til et tenkt *morfartøy*, ut over funksjonene et datterfartøy kan dekke, er ivaretatt av et landbasert redningssenter lokalisert ved den ene fergekaien. Kontrollrommet kan være plassert i forbindelse med dette, eller ved en annen, fjern lokasjon. Datterfartøyene er enklere fartøy hvor størrelsen og antall bestemmes ut fra trafikkbelastningen på sambandet.

Den automatiserte broa gjør at kun et begrenset mannskap behøves om bord for å håndtere en normalsituasjon, og fergen kan slik tilby døgnkontinuerlig drift uten økning i lønnskostnader. Sovende mannskap ved redningssenteret har en beredskapsfunksjon for ekstraordinære hendelser.

I sommersesongen blir det faset inn ekstra (datter)fartøy etter en sesongplan, eller etter trafikkbehovet. Symbiosen av fartøy, redningssenter og kontrollrom gjør at sikkerhet, vedlikehold, overvåkning og kontroll i stor grad er gjennomført fra redningssenter og kontrollrom. Bemanningen på datterfartøyene er tilstrekkelig for å ivareta førstehåndsinnsats relatert til sikkerhetshendelser, samt overvåkning og enkelt vedlikehold av fartøyet.

I de følgende delkapitlene forklares hvordan funksjonene er tenkt oppfylt, enten av menneske eller teknologi, for de seks operasjonsfasene.

5.6.1.1 Reiseplanlegging for passasjerer

I høysesongen (sommer) går de små fergene med høy nok frekvens til at de oppleves å gå kontinuerlig, dermed trenger ikke brukerne forholde seg til rutetabell. I praksis er rutetabellen dynamisk, hvor avgangene er basert på trafikkens estimerte tidspunkt for ankomst på fergekaia. Dette beregnes ut fra historiske data og justeres for sanntidsinformasjon fra observasjonspunkter/ trafikkregistreringspunkter langs veinettet. En flåte med en dynamisk rutetabell vil i større grad kunne ta høyde for retningsvise forskjeller i trafikken, eksempelvis mest trafikk inn mot byen om morgenen, og ut fra byen om ettermiddagen.

I lavsesongen (vinter) går et mindre antall ferger på strekningen. Avgangene for disse baserer seg også på historiske data og sanntidsinformasjon, som gir en dynamisk rutetabell, men en kan ikke regne med at fergene går kontinuerlig, da trafikkbelastningen er betydelig redusert. På deler av døgnet håndterer fergene den relevante transporten ved bestilling av avgang, eksempelvis på kveld og natt.

En nasjonal løsning gir sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, og er tilgjengelig for brukeren der den er.

Kjøretøy med farlig last har krav til bestilling av reise og registrering av nøkkelinformasjon. Denne bestillingen og registreringen er automatisert, basert på sjåførens oppdrag og valgte kjørerute. Dermed vil sjåfør og fergebesetning bli fritatt fra disse administrative oppgavene. Siden det vil være kjent når kjøretøyet ankommer (basert på sjåførens meldte rute og/eller sanntidsinformasjon) vil en ferge med til strekkelig plass være tilgjengelig og slik eliminere ventetid. Basert på type kjøretøy og last vil den tilgjengeliggjorte fergen fylles opp med kjøretøy som regnes å være sikrest mulig kombinasjon. Man kan se for seg at en buss med skolebarn og en tankbil med kjemikalier eller brannfarlige stoff, med tilnærmet likt ankomsttidspunkt på fergekaien, vil fordeles på to forskjellige ferger.

Det vil også være en løsning som enkelt leder førstegangsreisende (og turister) gjennom reisen, og støtter i en ev. nødsituasjon. Løsningen skal bistå på en intuitiv og enkel måte, men også inneholde mer informasjon, som ofte stilte spørsmål og opplysninger om nødsituasjoner. Det kan også være mulig å kontakte redningssenteret eller kontrollrommet via løsningen.

Tabell 5-2 viser de fire funksjonene som har blitt identifisert for operasjonsfasen *Reiseplanlegging for passasjerer*. Hver funksjon er allokert en person eller ett system som har Ansvar, som Utfører, og som Støtter. Disse begrepene er definert som følger:

- Ansvar: Person/system som har ansvar for at funksjonen er operativ og blir ivaretatt.
- Utfører: Person/system som er utøvende for funksjonen.
- Støtter: Person/system som tar over som utøvende dersom person/system som Utfører mislykkes.

For den første funksjonen *Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)* er det Kontrollrommet som har Ansvar, mens Utførelsen er automatisert og håndtert av matros ved eventuelt behov. De tre neste funksjonen har et samsvarende oppsett.

Tabell 5-2 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Reiseplanlegging for passasjerer

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Reiseplanlegging for brukere/ passasjerer	Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Etablere dynamisk ruteplan basert på når trafikken ankommer (ETA)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Varsel ved avvik i rutetabell (forsinkelser)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Andre varsler / kommunikasjon	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert

Her har en ikke gått i dybden på faktiske løsninger for at operasjonen skal kunne utføres i henhold til funksjonsnedbrytningen, men konseptet er tenkt teknisk gjennomførbart nå eller i fremtiden.

5.6.1.2 Kai-operasjon

Oppstilling på plass ved fergekai er gjort ved automatisert veiledning, med egen oppstillingsplass for farlig gods. Den nasjonale løsningen for sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, er tilgjengelig for brukeren på fergekaien. Betaling skjer automatisk ved om bordkjøring.

Stuasje om bord er automatisert og optimaliserer plassering av kjøretøy for å få med flest mulig, men også for å oppnå lavere energiforbruk. Ved ombordkjøring er det automatiske systemer som detekterer passasjerer, uansett om de kommer i bil, på MC eller til fots/på sykkel, og slik at rett passasjerantall blir registrert, og sendt inn til kontrollrom/rederi. Gjenstående brukere/passasjerer telles og rapporteres automatisk.

Tabell 5-3 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Kai-operasjon

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Kai-operasjon	Oppstilling/dirigering på fergekai	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Billettering	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Telling av passasjerer	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Om bord-/i landstigning av passasjerer og kjøretøy	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Håndtere sikkerhet (security)	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Senke/heve bom på fergelemmen	Fergevert	Automatisert	Fergevert

De identifiserte funksjonene av kai-operasjon er gitt i Tabell 5-3. Som vist har Kontrollrommet ansvar for funksjonene som i en viss grad kan knyttes til land-siden av operasjonen, mens Fergeverten har ansvar for av- og påstigning og -kjøring og det som skjer om bord. De fleste funksjonene utføres av automatiserte systemer med støtte enten fra Kontrollrom eller Fergevert. *Håndtering av sikkerhet (security)* er tenkt utført av Kontrollrommet, uten at detaljene i denne gjennomføringen har blitt bestemt i denne piloten.

5.6.1.3 Avgang/ankomst

Avgang og ankomst er ivaretatt av energieffektive og presise system som sikrer optimalt energiforbruk, der farten til enhver tid blir tilpasset ankomsttid og minimerer venting for passasjerene. Kontrollrom verifiserer sikker navigasjon og at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemt seilingsrute.

Som nevnt under *Reiseplanlegging for passasjerer*, vil rutetabellen være dynamisk og avgangene bestemmes av trafikkflyten som er på vei. Flere og mindre ferger vil gi redusert ventetid og en oppfattelse av at avgangene er mer eller mindre kontinuerlige. Mindre ferger vil videre føre til redusert trafikkpuls/ flaskehals ved avkjøring, da mengden kjøretøy per ankomst er lavere.

I normal operasjon har de automatiske navigasjonssystemene ombord på fergen to uavhengige kilder til kritisk informasjon, slik som heading og posisjon. For å gjøre løsningene mest mulig immun mot cybertrusler så må kildene til posisjon være basert på ulike prinsipper. Ankomst overvåkes automatisk. Ved avvik mellom målinger eller feil på systemer avbrytes den automatiske ankomsten og navigatør eller kontrollrom alarmeres for å gjennomføre en manuell ankomst, eller overvåke en automatisk ankomst med redusert nivå av reservesystemer.

Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem blir ivaretatt av automatiserte systemer med støtte fra fergevert. I landstigning av passasjerer og kjøretøy dirigeres automatisk. Slik fjernes fergepersonell fra en utsatt posisjon på bildekket, og reduserer risiko for ulykker for denne.

Tabell 5-4 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Avgang/ankomst

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Avgang / ankomst	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Monitorere værforhold	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Manøvrere fra/til kai	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Overvåke at fergene følger forhåndsbestemte hastighetssoner	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom

Tabell 5-4 viser at fergeverten(e) har ansvar for alle funksjonene under avgang og ankomst. Automatiserte systemer utfører tre funksjoner, mens fergevert og kontrollrom utfører de resterende og står for støtte.

5.6.1.4 Overfart

Overfarten er ivaretatt av energieffektive og presise system som sikrer optimalt energiforbruk. Fergen blir automatisk akselerert til en fart som gir minimum energibruk tilpasset lengden på overfarten, værforhold og etterspørsel/trafikk. Situasjonsforståelsessystemet informerer det automatiske krysningssystemet om andre fartøy som må tas hensyn til. Ruten tilpasses primært for å unngå konflikter med andre fartøy i farvannet. Sekundært optimaliseres ruten for å oppnå lavest mulig energiforbruk. Ved konflikter vil systemet tidlig varsle fergevert eller kontrollrom på land for å gi disse best mulig tid til å analysere og redusere konflikten. Systemet vil foreslå løsninger på konflikter i henhold til sjøveisreglene og vil ved manglende inngripen fra navigatør eller kontrollrom på land gjennomføre unnamanøver i henhold til sjøveisreglene.

Fartøy er innbydende innredet og har nødvendige tilbud til de reisende. Toalett, salg av varer, ladefasilitet, gjerne både til mobiltelefon og til bil. Tilbudene er likevel tilpasset overfartstiden, slik at behovet for innredning er fleksibelt, og regelverket åpner for mest mulig effektiv, standardisert og modulært design for sambandene.

Tabell 5-5 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Overfart

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Overfart	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Overvåke at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemte seilingskorridorer	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gi trafikkinformasjon	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre ruteplanlegging	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom

Funksjonsfordelingen for *Overfart* er gitt i Tabell 5-5. Navigasjonen er automatisert, mens overvåking utføres av fergevert med støtte av kontrollrom. Kontrollrom har ansvar for å *Gi trafikkinformasjon* og utfører også denne oppgaven, det er derfor ikke utpekt en person/system for å støtte denne funksjonen.

5.6.1.5 Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Elektriske ferger har mindre vedlikehold og det landbaserte kontrollsenteret legger til rette for et effektivt vedlikehold. Maskinisten skal derfor ikke bruke tid på å planlegge og koordinere, da dette legges til kontrollrommet. Kontrollrommet er også ansvarlig for å hente inn eksterne ressurser dersom det er behov for dette, samt lage planer for verkstedsopphold og holde vedlikeholdssystem oppdatert.

I Tabell 5-6 er det vist at maskinist gjennomfører vedlikehold med støtte fra kontrollrom. Et alternativ er at fergeverten utfører enklere vedlikehold med støtte fra maskinist i kontrollrommet. Dette kan eksempelvis gjøres ved hjelp av internettforbindelse og utvidet virkelighet (augmented reality).

Tabell 5-6 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner	Planlegge og koordinere	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre lading	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Bunkre vann og forsyninger	Kontrollrom	Fergevert	
	Gjennomføre planlagt vedlikehold	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Gjennomføre korrektivt vedlikehold og mindre reparasjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Utføre inspeksjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom

5.6.1.6 Nødsituasjoner (Sikkerhetssystemer og redning)

Redningssenteret er bemannet med riktig og høyt kompetent personell gjennom hele året, i attraktive turnusstillinger. De eksisterende ressursene knyttet til beredskap i lokalsamfunnet og kommunene rundt fergesambandet har en utvidet rolle for å ivareta den lokale fjordkryssingen. Dette stiller lokalsamfunnet gjerne opp til, da beredskapen til fergesambandet og dens støttefunksjoner blir kompensert fra oppdragsgiver til vertskommunen for å ha beredskap til å ivareta storulykker.

Som vist i Tabell 5-7 er 17 funksjoner identifisert under operasjonsfasen Nødsituasjoner. Gjennomføring av evakuering er den funksjonen som er ansett å være mest utfordrende med tanke på overføring til automatisering. Evakuering slik det gjennomføres i dag er ressursintensivt og krever personell med formell opplæring og jevnlige øvelser.

Ferger i fremtidens transportsystem vil være utstyrt med evakueringssystemer som krever liten eller ingen interaksjon fra fergebesetningen. Dette kan eksempelvis være et kompakt, åpent landgangssystem for å gå eller skli i redningsflåten. Systemet kan aktiveres med ett trykk, enten lokalt, fra bro, eller fra et kontrollsenter fjernt. Videre manuell kontroll behøves ikke.

Systemet består av en ramme som er festet til skutesiden og en dør/landgang med en redningsflåte festet til enden. Det har et eget hydraulikksystem, samt elektronisk styring og strømkilde. Eneste tilkobling til fergen er for å lade strømkilden. Når flåten er sjøsatt blir bevegelse i dør/landgang kontrollert av en akkumulator som kompenserer for relativ bevegelse mellom fergen og flåten på sjøen. Når flåten er full, er *fergeverten* siste person til å gå om bord. Flåten frikoples landgangen og kan så bevege seg bort fra fergen.

I dag har fergebesetningen opplæring og trening knyttet til evakuering og redningsmidler, og har spesifikke roller og oppgaver i en evakueringssituasjon. De veileder passasjerene og er der for deres sikkerhet. Med det nye systemet vil evakueringen kunne veiledes av én person, som starter evakueringen, viser hvor passasjerene skal gå, hvilken evakueringsstasjon som skal benyttes, viser plassering og påkledning av redningsvester, samt være den siste til å forlate fartøyet. Dette er utvilsomt store oppgaver og mye ansvar for en enkelt person, og støtte fra redningssenteret, kontrollrom, andre ferger, og ev. tredjeparter er avgjørende for å bevise et like godt eller bedre sikkerhetsnivå som for dagens løsninger.

I en nødsituasjon varsles personalet i redningssenteret som raskt er klare til utrykning i en hurtiggående lettbåt. De kommer seg på kort tid til fergen hvor situasjonen har oppstått og kan lede og bistå redning, evakuering, slukking, osv. Kontrollrommet er også behjelpelig ved å koordinere ekstern støtte, eksempelvis redningstjenesten, offentlige instanser og fartøy(er). Det vil også holde kontakten med redningssentralen/-

resursene og de andre fergene i sambandet slik at disse på best mulig måte kan bistå fergen hvor det har oppstått en situasjon.

Kontrollrommet kan ved hjelp av tekniske systemer håndtere flere scenarioer om bord, som blant annet branndeteksjon og slukking, blackout, ivareta cybersikkerhet, håndtere tap av stabilitet, søk etter savnede ombord etc. Når *Maskinist* er oppgitt i Tabell 5-7 viser dette til landbasert maskinist i kontrollrommet, *Fergevert(ene)* er lokalisert om bord, mens *Redningssenter* er personell som ligger ved eller har kommet seg om bord i fergen.

Tabell 5-7 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Nødsituasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Nødsituasjoner	Koordinere ekstern støtte	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Lede ressurser lokalt om bord	Fergevert	Fergevert	Redningssenter
	Branndeteksjon og slokking	Kontrollrom	Maskinist	Redningssenter
	Håndtere tap av stabilitet	Fergevert	Kontrollrom	Redningssenter
	Ivareta cybersikkerhet	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre søk	Fergevert	Kontrollrom	Redningssenter
	Gjennomføre redning	Fergevert	Redningssenter	Fergevert
	Håndtere blackout	Maskinist	Maskinist	Fergevert
	Tauing av eget fartøy	Fergevert	Redningssenter	Fergevert
	Tauing av andre fartøy	Fergevert	Redningssenter	Fergevert
	Håndtere medisinske hendelser	Fergevert	Fergevert	Redningssenter
	Gjennomføre evakuering	Fergevert	Redningssenter	Fergevert
	Utføre nødreparasjoner	Maskinist	Fergevert	Redningssenter
	Begrense/stanse utslipp	Maskinist	Fergevert	Redningssenter
	Begrense/stanse sabotasje	Fergevert	Fergevert	Redningssenter
	Bistå andre fartøy i nødsituasjon	Fergevert	Fergevert	Redningssenter
	Håndtere tap av kommunikasjonslink	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert

5.6.2 Konsept B: Middels overfartstid, liten trafikkvariasjon

I Konsept B er en høyt trafikkert fergestrekning med om lag 1 million PBE (personbilenheter) per år vurdert. Overfarten tar i dag 25-30 minutter og opereres med tre ferger, hvor hver ferge har kapasitet på 120 PBE og 350 passasjerer. En fjerde ferge er tilgjengelig for bruk ved ekstra høy trafikk (f.eks. helligdager) eller som reserve.

Konsept B består av ett *morfartøy* med flere *datterfartøy* som opererer som én *flåte*, samt et landbasert kontrollrom. Størrelsen på fartøyene og antall bestemmes ut fra trafikkbelastningen på sambandet. Ved behov settes ekstra datterfartøy inn i operasjon.

I de følgende delkapitlene forklares hvordan funksjonene er tenkt oppfylt, enten av menneske eller teknologi, for de seks operasjonsfasene.

5.6.2.1 Reiseplanlegging for passasjerer

Fergene går med høy nok frekvens til at de oppleves å gå kontinuerlig, dermed trenger ikke brukerne forholde seg til rutetabell. I praksis er rutetabellen dynamisk, hvor avgangene er basert på trafikkens estimerte tidspunkt for ankomst på fergekaia. Dette beregnes ut fra historiske data og justeres for sanntidsinformasjon fra observasjonspunkter/trafikkregistreringspunkter langs veinettet.

En nasjonal løsning gir sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, og er tilgjengelig for brukeren der den er.

Kjøretøy med farlig last har krav til bestilling av reise og registrering av nøkkelinformasjon. Denne bestillingen og registreringen er automatisert, basert på sjåførens oppdrag og valgte kjørerute. Dermed vil sjåfør og fergebesetning bli fritatt fra disse administrative oppgavene. Siden det vil være kjent når kjøretøyet ankommer (basert på sjåførens meldte rute og/eller sanntidsinformasjon) vil en ferge med til strekkelig plass være tilgjengelig og slik eliminere ventetid. Basert på type kjøretøy og last vil den tilgjengeliggjorte fergen fylles opp med kjøretøy som regnes å være sikrest mulig kombinasjon. Man kan se for seg at en buss med skolebarn og en tankbil med kjemikalier eller brannfarlige stoff med tilnærmet likt ankomsttidspunkt på fergekaien vil fordeles på to forskjellige ferger.

Det vil også være en løsning som enkelt leder førstegangsreisende (og turister) gjennom reisen, og støtter i en ev. nødsituasjon. Løsningen skal bistå på en intuitiv og enkel måte, men også inneholde mer informasjon, som ofte stilte spørsmål og opplysninger om nødsituasjoner. Det kan også være mulig å kontakte kontrollrommet via løsningen.

Tabell 5-8 viser de fire funksjonene som har blitt identifisert for operasjonsfasen Reiseplanlegging for passasjerer. Hver funksjon er allokert en person eller ett system som har Ansvar, som Utfører, og som Støtter. Disse begrepene er definert som følger:

- Ansvar: Person/system som har ansvar for at funksjonen er operativ og blir ivaretatt.
- Utfører: Person/system som er utøvende for funksjonen.

- Støtter: Person/system som tar over som utøvende dersom person/system som Utfører mislykkes.

For den første funksjonen *Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)* er det Kontrollrommet som har Ansvar, mens Utførelsen er automatisert og håndtert av matros ved eventuelt behov. De tre neste funksjonen er satt opp likt.

Tabell 5-8 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Reiseplanlegging for passasjerer

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Reiseplanlegging for brukere/ passasjerer	Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Etablere dynamisk ruteplan basert på når trafikken ankommer (ETA)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Varsel ved avvik i rutetabell (forsinkelser)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Andre varsler / kommunikasjon	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert

Her har en ikke gått i dybden på faktiske løsninger for at operasjonen skal kunne utføres i henhold til funksjonsnedbrytningen, men konseptet er tenkt teknisk gjennomførbart nå eller i fremtiden.

5.6.2.2 Kai-operasjon

Oppstilling på plass ved fergekai er gjort ved automatisert veiledning, med egen oppstillingsplass for farlig gods. Den nasjonale løsningen for sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, er tilgjengelig for brukeren på fergekaien. Betaling skjer automatisk ved om bordkjøring.

Stuasje om bord er automatisert og optimaliserer plassering av kjøretøy for å få med flest mulig, men også for å oppnå lavere energiforbruk. Ved ombordkjøring er det automatiske systemer som registrerer antall ombordværende passasjerer slik at rett passasjerantall blir registrert, og sendt inn til kontrollrom/rederi. Gjenstående brukere/passasjerer telles og rapporteres automatisk.

Tabell 5-9 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Kai-operasjon

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Kai-operasjon	Oppstilling/dirigering på fergekai	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Billettering	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Telling av passasjerer	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Om bord-/i landstigning av passasjerer og kjøretøy	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Håndtere sikkerhet (security)	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Senke/heve bom på fergelemmen	Fergevert	Automatisert	Fergevert

De identifiserte funksjonene av kai-operasjon er gitt i Tabell 5-9. Som vist har Kontrollrommet ansvar for funksjonene som i en viss grad kan knyttes til land-siden av operasjonen, mens Fergeverten har ansvar for av- og påstigning og -kjøring og det som skjer om bord. De fleste funksjonene utføres av automatiserte systemer med støtte enten fra Kontrollrom eller Fergevert. *Håndtering av sikkerhet (security)* er tenkt utført av Kontrollrommet, uten at detaljene i denne gjennomføringen har blitt bestemt i denne piloten.

5.6.2.3 Avgang/ankomst

Ankomst og avgang blir utført av automatiserte systemer. Dette gir et optimalt energiforbruk der farten til enhver tid blir tilpasset ankomsttid og minimerer venting for passasjerene. Kontrollrom verifiserer sikker navigasjon og at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemt seilingsrute.

Som nevnt under *Reiseplanlegging for passasjerer*, vil rutetabellen være dynamisk og avgangene bestemmes av trafikkflyten som er på vei. Flere og mindre ferger vil gi redusert ventetid og en oppfattelse av at avgangene er mer eller mindre kontinuerlige. Mindre ferger vil videre føre til redusert trafikkpuls/ flaskehals ved avkjøring, da mengden kjøretøy per ankomst er mindre.

I normal operasjon har de automatiske navigasjonssystemene ombord på fergen to uavhengige kilder til kritisk informasjon, slik som heading og posisjon. For å gjøre løsningene mest mulig immun mot cybertrusler så må kildene til posisjon være basert på ulike prinsipper. Ankomst overvåkes automatisk. Ved avvik mellom målinger eller feil på systemer avbrytes den automatiske ankomsten og navigatør eller kontrollrom alarmeres for å gjennomføre en manuell ankomst, eller overvåke en automatisk ankomst med redusert nivå av reservesystemer.

Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem blir ivaretatt av automatiserte systemer med støtte fra fergevert. I landstigning av passasjerer og kjøretøy dirigeres automatisk. Slik fjernes fergepersonell fra en utsatt posisjon på bildekket, og reduserer risiko for ulykker for denne.

Tabell 5-10 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Avgang/ankomst

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Avgang / ankomst	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Monitorere værforhold	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Manøvrere fra/til kai	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Overvåke at fergene følger forhåndsbestemte hastighetssoner	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom

Tabell 5-10 viser at fergeverten(e) har ansvar for alle funksjonene under avgang og ankomst. Automatiserte systemer utfører tre funksjoner, mens fergevert og kontrollrom utfører de resterende og står for støtte.

5.6.2.4 Overfart

Forseiling blir utført av automatiserte systemer. Fergen blir automatisk akselerert til en fart som gir minimum energibruk tilpasset lengden på overfarten, værforhold og etterspørsel/trafikk. Situasjonsforståelsessystemet informerer det automatiske krysningssystemet om andre fartøy som må tas hensyn til. Ruten tilpasses primært for å unngå konflikter med andre fartøy i farvannet. Sekundært optimaliseres ruten for å oppnå lavest mulig energiforbruk. Ved konflikter vil systemet tidlig varsle fergevert eller kontrollrom på land for å gi disse best mulig tid til å analysere og redusere konflikten. Systemet vil foreslå løsninger på konflikter i henhold til sjøveisreglene og vil ved manglende inngripen fra navigatør eller kontrollrom på land gjennomføre unnamanøver i henhold til sjøveisreglene.

Tabell 5-11 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Overfart

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Overfart	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Overvåke at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemte seilingskorridorer	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gi trafikkinformasjon	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre ruteplanlegging	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom

Funksjonsfordelingen for *Overfart* er gitt i Tabell 5-11. Navigasjonen er automatisert, mens overvåking utføres av fergevert med støtte av kontrollrom. Kontrollrom har ansvar for å *Gi trafikkinformasjon* og utfører også denne oppgaven, det er derfor ikke utpekt en person/system for å støtte denne funksjonen.

5.6.2.5 Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Elektriske ferger har mindre vedlikehold og det landbaserte kontrollsenteret legger til rette for et effektivt vedlikehold. Maskinisten skal derfor ikke bruke tid på å planlegge og koordinere, da dette legges til kontrollrommet. Kontrollrommet er også ansvarlig for å hente inn eksterne ressurser dersom det er behov for dette, samt lage planer for verkstedsopphold og holde vedlikeholdssystem oppdatert.

I Tabell 5-12 er det vist at maskinist gjennomfører vedlikehold med støtte fra kontrollrom. Et alternativ er at fergeverten utfører enklere vedlikehold med støtte fra maskinist i kontrollrommet. Dette kan eksempelvis gjøres ved hjelp av internettforbindelse og utvidet virkelighet (augmented reality).

Tabell 5-12 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner	Planlegge og koordinere	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre lading	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Bunkre vann og forsyninger	Kontrollrom	Fergevert	
	Gjennomføre planlagt vedlikehold	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Gjennomføre korrektivt vedlikehold og mindre reparasjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Utføre inspeksjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom

5.6.2.6 Nødsituasjoner (Sikkerhetssystemer og redning)

Som vist i Tabell 5-13 er 17 funksjoner identifisert under operasjonsfasen Nødsituasjoner. Gjennomføring av evakuering er den funksjonen som er ansett å være mest utfordrende med tanke på overføring til automatisering. Evakuering slik det gjennomføres i dag er ressursintensivt og krever personell med formell opplæring og jevnlige øvelser.

Ferger i fremtidens transportsystem vil være utstyrt med evakueringssystemer som krever liten eller ingen interaksjon fra fergebesetningen. Dette kan eksempelvis være et kompakt, åpent landgangssystem for å gå eller skli i redningsflåten. Systemet kan aktiveres med ett trykk, enten lokalt, fra bro, eller fra et kontrollsenter fjernt. Videre manuell kontroll behøves ikke.

Systemet består av en ramme som er festet til skutesiden og en dør/landgang med en redningsflåte festet til enden. Det har et eget hydraulikksystem, samt elektronisk styring og strømkilde. Eneste tilkobling til fergen er for å lade strømkilden. Når flåten er sjøsatt blir bevegelse i dør/landgang kontrollert av en akkumulator som kompenserer for relativ bevegelse mellom fergen og flåten på sjøen. Når flåten er full, er *fergeverten* siste person til å gå om bord. Flåten frikoples landgangen og kan så bevege seg bort fra fergen.

I dag har fergebesetningen opplæring og trening knyttet til evakuering og redningsmidler, og har spesifikke roller og oppgaver i en evakueringssituasjon. De veileder passasjerene og er der for deres sikkerhet. Med det nye systemet vil evakueringen kunne veiledes av én person, som starter evakueringen, viser hvor passasjerene skal gå, hvilken evakueringsstasjon som skal benyttes, viser plassering og påkledning av redningsvester, samt være den siste til å forlate fartøyet. Dette er utvilsomt store oppgaver og mye ansvar for en enkelt person, og støtte fra kontrollrom, andre ferger, og ev. tredjeparter er avgjørende for å bevise et like godt eller bedre sikkerhetsnivå som for dagens løsninger.

Kontrollrommet er behjelpelig i en nødsituasjon ved å koordinere ekstern støtte, eksempelvis redningstjenesten, offentlige instanser og fartøy(er). Det vil også holde kontakten med de andre fartøyene på sambandet slik at disse på best mulig måte kan bistå fergen hvor det har oppstått en situasjon. *Morfartøyet* har mer bemanning enn de øvrige, og vil være den som setter ut MOB-båt og har hovedansvar for å komme datterfartøyene til unnsetning. Dersom det er morfartøyet som er i nød vil dette håndteres mer likt som på en av dagens ferger. Avhengig av type nødsituasjon kan man se for seg at det vil være enklere å holde ruteproduksjonen oppe når flåten består av flere fartøy, og man antar at man ikke får problemer på flere ferger samtidig.

Kontrollrommet kan ved hjelp av tekniske systemer håndtere flere scenarioer om bord, som blant annet branndeteksjon og slukking, blackout, ivareta cybersikkerhet, håndtere tap av stabilitet, søk etter savnede ombord etc. Når *Maskinist* er oppgitt i Tabell 5-13 viser dette til landbasert maskinist i kontrollrommet, mens *Fergevert(ene)* er lokalisert om bord.

Tabell 5-13 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Nødsituasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Nødsituasjoner	Koordinere ekstern støtte	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Lede ressurser lokalt om bord	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Branndeteksjon og slokking	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert
	Håndtere tap av stabilitet	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Ivareta cybersikkerhet	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre søk	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre redning	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere blackout	Maskinist	Maskinist	Fergevert
	Tauing av eget fartøy	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Tauing av andre fartøy	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere medisinske hendelser	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Gjennomføre evakuering	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Utføre nødreparasjoner	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom
	Begrense/stanse utslipp	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom
	Begrense/stanse sabotasje	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Bistå andre fartøy i nødsituasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere tap av kommunikasjonslink	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert

5.6.3 Konsept C: Mange ulike kaianløp, lav forutsigbarhet

I konsept C er det tatt utgangspunkt i en ferge som opereres i et samband med mange ulike kaianløp og hvor forutsigbarheten er liten. I dag har dette sambandet har en ruteplan hvor fergen seks dager i uken opererer mellom 15 forskjellige anløpssteder og den sjuende dagen har 28 forskjellige kaianløp. Fergen opereres nå i et stort geografisk ruteområde og skal kunne ta med seg både passasjerer, biler og last. Den er utstyrt med ro-ro-rampe, kran og truck, for å kunne håndtere alle de forskjellige kaiene og alle typer last.

Rutetabellen inneholder kun noen få «faste» stoppesteder hvor fergen skal anløpe, resterende anløp er såkalte «B» anløp. Med dagens løsning har alle anløpssteder oppgitt et klokkeslett for når fergen skal være der, men det blir mer en omtrentlig tid enn en eksakt tid og der hvor det er «B» anløp må reisende ringe ombord i fergen minst 1 time før oppgitt tid i rutetabellen for å bestille anløp og plass. I dag hender det ofte at fergen er over 1 time forsinket grunnet uforutsette hendelser ifm. forskjellige laster og flere anløp enn planlagt. Dette medfører frustrasjon og tapt arbeidsfortjeneste med tanke på at reisende står unødvendig og venter på fartøyet.

Konsept C er en ferge med automatiserte og digitaliserte løsninger som overholder ruteplanen sin på en effektiv måte. En «flåtefilosofi» er vurdert å ikke gi store gevinster her, men at ny teknologi kan gi mannskaper noe mer frihet til å utføre andre oppgaver relatert til lasting, sikkerhet, vedlikehold og planlegging er høyst relevant. Fergen er knyttet til et kontrollrom som dekker flere av funksjonene som må håndteres om bord i dag. Etablering av et kontrollrom kun for denne ene fergen er antakeligvis ikke lønnsomt, men en har i dette konseptet valgt å legge til grunn at rederiet allerede benytter seg av kontrollrom for andre samband og ferger, og at dette også dekker sambandet i konsept C. Altså at fergen i konsept C inngår i en større fergedrift.

5.6.3.1 Reiseplanlegging for passasjerer

For ruten konsept C omhandler er forutsigbarhet nøkkelen til suksess. Et digitalt verktøy lar brukeren bestille plass, gir informasjon om tilvist plass om bord, gir sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, og er tilgjengelig for brukeren der den er. I en rute hvor det er mange mulige stoppesteder er planlegging av rutevalg, fart, og plassering av last helt avgjørende for at transportoppdraget skal bli vellykket. Forutsigbarheten vil gi besetningen bedre mulighet til å planlegge arbeidsoppgaver, mens brukere/passasjerer får redusert ventetid og forbedret reiseopplevelse, som igjen gir en samfunnsmessig gevinst.

Rutevalg og fart optimaliseres basert på historiske data og faktiske bestillinger. De reisende får sanntidsoppdatering via verktøyet, og estimert ankomsttidspunkt for deres stoppested. Besetningen fritas fra å bruke store deler av dagen i telefonen med reisende.

Kjøretøy med farlig last har krav til bestilling av reise og registrering av nøkkelinformasjon. Bestillingen gjøres enkelt i det digitale verktøyet og behandles og rapporteres automatisk. Dermed vil sjåfør og fergebesetning bli fritatt fra disse administrative oppgavene. Siden det vil være kjent når fergen ankommer (basert på planlagt rute og/eller sanntidsinformasjon) vil ventetid for sjåføren elimineres.

Det vil også være en løsning som enkelt leder førstegangsreisende (og turister) gjennom reisen, og støtter i en ev. nødsituasjon. Løsningen skal bistå på en intuitiv og enkel måte, men også inneholde mer informasjon, som ofte stilte spørsmål og opplysninger om nødsituasjoner. Det kan også være mulig å kontakte kontrollrommet via løsningen.

Tabell 5-14 viser de fire funksjonene som har blitt identifisert for operasjonsfasen Reiseplanlegging for brukere og passasjerer. Hver funksjon er allokert en person eller ett system som har Ansvar, som Utfører, og som Støtter. Disse begrepene er definert som følger:

- Ansvar: Person/system som har ansvar for at funksjonen er operativ og blir ivaretatt.
- Utfører: Person/system som er utøvende for funksjonen.
- Støtter: Person/system som tar over som utøvende dersom person/system som Utfører mislykkes.

For den første funksjonen *Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)* er det Kontrollrommet som har Ansvar, mens Utførelsen er automatisert og håndtert av matros ved eventuelt behov. De tre neste funksjonen er satt opp likt.

Tabell 5-14 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Reiseplanlegging for passasjerer

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Reiseplanlegging for brukere/ passasjerer	Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Behandle bestilling om anløp	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Etablere ruteplan basert på anløp og bestillinger	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Varsel ved avvik i rutetabell (forsinkelser)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Andre varsler / kommunikasjon	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert

Her har en ikke gått i dybden på faktiske løsninger for at operasjonen skal kunne utføres i henhold til funksjonsnedbrytningen, men konseptet er tenkt teknisk gjennomførbart nå eller i fremtiden.

5.6.3.2 Kai-operasjon

Oppstilling på plass ved fergekai er gjort ved automatisert veiledning, som hensyntar farlig gods. Den nasjonale løsningen for sanntidsinformasjon om uregelmessigheter som forsinkelser og ventetid, er tilgjengelig for brukeren på fergekaien. Betaling skjer automatisk ved om bordkjøring.

Stuasje om bord er automatisert og optimaliserer plassering av kjøretøy for å få med flest mulig, men også for å oppnå lavere energiforbruk. Ved ombordkjøring er det automatiske systemer som registrerer antall ombordværende passasjerer slik at rett passasjerantall blir registrert, og sendt inn til kontrollrom/rederi. Gjenstående brukere/passasjerer telles og rapporteres automatisk.

Tabell 5-15 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Kai-operasjon

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Kai-operasjon	Oppstilling/dirigering på fergekai	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Billettering	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Telling av passasjerer	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Om bord-/i landstigning av passasjerer og kjøretøy	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Håndtere sikkerhet (security)	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Senke/heve bom på fergelemmen	Fergevert	Automatisert	Fergevert

De identifiserte funksjonene av kai-operasjon er gitt i Tabell 5-15. Som vist har Kontrollrommet ansvar for funksjonene som i en viss grad kan knyttes til land-siden av operasjonen, mens Fergeverten har ansvar for av-

og påstigning og -kjøring og det som skjer om bord. De fleste funksjonene utføres av automatiserte systemer med støtte enten fra Kontrollrom eller Fergevert. *Håndtering av sikkerhet (security)* er tenkt utført av Kontrollrommet, uten at detaljene i denne gjennomføringen har blitt bestemt i denne piloten.

5.6.3.3 Avgang/ankomst

Ankomst og avgang blir utført av automatiserte systemer som gir et optimalt energiforbruk der farten blir tilpasset ankomsttid, som sikrer størst mulig grad av forutsigbarhet i rutetider. Kontrollrom verifiserer sikker navigasjon og at fergen holder seg innenfor forhåndsbestemt seilingsrute.

I normal operasjon har de automatiske navigasjonssystemene ombord på fergen to uavhengige kilder til kritisk informasjon, slik som heading og posisjon. For å gjøre løsningene mest mulig immun mot cybertrusler så må kildene til posisjon være basert på ulike prinsipper. Ankomst overvåkes automatisk. Ved avvik mellom målinger eller feil på systemer avbrytes den automatiske ankomsten og navigatør eller kontrollrom alarmeres for å gjennomføre en manuell ankomst, eller overvåke en automatisk ankomst med redusert nivå av reservesystemer.

Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem blir ivaretatt av automatiserte systemer med støtte fra fergevert. I landstigning av passasjerer og kjøretøy dirigeres automatisk. Slik fjernes fergepersonell fra en utsatt posisjon på bildekket, og reduserer risiko for ulykker for denne.

Når fergen er ved en kai sørger en automatisert 'forankring' eller et dynamisk posisjoneringssystem for at broen kan være ubemannet og at flere besetningsmedlemmer/fergeverter kan bidra i laste- og losseoperasjoner, eller utføre andre oppgaver.

Tabell 5-16 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Avgang/ankomst

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Avgang / ankomst	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Monitorere værforhold	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Manøvrere fra/til kai	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Forankring/posisjonering ved kai	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Overvåke at fergene følger forhåndsbestemte hastighetssoner	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom

Tabell 5-16 viser at fergeverten(e) har ansvar for alle funksjonene under avgang og ankomst, bortsett fra *Forankring/posisjonering ved kai*. Automatiserte systemer utfører fire funksjoner, mens fergevert og kontrollrom utfører de resterende og står for støtte.

5.6.3.4 Overfart

Forseiling blir utført av automatiserte systemer. Fergen blir automatisk akselerert til en fart som gir minimum energibruk tilpasset lengden på overfarten, værforhold og etterspørsel/trafikk. Situasjonsforståelsessystemet informerer det automatiske krysningssystemet om andre fartøy som må tas hensyn til. Ruten tilpasses primært for å unngå konflikter med andre fartøy i farvannet. Sekundært optimaliseres ruten for å oppnå lavest mulig energiforbruk. Ved konflikter vil systemet tidlig varsle fergevert eller kontrollrom på land for å gi disse best mulig tid til å analysere og redusere konflikten. Systemet vil foreslå løsninger på konflikter i henhold til sjøveisreglene og vil ved manglende inngripen fra navigatør eller kontrollrom på land gjennomføre unnamanøver i henhold til sjøveisreglene.

Under overfarten sørger de automatiserte navigasjonssystemene for at broen kan være ubemannet og at besetningsmedlemmer/fergeverter kan utføre andre oppgaver. Ubemannet bro gjør også at besetningen kan utføre hviletid om bord, som igjen gjør at fergen kan gå lengre ruter uten å skifte besetning. Økte kostnader knyttet til doble skift kan slik elimineres.

Tabell 5-17 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Overfart

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Overfart	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Overvåke at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemte seilingskorridorer	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gi trafikkinformasjon	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre ruteplanlegging	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom

Funksjonsfordelingen for *Overfart* er gitt i Tabell 5-17. Navigasjonen er automatisert, mens overvåking utføres av fergevert med støtte av kontrollrom. Kontrollrom har ansvar for å *Gi trafikkinformasjon* og utfører også denne oppgaven, det er derfor ikke utpekt en person/system for å støtte denne funksjonen.

5.6.3.5 Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Elektriske ferger har mindre vedlikehold og det landbaserte kontrollsenteret legger til rette for et effektivt vedlikehold. Maskinisten skal derfor ikke bruke tid på å planlegge og koordinere, da dette legges til kontrollrommet. Kontrollrommet er også ansvarlig for å hente inn eksterne ressurser dersom det er behov for dette, samt lage planer for verkstedsopphold og holde vedlikeholdssystem oppdatert.

I Tabell 5-18 er det vist at maskinist gjennomfører vedlikehold med støtte fra kontrollrom. Et alternativ er at fergeverten utfører enklere vedlikehold med støtte fra maskinist i kontrollrommet. Dette kan eksempelvis gjøres ved hjelp av internettforbindelse og utvidet virkelighet (augmented reality).

Tabell 5-18 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Inspeksjon, vedlikehold og mindre reparasjoner	Planlegge og koordinere	Kontrollrom	Kontrollrom	
	Gjennomføre lading	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Bunkre vann og forsyninger	Kontrollrom	Fergevert	
	Gjennomføre planlagt vedlikehold	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Gjennomføre korrektivt vedlikehold og mindre reparasjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Utføre inspeksjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom

5.6.3.6 Nødsituasjoner (Sikkerhetssystemer og redning)

Som vist i Tabell 5-19 er 17 funksjoner identifisert under operasjonsfasen Nødsituasjoner. Gjennomføring av evakuering er den funksjonen som er ansett å være mest utfordrende med tanke på overføring til automatisering. Evakuering slik det gjennomføres i dag er ressursintensivt og krever personell med formell opplæring og jevnlige øvelser.

Ferger i fremtidens transportsystem vil være utstyrt med evakueringssystemer som krever liten eller ingen interaksjon fra fergebesetningen. Dette kan eksempelvis være et kompakt, åpent landgangssystem for å gå eller skli i redningsflåten. Systemet kan aktiveres med ett trykk, enten lokalt, fra bro, eller fra et kontrollsenter fjernt. Videre manuell kontroll behøves ikke.

Systemet består av en ramme som er festet til skutesiden og en dør/landgang med en redningsflåte festet til enden. Det har et eget hydraulikksystem, samt elektronisk styring og strømkilde. Eneste tilkobling til fergen er for å lade strømkilden. Når flåten er sjøsatt blir bevegelse i dør/landgang kontrollert av en akkumulator som kompenserer for relativ bevegelse mellom fergen og flåten på sjøen. Når flåten er full, er *fergeverten* siste person til å gå om bord. Flåten frikoples landgangen og kan så bevege seg bort fra fergen.

I dag har fergebesetningen opplæring og trening knyttet til evakuering og redningsmidler, og har spesifikke roller og oppgaver i en evakueringssituasjon. De veileder passasjerene og er der for deres sikkerhet. Med det nye systemet vil evakueringen kunne veiledes av én person, som starter evakueringen, viser hvor passasjerene skal gå, hvilken evakueringsstasjon som skal benyttes, viser plassering og påkledning av redningsvester, samt være den siste til å forlate fartøyet. Dette er utvilsomt store oppgaver og mye ansvar for en enkelt person, og støtte fra kontrollrom, andre ferger, og ev. tredjeparter er avgjørende for å bevise et like godt eller bedre sikkerhetsnivå som for dagens løsninger.

Kontrollrommet er behjelpelig i en nødsituasjon ved å koordinere ekstern støtte, eksempelvis redningstjenesten, offentlige instanser og fartøy(er). Det vil også holde kontakten med de andre fartøyene på sambandet slik at disse på best mulig måte kan bistå fergen hvor det har oppstått en situasjon. Kontrollrommet kan ved hjelp av tekniske systemer håndtere flere scenarioer om bord, som blant annet branndeteksjon og slukking, blackout, ivareta cyber-sikkerhet, håndtere tap av stabilitet, eller søk etter savnede ombord. Sistnevnte kan eksempelvis fullautomatiseres ved bruk av infrarødt kamera og andre systemer som vil kunne varsle hvis det oppdager mennesker. Dette vil gi mannskapet mer tid til å håndtere passasjerer og selve hendelsen på en bedre måte med flere ressurser. Videre kan systemene for overvåkning og kontroll fra land kunne hjelpe besetningen med beslutningene som skal tas i en nødsituasjon.

Tabell 5-19 Funksjonsnedbrytning av operasjonsfasen Nødsituasjoner

Operasjonsfase	Funksjon	Ansvar	Utfører	Støtter
Nødsituasjoner	Koordinere ekstern støtte	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Lede ressurser lokalt om bord	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Branndeteksjon og slokking	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert
	Håndtere tap av stabilitet	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Ivareta cybersikkerhet	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre søk	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre redning	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere blackout	Maskinist	Maskinist	Fergevert
	Tauing av eget fartøy	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Tauing av andre fartøy	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere medisinske hendelser	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Gjennomføre evakuering	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Utføre nødreparasjoner	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom
	Begrense/stanse utslipp	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom

	Begrense/stanse sabotasje	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Bistå andre fartøy i nødsituasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere tap av kommunikasjonslink	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert

Tabell 5-19 presenterer funksjonsnedbrytningen for nødsituasjoner. De fleste funksjoners Ansvar og Utføring er delegert til Fergevert(ene), mens Kontrollrom har en sentral støttende rolle. Når *Maskinist* er oppgitt viser dette til landbasert maskinist i kontrollrommet, mens *Fergevert(ene)* er lokalisert om bord.

6 Veikart

Stegvis implementering av løsninger er vist som et veikart i Figur 6-1. En større versjon av veikartet er å finne i Vedlegg B. Veikartet viser løsningene som har blitt vurdert som aktuelle for et transportsystem for smart fjordkrysning, inndelt i en egen vei for ferge, flåte og transportsystem, og kontrollrom. Lys blå farge indikerer nåtid, mens de grønne feltene antyder steg fram mot 2030. Teksten øverst til høyre beskriver hvor piloten ser for seg at en kan være i 2030.

Figur 6-1 Veikart for implementering av løsninger

7 Konklusjon

Den norske fergeflåten er på verdenstoppen i elektrifisering og det er en ung og moderne drevet flåte sammenlignet med resten av verden. Statens Vegvesen har gjennom sine målrettede anbud og utviklingskontrakter drevet frem elektrifiseringen og denne innsatsen må sies å være en suksess.

Med tanke på at de fleste ferger betjener en spesifikk rute med noen få, repetitive anløp og går på lange kontrakter med statlige eller fylkeskommunale oppdragsgivere er fergedriften meget godt egnet for automatisering. Det å automatisere repetitive prosesser vil gi økt effektivitet og økt sikkerhet og med stadig flere helelektriske ferger vil behovet for en maskinist på konstant på vakt om bord bli mindre. Begrenset tilgang på kvalifisert, norsk mannskap i fremtiden kan også være en pådriver for automatisering, samt at en voksende befolkning, økt mobilitet og politisk press på fergeprisene gjør at vi må få «mer for pengene» slik det er formulert i Nasjonal Transportplan.

For å kunne få en økonomisk nytteverdi av automatisering må vi imidlertid løfte blikket fra en og en ferge og ett og ett samband og se på *transportsystemet* som en flåte av ferger, med digitale tjenester og støtte fra et kontrollsenter på land. Først dersom vi tenker nytt rundt helheten i et slikt transportsystem: hvordan det kan optimaliseres med varierende trafikkmengde gjennom døgnet, uken, og året – og hvordan fergene kan utgjøre redundans og beredskap for hverandre, vil vi oppnå «mer for pengene». Dette gjør at fergesystemer i større grad vil være konkurransedyktige med bro og tunnel:

- Fartøyene driftes på en effektiv måte som gir lavt klimafotavtrykk og høy grad av aktiv reisetid for passasjerene
- Sambandet driftes med en flåte bestående av flere ferger, hvor ressurser benyttes og deles på tvers av flåten og gir lavere totalkostnader
- Kontrollsenter opererer og støtter flåter av ferger som gir økt sikkerhet og lavere driftskostnader
- Enklere og rimeligere 'datterfartøy' som ved behov blir støttet fra et kontrollsenter og av et 'morfartøy' utgjør en flåte

For områder med høy passasjertrafikk vil konseptet med et morfartøy og flere datterfartøy kunne være svært interessant. Om morfartøyet er posisjonert, dimensjonert, bemannet og utrustet for å kunne bistå datterfartøyene i en nødsituasjon godt innenfor den akseptable responstiden vil det potensielt kunne gi den nødvendige graden av sikkerhet, samtidig som kostnadsbesparelser kan oppnås for datterfartøyene – både ift. design, utrustning og mannskap.

Et spesialisert mannskap som har mye trening på nødsituasjoner kan bistå dersom en nødsituasjon skulle oppstå, som et alternativ til dagens løsning der enhver ferge er «selvbergende» og alle i mannskapet skal trenes til å kunne håndtere disse avvikene fra normal drift. Når vi skal sammenligne alternative, fremtidige løsninger med dagens løsninger er de viktig å vurdere komparativ risiko: dagens bemanning om bord i fergene har blitt optimalisert med tiden, og det er ingen garantier for at en nødsituasjon med evakuering av alle passasjerer vil gå helt smertefritt selv om alle gjeldende regler og forskrifter har blitt fulgt.

Basert på arbeidet med piloten har Deltakerne følgende anbefalinger til oppdragsgivere, myndigheter og utstyrsleverandører:

Oppdragsgivere

- Oppdragsgiverne anbefales å benytte utviklingskontrakter for å akselerere implementering og utviklingen av autonomiteknologi i fergesektoren. Utviklingskontrakter har vist seg å være et vellykket virkemiddel, eksempelvis da det ble benyttet for verdens første batteriferge.
- Oppdragsgiverne må vurdere hvordan en skal kunne stille krav til tilbydere for hele transportsystem, inkludert hvordan tilbydere skal utnytte den totale kapasiteten på strekningen til å optimalisere operasjoner. I praksis kan dette bety at effektivitet vurderes i sum av hvordan alle ferger, infrastruktur og kontrollrom på en strekning opererer.
- Oppdragsgiver bør ta initiativ til diskusjoner rundt grenseskillene for infrastrukturen på land; hva er operatørens ansvar, hva er oppdragsgivers ansvar og hva tilhører ev. andre aktører. Dette være seg kapasitet på strømnettet, 5G-dekning, eller andre ting.
- Oppdragsgiverne bør jobbe for et effektivt og enhetlig rapporteringspunkt for operatørene, slik at det ikke kreves uhensiktsmessig forskjellig format og innhold på tvers av oppdragsgivere og samband.

Myndigheter

- Det behøves en spesifikk satsning på godkjenning av transportsystemer – ikke bare enkeltferger.
- Myndighetene må kunne vurdere hvordan Operatørene i et transportsystem utnytter den totale kapasiteten til å og øke sikkerhetsnivået. I praksis kan dette bety at sikkerhet vurderes i sum av hvordan alle ferger, infrastruktur og kontrollrom på en strekning opererer.
- Myndighetene må akselerere regelutviklingen og redusere behandlingstiden for risikobasert godkjenning, eksempelvis ved alternative løsninger.
- Myndighetenes krav til risikovurderinger må omfatte nye utfordringer og muligheter som ligger i bruk av komplekse systemer. Dette innebærer å benytte risikoberegningsverktøy for hele systemer i tillegg til pålitelighetsvurderinger av enkeltkomponenter.
- Myndigheter og tilbydere må inkludere vurdering av menneskets rolle i komplekse systemer og at disse hensyntar å legge til rette for menneskets ytelsespåvirkende faktorer.

Leverandører

- Leverandører bør sikre at det benyttes brukersentrert designprosesser da høyere grad av automatisering og digitalisering, samt økt kompleksitet, vil kreve ny type innsikt/kunnskap/erfaring.

Generelt

- I det videre arbeidet med automatisering og digitalisering i fergesektoren vil det være nyttig å gjennomføre en kartlegging av alle aktører, deres rolle og hvilke virkemidler de har.

Veien til smarte fjordkrysninger vil kreve innovasjon på mange områder, men med den norske samarbeidsmodellen og vår brede maritime og digitale kompetanse er vi bedre rustet enn de fleste andre nasjoner til å kunne gjennomføre dette.

8 Referanser

Meld. St. 20 (2020–2021). 2021. «Nasjonal transportplan 2022–2033.» https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20202021/id2839503/

Oslo Economics m. fl. 2016. «Premissanalyser – tiltaksanalyse for utvikling av ferjemarkedet på lang sikt.» *Rapportnummer 2016-23.* https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/trafikk/ferje/oslo-economics-rapport-2016-23-premissanalyser.pdf

Parasuraman og Riley. 1997. «Humans and Autotmation: Use, Misuse, Disuse, Abuse.» *Human Factors: The journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 39 (2): 230-53 https://doi.org/10.1518/001872097778543886

Relling. 2020. «A systems perspective on maritime autonomy: The Vessel Traffic Service's contribution to safe coexistence between autonomous and conventional vessels.» https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2728225

Kystverket. 2020. «Veileder i samfunnsøkonomisk analyse.» https://www.kystverket.no/sjovegen/tiltak-i-farvannet/veileder-samfunnsokonomisk-analyse/

IMO. 2013. «Guideline for the approval of alternatives and equivalents as provided in varouis IMO instruments.» *MSC.1/Circ.1455.* https://e-lass.eu/media/2018/02/MSC.1-Circ.1455.pdf

Vedlegg A – Funksjonstildeling

I.R: Ikke relevant

		Konsept A			Konsept B			Konsept C		
Operasjonsfase	**Funksjon**	**Ansvar**	**Utfører**	**Støtter**	**Ansvar**	**Utfører**	**Støtter**	**Ansvar**	**Utfører**	**Støtter**
Reiseplanlegging for brukere/ passasjerer	Behandle bestilling om plass på ferga (farlig gods)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Behandle bestilling om anløp	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Etablere dynamisk ruteplan basert på når trafikken ankommer (ETA)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	I.R.	I.R.	I.R.
	Etablere ruteplan basert på anløp og bestillinger	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Varsel ved avvik i rutetabell (forsinkelser)	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Andre varsler / kommunikasjon	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
Kai-operasjon	Oppstilling/dirigering på fergekai	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Billettering	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Telling av passasjerer	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Om bord-/i landstigning av passasjerer og kjøretøy	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Håndtere sikkerhet (security)	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Senke/heve bom på fergelemmen	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert
Avgang/ ankomst	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Monitorere værforhold	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Operasjon av baugport, kjørebru og kjørelem	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Manøvrere fra/til kai	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert	Fergevert	Automatisert	Fergevert
	Forankring/posisjonering ved kai	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	I.R.	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Overvåke at fergene følger forhåndsbestemte hastighetssoner	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
Overfart	Overvåke og verifisere sikker navigasjon	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom
	Navigere i henhold til ruteplan og sjøveisregler	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom	Fergevert	Automatisert	Kontrollrom
	Overvåke at fergene holder seg innenfor forhåndsbestemte seilingskorridorer	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gi trafikkinformasjon	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.
	Gjennomføre ruteplanlegging	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom	Kontrollrom	Automatisert	Kontrollrom
Inspeksjon, Vedlikehold, Mindre reparasjoner	Planlegge og koordinere	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.	Kontrollrom	Kontrollrom	I.R.
	Gjennomføre lading	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert	Kontrollrom	Automatisert	Fergevert
	Bunkre vann og forsyninger	Kontrollrom	Fergevert	I.R.	Kontrollrom	Fergevert	I.R.	Kontrollrom	Fergevert	I.R.
	Gjennomføre planlagt vedlikehold	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Gjennomføre korrektivt vedlikehold og mindre reparasjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
	Utføre inspeksjoner	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom	Kontrollrom	Maskinist	Kontrollrom
Nødsituasjoner	Koordinere ekstern støtte	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Lede ressurser lokalt om bord	Fergevert	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Branndeteksjon og slokking	Kontrollrom	Maskinist	Redningssenter	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert
	Håndtere tap av stabilitet	Fergevert	Kontrollrom	Redningssenter	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Ivareta cybersikkerhet	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert	Kontrollrom	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre søk	Fergevert	Kontrollrom	Redningssenter	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert
	Gjennomføre redning	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere blackout	Maskinist	Maskinist	Fergevert	Maskinist	Maskinist	Fergevert	Maskinist	Maskinist	Fergevert
	Tauing av eget fartøy	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Tauing av andre fartøy	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere medisinske hendelser	Fergevert	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Gjennomføre evakuering	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Utføre nødreparasjoner	Maskinist	Fergevert	Redningssenter	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom
	Begrense/stanse utslipp	Maskinist	Fergevert	Redningssenter	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom
	Begrense/stanse sabotasje	Fergevert	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Bistå andre fartøy i nødsituasjon	Fergevert	Fergevert	Redningssenter	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom	Fergevert	Fergevert	Kontrollrom
	Håndtere tap av kommunikasjonslink	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert	Kontrollrom	Maskinist	Fergevert

Vedlegg B – Veikart

Smarte fjordkrysninger, 2030

- Transportsystem av ferger regnet som et godt alternativ til bro og tunnel:
  - Fartøyene driftes på en effektiv måte som gir lavt klimafotavtrykk og høy grad av aktiv reisetid for passasjerene
  - Sambandet driftes med en flåte bestående av flere ferger, hvor ressurser benyttes og deles på tvers av flåten og gir lavere totalkostnader
  - Kontrollsentre opererer og støtter flåter av ferger som gir økt sikkerhet og lavere driftskostnader
  - Enklere og rimeligere 'datterfartøy' som ved behov blir støttet fra et kontrollsenter og av et 'morfartøy' utgjør en flåte