



Rapport

L2.6 Smartere transport – Møre og Romsdal – Kost-nytteanalyse

Kostnad-, miljø- og nytteeffekter av alternativt fergetilbud med autonome skip

Forfatter(e):

Even Ambros Holte, Agathe Rialland, Victoria Gribkovskaia
SINTEF Ocean AS

Rapportnummer:

OC2022 A-073- Åpen

L2.6 Smartere transport – Møre og Romsdal – Kost-nytteanalyse

Kostnad-, miljø- og nytteeffekter av alternativt fergetilbud med autonome skip

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

Sammendrag:

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Møre og Romsdal fylkeskommune som en del av prosjektet Smartere Transport – Møre og Romsdal. Som del av hoved-prosjektet har hovedmålet vært å gjennomføre overordnede kost-nytteanalyser. Da med fokus på utvalgte bedriftsøkonomiske- og samfunnsøkonomiske aspekter.

Analysene er utført på prosjektets to brukercase. De konseptuelle alternativene for autonome passasjerferger for henholdsvis Kristiansund og Ålesund sees opp mot videreføring av eksisterende transportløsninger med et hovedfokus på kostnad og antatte nytteverdier. Effekten av økt frekvens mtp. kostnader og nytteeffekter er også vurdert. Samfunnsøkonomisk analyse er utført ved utregning av netto nytte der operatørnytte, trafikanthytte og miljøkostnader er lagt til grunn. Ikke-prissatte faktorer er også belyst.

Rapportnr: OC2022 A-073
ISBN: 978-82-7174-441-0
Gradering: Åpen
Prosjektnr 302004527-5
Versjon 1.0
Dato 2023-10-18
Antall sider 55

Forfatter(e): Even Ambros Holte,
Agathe Riialand, Victoria Gribkovskaia


[Even Ambros Holte \(Oct 27, 2023 15:44 GMT+2\)](#)

Kontrollert av: Kristian Thun


[Kristian Thun \(Oct 27, 2023 17:04 GMT+2\)](#)

Godkjent av: Lars Magne Nonås


[Lars Magne Nonås \(Oct 27, 2023 18:04 GMT+2\)](#)

SINTEF Ocean AS

Postadresse:
PO box 4762 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 46415000

Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

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

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
0.1	2022-12-22	Utkast sendt til oppdragsgiver for kommentarer.
0.2	2023-06-01	Revidert utkast sendt til oppdragsgiver for kommentarer
0.3	2023-10-02	Revidert utkast sendt til oppdragsgiver
1.0	2023-10-18	Endelig versjon oversendt oppdragsgiver

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1 Innledning	16
1.1 Prosjektbakgrunn	16
1.2 Formål og omfang av analysene	16
1.3 Forutsetninger	17
1.4 Rapportens struktur	18
2 Autonom ferge drift	19
2.1 Komponenter i et autonomt skipssystem	19
2.2 Forutsetninger	21
3 Case og beskrivelse av alternativene	22
3.1 Ålesund	22
3.1.1 Null-alternativet	22
3.1.2 Alternative løsninger	23
3.1.3 Sammenstilling av alternativene	24
3.2 Kristiansund	24
3.2.1 Null-alternativet	24
3.2.2 Alternativ løsning	26
3.2.3 Sammenstilling av alternativene	26
4 Passasjergrunnlag	28
4.1 Forutsetninger	28
4.2 Ålesund	28
4.3 Kristiansund	28
4.4 Brukeradferd og innføring av autonome transporttjenester	30
5 Kostnader	31
5.1 Ålesund	31
5.1.1 Investeringskostnader	31
5.1.2 Driftskostnader	32
5.2 Kristiansund	32
5.2.1 Investeringskostnader	32
5.2.2 Driftskostnader	33
6 Verdsetting av samfunnsøkonomiske virkninger	34
6.1 Prissatte virkninger	34
6.1.1 Billettinntekter	34

6.1.2	Trafikantnytte	34
6.1.3	Overført- og nyskapt trafikk	35
6.1.4	Utslipp av klimagasser fra ferger	35
6.1.5	Prissatte virkninger – sammenstilt for Ålesund og Kristiansund	36
6.2	Ikke-prissatte virkninger	37
6.2.1	Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	38
6.2.2	Operasjonell fleksibilitet	38
6.2.3	Næringsliv – regionalt og (inter-)nasjonalt	38
6.2.4	Friluftsliv, by- og bygdeliv	39
6.2.5	Naturmangfold	40
6.2.6	Reisekomfort- og opplevelse	40
6.2.7	Vekting av ikke-prissatt nytte	41
7	Kostnytte analyser	43
7.1	Ålesund	43
7.1.1	Sensitivitetsanalyse	45
7.2	Kristiansund	47
8	Referanser	49
9	Appendix	51
9.1	Rutetabeller for Ålesund og Kristiansund	51
9.2	Utfyllende beskrivelse av alternative løsninger for prosjektets brukercase	52
9.2.1	Nytt alternativ Ålesund	52
9.3	Nytt alternativ Kristiansund	53
9.4	Kontrollrom	54

Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultatene av kost-nytte analyser ved innføring av autonom seilas for eksisterende hurtigbåtsamband på enkeltstrekningen Langevåg - Ålesund, samt en ny saktegående passasjerbåt mellom Kirkelandet-Nordlandet i Kristiansund sentrum. Analysene er en delaktivitet i prosjektet Smartere Transport premiert til Møre og Romsdal fylkeskommune fra Samferdselsdepartementet, der hovedmålet har vært å gjennomføre en mulighetsstudie for ny banebrytende autonom transportløsning for persontransport til sjøs.

Vurdering av investerings- og driftskostnader for utvalgte alternative konsepter mot nytteeffekter for passasjerer og samfunnet (i form av reduserte utslipp), har vært sentralt i analysene. Ikke-prissatte virkninger er også hensyntatt, og det er gjort vurderinger knyttet til bl.a. operasjonell fleksibilitet, effekt på næringsliv (regionalt og nasjonalt), samt friluftsliv, by- og bygdeliv og reisekomfort- og opplevelse. Innsamling og sammensetting av kostnadsestimer for ulike komponenter i et autonomt fergetransportsystem av denne type, er forfatterne bekjent første i sitt slag. Dette fordi det ikke finnes utprøvd eller dokumentert grunnlag som viser anvendelse av denne type teknologi på passasjertransport til sjøs. Dette er også en viktig grunn til at kostnadsunderlaget for analysene må tillegges en del usikkerhet. En annen viktig presisering er at analysene forutsetter at teknologi-gap som identifisert av prosjektet er lukket.

Ålesund

For Ålesund caset inkluderer null-alternativet dagens åpningstider, rute og frekvens. Skipsløsningen er antatt videreført med samme passasjerkapasitet, men hvor batteri-elektrisk framdrift er lagt til grunn som følge av null-utslippskrav ved kommende anbudsutlysning. De alternative konseptene tar for seg autonome skip av to størrelser mht. kapasitet. Dette som følge av analyser utført og dokumentert i prosjektrapport L2.1 Skalerbare fartøyskonsept (Borgen, et al, 2022). Alternativene måles opp mot 0-alternativet, både for vurdering av ulike effekter dersom formålet er økt frekvens, men også effekten av ett autonomt skip målt mot 0-alternativet. De ulike konseptene inkludert i analysene er presentert i Tabell 1.

Tabell 1. Sammensetning av alternative konsepter for Ålesund.

Alternativ	Beskrivelse
0-alternativ	1 skip à 147 pax, batteri-elektrisk med konvensjonell bemanning.
Alternativ 1	1 skip à 147 pax, batteri-elektrisk og autonomt, med redusert bemanning.
Alternativ 2	2 skip à 99 pax, batteri-elektrisk, med konvensjonell bemanning, høyere anløpsfrekvens
Alternativ 3	2 skip à 99 pax, batteri-elektrisk og autonomt, med redusert bemanning, høyere anløpsfrekvens

Tabell 2 nedenfor presenterer resultatene av kostnytte analysen for Ålesund. Samfunnsøkonomiske virkninger er gruppert i følgende kategorier:

- Trafikantnytte: effekt på eksisterende passasjerer.
- Operatørnytte: summen av alle investerings-, driftskostnader og billettinntekter.
- Samfunnsnytte: effekt av redusert klimagassutslipp fra skip.
- Ikke-prissatte virkninger: rangert etter +/- metoden.

Videre, skjer alle investeringer i 2025, og samtlige restverdier beregnes ved analysens sluttår (ingen inflasjonsjustering av kostnadsposter). Levetid til skip og autonomipakke er satt til 20 år med en rente på 4 prosent. Levetid på kai er 40 år med en rente på 4 prosent, mens levetid på ladeløsning er 10 år med en tilhørende rentesats på 7 prosent. Med utgangspunkt i antatt varighet på anbudsperiode er analyseperiode satt til 15 år, fra i 2025 til 2039, hvor beregninger knyttet til re-investering og restverdi også hensyntas.

Tabell 2: Samfunnsøkonomisk kost-nytte Ålesund, målt mot 0-alternativ og alternativ 2 (tusen 2023 kr).

	<u>0-Alt. mot Alt. 1</u>	<u>Alt. 2 mot Alt. 3</u>	<u>0-Alt. mot Alt. 3</u>
Trafikantnytte			
Trafikantnytte: eksisterende passasjerer	0	0	60,284
Operatørnytte			
Investeringskostnader			0
Byggekost skip	0	0	-83,018
Autonomipakke	-6,226	-12,453	-12,453
Byggekost kai	-20,646	-20,646	-20,646
Ladeløsning	0	0	0
Sum investeringskostnader	-26,872	-33,099	-116,117
Driftskostnader			0
Mannskapskost	53,591	107,182	32,154
RCC leiekost	-22,004	-22,004	-22,004
Energikost	0	0	-6,860
Vedlikehold skip	0	0	-5,359
Vedlikehold kai	-943	-943	-943
Forsikring	0	536	-1,608
Sum Driftskostnader	30,643	84,770	-4,620
Billettinntekter	0	0	0
Sum Operatørnytte	3,771	51,671	-120,737
Samfunnsnytte			
Klimagassutslipp fra ferjesamband	0	0	-175
Netto-nytte (prissatte)			
	3,771	51,671	-60,628
Ikke-prissatte virkninger			
Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	++	+	+
Næringsliv – regionalt og (inter-) nasjonalt	++	++	++
Operasjonell fleksibilitet	0	0	++
Friluftsliv, by- og bygdeliv	0	0	+
Naturmangfold	-	-	-
Reisekomfort- og opplevelse	0	0	0

Dersom dagens 1-skipsløsning videreføres (dvs. frekvens på 30 minutter i rush), og hvor forskjellen er innføring av autonomi, viser tabellen en positiv netto nytte i favør autonom versjon (ca. 3,8 mill. kr). Dette skyldes hovedsakelige en reduksjon i mannskapskost for det autonome skipet, og hvor reduksjonen i sum er større enn den samlede økningen i investerings- og driftskostnader (f.eks. Autonomipakke, byggekost kai og RCC leiekost). For ikke-prissatte virkninger er resultatene totalt sett i favør autonom løsning, hvor et betydelig bidrag er knyttet til effekter på næringsliv og redusert risiko ift. fremtidig mangel på kvalifisert mannskap. Samtidig bemerkes det at en autonom løsning kan ha behov for mudring på Langevågssiden for å sikre tilstrekkelig vanddybde for ny flytekai, noe som teller i negativ retning.

Dersom en ønsker å tilby et bedre servicetilbud gjennom å doble frekvensen (dvs. avgang hvert 15. minutt i rush), og en sammenligner 2 konvensjonelle skip mot 2 autonome, blir netto nytte betydelig større i favør autonom løsning (ca. 51,7 mill. kr). Dette skyldes samme forhold som beskrevet over, men at effekten av innsparte mannskapskostnader blir enda større. Ikke-prissatte virkninger gir for denne sammenligningen også et svakt positivt resultat i fordel autonom løsning. Hovedårsaken er knyttet til noe forhøyet risiko for fremtidig mangel på kvalifisert mannskap.

Måler man 0-alternativ mot 2 nye autonome skip, blir derimot netto nytte for autonom løsning negativ (ca. -60,6 mill. kr). Avgjørende faktorer er naturlig nok økt total byggekost for 2 skip, samt behov for å investere i en mer kostbar kai-løsning. I tillegg kommer økte driftsutgifter, hvor den totale belastningen er større enn det positive bidraget fra økt trafikanthytte (pga. økt frekvens), og redusert mannskapskost. En to-skipsløsning bidrar også negativt i form av økt energiforbruk med tilhørende miljøkostnad. Samtidig er bidraget fra ikke-prissatte virkninger betydelig i favør den autonome 2 skips løsningen, og særlig knyttet til redusert risiko for mangel på fremtidig mannskap. I tillegg forventes positiv effekt på næringslivet generelt, bl.a. gjennom å fremstå som nyskapende og innovativ. En 2-skipsløsning er også mer robust mtp. ivaretagelse av tjenesten dersom ett av skipene skulle "falle ut" av f.eks. tekniske årsaker. Den økte frekvensen som en 2-skipsløsning tilbyr er også antatt mer attraktiv fra et brukerperspektiv mtp. økt frekvens.

Ved en følsomhetsanalyse med utgangspunkt i et utvidet rutetilbud, hvor servicetid endres fra dagens 78 timer til 99 timer per uke, viser resultatene for ett-skipsløsningen at netto nytte for autonomt alternativ øker fra 3,8 mill. kr til 12,3 mill. kr (målt mot 0-alternativet). Dette beror hovedsakelig i at mannskapskost for autonom løsning får en mindre økning sammenlignet med 0-alternativet. Når det gjelder sammenligning mellom 0-alternativet og 2 autonome er netto nytte fortsatt negativ, og i sum relativt uendret (ca. -59,8 mill. kr). Dette fordi besparelsen i mannskapskost knyttet til utvidet rutetilbud "spises opp" av økte kostnader knyttet til RCC leiekost, energiforbruk og klimaeffekt.

Bedriftsøkonomisk vurdering

Målt i netto nåverdi (NPV) er ingen av alternativene isolert sett lønnsomme i et bedriftsøkonomisk perspektiv (offentlige subsidier ikke hensyntatt), da billettinntektene ikke er store nok til å dekke kostnader knyttet til investering og drift. Det sagt fremstår en autonom versjon av dagens skipsløsning som det minst kostnadsdrivende (dvs. alternativ 1 – gitt samme rute og frekvens). Også her er mannskapskost utslagsgivende, da det autonome skipet sammenlignet med en konvensjonell operasjonsmodell, oppnår en reduksjon som i sum er større enn økningen knyttet til autonomipakke, byggekost kai og kontrollrom.

På samme måte blir effekten av endringer i mannskapskost fremtredende gitt utvidet åpningstid på ruten. Da med en endring i service tid fra dagens 78 timer per uke (14t hverdag + 8t lørdag), til 99 timer per uke (16t hverdag + 14 t lørdag + 5 søndag). For 0-alternativet påvirker dette hovedsakelig mannskapskost og energikost, mens de autonome alternativene også får en endring i RCC leiekost. For 0-alternativet innebærer dette en total kostnadsøkning på totalt 25,6 mill. kr, hvor mannskapskost og energikost utgjør henholdsvis 20,3 og 5,4 mill. kr. En 1-skips autonom løsning vil til sammenligning oppleve en total kostnadsøkning på 17,1 mill. kr, hvor økningen i mannskapskost, RCC leiekost og energikost er henholdsvis 5,8 mill. kr., 5,9 mill. kr og 5,3 mill. kr. Sammenlignet med 0-alternativet representerer dette en kostnadsmessig besparelse på

ca. 8,5 mill. kr. I et scenario med utvidet rutetilbud der man antar at leiekostnad for RCC holdes uendret, øker den økonomiske besparelsen ved autonom operasjon til 14,5 mill. kr for hele analyseperioden.

Ved videreføring av dagens åpningstid på ruten, men med doblet frekvens som (som vil kreve en 2-skipsløsning), vil investeringskostnader sammenlignet med 0-alternativet øke med ca. 116 mill. kr. Dvs. fra ca. 110,4 mill. kr til ca. 226,5 mill. kr. Samtidig bemerkes det at driftskostnader kun blir marginalt større for 2-skipsløsningen, som sammenlignet med 0-alternativet får en økning på 4,6 mill. kr.

Ved å sammenligne 0-alt mot Alt 1 og Alt 2 mot Alt 3 viser Tabell 3 at autonomi isolert sett ser ut til å gi kostnadsmessige besparelser for en operatør, men fortsatt er det utgifter som må dekkes inn gjennom subsidier og evt. en endring i billettpris både for 1 skips og 2 skips løsningene.

Tabell 3: Bedriftsøkonomisk analyse for brukercase Ålesund (total NPV, tall i tusen 2023 kroner)

Investeringskostnader/ Alternativ¹	0-alt	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Byggekost skip	-83,018	-83,018	-166,037	-166,037
Autonomipakke	0	-6,226	0	-12,453
Byggekost kai	-5,162	-25,808	-5,162	-25,808
Ladeløsning	-22,164	-22,164	-22,164	-22,164
SUM	-110,344	-137,216	-193,362	-226,461
Driftskostnader/Alternativ	0-alt	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Mannskapskost	-75,027	-21,436	-150,054	-42,873
RCC leiekost	0	-22,004	0	-22,004
Energikost	-19,989	-19,989	-26,849	-26,849
Vedlikehold skip	-16,077	-16,077	-21,436	-21,436
Vedlikehold kai	-129	-1,072	-129	-1,072
Forsikring	-2,144	-2,144	-4,287	-3,751
Sum driftskostnader	-113,366	-82,723	-202,755	-117,985
Billettinntekter	62,174	62,174	62,174	62,174
SUM Total	-161,535	-157,765	-333,943	-282,272

¹ Alternativ 1 (1-skip à 147 pax auton.), Alternativ 2 (2 skip à 99 pax konv.), Alternativ 3 (2-skip à 99 pax auton.)

Kristiansund

Null-alternativ for Kristiansund består av diesel-dreven ferge med maks kapasitet på 70 personer (Sundbåt) med fem anløpspunkt i Kristiansund havnebasseng. Som visualisert i Figur 1 består nytt alternativ for Kristiansund av Sundbåten som følger ringruten anvist med stiplet linje, samt etablering av en ny autonom batteri-dreven pendelferge som vil trafikere anløpspunktene Kirkelandet og Nordlandet (punkt 1 og 3 anvist heltrukket rød linje). På den måten kommer pendelfergen inn i det alternative konseptet som et supplement til Sundbåten. Anløpene med pendelferge er planlagt med dobbel frekvens sammenlignet med dagens tilbud på den strekningen. Autonom drift muliggjør lavere bemanning og lengre operasjonstid gjennom dagen.



Figur 1: Nytt alternativ Kristiansund.

Tabell 4 nedenfor presenterer resultatene av kostnytte analysen for Kristiansund. Samfunnsøkonomiske virkninger er gruppert i samme kategorier som for Ålesund caset. Basisåret er satt til 2023. Kalkulasjonsrente er forutsatt på 4 %. Det er lagt til grunn en årlig prisvekst på ca. 2 %. Analyseperioden er antatt til 15 år med investeringene fra første år 2025 for pendelfergen. For null-alternativet antas videreføring av dagens skip med byggeår 2005 og levetid på 30 år, som fører til behov for reinvestering i 2035. Kostnader og billettinntekter er neddiskontert til netto nåverdi, restverdi på investeringer ved analyseperiodens slutt er tatt med.

Tabell 4: Samfunnsøkonomisk kost-nytte Kristiansund, målt mot 0-alternativ (tusen 2023 kr).

Ny Alternativ	
Sundbåten + Pendelferge, målt mot Sundbåten	
Trafikantnytte	
Sum for eksisterende passasjerer	33,763
Operatørnytte	
Investeringskostnader	
Byggekost skip	-13,283
Autonomipakke	-4,068
Byggekost kai	-4,721
Ladeløsning	-2,345
Sum investeringskostnader	-24,417
Driftskostnader	
Mannskapskost	-19,132
RCC leiekost	-22,004
Energikost	-1,501
Vedlikehold skip	-3,751
Vedlikehold kai	-1,929
Forsikring	-750
Annet	-3,537
Sum Driftskostnader	-52,605
Driftsinntekter	0
Sum Operatørnytte	-77,022
Samfunnsnytte	
Endring i Miljø og skadekostnader	-39
Netto-nytte (prissatte)	-43,297
Ikke-prissatte virkninger	
Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	0
Næringsliv – regionalt og (inter-) nasjonalt	++
Operasjonell fleksibilitet	+
Friluftsliv, by- og bygdeliv	++
Naturmangfold	0
Reisekomfort- og opplevelse	0

En realisering av pendelfergen, i tillegg til driften av Sundbåten for å gi et forbedret servicetilbud gir totalt sett en negativ netto nytte (-43,3 mill. kr). Dette skyldes hovedsakelig økte investeringskostnader og driftsutgifter knyttet til pendelfergen, samt en svak økning i miljø og skadekostnader i form av økt energiforbruk, og som i sum overgår trafikantnyttens av det forbedrede servicetilbudet. Trafikantnyttens er beregnet til å være 33,7 mill. kr, noe som hovedsakelig skyldes en økning i frekvens samt redusert reisetid på strekningen Nordlandet – Kirkelandet. Det bemerkes også at inntekter i form av manglende

billettinntekter ikke er hensyntatt i beregningene, ettersom både Sundbåt og pendelferge er antatt driftet med 0-takst jfr. dagens praksis.

Av ikke-prissatte virkninger er verdien "0" satt for tilgang på arbeidskraft, ettersom realisering av nytt alternativ reelt sett representerer en økning i mannskapsbehov. Samtidig er det rimelig å anta at risikoen for mangel på kvalifisert mannskap reduseres noe gjennom samarbeid med Kristiansund Sundbåtvesen. Effekten på lokalt og regionalt næringsliv antas svært positiv, og av samme størrelse som for Ålesund (++) . Herunder også økt turisme. Når det gjelder operasjonell fleksibilitet antas den som noe bedre enn 0-alternativet, men da hovedsakelig for strekningen Nordlandet – Kirkelandet. Dette fordi Sundbåten kan erstatte pendelfergen, men ikke motsatt. I tillegg, når begge skip er i operasjon står også Sundbåten friere til å utforske ytterligere nye rutestrukturer. Det er også viktig å fremheve at ny alternativ legger til grunn økt åpningstid for pendelfergen, noe som antas positivt for innbyggernes bruk av byrom (f.eks. restauranter, kulturhus, kino, etc.), samt campus på Devold-brygga. Når det gjelder generell bedring av reisekomfort er denne antatt å være mer positiv for Pendelferge (est. 54 db) sammenlignet med Sundbåten (est. 65 db)², og dermed gi en mer behagelig reise.

Bedriftsøkonomisk vurdering

Tilsvarende som for Ålesund er heller ingen av alternativene for Kristiansund vurdert som bedriftsøkonomiske lønnsomme uten offentlige subsidier. Rent økonomisk vil innføring av pendelfergen gi en økning i utgifter som beskrevet i Tabell 5, hvor de utførte beregningene belyser total NPV for samtlige av alternativene. Ettersom dagens praksis med nulltakst er antatt videreført også for pendelfergen, er eventuelle billettinntekter heller ikke inkludert ifm. realisering av nytt alternativ. En realisering av ny alternativ løsning representerer derfor en total merkostnad på ca. 77 mill. kr. Dette er kostnader som må dekkes inn via økte subsidier til Kristiansund Sundbåtvesen, evt. også i kombinasjon med gjeninnføring av billettinntekter.

² Estimert knyttet til måling av støy for Kristiansund er basert på faktiske målinger i salong fra representative fartøy.

Tabell 5: Bedriftsøkonomisk analyse for brukercase Kristiansund (total NPV, tall i tusen 2023 kroner)

Investeringskostnader/ Alternativ	0-alt	Pendelferge	Ny Alternativ (Sundbåt + Pendelferge)
Byggekost skip	-5,345	-13,283	-18,628
Autonomipakke	0	-4,068	-4,068
Byggekost kai	-5,036	-4,721	-9,757
Ladeløsning	0	-2,345	-2,345
Sum investeringskostnader	-10,381	-24,417	-34,798
Driftskostnader/ Alternativ	0-alt	Pendelferge	Ny Alternativ (Sundbåt + Pendelferge)
Mannskapskost	-37,353	-19,132	-56,485
RCC kost	0	-22,004	-22,004
Energikost	-4,019	-1,501	-5,520
Vedlikehold skip	-5,091	-3,751	-8,842
Vedlikehold kai	-214	-1,929	-2,144
Forsikring	-965	-750	-1,715
Annet	-3,537	-3,537	-7,074
Sum driftskostnader	-51,179	-52,605	-103,784
Billettinntekter	0	0	0
SUM Total	-61,560	-77,022	-138,582

Som tabell 5 over viser er investeringskostnaden en del høyere for pendelferge sammenlignet med Sundbåten. Dette beror hovedsakelig i at Sundbåten langt på vei er avskrevet, samtidig som det ligger inne behov for re-investering i ny Sundbåt etter år 10, slik at en ny Sundbåt er i drift de siste 5 årene av analysens varighet.

Dersom man kun ser på driftskostnader, viser samme tabell at pendelfergen er rimeligere i drift for alle kostnadsposter – foruten RCC leiekost og vedlikehold kai. Ettersom RCC leiekostnad utgjør hele 42 % av driftskostnadene vil det være spesielt viktig for Kristiansund caset å etablere en best mulig forretningsmodell som f.eks. deler kostnader mellom flere regioner for å skape et godt businesscase. F.eks. gitt en reduksjon i RCC leiekost på respektive 25 prosent og 50 prosent, reduseres de totale driftsutgiftene til henholdsvis 47,1 mill. kr og 41,6 mill. kr.

Videre, dersom en utvider rutetilbudet per døgn slik at begge skip seiler likt antall timer per uke (dvs. kl. 08-23, dvs. 16 timer man-lør.), vil Sundbåten få en økning i driftsutgifter på 24,8 mill. kr, mens pendelfergen får en økning på 9,8 mill. kr som viser at autonome løsninger kan skalere bedre enn konvensjonelle (mer robust og fleksibel).

Vurdering av alternativer og overordnet tilrådning

Vurdering av ulike alternativer og overordnet tilrådning for en evt. videreføring av prosjektet er knyttet til både det økonomiske- og nyttemessige, men også til teknologiske forhold (dvs. antatt utvikling innen skips-autonomi).

I et rent netto nytte perspektiv fremstår det som mest hensiktsmessig å realisere brukercase Ålesund, og da med ett autonomt skip til fordel for 0-alternativet (3,8 mill. kr). Dette fordi de økonomiske besparelsene ved innføring av autonomi utkonkurrerer den konvensjonelle driftsmodellen knyttet til 0-alternativet. Den autonome ett-skipsløsningen er også antatt bedre mtp. de ikke-prissatte virkningene (Tabell 2). Sammenlignet med brukercase Kristiansund er Ålesund også et bedre alternativ, da netto nytte for nytt alternativ Kristiansund er minus 43,3 mill. Rent bedriftsøkonomisk er derimot Kristiansund å foretrekke, da nytt alternativ er mindre kostnadsdrivende sammenlignet med Ålesund alternativ 1 (se Tabell 4 og Tabell 5).

Det sagt utfordres de økonomiske vurderingene av det teknologiske mulighetsrommet. Som belyst i flere av prosjektets øvrige rapporter (bl.a. L2.2, L2.4, L3.1 og L4.2), er status innen teknologisk utvikling, og det regelverk som legges til grunn for godkjenning av nye og alternative løsninger, svært førende mtp. hvilke av de alternativene som ansees å være nærmest realisering i tid. Og ser man mot lignende industri-initiativ, både innen gods og passasjer (f.eks. Yara Birkeland, ASKO, Zeam i Stockholm, Zeabuz, Hyke, m.fl.), deler de alle noen få men sentrale fellesnevnerne:

- Skipet seiler med sakte fart (5-8 knop).
- Seilas foregår i skjermet farvann eller nært land.
- I en innledende fase utføres seilas over relativt korte avstander.

Poenget med skipets seilingshastighet fremheves også i prosjektrapport L2.1, hvor det bemerkes at nettopp *"en av hovedutfordringene ... knyttet til realisering av autonom drift av hurtiggående fartøy er derimot hastigheten i seg selv,.... Dette fordi sikkerhetsmarginene mellom beslutning og resultat av beslutning blir mindre som følge av den høye hastigheten, noe som krever enda mer spissede og verifiserte systemer sammenlignet med f.eks. pendelfergen"* (Borgen, et al., 2021, s. 10). I så måte fremstår realisering av en mer saktegående skipsløsning som teknologisk sett "enklere" sammenlignet med et hurtiggående fartøy, hvor også seilingsdistansen er kortere og foregår i mer skjermede farvann. Dette fordi det fortsatt eksisterer vesentlige behov for forskning og industriell utvikling tilknyttet løsninger for sikker og effektiv navigasjon og manøvrering – kai til kai – men også for ivaretagelse av et nødvendig sikkerhetsnivå for passasjerer om bord og for det omkringliggende miljø. Behov som man først vil måtte dekke for saktegående fartøy før en kan ta steget over til mer hurtiggående skip (Holte & Wennersberg, 2021).

Videre, som en generell tilrådning viser analysene at innføring av autonomi fremstår som en sentral komponent for utvikling av fremtidige samfunnsøkonomisk lønnsomme kollektivtjenester. Dette bl.a. fordi de ser ut til å skalere godt mtp. frekvens og utvidet rutetilbud, og dermed totalt sett som et interessant spor å forfølge.

Samtidig er status og forventet teknologisk utvikling svært førende for hva som kan realiseres – og når. Anbefalingen vår vil derfor være å realisere pendelfergen i Kristiansund først, til tross for at Ålesund i et netto nytte perspektiv fremstår som et bedre alternativ.

Som dokumentert i prosjektrapport L2.2 bør en eventuell realisering av pendelfergen innledes med en "læringsfase" før en kan forvente realisering av autonom operasjon. En slik tilnærming vil gjøre det mulig å bygge nødvendig erfaringsbasert kunnskap, som på sikt også kan overføres til mer hurtiggående fartøy (Holte og Wennersberg, 2021). Det er også slik at de ikke-prissatte virkningene tilknyttet brukercase Kristiansund også er fordelaktige, samt at Sundbåten kan vise til en svært positiv utvikling i passasjergrunnlaget gjennom de siste årene. Brukercaset har også et betydelig inntekstpotensial gitt innføring av billettpris. Nivå på sistnevnte må derimot analyseres nøye, slik at det ikke settes for høyt, og dermed står i fare for å ha en negativ effekt på passasjergrunnlaget. Det bemerkes også at ved realisering av kun ett av brukercasene, må leiekostnad for RCC tjenesten vurderes på nytt, da beregninger utført i denne rapporten legger til grunn en deling av denne.

1 Innledning

I dette kapittelet presenteres prosjektbakgrunn, formål og omfang av analysene, samt sentrale forutsetninger og rapportens oppbygging.

1.1 Prosjektbakgrunn

Som beskrevet i prosjektets hovedplan ble Møre og Romsdal fylkeskommune som en av fem fylkeskommuner premiert i Samferdselsdepartementets konkurranse "Smartere transport i Norge", hvor hovedmålet er å: "Gjennomføre en mulighetsstudie for et helt nytt og banebrytende konsept for sømløs persontransport basert på autonome, sjøverts transportløsninger".

Tabell 6: Smartere transport – arbeidspakkestruktur.

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

Med utgangspunkt i øvrig arbeid utført av prosjektet og særlig i WP2 og WP3 (Tabell 6), er hovedfokus for denne rapporten gjennomføring av en tilhørende overordnet samfunnsøkonomisk kost-nytte analyse ved innføring av en alternativ autonom løsning for sjøbasert kollektivtransport. Prosjektets to brukercase for henholdsvis Ålesund (Langevågsbåten) og Kristiansund (Pendelferge) danner grunnlaget for analysene.

1.2 Formål og omfang av analysene

Analysens formål er å studere samfunnsøkonomiske effekter ved innføring av autonome ferger for passasjertransport på eksisterende enkeltstrekninger for Ålesund og Kristiansund. Hovedfokus er på enkeltstrekningene som trafikkeres av båtene, med tilhørende teknologi, relevant infrastruktur, samt kobling mot øvrig transportsystem. En omlegging av kollektiv-systemet er dermed ikke hensyntatt.

Ålesund brukercase analyseres med utgangspunkt i effekten av doblet frekvens, samt tilleggseffekten av å introdusere autonomi. For Kristiansund analyseres effekten av å introdusere ei ny autonom pendelferge som et supplement til den allerede eksisterende Sundbåten, hvor et viktig bidrag er dobling av frekvens mellom to av de mest trafikkerte anløpspunktene til dagens Sundbåt.

1.3 Forutsetninger

Sentrale kilder og veiledere benyttet som grunnlag for gjennomføring av analysene er DFØ sin veileder i samfunnsøkonomisk analyse (2023), samt Statens vegvesen sin Håndbok for Konsekvensanalyser - v712 (2021). Herunder både metoder og relevante referanseverdier. I tillegg er resultatene som dokumentert i prosjektrapport L1.4 også lagt til grunn for arbeidet, hvor informasjon knyttet til passasjergrunnlag, rute og anløpspunkter er vektlagt (Frøyen, 2021). Føringer som definert i Finansdepartementets rundskriv R109/2021, er også hensyntatt i vurderinger av prissatte og ikke-prissatte virkninger (2021).

Ettersom fokus er rettet mot enkeltstrekninger med tilhørende infrastruktur, samt at det ikke finnes noen oppdatert reisevaneundersøkelse for regionen, er ingen av de etablerte transportmodellene lagt til grunn for arbeidet. Det sagt, EFFEKT-modellen kunne ha vært benyttet, men i tillegg til manglende reisevaneundersøkelse er dette er modell som hovedsakelig er utviklet for veibasert transport (SVV, 2015). På samme måte er Kystverket sin modell FRAM3 heller ikke ansett som optimal (Kystverket, 2020), da denne har et fokus på utbedringer knyttet til farledstiltak, samt overføringer mellom ulike typer skip, ruter, men også valg av ruter.

Med tanke på spesifikke forutsetninger presenteres disse ifm. respektive kapitler og del-kapitler, mens de av mer generell karakter er gitt nedenfor:

Kostnader

- Kostnadstall relatert til skip med tilhørende utrustning (f.eks. energisystem og autonomipakke), samt kai med nødvendig infrastruktur (f.eks. ladeløsning inkl. anleggsbidrag) er innhentet fra relevante industriaktører (f.eks. rederi og utstyrsleverandører).
- Kostnad vedr. RCC-tjeneste er innhentet av prosjektet fra aktuell tjenesteleverandør, og kostnaden antas likt fordelt på de to bruker-casene.
- Kostnader tilknyttet teknologiutvikling, inkl. nødvendige test-perioder for godkjenning og validering, hensyntas ikke. Det antas at teknologien er moden og tilgjengelig på markedet.
- Finansieringseffekter er ikke hensyntatt i beregningen, og skattefinansieringskostnad er derfor ikke beregnet.

Trafikkantgrunnlag

- Trafikkanalyser baseres på nåværende passasjertall innhentet fra Møre & Romsdal fylkeskommune og Kristiansund Kommunale Sundbåtvesen. I tillegg er vekstprognoser fra kommunene innhentet fra Statistisk sentralbyrå for å belyse fremtidig utvikling (ssb, 2023). Vekstprognoser for Ålesund er +30% for perioden 2018-2050, og for Kristiansund +8% fra 2016 til 2038 (Kristiansund kommune, 2019).
- Overført og nyskapt trafikk er ikke beregnet grunnet manglende grunnlagsdata og oppdatert reisevaneundersøkelse for området, men også fordi det er forventet liten endring av reisevaner på det omkringliggende transportsystemet. I tillegg er det vurdert at en dobling av frekvens på tjenesten ikke kan ventes å bidra med noen positiv effekt i denne retning (Frøyen, 2021). Det sagt er det rimelig å anta at innføring av autonomi kunne bidra til at man enklere kan legge om tjenestetilbudet for å oppnå et økt servicenivå.

- Som avdekket gjennom spørreundersøkelse forventes det ikke at innføring av autonomi vil ha noen negativ effekt knyttet til endring i brukeradferd eller reisendes tillit til tjenesten (ref. L1.2, Kleppe, et al., 2019).

1.4 Rapportens struktur

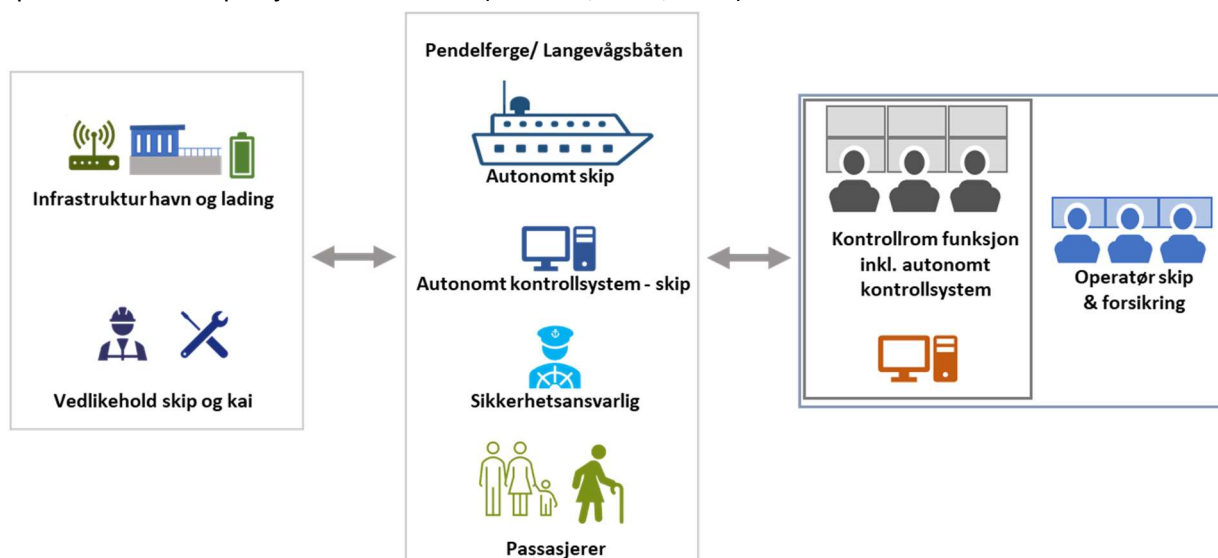
Kapittel 2 introduserer komponenter ved autonom fergedrift og forutsetninger det medfører for analysene. Kapittel 3 presenterer brukercase og referanse (null-) alternativet og nye alternativene som skal sammenlignes i kost-nytte analysene. Kapittel 4 gir en oversikt over passasjergrunnlaget for begge case og framgangsmåten i analysene. Kapittel 5 gir en gjennomgang av investerings- og driftskostnader lagt til grunn i samfunnsøkonomiske analysene. Kapittel 6 gir en oversikt over vurderte effekter, både prissatte og ikke-prissatte, og utregningsgrunnlaget for prissatte. Kapittel 7 presenterer kost-nytte analyser for begge brukercase ved henholdsvis Kristiansund og Ålesund. Viktige risikofaktorer er vurdert i sensitivitetsanalyser.

2 Autonom ferge drift

For å gjøre analyser omkring hvordan autonomi kan anvendes til fordel for utvikling av fremtidsrettede transportløsninger, er det nødvendig å gi en tydelig beskrivelse av de ulike komponentene en slik løsning består av. Dette kapittelet gir derfor en kort beskrivelse av de ulike komponentene, hva anvendelse av autonomien innebærer for selve kostnadsbildet, samt antagelser omkring teknologisk modenhet og muligheter for overføring til andre geografiske områder.

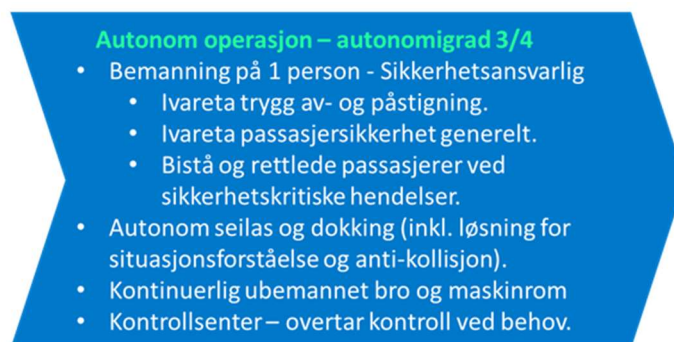
2.1 Komponenter i et autonomt skipssystem

Det autonome skipssystemet som utgjør selve grunnlaget for analysen er skissert i Figur 2. Den består av selve skipskonseptet (energi- og fremdriftssystem, automasjonspakke), kaianlegg og løsning for energitilførsel fra landsiden, kontrollrom (RCC) på land, og bemanning om bord og på land. Som tidligere rapporter utarbeidet av prosjektet tar denne også utgangspunkt i beskrivelsen av et autonomt skipssystem som presentert av EU prosjektet AUTOSHIP (Rødseth, et al., 2020).



Figur 2: Det autonome skipssystemet.

Autonom operasjon av passasjerferger vurdert i dette prosjektet er beskrevet i Figur 3 under, hvor referansen til autonomigrad 3-4, (ubemannet bro – men med sikkerhetsbemanning om bord), henviser til Sjøfartsdirektoratets rundskriv (Sjøfartsdirektoratet, 2020).



Figur 3: Autonom operasjon: oversikt for autonomigrad 3/4.

En mer inngående beskrivelse av anbefalt tilnærming og realistisk grad av autonomi er presentert i prosjektrapport L2.2 (Holte og Wennersberg, 2021), og aktuelle skipskonsept er gjengitt i prosjektrapport L2.1 (Borgen, et al., 2022). Forslag til energi- og fremdriftssystem avgrenset til skipskonseptene er beskrevet i L2.3 (Stenersen, 2022), mens en beskrivelse av nødvendig kontrollromstjeneste for begge brukercase, inkludert kobling mot nødvendig beredskapstjeneste, er gitt i prosjektrapport L3.1 – Landbasert kontrollrom (Wennersberg og Holte, 2022). Aktuelle løsningskonsept for automatisk og sikker dokking og passasjerhåndtering er utredet i prosjektrapport L2.4/3.2, sammen med en beskrivelse av nødvendig infrastruktur på landsiden for lading av batterier som nullutslipps energikilde (Pobitzer, et al., 2022). Samtlige av rapportene er tilgjengelig på Møre og Romsdal fylkeskommune sine nettsider under fanen "Prosjekta våre"³.

En mer detaljert beskrivelse av den totale transportløsningen bestående av skip og tilhørende infrastruktur er gjengitt i vedlegg B.1 og B.2, hvor noen hovedpunkter er som følger:

- Løsninger for autonom navigasjon og manøvrering fra kai-til-kai forutsettes verifisert og myndighetsgodkjent, hvor manuell inngripen er behovsprøvd og mulig fra kontrollrom (f.eks. ved behov for å overstyre skipets autonome navigasjonssystem)
- Bemanning om bord er representert ved sikkerhetsansvarlig, med hovedoppgave om å sikre effektiv og trygg passasjerlogistikk ved normal operasjon, samt ivareta passasjerenes sikkerhet.
- Løsning for kontrollrom er realiserbar og geografisk uavhengig av skipsoperasjon, noe som betyr at kontrollrom gjerne kan ligge i f.eks. Bergen eller Stavanger.
- Investering i løsning for dokking og ombordstigning vektlegger særlig skjerming mot bølger og vind for minimering av skipsbevegelser. Dette i tillegg til at en flytekai vil være fordelaktig for håndtering av tidevannsforskjeller, samt gjøre dokking og av- og påstigning enklere. Følgende forskjeller er gjeldene for Ålesund og Kristiansund:
 - For Ålesund muliggjør en «T»-formet kai-løsning samtidig bruk av baug og skips-side for på- og avstigning (på begge sider), noe som bidrar til å øke effektiviteten under av- og påstigning av passasjerer (dvs. potensielt raskere snutid i havn). Til gjengjeld er denne type kai mer plasskrevende og kostbar enn løsningsforslaget lagt til grunn for 0-alternativet (Figur 4). Den kan også betjene to skip samtidig.
 - Løsning for dokking og ombordstigning for Kristiansund vektlegger særlig skjerming mot bølger og vind for minimering av skipsbevegelser. Dette innebærer bl.a. en flytende «hestesko»-utforming («C»-form) slik at skipet "låses" fra begge sider, samt at baugen "låses" fast med en mekanisk løsning.

³ <https://mrfylke.no/om-oss/prosjekta-vaare/smartare-transport>



Figur 4: Konseptuelle løsningsforslag for flytekai i «T» form for Ålesund, og «C» form for Kristiansund

2.2 Forutsetninger

Ettersom analysen er basert på resultater fra en mulighetsstudie av autonome sjøbaserte løsninger for passasjertransport (dvs. prosjektets øvrige rapporter), gjøres følgende forutsetninger gjeldende:

- Den overliggende føringen for analysene er at nødvendige teknologiske løsninger er modne og kommersielt tilgjengelig. Dette forutsetter at teknologi-gap som tidligere identifisert av prosjektet er lukket slik at seilas med sikkerhetsbemanning på en (1) person tillates av myndigheter. Dette er særlig knyttet til utvikling av løsninger som ivaretar passasjersikkerhet på lik linje med dagens transportløsning, samt de som er spesifikt knyttet til lav(u)-bemannet navigasjon og manøvrering.
- Kjente og ukjente kostnader tilknyttet teknologiutvikling, inkl. nødvendige test-perioder for godkjenning og validering, hensyntas ikke. Dette fordi slike utviklingskostnader per i dag er ukjente og dermed svært utfordrende å estimere. Videre er det en vanskelig avveining å avdekke hvor mye av en gitt utviklingskostnad som rettmessig skal kunne tillegges et spesifikt samband. Dette tatt i betraktning at kostnader knyttet til utvikling av teknologi og løsninger, inkl. de for pilotering, sertifisering og godkjenning, vil ha et bredt markedsmessig anvendelsesområde –nasjonalt og internasjonalt.
- Kostnader knyttet til autonomi-løsningene som legges til grunn i analysene tillegges betydelig usikkerhet, ettersom det ikke er realisert tilsvarende transportløsninger – hverken nasjonalt eller internasjonalt.
- Kostnad vedrørende kontrollrom (RCC)-tjeneste fordeles likt på de to bruker-casene.
- Analysene er utført for operasjon i fartsområde 1⁴, og helt nye vurderinger og analyser må gjøres dersom en skal se på muligheter for trafikk i fartsområde 2 og over.

⁴ Referansen "Fartsområde" henviser til hvilke miljøkrefter en kan forvente i et spesifikt område, og som dermed setter ulike krav til bl.a. skipets sjødyktighet. Fartsområde 1 er definert som "...indre deler av fjorder og annet norsk farvann hvor det som regel kan regnes med smult farvann". Altså ingen referanse til skipets hastighet, men heller ulike værforhold som kan forventes. Følgelig også krav til bemanning, sikkerhetsutstyr om bord, etc. (Forskrift om fartsområder, 2022).

3 Case og beskrivelse av alternativene

I dette kapittelet beskrives 0-alternativene og de alternative løsningsforslagene som legges til grunn for analysene.

3.1 Ålesund

3.1.1 Null-alternativet

Analysen gjelder kollektivtilbudet med hurtigbåt på sambandet Ålesund – Langevåg som i dag opereres av Boreal Sjø AS på kontrakt med Møre og Romsdal fylkeskommune. Sambandet er illustrert med rød strek i **Error! Reference source not found.** under. Rutetider i dagens tilbud antas videreført, noe som innebærer følgende (se vedlegg A for komplett rutetabell):

- Ukedager med avgang hvert 30. minutt fra Langevåg, med første avgang hver ukedag kl. 06:30, og siste avgang fra Ålesund kl. 20:15. Avgang hvert 60. minutt mellom kl. 10:00 og 14:00.
- Lørdager med avgang hvert 60. minutt fra Langevåg, med første avgang kl. 09:30, og siste avgang fra Ålesund kl. 17:15.
- Totalt antall avganger per ukedag er 42 mot 18 på lørdager.
- På søndager, høytidsdager og bevegelige helligdager er ruten innstilt.



Figur 5: Ålesund – Langevåg fergestrekning.

Det er politisk bestemt at fylkeskommunen vil innføre krav om null-utslipp ved kommende hurtigbåtanbud i 2024, noe som følgelig også må legges til grunn for 0-alternativ Ålesund. Dermed fremstår 0-alternativet ikke som en ren videreføring av dagens løsning, men en "oppgradert versjon" med overgang fra dagens diesel-mekaniske løsning til et batteri-elektrisk fremdrifts- og energisystem. Som beskrevet i prosjektrapport L2.3 (Stenersen, 2022) legges det til grunn propulsjonsmotorer på 2x500kW, og en foreslått batteripakke på 600 kWh. Klimasatsprosjektet har vurdert ladestrategi for konseptet, og med utgangspunkt i en definert hjemmehavn vil det være mulig å drifte båten med en ladning per rundtur. Infrastruktur for lading er tiltenkt etablert ved anløpspunkt Ålesund, hvor ladning gjennomføres per rundtur med en ladeeffekt på 1150 kW (LMG Marin, 2021). Øvrige skipsdetaljer og informasjon om seilingsrute er gjengitt nedenfor:

- Passasjerkapasitet: 148 pax
- Fremdriftssystem: Batteri-elektrisk
- Seilingsdistanse: 3,8 km
- Estimert seilingstid: 10 minutter
- Støy i salong: 60 dB (industriestimat)



Foto: Br. Aa

- Bemanning: 3 personer og 2 skift

Som resultat av batteri-elektrisk fremdriftsløsning med tilhørende ladeløsning, har prosjektet lagt til grunn etablering av en ny og oppgradert flyte-kai. Sistnevnte er klargjort for integrasjon av nødvendig ladeinfrastruktur (bl.a. teknisk kjeller-rom i tilknytning til flytekai).

3.1.2 Alternative løsninger

Økt frekvens er identifisert som en av flere viktige komponenter for å lykkes med kollektivtransport (Kjørstad, et al., 2020), noe som også antas relevant for dette prosjektet gitt de nye alternativene som legges til grunn for analysene. For å gjøre rettferdige sammenligninger mellom likestilte løsningsforslag i form av frekvens, samt analysere effekten av å innføre autonomi, gjøres følgende sammenligninger:

- Opprettholde dagens frekvens – konvensjonell vs. autonom operasjon.
- Doblet frekvens – konvensjonell vs. autonom operasjon.

Utgangspunktet for de nye alternativene er at eksisterende rute og rutetabell videreføres, dvs. at åpningstid på ruten holdes likt sammenlignet med 0-alternativ. Med tanke på ulike muligheter for å realisere null-utslipp er batteri-elektrisk fremdrift ansett som det mest hensiktsmessige løsningen for samtlige av alternativene (LMG Marin, 2021; Stenersen, 2022).

Ettersom dagens rute er beskrevet som en pendlerrute, er omfattende analyser av alternative oppsett for fergesambandet mtp. frekvens, antall fartøy og passasjerkapasitet allerede utført og dokumentert i prosjektrapport L2.1 (Borgen, et al, 2022). Mtp. passasjerkapasitet for de ulike alternativene, ansees en ett-skips løsning med 147 pax kapasitet som tilstrekkelig for sambandet de nærmeste år (frem mot 2030), og dermed som en meget aktuell løsning. Samtidig er det rimelig å anta at det mest fremtidsrettede og attraktive alternativet fra et brukerperspektiv vil være en 2-skips løsning, som i form av hyppigere frekvens generelt sett vil styrke attraktiviteten til transporttjenesten (Kjørstad, et al., 2020). En slik løsning vil trolig også være mer fleksibel dersom ett av skipene må tas ut av tjeneste (f.eks. grunnet tekniske problemer). Med det som utgangspunkt har prosjektet definert tre alternative løsningsforslag som legges til grunn for analysene, hvor samtlige inkludert 0-alternativet er oppsummert i Tabell 7.

Tabell 7: Sammenstilling av alternativer som grunnlag for analysene

Alternativ	Beskrivelse
0-alternativ	1 skip à 147 pax, batteri-elektrisk med konvensjonell bemanning.
Alternativ 1	1 skip à 147 pax, batteri-elektrisk og autonomt, med redusert bemanning.
Alternativ 2	2 skip à 99 pax, batteri-elektrisk, med konvensjonell bemanning.
Alternativ 3	2 skip à 99 pax, batteri-elektrisk og autonomt, med redusert bemanning.

Hvordan de ulike alternativene står i forhold til hverandre, sammenlignet med 0-alternativet, belyses i kostnuteanalysen, og de viktigste forskjeller og egenskaper er presentert i Tabell 8.

Når det gjelder innføring av autonomi innebærer det en realisering av autonom seilas med kontinuerlig ubemannet bro og maskinrom, men med en (1) sikkerhetsansvarlig om bord. Sammenlignet med 0-

alternativet og alternativ 2 gir dette mulighet til å redusere bemanningen om bord fra 3 til 1, forutsatt 2 skift. Totalkostnaden knyttet til innføring av kontrollrom er antatt lik for begge alternativene, og dermed satt på grunnlag av rute og ikke antall skip.

3.1.3 Sammenstilling av alternativene

Et av flere viktige formål med analysene er å analysere effekten av økt frekvens på ruten. For å muliggjøre riktige sammenligninger blir de ulike alternativene som tas inn i analysen som følger.

Tabell 8: Ulike egenskaper ved 0-alternativ og alternative løsningsforslag Ålesund (alle tall per skip)

Egenskaper	0-alternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Seilingstid (min)	10			
Frekvens i rush (min)	30	30	15	15
Åpningstid	06.30 – 20.15 (man.-fre.) + 09.30 – 17.15 (lør.)			
Passasjerkapasitet	147	147	99	99
Antall skip	1	1	2	2
Installert effekt (kW)	2 x 500	2 x 500	2 x 500	2 x 400
Batterikap. (kWh)	600	600	600	450
Autonomt (J/N)	Nei	Ja	Nei	Ja
Støy i salong (dB)	60			
Mannskap (# skift)	3 (2)	1 (2)	3 (2)	1 (2)

3.2 Kristiansund

3.2.1 Null-alternativet

Null-alternativ for Kristiansund består av Sundbåten som med sin operasjon i Kristiansund havnebasseng anløper (se Figur 6): Kirkelandet (1), Innlandet (2), Nordlandet (3), Melkvika (4), og Gomalandet (5).

Ruten betjenes hver ukedag med avganger fra Kirkelandet kl. 07:00 til 17:15, samt lørdager mellom 09:20 og 16:45. Søndager er per i dag ikke inkludert i fast rutestruktur gjennom året. I tillegg tilbys et utvidet sesongbasert rutetilbud gjennom sommerhalvåret, og da hovedsakelig i form av utvidet operasjon på kveldstid. Sistnevnte er gjennomført de siste 3 årene, med drift frem til kl. 22:15, og nylig ble også sikret finansiering for drift av kveldsruter i ytterligere to nye år. Kveldsruten betjenes fra og med 14. juni til og med 26. august (KKS, 2023a). Øvrige detaljer om dagens tjeneste:

- Ruten består av en A- og en B-rute som seiles suksessivt.
 - A-rute: 1-2-3-1 (ca. 12 min)
 - B-rute: 1-4-5-1 (ca. 16 min)
- Avgang hvert 30. minutt for hvert stoppested.
- Vil gi direkterute for de som skal fra 3 til 1 og de som skal fra 1 til 4 på jobb på morgenen.
- Seiler rekkefølge 1,3,2, 1 på ettermiddagen for å håndtere ettermiddagsrushet.



Figur 6: Seilingsrute for Sundbåten (Kilde: KKS, 2023a)

Ruten opereres per i dag av MS Angvik (Figur 7), som med en installert motoreffekt på 186 kW og en registrert gjennomsnittsfart på 7 knop, har et daglig drivstofforbruk på ca. 100 liter MGO (Marin Gassolje). Dette er et meget beskjedent årlig forbruk tatt i betraktning antall passasjerer som benytter seg av tjenesten (estimert for 2022 ca. 0,2 liter drivstoff per passasjer fraktet). Ruten drives ved 2 skift med et mannskap på 2 personer per skift. Maksimal passasjerkapasitet er oppgitt til å være 70 pax (KKS, 2022).



Figur 7. M/S Angvik, Sundbåten

Med tanke på mest mulig effektiv løsning for dokking og ombordstigning benytter Sundbåten seg av en flytekai, som også ansees som mest fordelaktig for håndtering av tidevannsforskjeller.

3.2.2 Alternativ løsning

Som visualisert i Figur 8 består nytt alternativ for Kristiansund av Sundbåten (som følger ringruten anvist med stiplet linje), samt etablering av en ny pendelferge som vil trafikere anløpspunktene Kirkelandet og Nordlandet (dvs. punkt 1 og 3 anvist heltrukket rød linje). Dvs. at pendelfergen blir et supplement til Sundbåten.



Figur 8: Nytt alternativ Kristiansund

Ettersom en utfyllende beskrivelse av 0-alternativet er gitt i foregående del-kapittel, er hovedfokus for dette del-kapittelet rettet mot pendelfergen. Pendelfergen er en saktegående autonom passasjerferge (estimert 5-7 knop), og ment som et tilskudd for mer effektiv og brukervennlig passasjertransport mellom Nordlandet og Kirkelandet (sentrum Kristiansund). For å fremstå som en attraktiv løsning er det lagt opp til relativt hyppige avganger med en frekvens på 15 minutter. Selve distansen er på 550 meter og den batteri-elektriske fremdriftsløsningen muliggjør operasjon gjennom hele dagen, med lading kun på nattestid. Sistnevnte innebærer en installert motoreffekt på 2x 125 kW (azimut-truster, en i hver ende), med tilhørende batterikapasitet på 600 kWh⁵. Skissert ladeløsning har en kapasitet på 100 kW. Gjennom å anvende autonomi er det ventet å kunne realisere en reduksjon i bemanningen 2 til 1 person, med opprettholdelse av 2 skift.

Ruten er foreslått betjent hver ukedag med avganger fra Kirkelandet kl. 07:00 til 20:15, samt lørdager mellom 09:00 og 22:00. Søndager er per i dag ikke inkludert i fast rutestruktur gjennom året. Dette gir en fast operasjonstid på 13 timer per dag. Et utvidet rutetilbud er lagt til grunn ettersom etablering av nytt kulturhus i sentrum, samt etablering av Campus Kristiansund ved Devoldholmen, høyst trolig vil medføre en betydelig økning i transportbehovet mellom Kirkelandet og Nordlandet. Et transport- og mobilitetsbehov hvor Pendelfergen kan spille en sentral rolle i å dekke.

3.2.3 Sammenstilling av alternativene

Tabell 9 gir en sammenstilt oversikt over 0-alternativ og nytt alternativ for Kristiansund, hvor de viktigste forskjellene er at nytt alternativ:

- gir en dobling i frekvens på den strekningen hvor flest folk reiser, både morgen og ettermiddag.
- innebærer en utvidet åpningstid for pendelfergen sammenlignet med Sundbåten, samt en økning i totale mannskapsbehovet.

⁵ Kapasitet på foreslåtte batteripakke kan fremstå som noe overdimensjonert, men hovedgrunn er at vekten fra batteripakken vil bidra til en mer retningsstabil skipsløsning (som ikke er så følsom for vindpåvirkning). En kan også klare seg med en rimeligere ladeløsning (Borgen, et al., 2022).

- gir en betydelig kapasitetsøkning på strekningen Nordlandet-Kirkelandet, samt at Sundbåten får større operasjonell fleksibilitet til å utforske ytterligere nye seilingsruter. Sundbåten vil også fungere som et godt reservefartøy dersom pendelfergen må tas midlertidig ut av tjeneste (f.eks. ifm. periodisk verksted-opphold, teknisk feil, etc.). Samtidig vil pendelfergen også ivareta trafikkflyten på den mest travle strekningen dersom Sundbåten blir satt ut av drift.

Tabell 9: Sammenstilling av 0-alternativ og nytt alternativ for Kristiansund

Egenskaper	0-alternativ	Nytt-alternativ	
	Sundbåt	Sundbåt	Pendelferge
Rute (ref. Error! Reference source not found.)	"A+B"	"A+B" minus strekning 1-3	Strekning 1-3
Seilingstid 1-3 (min)	6,5 (snitt)	(seiler ikke 1-3)	5 (snitt)
Frekvens i rushtid (min)	30	30	15
Åpningstid (første/siste avgang)	07.00/17.15 (ukedager)	07.00/17.15 (ukedager)	07:00/20:15 (ukedager)
	09.20/16.45 (lørdager)	09.20/16.45 (lørdager)	09:00/22:00 (lørdager)
Passasjerkapasitet (pax)	70	70	99
Fremdriftsmaskineri	186 kW MGO	186 kW MGO	2x125 kW batteri-el.
Autonomt (J/N)	Nei	Nei	Ja
Mannskap	2 (2 skift)	2 (2 skift)	1 (2 skift)

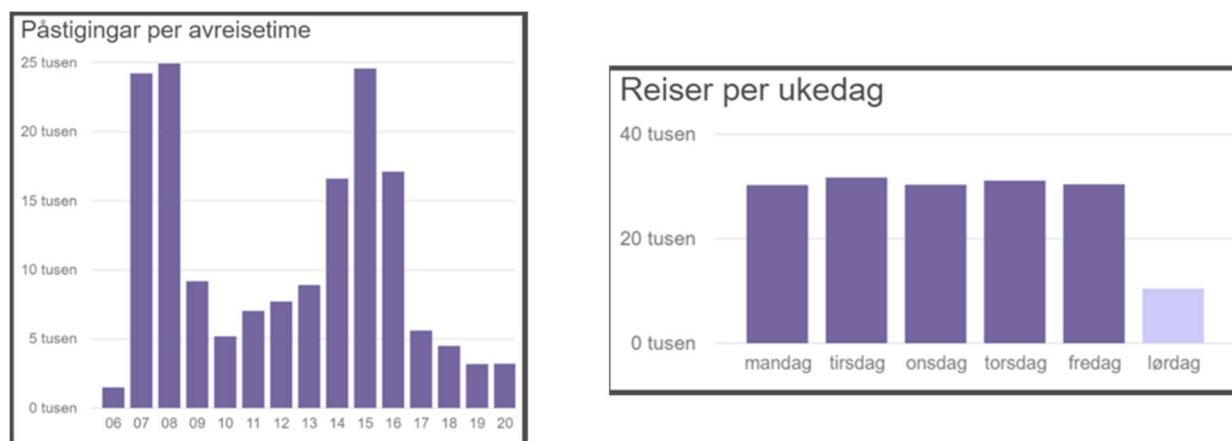
4 Passasjergrunnlag

4.1 Forutsetninger

Passasjergrunnlaget brukt i trafikantnytteberegning og inntekter for operatør er basert på passasjertall innhentet fra Møre & Romsdal fylkeskommune og Kristiansund Kommunale Sundbåtvesen. I tillegg er vekstprognoser fra kommunene innhentet fra Statistisk sentralbyrå for å belyse fremtidig utvikling (SSB, 2023). Overført og nyskapt trafikk er ikke beregnet grunnet manglende grunnlagsdata og oppdatert reisevaneundersøkelse for området. Dessuten er sammenligningsanalyse basert på en spesifikk strekning, uten supplerende tiltak for resten av transportsystemet, og dermed gir ikke nok grunnlag for estimering av overført eller nyskapt trafikk. Brukeradferd og mulig effekt som en autonom tjeneste vil ha på reisendes tillit til tjenesten forventes ikke å være negativ (ref. L1.2, Kleppe, et al., 2019).

4.2 Ålesund

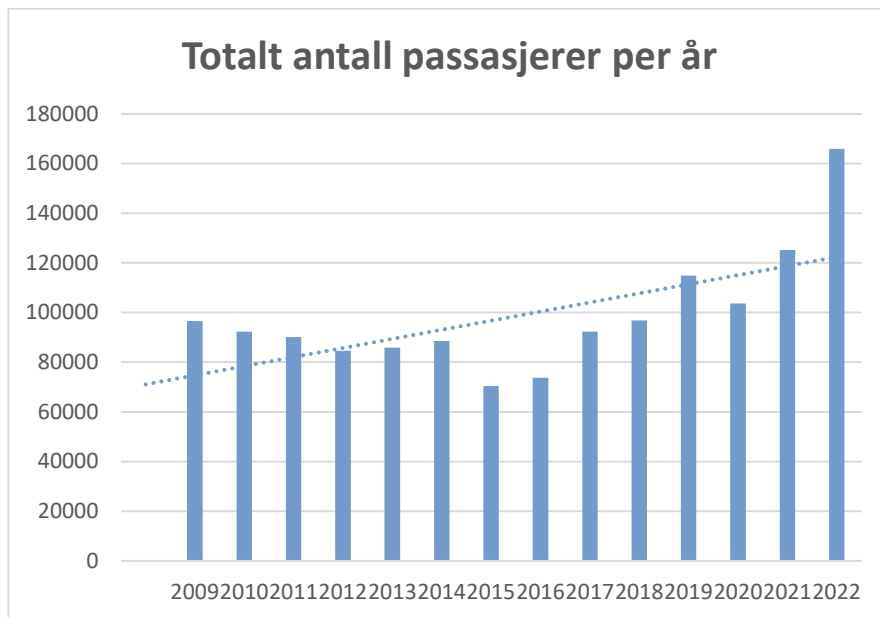
Ruten er av tidligere prosjektrapporter omtalt som en pendlerrute (Borgen, et al., 2022), hvor pågangen av passasjerer er definitivt størst om morgenen og på ettermiddagen (Figur 9). Antall passasjerer er betydelig og i 2019 benyttet i overkant av 164.000 passasjerer seg av tjenesten, noe som gir et snitt på 450 passasjerer per dag (Møre og Romsdal fylkeskommune, 2022). Med utgangspunkt i prognoser for befolkningsvekst mellom 2018 og 2050 (Frøyen 2021), er det antatt en økning på totalt 30 prosent for perioden. Dvs. samme vekstfaktor legges også til grunn for vekst i antall passasjerer. Totalt sett utgjør dette en økning i passasjergrunnlag på ca. 49.200 passasjerer. Ved å fordele denne økningen jevnt over 32 år, gir det en årlig økning på ca. 1.530 passasjerer.



Figur 9: Antall påstigninger per avreisetime a), og b) reiser per ukedag, summert årlig (Kilde: MRFK, 2022)

4.3 Kristiansund

Tall som prosjektet har mottatt direkte fra KKS (2023c), viser at det totale antall passasjertall for 2021 var 125.000, mens tilsvarende tall for 2022 var 165.000. Dette viser en formidabel vekst i passasjergrunnlaget sammenlignet med tall fra tidligere perioder. Særlig dersom man tar utgangspunkt i 2015, hvor årlig antall passasjerer var nærmere 70.000 (Figur 10). Det bemerkes også at siste års økning i passasjertall sammenfaller med at det er gjort tiltak fra kommunalt hold ift. å redusere antall tilgjengelige parkeringsplasser i sentrum, samt innføring av kveldsruter gjennom sommermånedene (KKS, 2023c).

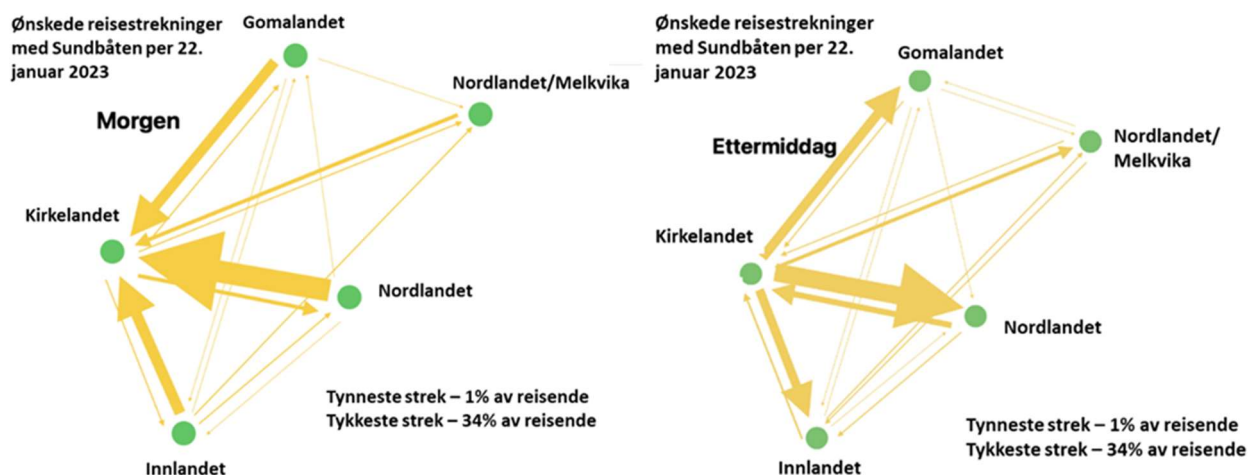


Figur 10: Utvikling i passasjergrunnlag for Sundbåten, 2009-2022 (Kilde: KKS, 2023c)

En viktig bidragsyter til den senere års registrerte passasjervekst er antatt å kunne tillegges innføring av null-takst, altså kostnadsfri reise med Sundbåten. Etter gjennomført prøveprosjekt fra september 2019 og ut 2020, støttet av midler fra Møre og Romsdal fylkeskommune og "Byen som regional motor", ble null-takst bestemt videreført av Kristiansund kommune høsten 2021. I den forbindelse er det også gjennomført undersøkelser for å belyse mulige endringer i reisevaner, endringer i passasjergrunnlag, og om og eventuelt på hvilken måte innbyggerne i Kristiansund opplever økt mobilitet. En av flere viktige funn mtp. før og etter innføring av null-takst er passasjerenes aksept ift. gangtid til-og-fra Sundbåten. Her viser tidligfunn at aksepten for gangtid til-og-fra Sundbåtenes anløpspunkter har økt, fra anslagsvis 5 minutter før 0-takts, til omkring 15 minutter etter 0-takts ble innført (KKS, 2023c).

Når det gjelder passasjerflyt mellom de ulike stoppestedene gir følgende figurer en god indikasjon over passasjerenes preferanser ift. transportbehov (Figur 11), men også en bekreftelse på at sammenkoblingen av Nordlandet og Kirkelandet er en sentral del av tjenesten. Trafikkmålinger viser at cirka 50% av dagens passasjertall går mellom Nordlandet og Kirkelandet (dvs. ca. 82.500), og ca. 30% av antall passasjerer utnyttet kveldsrutene i den perioden hvor de er tilgjengelige (KKS, 2023c).

For anslag knyttet til vekst i passasjergrunnlag er befolkningsvekst for kommunen lagt til grunn. For perioden 2016-2038 er det anslått en vekst fra 24.500 til 26.600 personer (Kristiansund kommune, 2019), noe som tilsvarer en total økning på 8 prosent. flatt fordelt over årene gir dette ca. 90 ekstra innbyggere per år.



Figur 11: Reisepreferanser hos passasjerer – morgen- og ettermiddagstrafikk (KKS, 2023c)

4.4 Brukeradferd og innføring av autonome transporttjenester

I regi av prosjektet har NTNU Ålesund gjennomført en brukerundersøkelse knyttet til innføring av autonomi, hvor nesten 80 prosent av respondentene⁶ knyttet til brukercase Ålesund stilte seg positive til å reise med en slik løsning. Dette gitt at den hadde tilsvarende sikkerhetsnivå som dagens løsning med tilhørende bemanning på 3 personer. Videre anså 73 prosent det som positivt at det var en person til stede om bord med ansvar for passasjersikkerheten, selv om denne ikke var involvert i styring av båten. Dette med sikkerhet har også en sterk påvirkning på om reisende vil velge tjenesten eller ikke (76 prosent), (Kleppe, et al. 2019).

Tilsvarende brukerundersøkelse ble også gjennomført for Kristiansund, riktignok med svært få respondenter (26 personer), og dermed tilhørende usikkerhet knyttet til svarene sammenlignet med Ålesund. Til tross for usikkerheten i datagrunnlaget ble samme faktorer løftet frem som viktige av respondentene, nemlig at sikkerhet fremstår som en avgjørende for å benytte reisemiddelt, samt at det er en økt tilbøyelighet til å reise med autonom kollektiv transportløsning gitt menneskelig nærvær i form av et mannskap (Kleppe, et al. 2019). Det er derfor rimelig å anta at de slutningene en kan gjøre for Ålesund også er overførbare til Kristiansund.

I så måte utmerker begge brukercase seg i positiv retning, da løsningsforslagene forutsetter tilstedeværelse av sikkerhetsbemanning om bord, samtidig som identifiserte teknologi-gap knyttet til løsninger for passasjersikkerhet, navigasjon og manøvrering blir lukket. I tillegg kan en anta at koblingen mot landbasert kontrollrom vil være et ytterligere bidrag inn mot opplevd trygghet.

⁶ Antall respondenter for Ålesund varierte per spørsmål, med et minimum på i overkant av 800.

5 Kostnader

I dette kapitlet presenteres investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader for prosjektets to brukercase.

5.1 Ålesund

5.1.1 Investeringskostnader

Investeringskostnader for samtlige alternativer for Ålesund er angitt i netto nåverdi (NPV), hvor restverdi og behov for re-investering også er hensyntatt. Kostnadsestimater er gitt i 2025 kroner som er også startåret for analysen. Disse er prisjustert med Norges bank sin inflasjonsmål ned til basisåret – som er 2023⁷.

Samtlige av alternativene for Ålesund, inkludert 0-alternativet, er utrustet med batteri-elektrisk propulsjon, mens de autonome alternativene får en tilleggskostnad knytte til autonomipakke, samt en mer kostbar kai-løsning. Estimater vedr. skipets totale investeringskostnad, inkludert batteri-elektrisk fremdriftssystem, er innhentet fra samtaler med relevante verft og aktører innen skipsdesign. Tilsvarende er estimat for autonomipakke, byggekost kai og ladeløsning (inkludert anleggsbidrag), også estimert gjennom samtaler med aktuelle industrileverandører. Videre er følgende forutsetninger lagt til grunn for beregning av investeringskostnader:

- All investering skjer i 2025, og samtlige restverdier beregnes ved analysens sluttår (ingen inflasjonsjustering av kostnadsposter).
- Levetid skip 20 år, rente 4%.
- Levetid autonomipakke 20år, rente 4%.
- Levetid kai 40 år, rente 4%.
- Levetid ladeløsning 10år, rente 7%.

Tabell 10: Investeringskostnader Ålesund, NPV, verdier i tusen 2023-kroner.

Kostnadspost/ Alternativ ⁸	0-alt	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Byggekost skip	-83,018	-83,018	-166,037	-166,037
Autonomipakke	0	-6,226	0	-12,453
Byggekost kai	-5,162	-25,808	-5,162	-25,808
Ladeløsning	-22,164	-22,164	-22,164	-22,164
SUM	-110,344	-137,216	-193,362	-226,461

⁷ Norges Banks inflasjonsmål er lagt til grunn for prisjustering ned til 2023, dvs. 2% per år (1.8% 2023-2024, 1.9% 2024-2025).

⁸ Alternativ 1 (1-skip à 147 pax auton.), Alternativ 2 (2 skip à 99 pax konv.), Alternativ 3 (2-skip à 99 pax auton.)

5.1.2 Driftskostnader

Estimat for driftskostnader for skip er innhentet fra rederi, verft og autonomileverandør, og inkluderer kostnader for skipets energiforbruk, mannskap, vedlikehold for skip og kai, og forsikring. Grunnet et svært begrenset erfaringsgrunnlag, bemerkes betydelig usikkerhet knyttet til driftskostnader ved vedlikehold, energi- og fremdriftssystem, og autonomipakke.

Mannskapskost er beregnet basert på justert årslønn og antall skift. Beregninger av energikost tar utgangspunkt i skipets energiforbruk per rundtur og antall rundturer gjennomført basert på rutetabeller. Forsikringskost er basert på estimer oppgitt fra forsikringsselskap for skip med og uten autonomi.

Tabell 11: Driftskostnader for Ålesund, NPV, verdier i tusen 2023 kroner.

Kostnadspost\Alternativ	0-alt	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Mannskapskost	-75,027	-21,436	-150,054	-42,873
RCC leiekost	0	-22,004	0	-22,004
Energikost	-19,989	-19,989	-26,849	-26,849
Vedlikehold skip	-16,077	-16,077	-21,436	-21,436
Vedlikehold kai	-129	-1,072	-129	-1,072
Forsikring	-2,144	-2,144	-4,287	-3,751
SUM	-113,366	-82,723	-202,755	-117,985

Kostnadsestimat for leie av RCC-tjeneste er innhentet fra en mulig fremtidig leverandør hvor totalkostnaden fordeles likt mellom brukercasene. Samtidig bemerkes det at en driftsmodell som ivaretar en slik operasjon (dvs. 2 ulike samband i parallell fra ett felles kontrollrom), foreløpig ikke eksisterer (ref. Wennersberg og Holte, 2022). Kostnadsestimatet må derfor tillegges betydelig usikkerhet. En mer utfyllende beskrivelse av kontrollromsfunksjonen er gitt i vedlegg C, inkludert aktuelle forutsetninger. Videre er kostnadsestimat for vedlikehold av kai (kai vederlag) er innhentet fra lokale havner, og er basert på tidligere erfaringer vedr. utgifter til vedlikehold av lignende strukturer.

5.2 Kristiansund

Estimering av investeringskostnader og driftskostnader for Kristiansund er basert på samme tilnærming som beskrevet for brukercase Ålesund. Derfor presenteres kun de aktuelle kostnadstabellene, samt noen case-spesifikke forskjeller.

5.2.1 Investeringskostnader

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for beregning av investeringskostnader:

- Levetid skip 0-alt 30 år, rente 4%, og med byggeår 2005, er behov for reinvestering satt til 2035.
- Investeringspunkt for pendelferge er 2025, med levetid satt til 20 år, rente 4%
- Samtlige restverdier beregnes ved analysens sluttår

Tabell 12: Investeringskostnader Kristiansund, NPV, tusen 2023 kroner.

Kostnadspost per Alternativ	0-alt	Pendelferge	Ny Alternativ (Sundbåten + Pendelferge)
Byggekost skip	-5,345	-13,283	-18,628
Autonomipakke	0	-4,068	-4,068
Byggekost kai	-5,036	-4,721	-9,757
Ladeløsning	0	-2,345	-2,345
SUM	-10,381	-24,417	-34,798

5.2.2 Driftskostnader

Tabell 13: Driftskostnader Kristiansund, NPV; tusen 2023 kroner.

Kostnadspost per Alternativ	0-alt	Pendelferge	Ny Alternativ (Sundbåten + Pendelferge)
Mannskapskost	-37,353	-19,132	-56,485
RCC kost	0	-22,004	-22,004
Energikost	-4,019	-1,501	-5,520
Vedlikehold skip	-5,091	-3,751	-8,842
Vedlikehold kai	-214	-1,929	-2,144
Forsikring	-965	-750	-1,715
Annet	-3,537	-3,537	-7,074
SUM	-51,179	-52,605	-103,784

6 Verdsetting av samfunnsøkonomiske virkninger

Når det gjelder prissatte virkninger er det for begge brukercase gjort vurderinger knyttet til billettinntekter, trafikantnytte, overført- og nyskapt trafikk, samt utslipp av klimagasser fra operasjon av ferge.

6.1 Prissatte virkninger

6.1.1 Billettinntekter

Billettinntekter tas inn i beregning av netto nytte under operatør nytte. Det er en overføring av nytte fra bruker til operatør. Det er antatt lineær økning per år i antall passasjerer, men samme billettpris over prosjektperioden.

- **Ålesund:** Billettinntekter er basert på en gjennomsnittlig billettpris kr 32.
- **Kristiansund:** Ingen billettinntekt tas inn i beregningene gitt dagens 0-takst, noe som også er bestemt videreført. Billettpris er derfor satt til kr 0.

6.1.2 Trafikantnytte

Trafikantnytte er estimert basert på endring i konsumentoverskudd (SVV v712, 2021: kap. 5.1.1, Fig. 5-2), og er regnet basert på potensiell endring i reisekostnader ved nye alternativer mål mot 0-alternativet, og antall turer som får nytte av denne endringen.

Endring i reisekostnader er basert på reduksjon i ventetid og reisetid som følge av eventuell høyre frekvens på sambandet. Dette gjelder både Ålesund og Kristiansund. Referanseverdien for å estimere ventetid i ferjesamband er 0,5 x avgangsintervall, noe som er et øvre estimat hentet fra SVV v712 (2021: Tabell 5.7), og i tråd med faktoren brukt prosjektrapport L1.4 (Frøyen 2021). Avgangsintervall i de alternative løsningene er for begge brukercase 15 minutter, og dermed en forbedret ventetid på 0,5x15min. Samtidig gir alternativ løsning for Kristiansund en forbedring i reisetid på båtstrekningen mellom Kirkelandet og Nordlandet på 1,5 min. Det er ingen reduksjon i reisetid for Ålesund.

Anvendt **tidsverdi** er estimert basert på referanseverdier fra SVV v712 (2021), og prosjektets anslag angående reisehensiktsfordeling.

SVV v712 (2021) angir ingen verdi for verdsettingen av tidsforbruket i tilknytning til ferjesamband, og anbefaler å ta utgangspunkt i tidsverdiene for det transportmiddel trafikantene benytter på resten av reisen. Tidsverdi referanseverdier for gående, syklende, bil, buss er hentet fra Tabell 5-12 (Tidsverdier per persontime for gående og syklende samt bil, bane/trikk og buss for reiser under 70 km (2020-kr).

SVV v712 (2021) sine referanseverdier for reisehensiktsfordeling fra Tabell 5-15 (Reisehensiktsfordeling for bil-, tog- og bussreiser under 70 km) dekker kun lett bil og buss/tog, og kan dermed ikke brukes her. I stedet gjør prosjektet et anslag på reisehensiktsfordeling basert på overvekt av pendlereiser for både Kristiansund og Ålesund (ref. kap. 4.2 og 4.3). Anslaget blir derfor som følger: 50 prosent til/fra arbeid, 25 prosent fritidsreiser og 25 prosent tjenestereiser. Videre antas det en lik fordeling mellom alle typer transportmodi

fram til kaien (dvs. gående, syklende, bil, buss). Den vektete tidsverdien blir 3,22 kr/min, og er beskrevet i Tabell 14 under.

Tabell 14: Reisehensiktsfordeling for brukercase.

		Gående	Sykkel	Lett bil	Buss	
	Kilde:	SVV V712 (2021) Tabell 5-12				
Tjenestereise (25%)	Prosjektets anslag	105	105	117,5	106,5	
Til/fra arbeid (50%)		122	54,5	42,5	37,5	
Fritid (25%)		37,25	15,25	17,5	13,25	
Reisehensiktsfordeling		25%	25%	25%	25%	
Vektet tidsverdi i kr/time		264,25	174,75	177,5	157,25	193,44
Kr per min		4,40	2,91	2,96	2,62	3,22

Til sammenligning er verdien brukt i Ålesund-analysen av Frøyen (2021) 1,2 kr/min, som tilsvarer tidsverdi i SVVv712 (2021: Tabell5-12) for til/fra arbeid med buss.

Prisjustering

Tidsverdi er angitt i 2020-kroner, som i SVV v712 (2021). Tidsverdien er realprisjustert basert på konsumprisindeks fra 2020 til 2023 (SSB), og deretter på vekst i BNP per innbyggere: 1.1% per år i perioden 2023 til 2039 (Perspektivmelding 2021: Boks 3.2).

Antall turer er basert på passasjertall fra Ålesund kommune og Møre og Romsdal fylkeskommune, og er beskrevet i kap. 4.2:

- Ålesund: 164.000 passasjer (turer) i 2019, og årlig økning på 1530 turer, basert på prognoser for befolkningsvekst +30% 2018-2050 (Frøyen 2021).
- Kristiansund: 82.500 passasjer (turer) i 2022, og årlig økning på 95 turer, basert på prognoser for befolkningsvekst +30% 2016-2038 (Kristiansund kommune, 2019).
-

6.1.3 Overført- og nyskapt trafikk

Ettersom fokus er rettet mot enkeltstrekninger, samt at det ikke finnes noen oppdatert reisevaneundersøkelse for regionen, er ingen av de etablerte transportmodellene lagt til grunn for arbeidet, (ref. kap. 1.3).

Når det gjelder vurdering av mulig nyskapt eller overført trafikk som konsekvens av forbedret samband og doblet frekvens, ligger det ikke nok grunnlag for å estimere en eventuell økning i antall reiser. Det vises til konklusjonen fra Frøyen (2021) om at "Passasjergrunnlaget blir vurdert å ligge talmessig på same nivå som dagens båttilbod, fordi resulterande effektiv reisetid ikkje vil endre seg vesentleg med dei føresetnader om operativ fart og avgangsfrekvens som er gjeve". Det samme antas for Kristiansund. Dermed er det heller ikke relevant å gjøre beregninger knyttet til reduksjon i ulykkeskostnader eller utslipp fra bil.

6.1.4 Utslipp av klimagasser fra ferge

Miljøeffektene som er prissatte i denne analysen er utslipp av klimagasser.

Klimagassutslipp fra samband er regnet basert på årlig energiforbruk:

- **Ålesund:** både 0-alternativet og de nye alternativene innebærer bruk av elektrisk framdrift. Årlig forbruk er estimert til 1,2 GWh for én båt à 147 passasjerer, og 1,6 GWh for 2 båt à 99 passasjerer.
- **Kristiansund:** Sundbåten er drevet med MGO, med årlig forbruk 31000 liter; mens Pendelfergen har elektrisk framdrift, med estimert årlig forbruk 91MWh.

Klimagassutslipp innebærer både utslipp under operasjon og utslipp som kommer fra produksjon av energien brukt om bord.

For el-ferge er totale utslipp estimert basert på utslipp fra strømproduksjon, ved Norsk el-mix, dvs. 19g CO₂ekvivalent / kWh (tall for 2022; kilde: NVE, 2023).

Klimagassutslipp for MGO er estimert basert på en Well-to-Wake utslippsfaktor på 90,8 g CO₂ekv./MJ (GWP100).

Klimakostnader blir regnet basert på Finansdepartementets *Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser* (Finansdepartementet, 2023), angitt i 2023-kroner. De ikke-kvotepliktige karbonprisene for utslipp i årene 2023–2100 er benyttet.

6.1.5 Prissatte virkninger – sammenstilt for Ålesund og Kristiansund

Prissatte virkninger knyttet til trafikantnytte og samfunnsnytte for henholdsvis Ålesund og Kristiansund er oppsummert i tabellene nedenfor. Dette som grunnlag for beregning av netto nytte i kapittel 7.

Tabell 15: Prissatte virkninger sammenstilt for Ålesund (NPV, i tusen 2023 kr).

	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Trafikantnytte				
Antall passasjerer (grunnlag)	164.000	164.000	164.000	164.000
Tidsverdi	3.22	3.22	3.22	3.22
Ventetid	15	15	7,5	7,5
Operatørnytte				
Billettinntekter				
fra eksisterende passasjerer (NPV)	62,174	62,174	62,174	62,174
fra nye/overført	0	0	0	0
Driftsinntekter (NPV)	62,174	62,174	62,174	62,174
Samfunnsnytte				
Miljøeffekter				
Årlig energiforbruk (kWh)	1,212,120	1,212,120	1,626,390	1,626,390
Klimagassutslipp fra fergesamband	23	23	31	31
Årlig klimakostnader (NPV)	-513	-513	-689	-689
Klimagassutslipp fra biltrafikk	0	0	0	0
Ulykkeskostnader	0	0	0	0
Miljø og skadekostnader (NPV)	-513	-513	-689	-689

Tabell 16: Prissatte virkninger sammenstilt for Kristiansund (NPV i tusen 2023 kr).

	0-alt	Pendelferge	Ny Alternativ Sundbåten + Pendelferge
Trafikantnytte			
Antall passasjerer (grunnlag)	82.500	82.500	165.000
Tidsverdi	3.22	3.22	3.22
Ventetid + reisetid	21,5	12,5	12,5
Billettinntekter			
fra eksisterende passasjerer (NPV)	0	0	0
fra nye/overført	0	0	0
Driftsinntekter (NPV)	0	0	0
Samfunnsnytte			
Miljøeffekter			
Årlig energiforbruk	31,200 liter MGO	91,200kWh (strøm)	31,200 liter MGO 91,200kWh (strøm)
Klimagassutslipp fra fergesamband	98	2	100
Årlig klimakostnader (NPV)	-2,179	-39	-2,217
klimagassutslipp fra biltrafikk	0	0	0
Ulykkeskostnader	0	0	0
Miljø og skadekostnader (NPV)	-2,179	-39	-2,217

6.2 Ikke-prissatte virkninger

Som beskrevet i Finansdepartementets rundskriv R109/2021 skal de effekter som er svært utfordrende eller ikke mulig å pris-sette også tas med i den totale vurderingen av de ulike alternativene (2021). Vanlig praksis er at pluss-minus-metoden legges til grunn for verdsetting av de kvalitative virkningene slik at beslutningstaker også kan hensynta disse i en totalvurdering.

Metoden legger til grunn at ikke-prissatte effekter skal vurderes med bakgrunn i betydning og omfang, og som til sammen innebærer en effekt eller konsekvens. Selve konsekvensen illustrert i denne analysen er relativt til 0-alternativet, og baseres på en 7-delt skala fra positivt (++) til negativt (--). Ingen konsekvens er også inkludert (0). Dette er kort oppsummert i Tabell 17.

Tabell 17: Konsekvensmatrise for analyse av ikke-prissatte effekter.

Omfang	Betydning	
	Liten	Middels
Positivt	+	++
Middels Positivt	0/+	+
Nøytralt	0	0
Middels negativt	0/-	-
Negativt	-	--

Videre fremgår det av Statens vegvesen sin Håndbok V712 (2021), at en rekke ikke-prissatte effekter er aktuelle å hensynta i en slik analyse, og hvor de antatt mest relevante for dette prosjektet er knyttet til friluftsliv / by- og bygdeliv, naturmangfold, samt reisekomfort- og opplevelse. Effekter knyttet til landskapsbilde er ikke hensyntatt da tiltaket ikke vil legge beslag på ytterligere nye arealer, hvor kulturarv og naturressurser også holdes utenfor av samme grunnlag.

I tillegg har prosjektet identifisert andre mulige effekter, herunder framtidig tilgang på arbeidskraft, regionalt og nasjonalt næringsliv, og operasjonell fleksibilitet. Analysen gjøres samlet for Ålesund og Kristiansund, hvor spesifikke ulikheter fremheves.

6.2.1 Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft

Per i dag opplever flere reisende en økende tendens til innstilte avganger ved sjøbaserte løsninger for passasjertransport, hvor en av flere bakenforliggende årsaker er en gryende mangel på kvalifisert arbeidskraft. Både på teknisk side for gjennomføring av nødvendige reparasjons- og vedlikeholdssoppgaver, men også generelt knyttet til tilgang på kvalifiserte sjøfolk for å opprettholdelse av ruteproduksjon (Adressa, 2023; Fosna-folket, 2023). Innstilte avganger kan over tid bidra til å skape en usikkerhet blant de reisende, og da særlig knyttet til påliteligheten til selve tjenesten. I ytterste negative konsekvens kan de gi en (svært) uønsket overføring av reisende fra kollektiv sjøtransport til bil. Ser man fremover i tid er også flere bekymret over hvilke mulige konsekvenser dette måtte ha for avviklingen av sjøbasert persontransport, da andre havromsrelaterte næringer ofte konkurrerer om de samme ressursene (f.eks. havbruk og offshore), (NRK, 2023).

I så måte ansees innføring av autonomi å ha en motvirkende kraft, og isolert sett bidra til økt pålitelighet ift. tidstabell og opprettholdelse av selve ruteproduksjonen. For Ålesund sin del slår dette fordelaktig ut for alternativ 1 og 3, ettersom disse har behov for færre sjøfolk sammenlignet med 0-alternativet og alternativ 2. For Kristiansund sin del representerer innføring av Pendelferge et (marginalt) økt mannskapsbehov, selv om en potensielt kan se for seg stordriftsfordeler gjennom opprettholdelse av Sundbåten.

6.2.2 Operasjonell fleksibilitet

Nevnte utfordringer knyttet til innstilte avganger, samt vedvarende risiko for dette også fremover i tid, er også tett koblet til operasjonell fleksibilitet. Realisering av alternativ 2 og 3 vil dermed tilføre økt robusthet, i form av muligheten til å opprettholde ruten dersom ett av skipene av ulike årsaker må innstille en eller flere avganger. F.eks. for Ålesund vil realisering av 2 skip på ruten gi større mulighet til å justere og optimalisere rutestrukturen, men også vurderinger gitt overføring til andre geografiske områder. For Kristiansund sin del vil innføring av pendelferge også bidra økt operasjonell robusthet. Sundbåten vil kunne gå inn og overta ruten til pendelferge dersom den skulle fra, mens pendelfergen kun vil ha mulighet til å håndtere transportflyten mellom Kirkelandet og Nordlandet.

6.2.3 Næringsliv – regionalt og (inter-)nasjonalt

Norsk maritim næring er ansett å ha en ledende posisjon i et globalt marked, og totale norske flåten regnes som den 5. mest verdifulle i verden etter Japan, Hellas, USA og Kina. Riktignok mye på grunn av offshoreflåten (Kvamstad-Lervold, et al., 2019). En av flere sentrale aktører i den norske næringen er den

maritime klyngen på Møre og Romsdal, som med sin tilnærmede komplette struktur dekker aktører langs store deler av hele verdikjeden (dvs. rederi, tjeneste- og utstyrsleverandører og verft), (Menon, 2020).

I så måte ansees næringen som kapable til å realisere samtlige autonome alternativer, og som dermed vil kunne representere gode utstillingsvinduer for regionen. En realisering vil også vise overførbarheten av tilsvarende løsninger til andre geografiske områder. Dette vil igjen bidra til å styrke profileringen av regionen som en nyskapende maritim klynge, men også tydeliggjøre Norge som en internasjonalt ledende og ikke minst innovativ maritim aktør. Samtidig er det rimelig å anta at en slik realisering vil ha positiv effekt på lokalt næringsliv, og ha en tiltrekkende effekt på både turisme og øvrig næringsaktører. Både for Ålesund og Kristiansund.

6.2.4 Friluftsliv, by- og bygdeliv

For Ålesund er det lite trolig at en realisering av alternativ 1 med uendret tjenestenivå (dvs. en videreføring av dagens rutetabell), vil ha nevneverdig effekt på miljøet rundt eller på by- og kulturliv generelt. Dette sammenlignet med 0-alternativet.

Derimot vil realisering av en tjeneste som tilbyr utvidet rutetilbud og/eller økt frekvens kunne ha en effekt på hvordan innbyggerne vil oppleve og bruke Ålesund by. Dette gjelder særlig for beboere på Langevågsiden, da prosjektet gjennom en brukerundersøkelse avdekket et ønske om utvidet rutetilbud, og at dette ville være positivt bidrag mtp. økt bruk av byens fasiliteter (f.eks. kino, restaurant, kulturhus, etc.). Da under forutsetning om at Langevågsbåten kunne tilby sine tjenester på kveldstid og økt åpningstid i helger (Prosjektrapport L1.2; Kleppe, 2020). Dette er et godt utgangspunkt for en utvidet brukerundersøkelse, som med fordel kunne fokusert på kvantifisering av betalingsvillighet for nettopp økt frekvens. Dette har derimot ikke vært innenfor rammene av dette prosjektet.

Når det gjelder eventuelle forstyrrelser og mulig konfliktnivå ifm. seilingsrutens tilgrensende område, er det rimelig å anta at uansett alternativ som blir realisert (1 skip eller 2 skip), så vil tiltaket ansees som positivt. Dette fordi en batterielektrisk løsning er mer stillegående (dvs. mindre støyende) sammenlignet med en diesel-mekanisk løsning som trafikkerer ruten per i dag. Dette vil i all hovedsak være merkbart på Langevågs-siden, samt området rundt Storholmsundet. Dette i tillegg til en eliminering av utslipp til luft. Den samme effekten vil ikke kunne måles på Ålesund-siden, da det generelle støynivået fra byen vil være betydelig og uavhengig av Langevågsbåten sitt støynivå.

For Kristiansund er det rimelig å anta at en realisering av Ny-alternativ vil ha positiv effekt på miljøet rundt og på by- og kulturliv generelt. Dette særlig under forutsetning om utvidet tjenestetilbud, hvor befolkning vil få økt mulighet til å benytte byens nye kulturhus, øvrige fasiliteter som kino og restauranter, og ikke minst at kommende studenter ved av Campus Kristiansund vil kunne ta seg til og fra sentrum på en trygg og effektiv måte.

Eventuelle forstyrrelser og mulig konfliktnivå ved seilingsrutens tilgrensende område er antatt å ikke være av særlig negativ karakter. Dette all den tid havnebassenget i Kristiansund er relativt trafikkert med andre skip, hvor noen er av betydelig størrelse (f.eks. fiskefartøy, offshore skip, havbruksfartøy, etc.). Selv om

Pendelfergen har batterielektrisk fremdrift, og dermed er mindre støyende og ingen utslipp til luft, er øvrig trafikk av et såpass omfang at dette trolig ikke vil merkes av den generelle befolkningen.

Nytte-messig vil implementering av Pendelfergen, i tillegg til å kunne tilby økt mobilitet hos befolkningen, også gi økt fleksibilitet til Sundbåten og dens mulighet til å utforske nye rutestrukturer og nye tjenester. Sundbåtvesenet indikerer også at flere og flere allerede i dag velger å parkere bilen på Nordlandet for deretter å ta Sundbåten over til sentrum (KKS, 2023c).

6.2.5 Naturmangfold

Ettersom begge brukercase er tiltenkt å operere i farvann med tidvis betydelig øvrig skipstrafikk, er det rimelig å anta at de nye alternativene ikke vil medføre en ytterligere forverring relativt til den belastningen som områdene opplever per i dag. Økt utnyttelse av vannveier legger heller ikke beslag på nytt landareal, forutsatt av betydelige inngrep knyttet til landbasert infrastruktur (ref. kai-anlegg) ikke er nødvendig. Videre, siden de konseptuelle løsningsforslagene for både Ålesund og Kristiansund legger til grunn bruk av flytebrygge koblet til allerede eksisterende infrastruktur på land, som også er utgangspunkt for dagens operasjon, vil ingen av tiltakene kreve nevneverdig inngripen i ny natur. Ved bruk av flytebrygger er det også rimelig å anta at naturen kan tilbakeføres til opprinnelig tilstand etter endt bruk.

Det sagt, vanndybde ved Langevågssiden er av Klimasatsprosjektet identifisert til å være ca. 5 meter (LMG Marin, 2021). Hvorvidt mudring vil være nødvendig for etablering av ny flytebrygge vil derfor måtte vurderes i nærmere detalj, i tillegg til mulig innvirkning på marinbiologiske forhold.

6.2.6 Reisekomfort- og opplevelse

For kollektivtransport er et viktig premiss for passasjerene at de opplever et forventet nivå av komfort, og at denne er av en slik art at det oppleves som mindre anstrengende å reise med båt sammenlignet med f.eks. bil. Slike anstrengelser er kjent som å være både fysiske og psykiske, hvor sistnevnte er særlig koblet til følelsen av opplevd trygghet (SVV, 2021; Stangeby & Nossun, 2004).

Som beskrevet i kap. 4 vedr. brukeradferd og mulig effekt som en autonom tjeneste vil ha på reisendes tillit, er denne ikke forventet å være negativ, hverken for Ålesund eller Kristiansund. Dette med utgangspunkt i at transportløsningen er verifisert som like sikker som en konvensjonell løsning, samt en økt tilbøyelighet mot å reise med autonom kollektiv transportløsning gitt menneskelig nærvær (ref. L1.2, Kleppe, et al., 2019). Begge brukercase utmerker seg dermed i positiv retning, ettersom løsningsforslagene forutsetter tilstedeværelse av sikkerhetsbemanning om bord, samt at identifiserte teknologi-gap blir lukket. I tillegg kan en anta at koblingen mot landbasert kontrollrom vil ha en forsterkende effekt.

Støynivå påvirker også reisekomforten, og for Ålesund antas det at innføring av de nye tiltakene ikke vil gi noen endring målt opp mot 0-alternativet. Dette fordi samtlige løsningsforslag legger til grunn en batterielektrisk framdriftsløsning. For reisende og mannskap er innvendig støy ved batterielektrisk hurtigbåt målt av til 65 desibel (db) i salong, og 60 db i styrhus⁹.

⁹ Målinger er utført og dokumentert av industriaktør som prosjektet har vært i dialog med.

Det sagt, når det gjelder eventuelle støy-forstyrrelser og mulig konfliktnivå ved seilingsrutens tilgrensende område, er det rimelig å anta at uansett alternativ som blir realisert, så vil tiltaket ansees som positivt. Dette fordi en batterielektrisk løsning er mer stillegående (dvs. mindre støyende) sammenlignet med en diesel-mekanisk løsning som trafikkerer ruten per i dag. Dette vil i all hovedsak være merkbart på Langevågs-siden, og særlig i området rundt Storholmsundet. Dette i tillegg til en eliminering av utslipp til luft. Den samme effekten vil ikke kunne måles på Ålesund-siden, da det generelle støy-nivået fra byen og øvrig havneaktivitet vil være betydelig og uavhengig av Langevågsbåten sitt støy-nivå.

For Kristiansund er eventuelle forstyrrelser mot øvrig miljø antatt å ikke være av særlig negativ karakter. Dette fordi Kristiansund er et relativt trafikkert havnebassenget med betydelig maritim aktivitet (f.eks. fiskefartøy, offshore skip, havbruksfartøy, etc.). Når det gjelder generell bedring av reisekomfort er denne antatt å være mer positiv for Pendelferge (est. 54 db) sammenlignet med Sundbåten (est. 65 db)¹⁰, og dermed gi en mer behagelig reise.

6.2.7 Vekting av ikke-prissatt nytte

Vektingen av de ulike alternativene er stilt opp i tabell 19 under, hvor virkningen er målt opp mot 0-alternativet. Ettersom alternativ 1 og 3 vil ha behov for færre sjøfolk sammenlignet med 0-alternativet vil realisering av disse slå positivt ut med tanke på tilgang på fremtidig arbeidskraft, selv om realisering av en 2-skipsløsning naturlig nok vil kreve flere kvalifiserte mannskap sammenlignet med en ett-skips løsning. For Kristiansund vil etablering av pendelferge kreve en svak økning i tilgang mannskap. Samtidig er det rimelig å anta at en kan hente driftsfordeler gjennom operasjon av Sundbåten, og på den måten oppnå en redusert risiko for fremtidig mannskapsmangel. Denne virkningen settes derfor til "0".

En eventuell realisering av en eller begge brukercase er også ventet å gi en svært positiv effekt for næringslivet generelt. Både rent industrielt og økt etterspørsel i markedet for tilsvarende løsninger, men også antatt positivt for turisme og interessen knyttet til å kjøre en autonom passasjerbåt.

Også operasjonell fleksibilitet slår positivt ut for begge brukercase, men da henholdsvis for Ålesund 2-skipsløsning og for Kristiansund. Ålesund ett-skipsløsning representere ingen endring sammenlignet mot 0-alternativ.

¹⁰ Estimert knyttet til måling av støy for Kristiansund er basert på faktiske målinger i salong fra representative fartøy.

Tabell 18: Ikke prissatte virkninger av bruker-case Ålesund og Kristiansund målt mot 0-alternativet

Nytte	Virkning	Ålesund Alternativ 1	Ålesund Alternativ 2	Ålesund Alternativ 3	Kristiansund Sundbåt + Pendelferge
Ikke-prissatte effekter	Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	++	-	+	0
	Næringsliv – regionalt og (inter-) nasjonalt	++	0	++	++
	Operasjonell fleksibilitet	0	+	++	++
	Friluftsliv, by- og bygdeliv	0	+	+	++
	Naturmangfold	-	0	-	0
	Reisekomfort- og opplevelse	0	0	0	+

For friluftsliv, by- og bygdeliv vil realisering av ett-skipsløsning i teorien representere liten forskjell sammenlignet med 0-alternativet. Dette tatt i betraktning at samme frekvens opprettholdes og en null-utslipps fremdriftsløsning. Ved en to-skips løsning vil dette gi økt tilgang til turområder og urbane servicetilbud, samtidig som en dobling i frekvens kan oppleves som noe negativt for personer som benytter øy-området utenfor Langevåg til rekreasjon sommermånedene. For Kristiansund antas ett ekstra skip å være et svært positivt bidrag med tanke på økt utnyttelse av byrommet med tilhørende tjenester.

Når det gjelder naturmangfold vil ingen av tiltakene legge særlig beslag på nytt land, om mulig noe ombygging av allerede beslaglagt areal for kai- og terminaler. Bruk av flytende kaier ansees også som skånsom inngripen mtp. forstyrrelse av biologiske mangfold. Usikkerhet knyttet til behov for mudring på Langevåg trekker dette noe ned for Ålesund alternativ 1 og 3.

Reisekomfort og opplevelse er like mye knyttet til en stillegående null-utslipps fremdriftsløsning, som autonomi. Dette gitt at sistnevnte den oppleves som like sikkert eller sikrere enn 0-alternativet. For Ålesund sin del innebærer det at samtlige alternativer er relativt likestilt med 0-alternativet, mens det for Kristiansund er noe mer positivt grunnet reduksjon i støy for nytt alternativ sammenlignet med 0-alternativet.

7 Kostnytte analyser

I dette kapitlet presenteres samfunnsøkonomisk netto-nytte av de nye alternativene for Ålesund og Kristiansund. Endringer i prissatt nytte og kostnader måles opp mot nullalternativet som representerer en videreføring av dagens situasjon. Effekter er regnet ut for tre grupper av aktører: trafikanter, operatører, og samfunnet for øvrig. Perspektivet for det offentlige er ikke inkludert da statlig finansiering legges ikke til grunn i analysene. Følgende forutsetninger er lagt til grunn for kostnytte analysen:

- Med utgangspunkt i antatt varighet på anbudsperiode er analyseperiode satt til 15 år, fra i 2025 til 2039, hvor beregninger knyttet til re-investering og restverdi også hensyntas.
- Kalkulasjonsrenten er satt til 4 prosent.
- Prisenivået er i løpende kroner og basisåret er 2023.
- Sammenligningsåret er 2025.
- Finansieringseffekter er ikke hensyntatt i beregningen.

7.1 Ålesund

Tabell 20 viser en sammenstilling av kost-nyttevirkningene for brukercase Ålesund, hvor alle tall er uttrykt i NPV for hele analyseperioden målt mot 0-alternativet og alternativ 2. Dette for å gjøre rettfærdige sammenligninger mellom likestilte løsningsforslag i form av frekvens og fartøy/passasjerkapasitet, samt analysere effekten av å innføre autonomi. Følgende sammenligninger er derfor aktuelle for beregning av netto nytte (Tabell 19):

Tabell 19: Sammenligning av alternativene for brukercase Ålesund.

Sammenligninger	Beskrivelse
0-alternativ vs. Alternativ 1	1 skip à 147 pax, med konvensjonell bemanning.
	vs.
Alternativ 2 vs. Alternativ 3	1 skip à 147 pax, autonomt med redusert bemanning.
	vs.
0-Alternativ vs. Alternativ 3	2 skip à 99 pax, batteri-elektrisk, med konvensjonell bemanning.
	vs.
	2 skip à 99 pax, autonomt med redusert bemanning.
	vs.

Tabell 20: Samfunnsøkonomisk kost-nytte Ålesund, målt mot 0-alternativ og alternativ 2 (NPV, i tusen 2023 kr)

	<u>0-Alt mot Alt. 1</u>	<u>Alt. 2 mot Alt. 3</u>	<u>0-Alt. mot Alt. 3</u>
Trafikantnytte			
Trafikantnytte: eksisterende passasjerer	0	0	60,284
Operatørnytte			
Investeringskostnader			0
Byggekost skip	0	0	-83,018
Autonomipakke	-6,226	-12,453	-12,453
Byggekost kai	-20,646	-20,646	-20,646
Ladeløsning	0	0	0
Sum investeringskostnader	-26,872	-33,099	-116,117
Driftskostnader			
Mannskapskost	53,591	107,182	32,154
RCC leiekost	-22,004	-22,004	-22,004
Energikost	0	0	-6,860
Vedlikehold skip	0	0	-5,359
Vedlikehold kai	-943	-943	-943
Forsikring	0	536	-1,608
Sum Driftskostnader	30,643	84,770	-4,620
Billettinntekter	0	0	0
Sum Operatørnytte	3,771	51,671	-120,737
Samfunnsnytte			
Klimagassutslipp fra ferjesamband	0	0	-175
Netto-nytte (prissatte)			
	3,771	51,671	-60,628
Ikke-prissatte virkninger			
Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	++	+	+
Næringsliv – regionalt og (inter-) nasjonalt	++	++	++
Operasjonell fleksibilitet	0	0	++
Friluftsliv, by- og bygdeliv	0	0	+
Naturmangfold	-	-	-
Reisekomfort- og opplevelse	0	0	0

Med en videreføring av dagens 1-skipsløsning (dvs. frekvens på 30 minutter i rush), og hvor forskjellen er innføring av autonomi, viser tabellen en positiv netto nytte i favør autonom versjon (ca. 3,8 mill. kr). Dette skyldes hovedsakelig en reduksjon i mannskapskost for det autonome skipet sammenlignet med en konvensjonell operasjonsmodell, og hvor reduksjonen i sum er større enn økningen knyttet til autonomipakke, byggekost kai og kontrollrom. For ikke-prissatte virkninger er resultatene totalt sett i favør autonom løsning, og er i hovedsak knyttet til effekter på næringsliv og redusert risiko ift. fremtidig mangel på kvalifisert mannskap. Samtidig skal det fremheves at en autonom løsning kan ha behov for mudring på Langevågssiden for å sikre tilstrekkelig vanndybde for ny og større flytekai, noe som teller i negativ retning.

Bortsett fra dette er alternativene ansett som likestilte mtp. operasjonell fleksibilitet, friluftsliv, by- og bygdeliv, samt reisekomfort- og opplevelse.

Dersom en dobler frekvensen (dvs. 15 minutter i rush), og sammenligner 2 konvensjonelle skip mot 2 autonome, blir netto nytte betydelig større i favør autonom løsning (ca. 51,7 mill. kr). Dette skyldes i hovedsak samme forhold som beskrevet over, men at effekten av innsparte mannskapskostnader blir enda større og blir på ingen måte utjevnet av økt byggekostnad for de autonome skipene relativ til de konvensjonelle skipene. Det er verdt å merke seg at RCC leiekost er lik som ved ett skip, ettersom kostnaden er fordelt per rute og ikke på antall skip. Tilsvarende positive skaleringseffekter for det autonome caset vil en oppnå ved at byggekost og vedlikehold kai vil være den samme for 2 skip som for ett skip. Ikke-prissatte virkninger gir for denne sammenligningen også et positivt resultat for autonom løsning, hvor forskjellen mellom alternativene er mindre sammenlignet med 1-skips løsningen over. Hovedårsaken er knyttet til noe forhøyet risiko for fremtidig mangel på kvalifisert mannskap.

Sammenligner man 0-alternativ mot 2 nye autonome skip, blir derimot netto nytte for autonom løsning negativ (ca. -60 mill. kr). Viktige bidragsyttere til denne forskjellen er naturlig nok økt byggekost for skip for den autonome 2-skips løsningen, samt behov for å investere i en mer kostbar kai-løsning og autonomipakke. I tillegg kommer økningen i driftsutgifter, hvor den totale belastningen er større enn det positive bidraget fra økt trafikanthytte (pga. økt frekvens), og redusert mannskapskost. En to-skipsløsning bidrar også negativt sammenlignet med 0-alternativet i form av økt energiforbruk med tilhørende miljøkostnad. Det sagt er bidraget fra ikke-prissatte virkninger i betydelig favør autonom løsning, hvor sentrale effekter knyttes til redusert risiko for mangel på fremtidig mannskap, og ikke minst effekten som en autonom to-skipsløsning er antatt å ha på næringsliv generelt. Operasjonelt sett er også en 2-skips løsning mer robust sammenlignet med en 1-skips løsning, og som også er antatt å fremstå som mer attraktiv fra et brukerperspektiv mtp. økt frekvens.

7.1.1 Sensitivitetsanalyse

Dersom en utvider rutetilbudet for samtlige alternativ til å inkludere kveld, ukedager og operasjon på søndager, blir effekten av autonomi blir enda tydeligere. Scenariet som er lagt til grunn for å estimere denne virkningen, og hvordan det slår ut ift. netto nytte er basert på forutsetningen om en avgang per time i den utvidete seilingstiden, samt følgende utvidelse i seilingsplan:

- 2 timer ekstra seiling på kveld ukedager – 2 anløp ekstra.
- 6 timer ekstra på lørdager – 6 anløp ekstra.
- Operasjon på søndager 5 timer (fra kl. 15.00-20.00) – 5 anløp.

Totalt sett gir dette en endring i servicetid fra dagens 78 timer per uke (14t hverdag + 8t lørdag), til 99 timer per uke (16t hverdag + 14 t lørdag + 5 søndag). Dette tilsvarer en økning på 27 %. Resultatet av dette er presentert i Tabell 21, hvor trafikkantnytte, investeringskostnader og inntekter holdes uendret.

Tabell 21: Utvidet rutetilbud – kost-nytte Ålesund, målt mot 0-alternativ og alternativ 2 (NPV, i tusen 2023 kr)

	<u>0-Alt mot Alt. 1</u>	<u>Alt. 2 mot Alt. 3</u>	<u>0 Alt. mot Alt. 3</u>
Driftskostnader			
Mannskapskost	68 060	136,121	40,836
RCC leiekost	-27 946	-27 946	-27 946
Energikost	0	0	-8 712
Vedlikehold skip	0	0	-5 359
Vedlikehold kai	-943	-943	-943
Forsikring	0	536	-1 608
Sum Driftskostnader	39 172	107,768	-3,731
Samfunnsnytte			
Klimagassutslipp fra fergesamband	0	0	-223
Netto-nytte (prissatte)			
	12 299	74,669	-59,787

For ett-skipsløsningen øker netto nytte fra 3,8 mill. kr til 12,3 mill. kr. Dette beror hovedsakelig i at mannskapskost for autonom løsning får en mindre økning sammenlignet med konvensjonell operasjonsmodell. Når det gjelder sammenligning mellom 0-alternativet og 2 autonome er netto nytte fortsatt negativ, og i sum relativt uendret (ca.-59,8 mill. kr). Dette fordi besparelsen i mannskapskost "spises opp" av økte kostnader knyttet til RCC leiekost, energiforbruk og klimaeffekt ved drift av to skip- målt mot ett skip.

7.2 Kristiansund

Tilsvarende som for Ålesund viser Tabell 22 en sammenstilling av kost-nyttevirkningene for brukercase Kristiansund, hvor alle tall er uttrykt i NPV for hele analyseperioden. Ettersom pendelfergen er tiltenkt som et tilskudd til den allerede eksisterende Sundbåten, viser tabellen det nye alternativet målt mot 0-alternativet (dvs. Sundbåten):

Tabell 22: Samfunnsøkonomisk kost-nytte Kristiansund, målt mot 0-alternativ (NPV i tusen 2023 kr)

Ny Alternativ Sundbåten + Pendelferge, målt mot Sundbåten	
Trafikantnytte	
Sum for eksisterende passasjerer	33,763
Operatørnytte	
Investeringskostnader	
Byggekost skip	-13,283
Autonomipakke	-4,068
Byggekost kai	-4,721
Ladeløsning	-2,345
Sum investeringskostnader	-24,417
Driftskostnader	
Mannskapskost	-19,132
RCC leiekost	-22,004
Energikost	-1,501
Vedlikehold skip	-3,751
Vedlikehold kai	-1,929
Forsikring	-750
Annet	-3,537
Sum Driftskostnader	-52,605
Driftsinntekter	0
Sum Operatørnytte	-77,022
Samfunnsnytte	
Sum Endring i Miljø og skadekostnader	-39
Netto-nytte (prissatte)	
	-43,297
Ikke-prissatte virkninger	
Framtidig tilgang på kvalifisert arbeidskraft	0
Næringsliv – regionalt og (inter-) nasjonalt	++
Operasjonell fleksibilitet	+
Friluftsliv, by- og bygdeliv	++
Naturmangfold	0
Reisekomfort- og opplevelse	0

Tabellen viser at en realisering av pendelfergen, i tillegg til å opprettholde driften av Sundbåten, totalt sett bidrar til en negativ netto nytte (-43,3 mill. kr). Dette skyldes hovedsakelig økte investeringskostnader og driftsutgifter knyttet til pendelfergen, samt en svak økning i miljø og skadekostnader i form av økt energiforbruk. I regnestykket ligger det også et behov for å re-investere i en ny Sundbåt. Det sagt kommer det nye alternativet svært godt ut mtp. trafikantnytte, da denne er beregnet til å være 30,1 mill. kr, noe som hovedsakelig skyldes en økning i frekvens samt redusert reisetid på strekningen Nordlandet – Kirkelandet. Av driftskostnader er særlig andelen knyttet til leie av RCC tjenesten høy, og fremstår sammen med mannskapskost som de største kostnadspostene. Det bemerkes også at inntekter i form av billettinntekter ikke er hensyntatt i beregningene, ettersom både Sundbåt og pendelferge er antatt driftet med 0-takst jfr. dagens praksis.

Av ikke-prissatte virkninger er verdien "0" satt for tilgang på arbeidskraft, ettersom realisering av nytt alternativ reelt sett representerer en økning i mannskapsbehov. Samtidig er det rimelig å anta at risikoen for mangel på kvalifisert mannskap reduseres noe gjennom samarbeid med Kristiansund Sundbåtvesen. Effekten på lokalt og regionalt næringsliv antas svært positiv, og av samme størrelse som for Ålesund (++). Herunder også økt turisme. Når det gjelder operasjonell fleksibilitet antas den som noe bedre enn 0-alternativet, men da hovedsakelig for strekningen Nordlandet – Kirkelandet. Dette fordi Sundbåten kan erstatte pendelfergen med svært kort responstid, mens pendelfergen kun kan ivareta passasjerflyten mellom sine to aktuelle anløpspunkt. Det sagt, når begge skip er i operasjon står også Sundbåten friere til å utforske ytterligere nye rutestrukturer, og potensielt utvide antall anløpspunkter sammenlignet med dagens rute. Det er også viktig å fremheve at ny alternativ legger til grunn økt åpningstid for pendelfergen, noe som antas positivt for innbyggernes bruk av byrom (f.eks. restauranter, kulturhus, kino, etc.), samt campus på Devold-brygga. Når det gjelder generell bedring av reisekomfort er denne antatt å være mer positiv for Pendelferge (est. 54 db) sammenlignet med Sundbåten (est. 65 db)¹¹, og dermed gi en mer behagelig reise.

¹¹ Estimert knyttet til måling av støy for Kristiansund er basert på faktiske målinger i salong fra representative fartøy.

8 Referanser

- Adressa, (2023), *Flere innstilte hurtigbåtaganger*, <https://www.adressa.no/nyhetsstudio/i/kEz8Ea/flere-innstilte-hurtigbaatavganger>
- Borgen, H., Holte, E.A., Pobitzer, A., (2022), *Smartere Transport – Møre og Romsdal L2.1 Skalerbare fartøyskonsept*, SINTEF Ocean rapport OC2021 A-061, ISBN 978-82-7174-420-5
- Direktoratet for økonomistyring (DFØ), (2018), *Veileder for samfunnsøkonomiske analyser*.
<https://dfo.no/sites/default/files/fagomr%C3%A5der/Utreddinger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>
- Finansdepartementet, (2021), Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser, Rundskriv 109, https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Finansdepartementet, (2023). *Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser*. [Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf)
- Forskrift om fartsområder, (2022), FOR-2022-06-21-1152 fra 01.07.2022, Nærings- og fiskeridepartementet, https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1981-11-04-3793/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2
- Fosna-folket, (2023), *Skulle bytte motor i påska, fikk ikke tak i folk: Innstiller alle avganger*, <https://www.fosna-folket.no/nyheter/i/BWmmO9/innstiller-to-hurtigbaatavganger>.
- Frøyen, Y., (2021), *Smartere transport – Møre og Romsdal: L1.4 Transportfagleg vurdering - Ålesund*, Institutt for arkitektur og planlegging, NTNU
- Holte, E.A. og Wenersberg, L.A.L, (2021), *Smartere transport – Møre og Romsdal: L2.2 Valg av autonomitetsgrad for fartøyskonsept*, SINTEF Ocean rapport OC2021 A-044, ISBN 978-82-7174-415-1
- Kjørstad, K.N., Ellis, I., (2020), *Utvikling av rutetilbud*, Urbanet Analyse, <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmidelfordeling/b-2-tilrettelegging-kollektivtransport/b-2-2/>
- Kleppe, P.S., Røssvold, S.S., Romundstad, S., (2019), *Smartere Transport – Møre og Romsdal L1.2 – Beskrivelse av brukercase*, NTNU Ålesund.
- Kristiansund kommune, (2019), *Kristiansund mot 2030: Planprogram – Kommuneplanens arealdel 2019-2030*, <https://www.kristiansund.kommune.no/f/p1/ib3b32683-64aa-4927-bb72-a72be233dffa/vedlegg-5-planprogram-kpa-2019-2030-vedtatt-i-bystyret-090419.pdf>
- Kristiansund Kommunale Sundbåtsvesen (KKS), 2022, Intervju med kaptein og skipsreder ved Sundbåtsvesenet.
- Kristiansund Kommunale Sundbåtsvesen (KKS), 2023a, *Sundbåtenes historie*, <https://www.sundbaten.no/historie/sundbatenes-historie>
- Kristiansund Kommunale Sundbåtsvesen (KKS), 2023b, *Sponsoravtale med Sparebank 1 Nordmøre sikrer kveldsruter*, <https://www.sundbaten.no/b/sparebank-1-nordmoere-finansierer-kveldsruter>
- Kristiansund Kommunale Sundbåtsvesen (KKS), (2023c), Intervju med kaptein og skipsreder ved Sundbåtsvesenet, oppdateringer på passasjerstatistikk og reisevaner.
- Kvamstad-Lervold, B., Holte, E.A., og Johansen, U. (2019), *Fremtidsmuligheter i maritime næringer*, SINTEF Ocean rapport OC2019 A-120, https://www.nho.no/siteassets/analyse/fremtidsmuligheter-i-maritime-naringer_sintef-ocean-2019.pdf
- Kystverket (2020), *Veileder i samfunnsøkonomisk analyse*, Senter for transportplanlegging, plan og utredning, Kystverket Sørøst, [file:///C:/Users/eah/Downloads/Veileder%20i%20samfunns%C3%B8konomisk%20analyse%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/eah/Downloads/Veileder%20i%20samfunns%C3%B8konomisk%20analyse%20(1).pdf)
- LMG Marin, SINTEF Ocean, Tema (2021). *Sluttrapport for KLIMASATS forprosjekt: utslippsfritt hurtigbåtanbud*. Dok. nr.: 409006-R-002.
- Menon, (2020), *GCE BLUE MARITIME GLOBAL PERFORMANCE BENCHMARK 2020*, <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2020-107-GCE-Blue-Maritime-Global-Performance-Benchmark-2020.pdf>
- NRK, (2023), *Nordland SV om mangelen på sjøfolk: – Slutter fordi de ikke får nok betalt*, <https://www.nrk.no/nordland/nordland-sv-om-mangelen-pa-sjofolk--slutter-fordi-de-ikke-far-nok-betalt-1.16377292>
- Pobitzer, A., Severin, S., Tveten, E.G., Holte, E.A., *Smartere transport Møre & Romsdal – L2.4/L3.2 – Sikker dokking, ombordstigning, evakuering og krav til landside*, SINTEF Ocean rapport OC2022 A-056, ISBN 978-82-7174-440-3
- Rekdal, J., Larsen, O.I., Hamre, T.N., Malmin, O.K., Hulleberg, N., Flügel, S., Madslien, A., (2021), *Etablering av etterspørselsmodell for korte personreiser - Teknisk dokumentasjon fra estimeringen*, TØI rapport 1814/2021, ISBN 978-82-480-2337-1 Elektronisk https://www.toi.no/getfile.php/1371856-1638967779/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2021/1814-2021/1814-2021_elektronisk%20vedlegg.pdf

- Rødseth Ø.J., Faivre J., Hjørungnes S.R., Andersen P., Bolbot V., Pauwelyn A.S., Wennersberg L.A.L., 2020, AUTOSHIP deliverable D3.1: Autonomous ship design standards, Revision 1.0, June 2020.
- Sjøfartsdirektoratet (2020), Føringer i forbindelse med bygging eller installering av automatisert funksjonalitet, med hensikt å kunne utføre ubemannet eller delvis ubemannet drift, Rundskriv – Serie V, RSV 12-2020.
- SSB (Statistisk Sentralbyrå), (2023), Befolkningsframskrivninger i kommunene. 2018-2040, <https://ssb1.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=59ccdd3707ef4a76bdab47e760e7674a>
- SVV (Statens Vegvesen), (2021), *Brukerveiledning EFFEKT 6.6*, <file:///C:/Users/eah/Downloads/Rapport%20356%20Brukerveiledning%20EFFEKT%206.6%20brukerveiledning.pdf>
- SVV (Statens vegvesen), (2021), *Konsekvensanalyser, håndbok og veileder V712*, ISBN: 978-82-7207-718-0. hentet fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v712-konsekvensanalyser-2021.pdf>
- SVV (Statens vegvesen), (2022), Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport. Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/a07ef2d3142344989dfddc75f5a92365/kunnskapsgrunnlag_1mars.pdf
- SVV (Statens vegvesen), (2023), Statens vegvesen, Trafikkdataportalen, <https://www.vegvesen.no/trafikkdata/start/kart?lat=62.42470794782458&lon=6.275270992400948&trafficType=vehicle&zoom=12>
- Stenersen, D., (2022), *Smartere Transport – Møre og Romsdal: L2.3 Framdrifts- og energisystem for eit autonomt fartøy*, SINTEF Ocean rapport OC2022 A-002, ISBN 978-82-7174-430-4
- Stenersen, D. (2022), *Smartere transport – Møre og Romsdal: L2.3 Framdrifts- og energisystem for autonome passasjerskip*, SINTEF Ocean rapport OC2022 A-002, ISBN 978-82-7174-430-4.
- Stangeby, I. og Nossun, Å., (2004), (SVV, 2021), Trygg kollektivtransport - (SVV, 2021) Trafikkanters opplevelse av kollektivreiser og tiltak for å øke tryggheten. En dokumentasjonsrapport, Transportøkonomisk Institutt, ISBN 82-480-0411-2
- Wennersberg, L.A.L., & Holte, E.A., (2022), *Smartere transport – Møre og Romsdal: L3.1 Landbasert kontrollrom*, SINTEF Ocean rapport OC2022 A-047, ISBN 978-82-7174-437-3

9 Appendix

9.1 Rutetabeller for Ålesund og Kristiansund

Rutetabell 0-alternativ Ålesund (Kilde: <https://www.boreal.no/more-og-romsdal-hurtigbat/langevag-alesund-article13555-1610.html>)

Frå Langevåg		Frå Ålesund	
Måndag - fredag		Laurdag	
0630	0645	-	-
0700	0715	-	-
0730	0745	-	-
0800	0815	-	-
0830	0845	-	-
0900	0915	-	-
0930	0945	0930	0945
1000	1045	1000	1045
1100	1145	1100	1145
1200	1245	1200	1245
1300	1345	1300	1345
1400	1415	1400	-
1430	1445	-	1445
1500	1515	1500	-
1530	1545	-	1545
1600	1615	1600	-
1630	1645	-	1645
1700	1715	1700	1715
1800	1815	-	-
1900	1915	-	-
2000	2015	-	-

AVVIK FRÅ RUTEPLAN

Julaften og nyttårsaften: Innstilt.

Påskeaften, 17. mai: Laurdagsrute

Bevegelege heilag dagar og høgtidsdagar: Innstilt.

Revidert 23.01.2023

Rutetabell 0-alternativ Kristiansund – NB ekskludert anløp Melkvika og sesongbaserte kveldsruter (Kilde: <https://www.sundbaten.no/rutetider>)

	Avgang Kirkelandet	Innlandet	Nordlandet	Gomalandet	Ankomst Kirkelandet
	07:00	07:02	07:05	07:10	07:18
	07:20	07:22	07:25	07:30	07:38
	07:40	07:42	07:45	07:50	07:58
	08:00	08:02	08:05	08:10	08:18
	08:20	08:22	08:25	08:30	08:38
	08:40	08:42	08:45	08:50	08:58
	09:00	09:02	09:05	09:10	09:18
MANDAG - FREDAG	09:20	09:22	09:25	09:30	09:38
	10:15	10:17	10:20	10:25	10:33
	10:45	10:47	10:50	10:55	11:03
	11:15	11:17	11:20	11:25	11:33
	11:45	11:47	11:50	11:55	12:03
	12:15	12:17	12:20	12:25	12:33
	12:45	12:47	12:50	12:55	13:03
	– *	– *	– *	– *	– *
	13:45	13:47	13:50	13:55	14:03
	14:15	14:17	14:20	14:25	14:33
	14:45	14:47	14:50	14:55	15:03
	15:15	15:17	15:20	15:25	15:33
	15:45	15:47	15:50	15:55	16:03
	16:15	16:17	16:20	16:25	16:33
	16:45	16:47	16:50	16:55	17:03
	17:15	17:17	17:20	17:25	17:33

* Ruteavgang 13.15 utgår alle dager.

9.2 Utfyllende beskrivelse av alternative løsninger for prosjektets brukercase

9.2.1 Nytt alternativ Ålesund

Innføring av autonomigrad 3-4 vil muliggjøre autonom seilas med kontinuerlig ubemannet bro og maskinrom, men med sikkerhetsansvarlig ombord. Dette forutsetter at løsning for situasjonsforståelse, inkludert objekt-deteksjon og anti-kollisjon er verifisert og myndighetsgodkjent. Sikkerhetsansvarlig om bord er fritatt fra forpliktelser knyttet til daglig navigasjon og manøvrering.

Automatisk dokking og prosess for ombordstigning ivaretatt gjennom å kombinere to «L»-former til en «T»-formet endestoppkai på begge sider av sambandet (Figur 16). Med utgangspunkt i rådende vind og bølgeførhold kan skipet selv velge hvilken side av kaien det skal legge til, og dermed oppnå en mer energieffektiv dokking. En «T»-form muliggjør også samtidig bruk av baug og siden for på- og avstigning som bidrar til å øke effektiviteten under av- og påstigning av passasjerer. Til gjengjeld er denne type kai mer plasskrevende og kostbar enn andre alternativer.

Videre vil en flytekai vil være fordelaktig for å kunne håndtere tidevannsforskjeller, og gjøre dokking og av- og påstigning enklere. Ikke minst antas en flytekai å enklere ivareta krav om universell utforming, og dermed unngå situasjoner der på- og avstigning blir for krevende for funksjonshemmede uten hjelp fra mannskapet (f.eks. pga. for stor vinkel mellom gangbro og kai eller skip). Lokaliseringen av denne vil være lik som for 0-caset, og derfor ikke beskrevet i mer detalj.



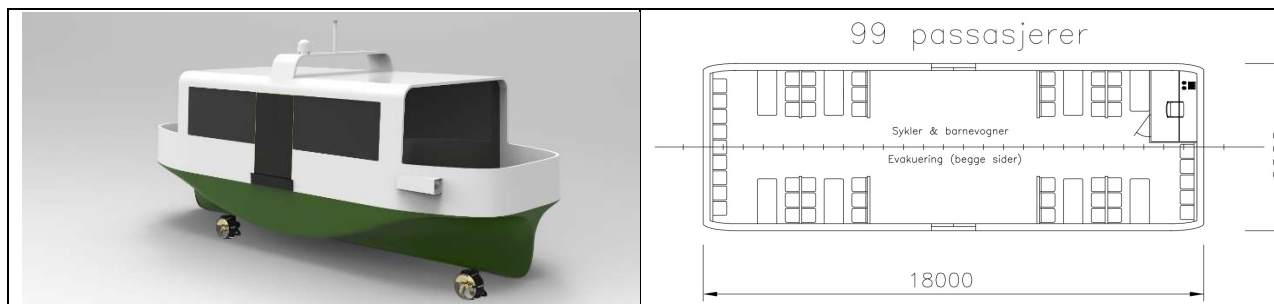
Figur 12: Vedtatte løsning for fremtidig kollektivtransport i Ålesund (Kilde: Dronninga Landskap).

Med tanke på arrangement av passasjerområdet er dagens utforming av hurtigbåter i utgangspunktet velegnet for høy grad av automatisering. En stor og oversiktlig salong med sitteplass til hver passasjer under overfart gir god oversikt for sikkerhetsbemanning, og effektiv passasjerlogistikk er ivaretatt gjennom ombordstigning på siden akterskips. Dekksarrangementet sin utforming og funksjon er også relativt lett å tilpasse fartøy med ulike passasjerkapasiteter (f.eks. 200, 147, 99 eller 75 pax). Mtp. skrog er også dagens fartøy relativt optimale med tanke på energieffektivitet. For et 147 pax skip anbefales to propulsorer med en ytelse på 500 kW (en i hvert skrog), noe som medfører en batteripakke på 600 kWh og ladekapasitet på 1150 kW. Dette gir relativt hyppig ladebehov, noe som på mange måter taler for å investere i en automatisert ladeløsning (LMG Marin, 2021; Stenersen, 2022). Samtidig, gjennom arbeidet bemerket industrien at det bør gjøres nøyere vurderinger omkring skrogutforming ved realisering av batteri-elektriske versjoner av denne type hurtiggående fartøy (bl.a. i retning av økt skipslengde). Dette som resultat av en estimert vektøkning på 20% sammenlignet med en konvensjonell løsning. Effekten av denne designmessige endringen er hensyntatt i påfølgende utredning av nøkkellindikatorer og kost-nytteanalyser.

9.3 Nytt alternativ Kristiansund

For **pendelfergen** fremstår det som mest aktuelt å betjene ruten med en **ett-skipsløsning** med passasjerkapasitet opp mot 99 pax, og er sett i sammenheng med forventninger om vekst i passasjergrunnlag. For å være en attraktiv løsning er det lagt opp til hyppig rutefrekvens med avganger fra samme kai hvert 15. minutt. Attraktiviteten for brukerne har også vært tungtveiende ved utforming av deksarrangement, da foreslått inngang midtskips gir mulighet for utforming av passasjerområdet tilsvarende øvrige landbaserte transportmodi. Dette gir mulighet for etablering av lagringsrom midtskips for enkel og effektiv passasjerlogistikk, og tilhørende håndtering av barnevogner, rullestoler og utstyr for mikromobilitet. Et slikt arrangement vil også enkelt kunne skaleres opp- og ned i størrelse.

Når det gjelder dokking og ombordstigning har konseptskisse vektlagt skjerming mot bølger og vind for minimering av skipsbevegelser er særlig vektlagt. En flytende «hestesko»-utforming («C»-form) som muliggjør at man kan låse inn skipet fra begge sider og at baugen kjører helt inn på et spor. Dette forenkler også oppgaven med å posisjonere skipet riktig, slik at intrikate sensorsystemer ikke nødvendigvis vil være påkrevd. Det at skipet "låses" i posisjon bidrar også til en tryggere og mer effektiv ombordstigning, samt at lading kan foregå uten for stor risiko for avbrudd.



Figur 13: Konseptuelt skipsdesign og deksarrangement (Kilder: Møre Maritime og SINTEF Ålesund)

Selve designet er basert på et **dobbeltendet skrog** med symmetrisk for- og akterskip, og med thruster foran og bak behøver ikke fergen å snu ved hver avgang. Den spesifikke thruster-ytelsen på 125 kW representerer et konservativt anslag, og er basert på analyser for nødvendig holdekraft mot kritiske værtilstander og følgelig ivaretagelse av sikker manøvrering til kai. Grunnet relativt lavt energiforbruk er batteri-elektrisk fremdrift lagt til grunn for realisering av en null-utslippsløsning. Her anbefales det å installere en større batteripakke som muliggjør drift gjennom dagen uten behov for lading (700 kWh). Dette åpner også opp for bruk av lav-kost manuelle ladere, tilsvarende de som per i dag benyttes til bil-lading (100 kW). For en pendelferge ansees også et kursstabil skrog som fordelaktig, noe som oppnås med en markant kjøll og en tyngre batteripakke.

Denne analysen legger til grunn **autonom seilas** med kontinuerlig ubemannet bro og maskinrom, men med en (1) sikkerhetsansvarlig om bord. Dvs. realisering av operasjon i skjæringspunktet mellom autonomigrad 3 og 4 (figur nedenfor). Dette forutsetter at løsning for situasjonsforståelse, inkludert objekt-deteksjon og anti-kollisjon er verifisert og myndighetsgodkjent. En detaljert beskrivelse av relaterte vurderinger, inkludert fordeling av funksjoner og oppgaver mellom automasjon og menneske (herunder om bord og ved kontrollrom), er beskrevet i prosjektrapport L2.2 – Valg av autonomitetsgrad for fartøykonsept (Holte & Wennersberg, 2021).



Figur 14: Anbefalt løsning for autonomi (Kilde: Holte & Wennersberg, 2021)

9.4 Kontrollrom

Erfaringsbasert kompetanse fra operasjon av autonome skip fra et landbasert kontrollrom er per i dag svært begrenset, og i stor grad knyttet til operasjon av ubemannede farkoster av mindre størrelse (f.eks. overflatedroner). Operasjons- og forretningsmodell foreslått av prosjektet må derfor tillegges betydelig usikkerhet. Prosjektet legger til grunn etablering av ett felles kontrollrom for prosjektets to brukercase, og at dette kan realiseres ved oppstart av "lærings-fasen" som beskrevet i leveranse L2.2 (Holte & Wennersberg, 2021). De medførende kostnadene er antatt likt fordelt på de to ulike rutene dvs. uavhengig av antall skip i operasjon per rute. Kontrollrommet skal kunne driftes med én operatør per skift, under

forutsetning om at man har en operatør #2 tilgjengelig dersom det oppstår en situasjon som krever ekstra oppmerksomhet fra operatør #1 (f.eks. overta kontroll over fartøyet, bistå sikkerhetsansvarlig mm).

Sentrale forutsetninger for etablering av kontrollrom er:

- Utvikle skipsautomasjon til et nivå som gjør den i stand til å melde fra til kontrollromsoperatør ved behov for manuell fjernstyring eller ved behov for at kontrollromsoperatør må vurdere informasjon når skipsautomasjonen gi beskjed om dette.
- Utvikle god forståelse for hva som er realistiske responstider for en kontrollromsoperatør ved ulike operasjonelle scenarioer, og at dette innarbeides i operasjonelle prosedyrer.
- Validere kontrollromsoperatørens formelle kompetansebehov sammen med de oppgavene som de settes til å utføre.
- Utvikle tilpassede grensesnitt mellom kontrollromoperatør og automasjonssystemer som reduserer informasjons-overbelastning og minimerer kjedsomhet. Herunder fysisk utforming og visualisering. Dette er også sterkt knyttet til hvilke oppgaver kontrollromoperatøren skal utføre.
- Etablering av tydelige kommunikasjonsprotokoller mellom de aktørene som er involvert i driften av skipene, både i normalsituasjon og ved nødsituasjoner. Dette gjelder spesielt til og fra kontrollromoperatør (og sikkerhetsansvarlig som ble omhandlet i L2.2) da disse vil inneha nye roller sammenlignet med konvensjonelle skip.

Vedrørende fysisk utforming og instrumentering består kontrollrommet primært av nødvendig utstyr for prosessering, visualisering og behandling av data mht. hva en operatør har behov for. Dette i tillegg til kommunikasjonsmidler mot nødvendige aktører. En mer utfyllende beskrivelse av kontrollromskonseptet finnes i del-rapport el-rapport L3.1 (Wennergberg & Holte, 2022).