



HYBRIDELEKTRISKE LOKALBÅTER

ENERGISTUDIE – FASE 2

FOR

SKYSS/KRINGOM

Dok. nr.: 409008-R-002

Revisjon: 01

Bergen, Desember 2020

KUNDE : SKYSS/KRINGOM
NØKKELPERSON : EINAR AALEN HUNSAGER
DOKUMENTTITTEL : HYBRIDELEKTRISKE LOKALBÅTER
PROSJEKTNAMN : ENERGISTUDIE - FASE 2
PROSJEKTNUMMER : 409008
INTERNT DOKUMENTNUMMER : 409008-R-002
EKSTERN DISTRIBUSJON : ETTER KUNDES ØNSKE
GRADERING : INGEN

Revisjon	Dato	Av	Kontroll	Godkjent	Kommentar
01	03.12.20	IAA/JEIL	TB	TB	Sluttrapport Fase 2

1. RESYME OG KONKLUSJONER	1
1.1 OPPSUMMERING ENERGISTUDIE – FASE 2	1
1.2 OPPSUMMERING FRA ENERGISTUDIE – FASE 1	2
2. INNLEDNING	4
3. GRUNNLAG	5
3.1 HYBRIDISERINGSGRADER	5
3.2 BEREGNING AV ENERGIFORBRUK	6
3.2.1 EFFEKTBEHOV	6
3.2.2 TIDSBRUK	6
3.3 DAGENS RUTETILBUD	7
3.3.1 RUTER – RUTEPAKKE 2	7
3.3.2 RINGESTOPP FREKVENSEN AV BRUK OG PÅVIRKNING PÅ HYBRIDGRADER	9
3.3.3 SEILINGSHASTIGHETERS PÅVIRKNING PÅ ENERGIFORBRUK	10
3.4 DAGENS HAVNER	10
3.5 KRAV TIL FARTØYKAPASITETER	11
3.5.1 FARTØYSTØRRELSER I FORHOLD TIL BREDDE OG LENGDE – SENSITIVITET MOT VEKT	11
3.5.2 FRAKT AV BUSS OG TYNGRE KJØRETØY	12
3.6 FARTØYDESIGN – TEKNOLOGI	13
3.6.1 TUNGE BATTERIPAKKER – FARTØYENES BÆREEVNE	13
3.6.2 BATTERITEKNOLOGI, KOSTNADER OG LEVETID	14
3.6.3 HYBRIDTEKNOLOGIER	14
3.6.4 SJØFARTSDIREKTORATET OG KLASSEINSTITUSJONER (DNVGL M.M.)	15
3.6.4.1 BATTERI SIKKERHET	15
3.6.4.2 FARLIG GODS	16
3.6.4.3 BEMANNING OG KRAV TIL MANNSKAP	17
3.7 LADEFASILITETER	18
3.8 ØKONOMISKE NØKKELTALL	20
4. BEFARING AV FARTØY OG RUTER	21
4.1 FLORØ BASSENGET	21
4.1.1 FLORØ-BAREKSTAD-BATALDEN-FANØY (RUTE 14-637)	22
4.1.2 FLORØ-ROGNALDSVÅG-KINN (RUTE 14-639)	23
4.1.3 FLORØ-VEIESUND-ASKROVA-STAVANG-SVANØY (RUTE 14-631)	24
4.2 SOGN (RUTE 14-185)	25
4.3 EKSISTERENDE FARTØYSPARK – ARRANGEMENT OG EGENSKAPER	26
4.4 HAVNE- OG KAIFASILITETER	28
4.4.1 KAIER OG HAVNER I FLORØBASSENGET	28
4.4.2 KAIER OG HAVNER I SOGN	29
4.4.3 UNIVERSELL UTFORMING – OVERFØRING AV PASSASJER TIL LAND, ELDRE KAIANLEGG	29
5. ENERGISTUDIER	30
5.1 FORUTSETNINGER	30

5.1.1	FARTØYDIMENSJONER, SKROG OG LASTEKONDISJONER	30
5.1.2	FREMDRIFTSSYSTEM, BATTERI- OG GENERATORCAPASITETER	31
5.1.3	RUTETABELL, SEILINGSPROFIL OG ANTALL FARTØY	33
5.1.4	LADEKAPASITETER	34
5.2	FLORØ SØR	35
5.2.1	RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON	35
5.2.2	KONVENJONELL DRIFT	35
5.2.3	HYBRIDELEKTRISK	35
5.3	FLORØ NORD OG VEST	36
5.3.1	RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON	36
5.3.2	KONVENJONELL DRIFT	36
5.3.3	HYBRIDELEKTRISK	37
5.4	KYSTVEGEKSPRESSEN.....	38
5.4.1	RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON	38
5.4.2	KONVENJONELL DRIFT	38
5.4.3	HYBRIDELEKTRISK	39
5.5	SOGNEFJORDEN.....	40
5.5.1	RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON	40
5.5.2	KONVENJONELL DRIFT	40
5.5.3	HYBRIDELEKTRISK	40
5.6	HYBRIDELEKTRISK – RUTEBASERT OPPSUMMERING.....	41
6.	KOSTNADSESTIMATER -----	46
6.1	FARTØY KOSTNADER - INVESTERINGER OG DRIFT	46
6.2	KOSTNADER RELATERT TIL LADEINFRASTRUKTUR.....	48
6.3	MANNSKAPSKOSTNADER	49
6.3.1	MASKINIST	49
6.3.2	STYRMANN	49
6.4	ENERGIKOSTNADER.....	49
7.	EVALUERINGER OG ANBEFALINGER TIL ANBUDSPROSESS-----	50
APPENDIX A : FARTØYSSPESIFIKASJON FRA SKYSS -----		51
APPENDIX B : RUTETABELLER FRA SKYSS-----		52

1. RESYME OG KONKLUSJONER

Det er utført energistudier i to faser for Rutepakke 2 av LMG Marin med assistanse av ekstern konsulent Ingebjørn Aasheim på oppdrag for Skyss/Kringom. Denne rapport presenterer Fase 2. Fase 1 av energistudiet er tidligere dokumentert i rapport 409008-R-001 og kan oppsummeres som følger:

1.1 OPPSUMMERING ENERGISTUDIE – FASE 2

For denne Fase 2 av studien har Skyss spesifisert følgende endringer som ønskes utredet:

- 1) Antall hovedfartøy økt fra 4 til 5, spesifisert med eller uten kapasitet for tyngre kjøretøy.
- 2) Endret rutetabell for fartøyene i Florabassenget og Kystvegekspressen med lengre liggetid i havner med ladefasilitet (Florø).
- 3) Økt landstrøm ladekapasitet utover 700 kW som anvendt i Fase 1.
- 4) Færre ringestopp i Florabassenget, samtlige havner med kjørerampe inngår som faste stopp.
- 5) Opsjon på forlengelse av Kystvegekspressen til Selje.
- 6) Dedikert reservefartøy med lastekapasitet for tyngre kjøretøy, og hvor slik kapasitet ikke inngår på hovedfartøy men tas som bestilte ekstraturer med reservefartøyet.

Ulike kombinasjoner av disse endringer er utredet i denne Fase 2 rapporten.

Økning av antall hovedfartøy fra 4 til 5 gir kombinert økt rutetilbud og mulighet for økt ladetid. Kystvegekspressen blir med dette dedikert for ruten uten å ta deler av ruteproduksjon for Flora vest og Nord. Flora vest og nord får kombifartøy (PAX/PBE) for alle rutene. For Flora vest og nord, samt Kystvegekspressen kan dermed tilby økt produksjon samtidig som en legger inn mulighet for økt ladetid. For Flora sør og Sogn er produksjon uendret og noe økt tidsbruk ved økt ladetid.

Det anbefaler at fartøyene i Florabassenget ikke spesifiseres for å ta større og tyngre busser, lastebiler og spesialtransport, men heller overfører denne kapasitet til reservefartøy og ekstraturer. Hovedfartøy anbefales begrenset til PBE kapasitet og lette lastebiler/busser innenfor typisk 9 m og 10 tonns totalvekt. Hoved argument for denne anbefaling er at fartøys hoveddimensjoner må begrenses for å effektivt kunne operere rutene. Fartøy på Sognefjorden må derimot spesifiseres med kapasitet for tyngre busser, lastebiler og spesialtransport da det her er vanskelig å se for seg alternativer, og fordi denne ruten kan tillate et fysisk større fartøy. For situasjoner med frakt av tyngre kjøretøy vil det måtte påregnes forsinkelse i ruten.

Økt ladekapasitet viser seg å ha svært begrenset effekt da batteripakkene som definert for fartøyene har begrenset mulighet til å ta imot større ladestrømmer. Den reelle økningen i ladekapasitet er fra 700 kW til opp mot 850 kW. Det kreves større batteripakker for å ta imot enda høyere ladeeffekt enn dette, men vi ser av andre forhold som omtalt i rapport at det ikke er hensiktsmessig å øke batteripakkens størrelser. Effekt av økt ladekapasitet er en økt hybridgrad på rundt 1%. Av hensyn til kostand og fleksibilitet anbefales derfor ladeteknologi som anvendt i Fase 1, dvs. billaderteknologi som i ledige stunder uansett kan anvendes av andre brukere som busser og privatbiler.

Økt liggetid ved ladestasjoner medfører som forventet en markant økning i hybridgrad og er et tiltak som anbefales dersom dette også er akseptabelt for brukerne.

Overordnet resultat for hele Rutepakke 2 viser økt hybridgrad fra 64% i Fase 1 til 70% i Fase 2 dersom Kystvegekspressen fortsatt går til Måløy. Dersom denne ruten skal utvides videre til Selje medfører dette en hybridgrad på 65%. Nøyaktighetsgrad på resultat vurderes fortsatt til å være innenfor $\pm 5\%$.

Dersom bortfall av landstrøm vil fartøyene likevel være i stand til å fortsette operasjon, men da med generatordrift for å kompensere for manglende landstrøm. Resultatet blir åpenbart høyt CO₂ utslipp i denne perioden, men for de fleste rutene er generatorkapasitet tilstrekkelig til at rutetabell fortsatt kan overholdes. Ett unntak er Sogn hvor noe redusert hastighet er nødvendig dersom en ønsker å se seg innenfor normal batteri drenering (men dersom enkelttilfeller kan en forsvare normal rutefart). Langvarig operasjon uten lading er uheldig da dette medfører et CO₂ utslipp som er 10 – 15% høyere enn et konvensjonelt dieselbåt.

1.2 OPPSUMMERING FRA ENERGISTUDIE – FASE 1

Basert på rutetabeller og fartøysspesifikasjoner opplyst av Skyss/Kringom er det utført energistudie med tilhørende tekniske- og kostnadmessige evalueringer av ett alternativ med fortsatt ren dieseldrift sett opp mot en plugg-inn hybridløsning. Rutetabell og fartøysspesifikasjon mottatt som basis for studien avviker fra dagens drift.

Hybridløsningen er gjennom studiet forsøkt optimalisert for formålet og sammenlignet mot dieselløsningen. Det er i tillegg gjort noen evalueringer av en tenkt helelektrisk løsning som medfører utfordringer og som av den grunn ikke er dratt helt frem til en fullverdig teknisk løsning.

Energistudier i seg selv er relativt ukompliserte oppgaver, men i dette tilfellet ble det tidlig identifisert en rekke omkringliggende forhold som ville ha stor påvirkning på sluttresultatet og som måtte avklares for å sikre realisme og akseptabel nøyaktighetsgrad. Slike omkringliggende og nå avklarte forhold inkluderer:

- *Denne Fase 1 av studiet spesifiserer bruk av totalt 4 fartøy i Rutepakke 2 med 4 tilhørende fartøys spesifikasjoner hva gjelder kapasitet. Gjennom studiet ble det identifisert at fartøyspark ikke gikk helt opp med spesifiserte rutetabeller, men studien viser hvordan de 3 fartøyene som tenkes operert i Florabassenget og Kystvegekspressen kan kombineres med små avvik i rutetabell og fartøyskapasitet.*
- *Bruk av ringestopp i rutene og i hvilken grad fartøyene er i stand til å følge oppsatt rutetabell (dagens og som spesifisert for studie Fase 1) om alle ringestopp aktiveres i samme rundtur. Observasjon er at samtidig bruk av alle ringestopp ikke er et relevant behov og vil heller ikke bli en forutsetning for fremtidig drift av rutene.*
- *Transport av tyngre kjøretøy og spesialkjøretøy som fartøyene er spesifisert for å håndtere. Her observeres ulik praksis, hvor en i Sogn inkluderer dette i normal drift, mens en i Florabassenget tar slik transport som ekstraturer. Denne praksis er videreført i studiet.*
- *Maksimal størrelse på fartøy. Dette gjelder spesielt i Florabassenget med sine trange farvann og begrensede kaifasiliteter. Her observeres en fysisk begrensning for hvor store fartøy som kan opereres, og en vet at faktorer som opplyst fartøysspesifikasjon, hybridisering/elektrifisering og nybygg etter dagens krav alle vil drive fartøys størrelse opp. Fartøys størrelse er inkludert som en begrensende faktor i studiet.*
- *Mulige operasjonsbegrensninger for nye fartøy. Gjennom studien har vi søkt avklaring på at frakt av det som karakteriseres som «farlig gods» fortsatt kan videreføres ved bruk av tenkte nybygg for neste anbudsperiode, selv om regelverk på dette området er endret.*

Rutepakke 2 karakteriseres av rutetabeller med mye «slakk» som gjør at normal operasjon er langt mindre energikrevende enn de mest hektiske perioder med utstrakt bruk av ringestopp. Dette er gunstig med tanke på hybridisering hvor en da kan optimalisere elektrisk drift for gjennomsnittskondisjonen og oppnår høy hybridiseringsgrad, samtidig som rekkeviddeforlenger på diesel kan håndtere de mer utfordrende situasjoner. Dette ville ikke vært mulig med en «stram» rute med bare faste stopp. Videre, en stor utfordring med alternativet ren batteridrift ville være at dimensjonering for de mest utfordrende situasjoner ville gitt en u hensiktsmessig dyr og energikrevende løsning.

Det er gjennom studiets Fase 1 oppnådd en hybridgrad for hele Rutepakke 2 på rundt 64% med en nøyaktighetsgrad innenfor $\pm 5\%$. Fartøyene blir tyngre med en slik hybridløsning og er derfor estimert til å absorbere 7,5% mer mekanisk energi enn et dieselalternativ, men likevel medføre 62% lavere dieselforbruk enn det rene dieselalternativet. En justeringer av de spesifiserte rutetider kan påvirke hybridgrad ytterligere positivt (se Fase 2).

Hybridteknologi som foreslått og basert på manuelt operert landstrømstilkopling (bil-laderteknologi med 700 kW kapasitet), batteripakke plassert under dekk, elektrisk fremdriftsmotor og dieselgeneratorer som rekkeviddeforlengere er etter hvert blitt kjent teknologi og har etter vår oppfatning relativt lav teknologisk risiko.

Mindre hurtiggående fartøy som her omhandles er vektsensitive og kompakte, og derved vil størrelse av batteripakke bli begrenset når det skal tas hensyn til fartøyenes lastekapasitet. Det anbefales at en for operasjon i Florabassenget revurderer opplyst fartøysspesifikasjon hvor en hensiktsmessig løsning kan være å tilby fortsatt drift med frakt av større og tyngre kjøretøy som ekstraturer, og at dette vurderes utført med reservefartøy med tilsvarende kapasitet som dagens fartøy mens nye hovedfartøy får tilsvarende redusert lastekapasitet.

Fartøykonseptene benyttet i studien er basert på ordinære katamaranskrog og vribare propellersystem.

2. INNLEDNING

Skyss og Kringom skal igangsette en anbudsprosess på lokal hurtigbåttransport i Sogn, Florabassenget og strekningen Florø-Måløy høsten 2020. På disse rutene (Rutepakke 2) ligger politiske vedtak til grunn for å ta i bruk nullutslippsteknologi på enkelte fartøy, eventuelt med tilpasning til hybridelektriske fartøy.

En markedsundersøkelse utført av Skyss/Kringom våren 2020 indikerte en mulighet for elektrifisering av nevnte lokalruter. LMG Marin ble sommer 2020 engasjert som teknisk konsulent for å bistå med en detaljert energistudie for kartlegging av mulige hybridiseringsgrader for hver rute med korresponderende fartøy. Fase 1 av dette arbeidet er presentert i rapport 409008-R-001. Fase 2, som omhandles i denne rapport er basert på reviderte fartøyspesifikasjoner og ruteplaner (se henholdsvis vedlegg A og B), og utreder følgende:

- Økt antall fartøy fra 4 som utredet i Fase 1 til 5 hvorav 3 er dedikert til Florabassenget uten assistanse fra Kystvegekspressen.
- Vurdering av krav til buss/lastebil kapasitet for fartøyene i Florabassenget sett opp mot alternativet hvor hoved fartøyene kun har PAX/PBE kapasitet og transportbehov for buss/lastebil/spesialkjøretøy tas som ekstraturer ved bruk av reservefartøy med slik kapasitet.
- Reviderte rutetabeller med økt tid i havn (og redusert antall ringestopp) for å oppnå økt ladetid og tilhørende økt hybridgrad for fartøyene.
- Vurdering av økt batterikapasitet og økt ladekapasitet for å oppnå høyere hybridgrad.
- Vurdering av Kystvegekspressen forlenget fra dagens Måløy til Selje.

LMG Marin utfører arbeidet i samarbeid med ekstern konsulent Ingebjørn Aasheim.

3. GRUNNLAG

Dette kapittelet omhandler den grunnleggende teorien samt de forutsetningene og definisjonene som er lagt til grunn og beregningsmodellene som er brukt videre i rapporten. Elementer beskrevet her har direkte påvirkning på blant annet resulterende hybridiseringsgrader, en solid forståelse av dette er derfor grunnleggende for tolkning av videre resultat.

3.1 HYBRIDISERINGSGRADER

Hybridgrad er en beskrivelse på hvor stor andel energi som kommer fra ulike energiformer eller energibærere. I dette tilfellet er følgende energiformer vurdert:

- 1) Elektrisk, landsstrøm
- 2) MGO/diesel, ordinært fossilt brensel
- 3) Biodrivstoff (HV100+) – syntetisk biodiesel

Definering av hybridiseringsgrad kan deles i tre kategorier:

- a) Mekanisk hybridgrad: Dette er forhold mellom mekanisk energi produsert om bord, typisk fra generator sett, og elektrisk energi levert fra ladepluggen på land omgjort til mekanisk energi på aksling. En ser her kun på hvor stor andel de to energibærerne leverer inn på propellakslingen. Vår definisjon på mekanisk hybridgrad er andel mekanisk energi på aksling levert fra ladeplugg delt på total mekanisk energi om bord.
- b) Termisk hybridgrad: Her blir hele energikjeden vurdert, altså man korrigerer for samtlige energitap og virkningsgrader. Typisk vil en forbrenningsmotor ha en virkningsgrad på 30-35% i forhold til energiinnholdet i brennoljen (resterende 65-70% er varmetap). En ren elektrisk drivlinje vil ligge på rundt 80% i forhold til belastning på strømmettet, og tapene på rundt 20% er i hovedsak varmetap for spenningstransformering, omforming (AC/DC), lading/drenering batteri og omdanning til mekanisk energi. Termisk virkningsgrad kan da beskrives som forholdet mellom total bunkret dieselenergi og total energibelastning fra strømmettet. På et fartøy med en kombinasjon av batteri og forbrenningsmotor blir en termisk hybridgrad betydelig lavere enn mekanisk grunnet forbrenningsmotorens lave virkningsgrad, men gir i klimasammenheng et riktigere bilde da alt energiforbruk som medgår til operasjonen inkluderes – også energien som forsvinner i varmetap.
- c) Klimabetraktning gjennom CO₂ utslipp: Denne angir alt klimagassutslipp som medgår direkte og indirekte basert på miks av energibærere, typisk sammenlignet med generatordrift i miks med elektrisk energi korrigert for CO₂ miks. For generatordrift på diesel inkluderes også CO₂ utslipp relatert til raffinering og transport av brennstoffet. For elektrisitet inkluderes energimiks som leverer kraft til nettet (typisk kombinasjon av vannkraft, vindkraft, kullkraft, gasskraft etc. – i Norge dominert av vannkraft).

De tre utgavene gir ulike bilder som alle er riktige, men de må brukes forskjellig – typisk basis som totalkostnad, åpning for bruk av biodiesel, klima avtrykk etc.. Alle disse kan igjen brukes videre til å prissette kost/nytte i forhold til klima, samfunnsoppdrag osv.. Videre i rapporten er hybridgrad en referanse til mekanisk hybridgrad, dette etter ønske fra oppdragsgiver.

3.2 BEREGNING AV ENERGIFORBRUK

Grunnleggende for denne mulighetsstudien er en bearbeidet og pålitelig energistudie for aktuelle hurtigbåter med riktig fartøyspesifikasjon og operasjonsmønster i henhold til gitte ruter. Da dette beskriver en fremtidig situasjon, er det nødvendigvis behov for estimering av enkelte avgjørende faktorer. Dette delkapittelet beskriver slike estimat og på hvilken basis de er beregnet.

3.2.1 EFFEKTBEHOV

Effektforbruket til en hurtigbåt kan generelt deles inn i ulike operasjonsmodi:

- Kailigge, kun hotell-last til diverse forbrukere om bord (hotell-last er uttrykk for effektforbruk medgått til å drive alle systemer om bord med unntak av propulsjon).
- Manøvrering (inkludert akselerasjon/retardasjon), fartøyet manøvreres til kai, ofte benyttes baugpropell.
- Transitt, effektbehovet for propulsjon er proporsjonalt med fartøyets motstand gjennom sjøen for den aktuelle hastigheten. I tillegg kommer hotell-last.

Estimering av hotell-last for den aktuelle energistudien er basert på erfaringer fra nyere og mer optimaliserte fartøy av tilsvarende karakter og størrelse. Det samme er tilfelle for effektbehov under manøvrering. Merk at effektbehov under manøvrering er basert på gjennomsnittsverdier over en gitt periode, da dette er sterkt avhengig av spesifikke vindforhold.

Det helt klart største effektbehovet er knyttet til transittmoden. Dette gir igjen det absolutt dominerende energiforbruket. For bestemmelse av effektbehov er det benyttet motstandstall for et representativt skrog for de aktuelle fartøyene fra konsulentenes database. Skroget korresponderer til en bygd hurtigbåt med svært pålitelige motstandsinformasjon (fullskala målinger) for de relevante hastighetene.

En parameter som tungt påvirker effektbehov, er fartøyets vekt. Mer vekt gir et større deplasement og følgende økning av motstand og derav energiforbruk. I beregningsmodellen består totalt deplasement av følgende vektelelementer:

- Lettskipsvekt (vekt av båt uten nyttelast), korresponderende til relevant fartøyspesifikasjon
- Tillegg i lettskipsvekt pga. varierende generatorstørrelse
- Tillegg i lettskipsvekt pga. varierende batteristørrelse
- Dødvect (vekt av nyttelast), gjennomsnittlig

Erfaringsbaserte faktorer for batteri og generatorvekt (vekt/installert enhet) er benyttet i modellen. Fartøyets motstand blir så korrekt skalert i henhold til relevant deplasement.

3.2.2 TIDSBRUK

Når effektbehov i hver operasjonsmodus er beregnet, er energiforbruket naturlig gitt av korresponderende tidsbruk i hver mode. I beregningsmodellen er tidsbruk både regnet ut basert på oppgitt ruteplan samt fysisk befaring og gjennomførte målinger om bord i dagens fartøy.

Tidsbruken korresponderer altså til gjennomsnittlige kondisjoner. I daglig drift vil tiden variere ut ifra flere forhold blant annet vind og vær eller skipsførerens individuelle karakteristikker.

3.3 DAGENS RUTETILBUD

Rutetilbudet i dag er bygget opp over en årrekke og løser det samfunnsoppdraget etter de behov som brukere og oppdragsgiver er omforent om. Rutene dekker et svært betydningsfullt behov lokalt som involverer frakt av passasjerer og ulike gods til et høyt antall ulike stoppesteder. En fellesnevner for samtlige ruter i Rutepakke 2 er et varierende behov for fartøysanløp til hvert enkelt stoppested i rutetabellen. Dette løses med en eller to faste endestopp for hver rute, der anløp utenom disse må meldes inn direkte til fartøysbesetning. Anløp utenom faste stoppesteder er videre i rapporten omtalt som ringestopp.

3.3.1 RUTER – RUTEPAKKE 2

De gitte rutetabellene i Rutepakke 2 kan overordnet oppsummeres slik:

Florabassenget:

- Florø – Svanøy (Sør)
- Florø – Fanøy (Nord)
- Florø – Rognaldsvåg (Vest)

Sogn:

- Nordeide – Ortnevik
- Ortnevik – Vik

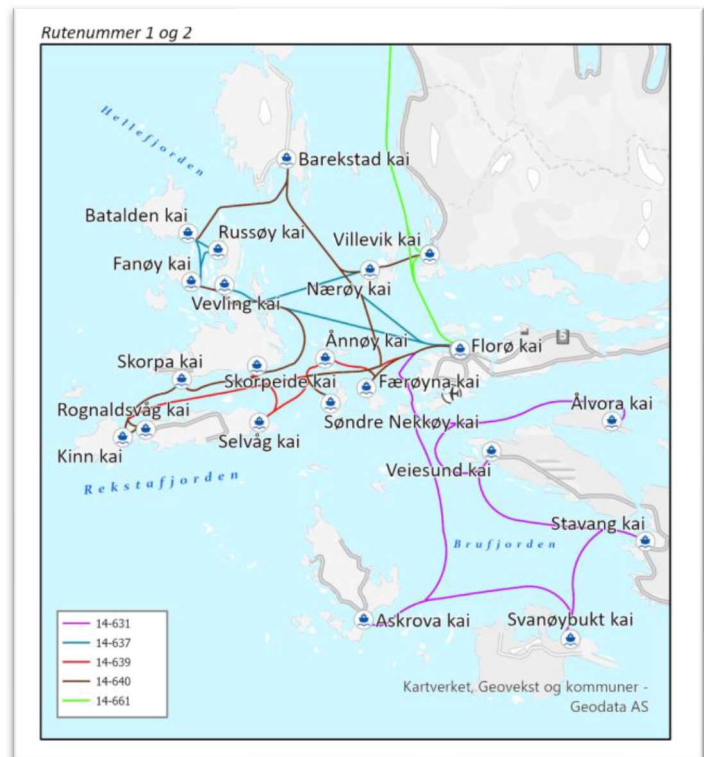
Kystvegekspressen:

- Florø – Måløy/Selje

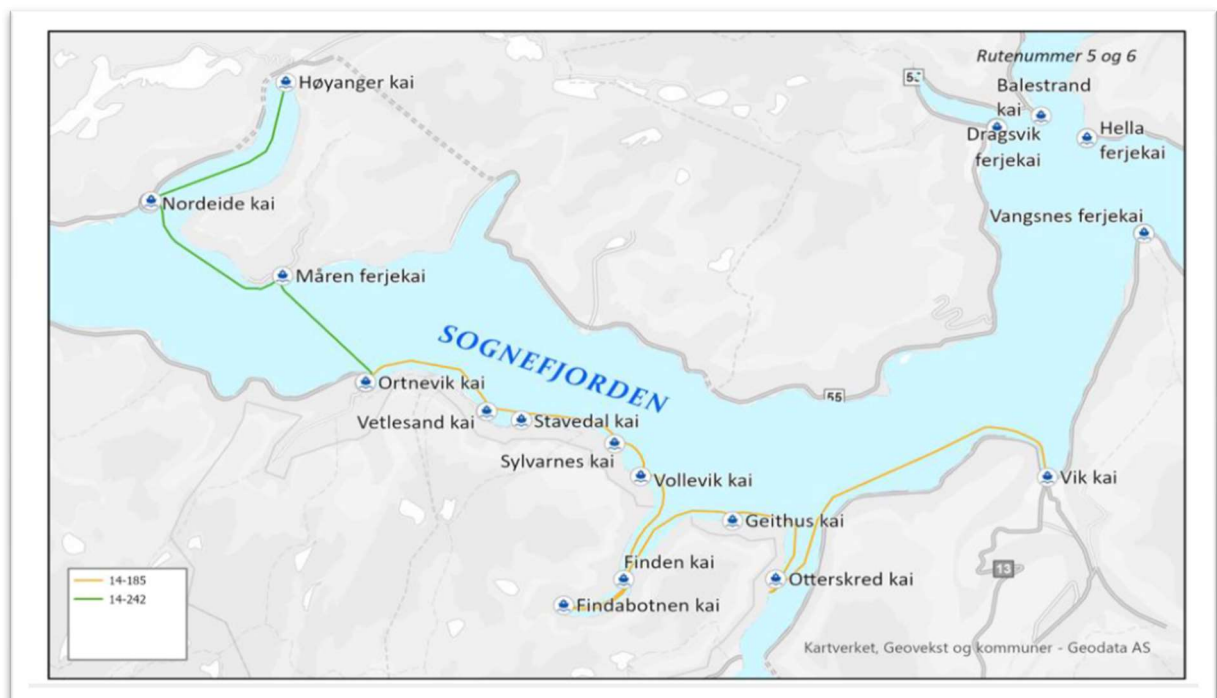
Dagens rutekart er vist i figurene 1, 2 og 3 på neste side. For detaljerte rutetabeller som gir basis for denne Fase 2 av energistudien henvises det til vedlegg B. Videre bør det nevnes at dagens operatør tilbyr turer utenom gitte rutetabeller fra oppdragsgiver. Slike ekstraturer omhandles ikke i gjennomført energistudie men er diskutert i rapport.



Figur 1. Kystvegekspresen



Figur 2. Florabassenget

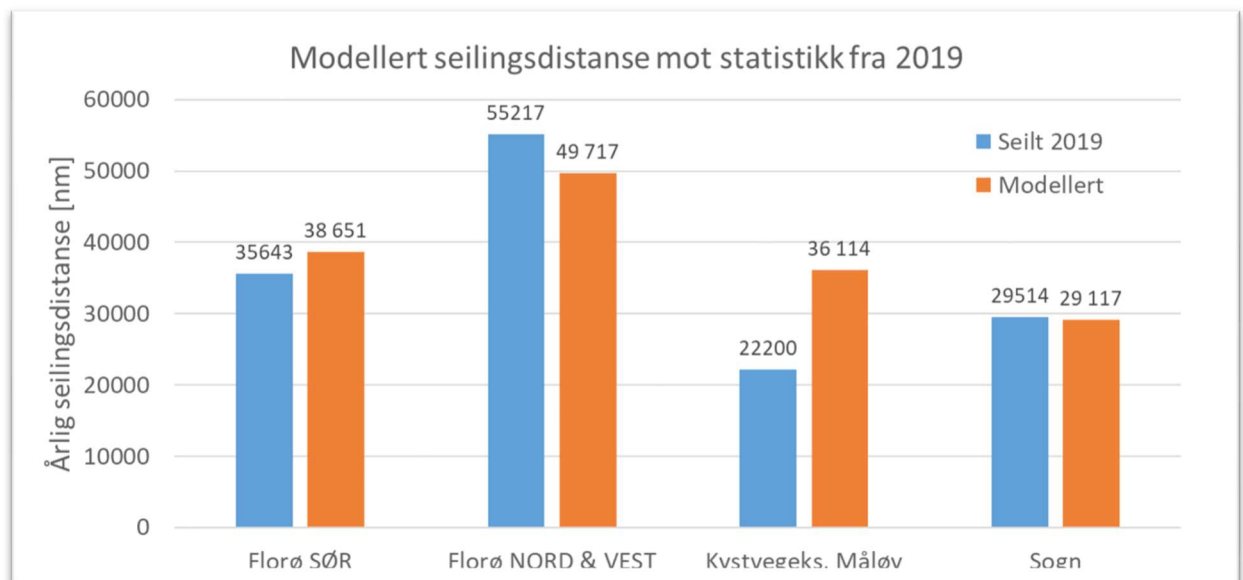


Figur 3. Rutesambandet i Sogn

3.3.2 RINGESTOPP FREKVENSEN AV BRUK OG PÅVIRKNING PÅ HYBRIDGRADER

Statistikk fra 2019, indikerer at det over året som helhet er en liten andel av ringestopp som blir benyttet. Dette da statistikk over årlig seilingsdistanse fra 2019 samsvarer godt med modellert seilingsdistanse uten ringestopp. Se Figur 4 nedenfor for en sammenligning av totalt årlig seilingsdistanse med og uten ringestopp opp mot levert statistikk fra 2019.

I beregningsmodellen er avviket mellom modellert seilingsdistanse uten ringestopp og faktisk seilingsdistanse fra 2019 inkludert i energiberegningen. Metoden for dette er å beregne totalt energiforbruk uten ringeanløp. Deretter legges en prosentvis justering på dette resultatet. Denne justeringen samsvarer med avviket mellom modellert seilingsdistanse uten ringeanløp og rapporterte verdier fra 2019. For den hybridelektriske versjonen legges denne justeringen i energiforbruk på energi fra rekkeviddeforlengeren, da dette korresponderer best med fartøyets operasjonsprofil og naturlig bruk av rekkeviddeforlenger (se kapittel 3.6.3 for beskrivelse av hybridteknologi). Hybridgraden blir da nødvendigvis noe lavere når en modellerer realistiske situasjoner med hjelp av statistikk fra 2019 i forhold til verdier helt uten ringeanløp.

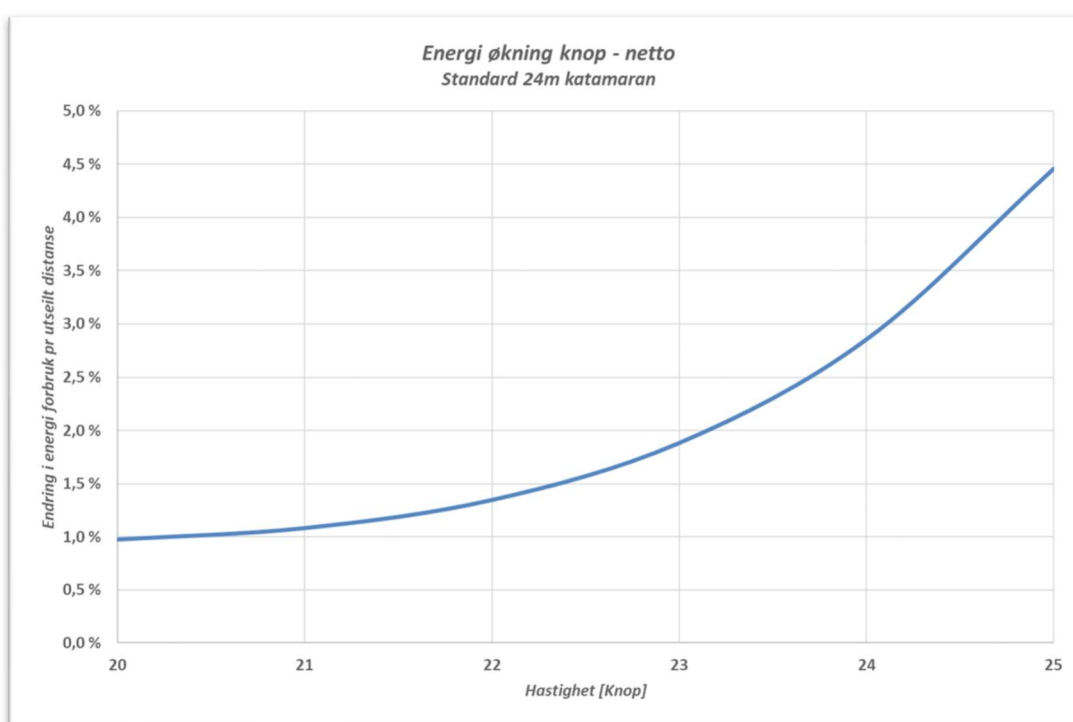


Figur 4. Rapporterte seilingsdistanser fra 2019 sammenlignet med modellerte verdier

3.3.3 SEILINGSHASTIGHETERS PÅVIRKNING PÅ ENERGIFORBRUK

En annen observasjon er at dersom man omgjør samtlige ringeanløp til faste anløp så vil kravet til seilingshastigheter øke betraktelig og med høyere hastigheter vil også energiforbruk gå opp. Dette vil igjen øke krav til typisk størrelse på batteripakker og størrelse på maskineri, noe som igjen vil gi høyere kapital- og energikostnader. Dette påpekes da en detaljert dimensjonering av batteripakke om bord vil måtte ta hensyn til et definert «*worst-case scenario*» der alle ringeanløp blir benyttet. I slike tilfeller må altså batteripakken justeres kraftig opp, eller en må tillate avvik fra ordinær ruteplan. Sistnevnte alternativ synes å være valgt løsning også for dagens drift.

Dagens fartøy operer i stor grad med en seilingshastighet på 20-23 knop. En indikasjon på forventet økning i energiforbruk som funksjon av hastighet er gitt av Figur 5.



Figur 5. Energiforbruk i forhold til hastighet

3.4 DAGENS HAVNER

Hovedhavnene, som start og endestopp i hver rute, er tilrettelagt for å håndtere kjøretøy og tyngre last. Mindre havner med ringeanløp har kaianlegg som i hovedsak krever kranbruk for all lasthåndtering og lasting/lossing av eventuelle kjøretøy vil normalt kreve planlegging på disse havnene. Dette er faktorer som forlenger tidsbruk i havn. En konsekvens er høyere seilingshastighet for å opprettholde ruta, som igjen gir økt energiforbruk. Erfaring fra befaring i Florabassenget tilsa også at vanlig av- og ombordstigning av passasjerer tar uforholdsmessig lang tid ved enkelte kaier. Sistnevnte kan i stor grad utbedres med mer moderne utstyr for passasjerhåndtering om bord.

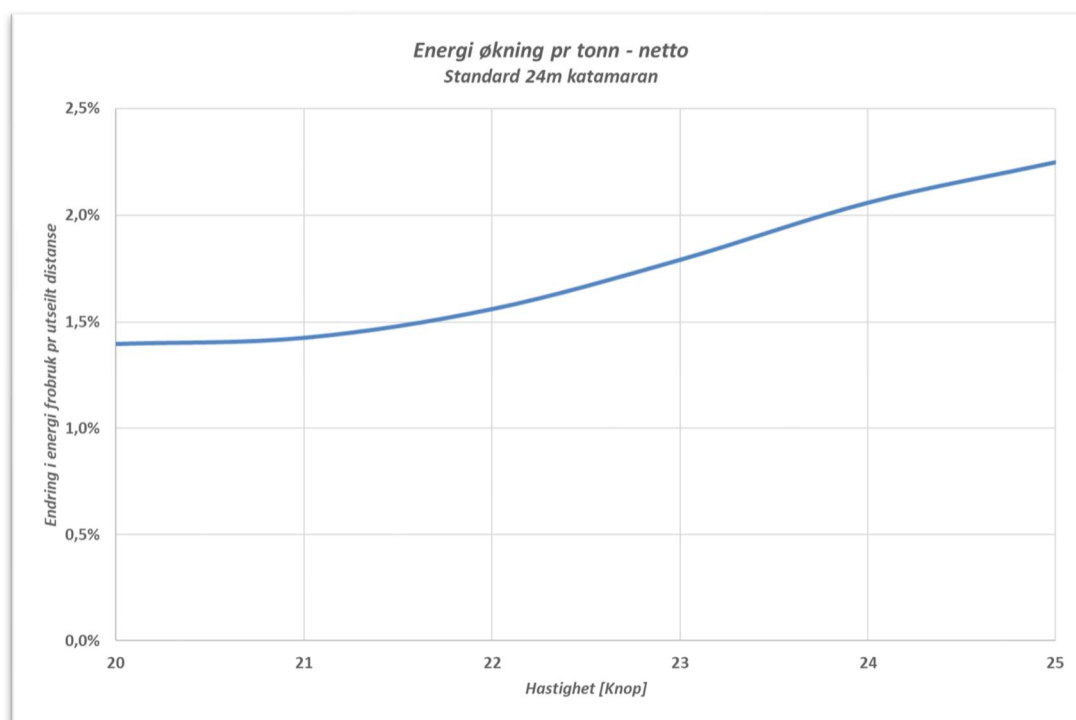
Generelt kan det og nevnes at mange kai- og havneanlegg på grunn av sine begrensninger i praksis vil være dimensjonerende for fartøyets størrelse. I ytterste konsekvens vil dette begrense installert batterikapasitet og/eller gi en svært ugunstig skrogfasong med tanke på skrogets fylldighet. Kai situasjonen og dens begrensninger har ellers ingen direkte innvirkning på resultatet fra energistudie.

3.5 KRAV TIL FARTØYKAPASITETER

Dagens flåte er basert på en tid da kravene til klimaavtrykk var mer å betrakte som underordnet i forhold til krav om design og kapasiteter. Dette gjør at flåtens kapasiteter er tilrettelagt for de mest krevende dagene i året og at ruteproduksjonen skal opprettholdes selv på disse dager. I en ren statistisk betraktning, så fremstår dagens fartøy å ha liten utnyttelsesgrad i forhold til passasjer og lastekapasitet. Dette er en kjent problemstilling og vil bli et forhold som kan by på en del utfordringer.

3.5.1 FARTØYSTØRRELSER I FORHOLD TIL BREDDER OG LENGDE – SENSITIVITET MOT VEKT

Farvannet, og da spesielt i Florøbassenget har en del begrensinger i forhold til geografi og ledenes geometriske mål (dybder, passasjebreder, turneradier etc.). Dagens fartøy som betjener sambandene, nærmer seg de maksimale mål man kan håndtere uten å måtte utbedre eller velge lengre fartøysleder, eller gjøre betydelige modifikasjoner på kaianlegg. Et forhold man i den sammenheng må være bevisst på er at batterienes energitetthet er lav sammenlignet med ordinær diesel, som en tommelfingerregel kan man anta at en gitt energimengde med batteri vil være 40 ganger tyngre enn diesel. Dette gjør at en tung batteripakke vil øke fartøys netto forbruk betydelig, f.eks. en batteripakke på 10 tonn vil gi en økning i netto energiforbruk på 10-20% (se figur 6 som viser økt energiforbruk per tonn ekstra vekt).

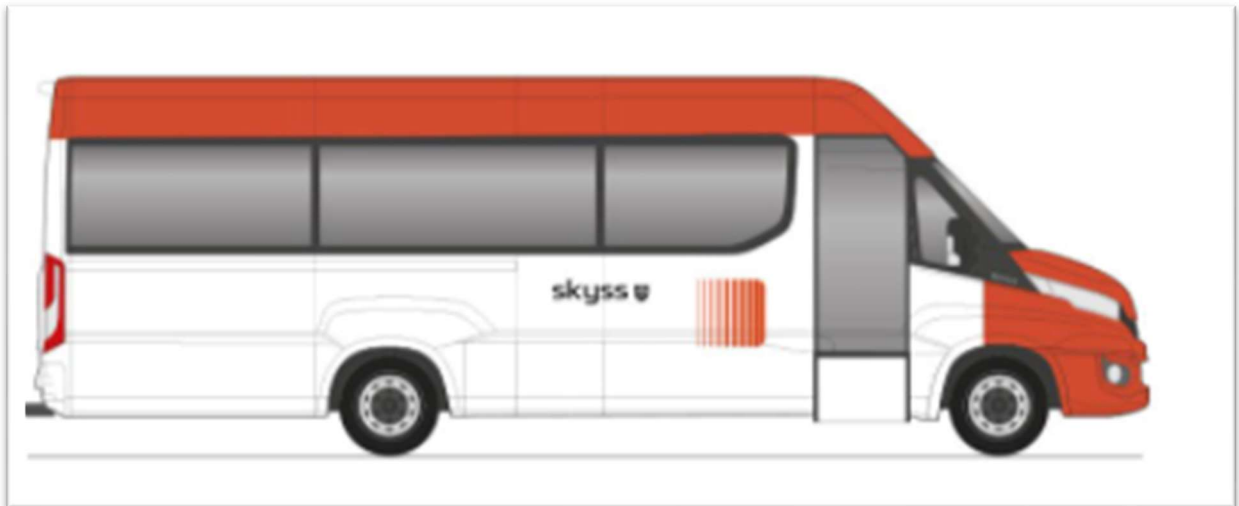


Figur 6. Endring i energiforbruk i forhold til økning i deplasement

Økes fartøys vekt, samtidig som man beholder dagens geometriske mål, så vil dette føre til større bølgedannelser som igjen kan gi strengere krav til seilingshastigheter i områder som er sensitive for sjø. I tillegg vil dette gi krav om å redusere hastighet tidligere ved innseilinger til havner, således driver dette forseilingshastighet opp med tilsvarende energiøkning.

3.5.2 FRAKT AV BUSS OG TYNGRE KJØRETØY

Frakt av buss og tyngre kjøretøyer er dyr kapasitet å spesifisere for fartøyene, både på grunn av arealkrav som er drivende for fartøys størrelse og krav til maskineri og energilager om hastighet skal opprettholdes. Et kompromiss synes derfor å være hensiktsmessig hvor hovedfartøy spesifiseres for lette lastebiler og busser (se eksempelvis lett buss vist i figur 7) og hvor de er i stand til å holde rutefart med slik last, mens tyngre kjøretøy som eksempelvis vist i figur 8 fraktes med konvensjonelt reservefartøy på bestilte ekstraturer.



Figur 7. Buss 9 m lang og ca. 9 tonn



Figur 8. Betongbil 10 m lang og ca. 25 - 30 tonn totalvekt

3.6 FARTØYDESIGN – TEKNOLOGI

Til tross for at dagens flåte ligger i området 10-20 års alder, så er det i realiteten ikke kommet teknologi nyvinninger som tilsier at energiforbruk vil forbedres nevneverdig om fartøyene skal bygges i dag. Imidlertid er erfaringene med batteri installasjoner at vekten av batteripakker vil kreve nye skrogdesign som har evne til å bære denne energiformen. I stor grad vil det være en utfordring å benytte de tradisjonelle skrogkonseptene, derved vil i praksis tunge batteripakker tvinge igjennom nye fartøy. Dvs. at ombygging av dagens fartøy vil bli utfordrende og sannsynligvis ikke hensiktsmessig løsning.

3.6.1 TUNGE BATTERIPAKKER – FARTØYENES BÆREEVNE

Det danner seg en generell erfaringsregel som tilsier at det er grenser for hvor mye vekt en katamaran kan ha i forhold til skrogens vannlinjelengde. Vårt inntrykk er at alle dagens fartøy har vannlinjelengder som rent praktisk vil begrense mulighet for å øke lastekapasitet. Forskjellen mellom et fartøys maksimale vekt (deplasement) og fartøyets egenvekt (lettskipsvekt) blir da lastekapasitet. Tunge batteripakker vil øke lettskipsvekt og i stor grad måtte gå på bekostning av lastekapasitet.

Et regneeksempel som illustrer utfordringen med tunge batteripakker er vist i tabell 1 nedenfor basert på M/S «Øyservice»

Tabell 1. Batterivekt versus lasteevne

Lastekapasitet	15 tonn
Legges det inn en batteripakke som gir en hybridgrad på ca. 60%, så vil denne ha en nettovekt på ca. (dvs. motregnet utstyr som går ut).	-10 tonn
Resterende lastekapasitet	5 tonn
Vekt av 65 passasjerer	5,5 tonn
Overlast	0,5 tonn

Skal fartøyet ta med biler, så betyr det i praksis at da må antallet passasjerer ned. Regner man en personbil til gjennomsnittsvekt på ca. 1500kg, så vil 4 biler tilsvare 65 passasjerer. Dette er kompromisset en gjerne må akseptere som kompensasjon for tunge batteripakker.

3.6.2 BATTERITEKNOLOGI, KOSTNADER OG LEVETID

På verdensbasis foregår det et stort forsknings- og utviklingsarbeid innen batteriteknologi. Men selv om det gjøres gjennombrudd på dette området, så vil det ta flere år før produksjonskapasitet er hevet til et nivå hvor nye batterityper er tilgjengelige for hurtigbåtmarkedet. Etter samtale med de dominerende batterileverandørene i det norske markedet (Corvus AS, ZEM, Simens m.m.), så indikerer de at dagens tilgjengelige teknologi vil etter alt å dømme ikke endres innen de neste 3 år. I praksis må man derfor innenfor de nærmeste årene, dvs. innen implementering av nye fartøy til Rutepakke 2 legge til grunn at det ikke vil bli endringer av betydning.

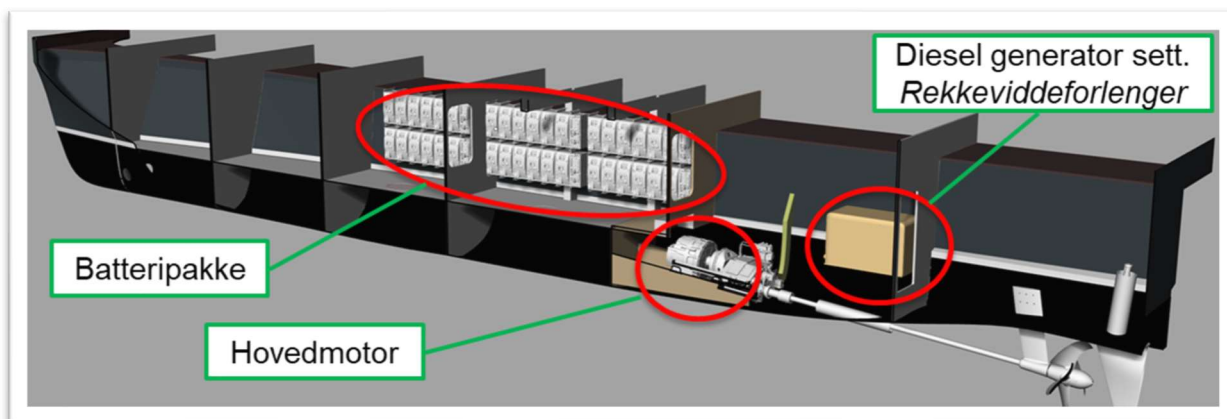
Dette gir derved følgende nøkkeltall:

- Levetid, angitt som tid inntil 20% av batterienes kapasitet er tapt, vil være rundt 12-14 år.
- Det forutsettes bruk av batterier med høy energitetthet (dvs. lavest mulig vekt). Batteriene som er lagt til grunn for studien har en energitetthet på 6-8 kg per kWh. Det presiseres at dette er den faktiske verdi. Ser man på de tall som normalt kommer frem i salgsbrosjyrer så oppgis det brutto batterikapasitet og ikke utnyttbar (ca. 15% reduksjon).
- Batteripakker må dimensjoneres utfra at de skal ha tilstrekkelige reserver for å utføre samme oppgaver i siste som første del av en anbudsperiode, dvs. 20% margin for degradering må inkluderes.
- Ladeeffekter vil være begrenset av hvor hurtig bunkring batterier vil håndtere uten å bli ødelagt. Batterier med høy energitetthet som vurdert for dette studiet kan ta begrenset ladeeffekt, kun mellom 0,4 og 0,5C (0,5C tilsvarer eksempelvis laderate som ville gitt fullading av et batteri på 1 MWt innen 2 timer – altså 0,5 MWt/t eller 500 kW ladestrøm).

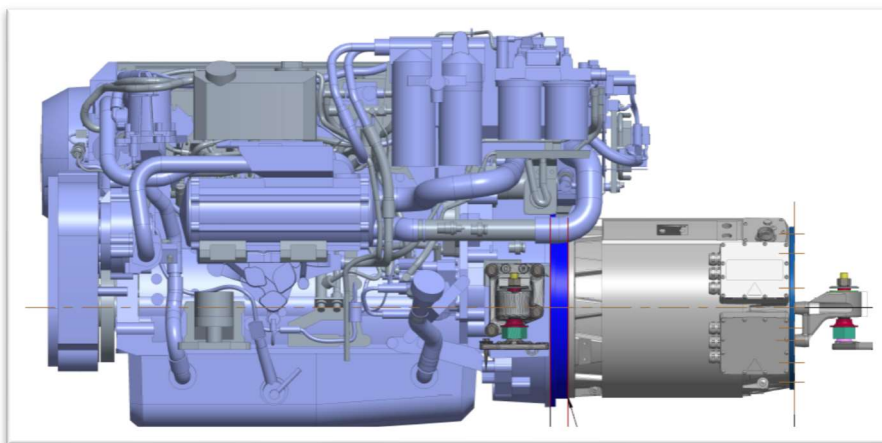
3.6.3 HYBRIDTEKNOLOGIER

Hybridteknologien har sett betydelige forbedringer de siste 5 årene, men vi erfarer at det vil etter hvert stabilisere seg på løsninger hvor man har rekkeviddeforlengere basert på generatorsett (dieselmotor med påhengt permanentmagnetgenerator – se figur 10) som lader direkte til batteripakke. Dette kan beskrives som batterielektrisk fremdriftsløsning kombinert med relativt liten og kompakt dieselgenerator, og er egnet løsning for relativt høy hybridiseringsgrad, se figur 9. Typisk arrangeres hele anlegget under dekk. Dette er system som nå begynner å tas i anvendelse og derved kan defineres som kjent teknologi. Konseptet er blant annet benyttet på verftet Brødrene Aa AS sin leveranse «*Rygerelektra*» til Rederiet Rødne AS våren 2020.

Ruteberegningene i denne rapporten baserer seg på det ovenfor nevnte hybride konseptet med rekkeviddeforlenger. Vær oppmerksom på at en del fartøy er utrustet med det vi kan omtale som førstegenerasjons hybridløsninger (f.eks. Norled sitt fartøy «*Fjordled*», Haugesund – Røvær) har det som defineres parallell-hybrid, dvs. at en dieselmotor og elektrisk motor arbeider i parallell. Dette er imidlertid et konsept man går bort i fra grunnet at det er komplisert og ikke så godt egnet for høy hybridiseringsgrad.



Figur 9. Eksempel på arrangement for neste generasjon hybrid fartøy med rekkeviddeforlenger



Figur 10. Ny generasjon med IMO-III generator type beregnet for batteridrift

3.6.4 SJØFARTSDIREKTORATET OG KLASSEINSTITUSJONER (DNVGL M.M.)

Batteridrift er fortsatt å regne som en relativt ny teknologi hvor regulerende myndigheter (flaggstat og classeselskap) enda ikke har tilstrekkelige erfaringer og derved vil det være naturlig å anta at justeringer vil komme i årene fremover i form av oppdaterte regelverk.

I tillegg til generelle sikkerhetskrav i regelverket stilles det per i dag spesifikt krav til utførelse av risikoanalyse med tilfredsstillende resultat for batteriinstallasjoner i skip.

3.6.4.1 BATTERI SIKKERHET

Hurtiggående fartøy har generelt sett en høy innebygget sikkerhet gjennom kravene gitt fra den internasjonale hurtigbåtkoden av 2000 (IMO HSC-2000). Det er reelt sett ingen helelektriske hurtigbåter i drift i Norge bygget fullt ut etter dette regelverket. Men selve batteridelen av flaggstat og classeselskaps regelverk er benyttet og gjennomprøvet, dette skal derfor ikke innebære kostnadsøkende risiko for tilbydere. I tillegg er det i periode frem til tentativt plan i anbudsprosessen blir igangsatt forventet minst to uavhengige prosjekter hvor fartøyene er fullverdige etter hurtigbåtkoden av 2000 (dvs. opererer med over 20 knops fart).

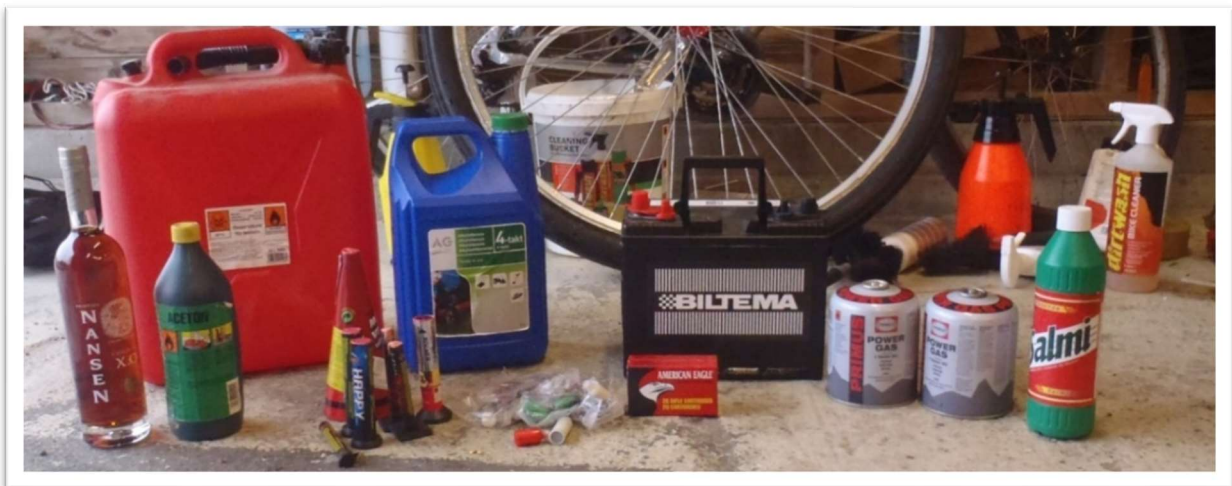
Klasseselskapet DNVGL som majoriteten av hurtigbåtverft benytter, har nylig utført en revisjon av sine sikkerhets- og designregler for batterisystemer, og normalt vil en slik revisjonen ha en varighet på 2 år. Derved vil det være liten risiko for endringer innenfor nominell byggetid for fartøyene som eventuelt skal inngå i dette anbud.

3.6.4.2 FARLIG GODS

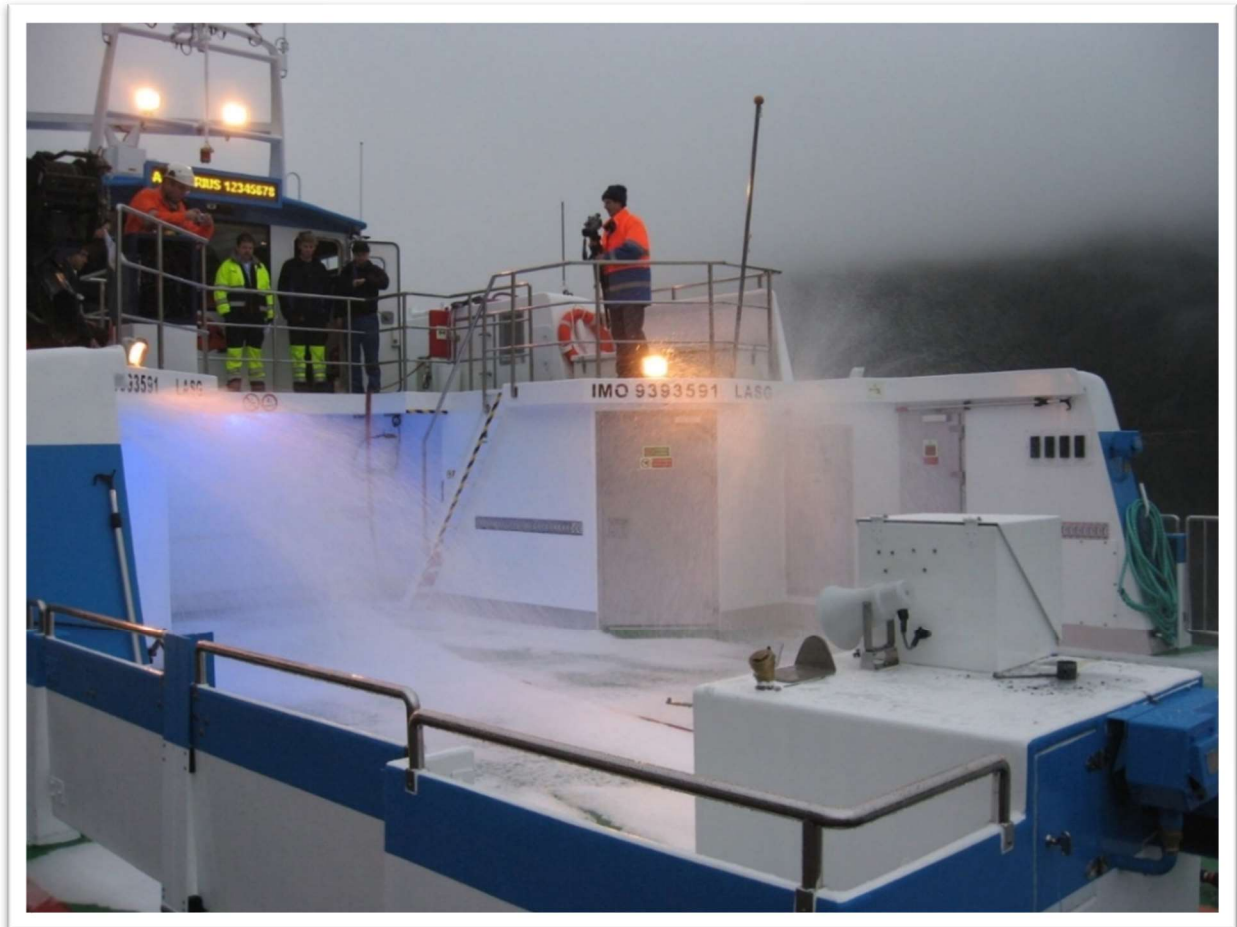
Alle fartøyene som betjener sambandene i dag, har anledning til å medbringe det som beskrives som farlig gods. De fleste fartøyene innehar en godkjennelse fra Sjøfartsdirektoratet av eldre praksis. Det er derfor ikke å legge til grunn at nye fartøy vil kunne videreføre den samme praksis. Kravene for nye hurtiggående fartøy er at farlig gods skal godkjennes etter hurtigbåtkoden av 2000 (IMO HSC-2000).

Utfordringen med HSC-2000 koden er at den ikke er tilrettelagt for mindre kombifartøy og derved så har det vært en praksis i Norge om å gjøre likeverdige løsninger som erstatter krav om blant annet bruk av røykdykkere i sikkerhetsbemanning. Hovedløsningen med likeverdighet har vært at lastedekket utrustes med et skumslukkeanlegg og at det legges opp til at eksternt brannvesen skal bistå dersom brann oppstår i farlig gods. Sjøfartsdirektoratet er konsultert og påpeker at det er rederi/verft som må dokumentere likeverdighet. Det er ikke krav om at likeverdige løsninger på hurtigbåter skal behandles av EU eller den internasjonale maritime organisasjonen IMO, dette er derved et nasjonalt anliggende.

Farlig gods er i utgangspunktet også gjeldene for bagasje medbragt av passasjerer. Derved vil dette gjelde hverdagslige produkter som typisk propanflasker, bensin, maling og en rekke andre produkter (se figur 9 nedenfor).



Figur 11. Eksempler på varer som defineres som farlig gods og som passasjerer ofte medbringer.



Figur 12. Skumanlegg på bildekk for bruk ved farlig gods – ekvivalent til røykdykkere fra mannskap

3.6.4.3 BEMANNING OG KRAV TIL MANNSKAP

Sjøfartsdirektoratet skiller mellom fartøy med lengde over eller under 24m for bemanningskrav i forhold til krav om 2 navigatører. Lengde som legges til grunn er vannlinjelengde og ikke fartøys total lengde, det er en del misforståelser rundt dette og mange blander de to forskjellige målene.

For dagens flåte er det kun «Tansøy» som er over 24m, dette betyr at den har krav om å ha styrmann om bord. Dette påvirker i prinsippet ikke krav til antall besetningsmedlemmer, men rent generelt så vil dette øke kostnader ettersom denne stillingen er sertifisert samt at det er krav om jevnlig trening ved en navigasjonsskole (hurtigbåtkurs m.m.).

Maskinistkravet kommer når det er installert fremdriftsmotorer på over 750kW/1000HK i hvert skrog. I dagens flåte er det kun «Tansøy» som har dette.

3.7 LADEFASILITETER

I denne Fase 2 av studiet legges det opp til å benytte maksimum tillatt ladeeffekt som batteriene ombord kan absorbere for derav å oppnå økt hybridgrad. Med andre ord så defineres batteristørrelse om bord i fartøyet av tilgjengelig plass i skrogene, tillatt vekt innenfor fartøyets bæreevne og krav til energimengde lagret ombord, og dermed blir begrensningen for lading den høyeste effekten batteriene har kapasitet til å motta (tillatt C-rate). For aktuelle batteristørrelser og type batteri i dette tilfellet vil en da ende opp med maksimal ladeeffekt på opp til 850 kW. Ifølge nettselskap er en slik belastning på strømmettet fullt mulig uten betydelig oppgraderinger.

I Fase 1 av studiet ble det lagt opp til å bruke standard teknologi fra bilindustrien for lading, men denne har en begrensning oppad til 700 kW. For å oppnå noe høyere ladekapasitet kan en eksempelvis benytte manuelt ladetårn med kapasitet per plugg på 1200 kW – se installasjon på Hjellevstad vist i figur 13.



Figur 13. Eksempel – manuelt ladetårn for MF Hjellevstad, 2 x 1200 kW

Lading er i studien antatt å foregå manuelt og i beregningsmodell er det lagt opp til å kunne regne inn lading kun for anløp med varighet over 10 minutter. Dersom det kan bli aktuelt med automatisk ladetilkobling vil tilkoblingsprosessen bli mer effektiv, og dette vil eventuelt gi en noe bedre utnyttelse av liggetid ved ladestasjon enn det som er lagt til grunn i studien.

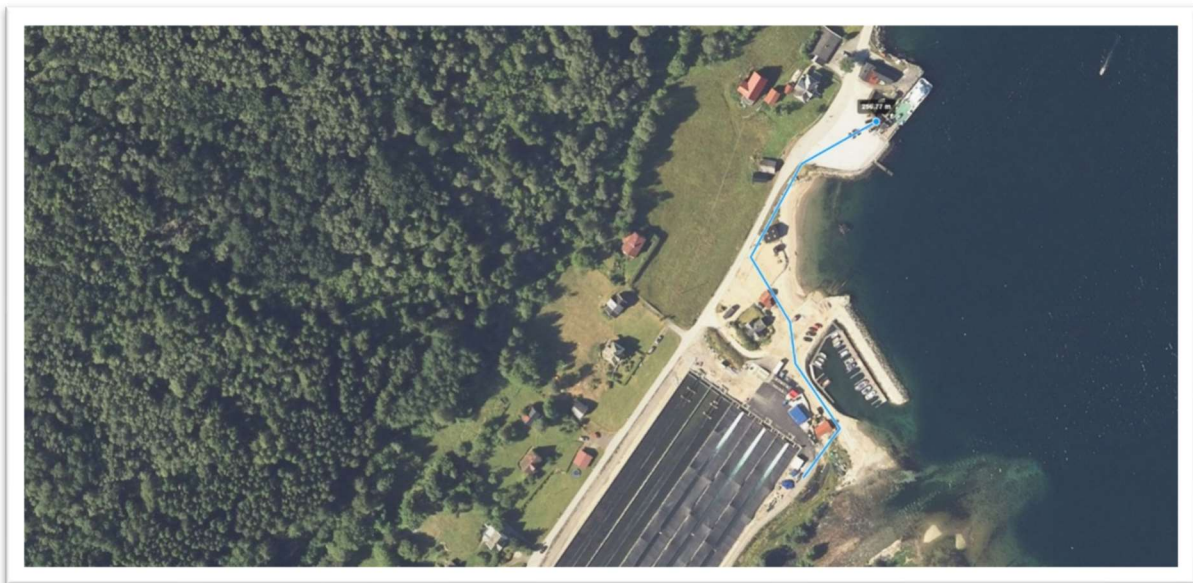
Kostnader på ladestasjoner vil være avhengig av ladekonsept man velger. Dersom man skal gå for løsninger slik bl.a. gjort for Hjellevstad fergen og the Fjords sine fartøy i Flåm/Gudvangen vil hver stasjon koste rundt 1,6 mill.

I våre beregninger hare vi lagt til grunn ladefasiliteter på følgende havner:

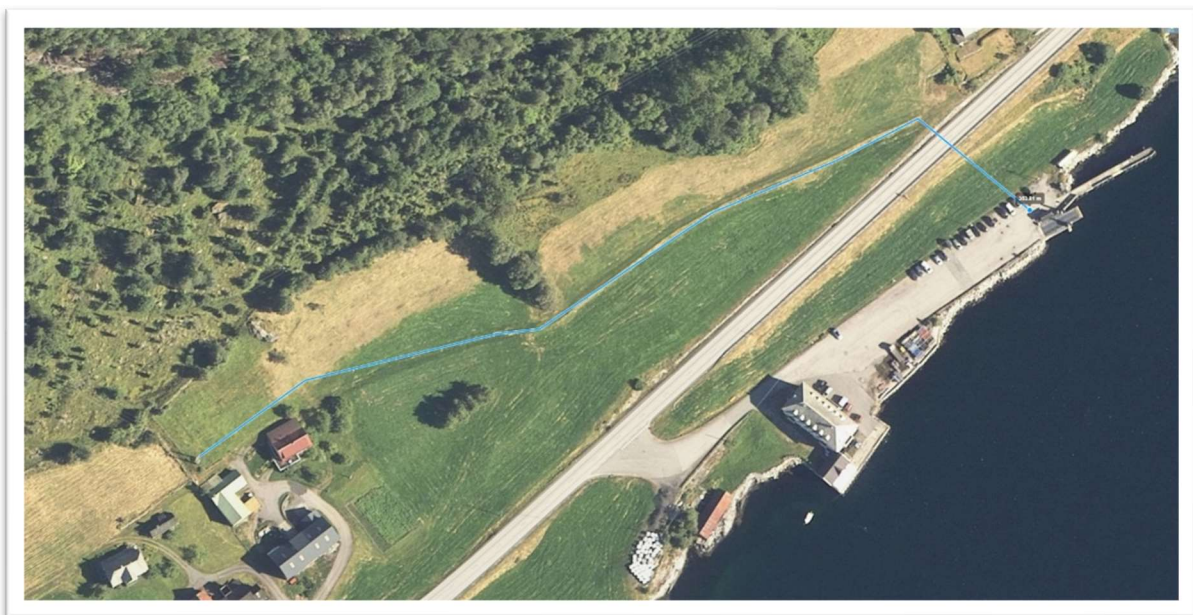
Tabell 2. Ladefasiliteter lagt til grunn i studien

Havn	Antall stasjoner	Prioritet
Ortnevik	1 stasjon	Høy
Nordeide	1 stasjon	Høy
Vik	1 stasjon	Høy
Høyanger	1 stasjon	Middels
Florø	3 stasjoner	Høy
Måløy eller Selje	1 stasjon	Høy
Totalt	8 stasjoner	

Tilkoplingspunkt til høyspent nett er vist for noen kaier i figurene 14 og 15 nedenfor.



Figur 14. Ortnevik - distanse fra 22kVolt nett til kai ca. 275m



Figur 15. Nordeide - distanse fra 22kVolt nett til kai ca. 375m

3.8 ØKONOMISKE NØKKELTALL

CO₂ utslippsfaktorer er basert på sjablongverdiene som benyttes for anbud av denne art.

For beregningsgrunnlaget til drivstoff forbruk benyttes data for en nyere motor med utslippsnivå i henhold til IMO Tier-III (EURO 6+). Det er motortyper som har enda bedre forbrukstall enn de vi har benyttet, men vi legger til grunn en middelvei av det som er tilgjengelig på markedet i dag.

Drivstoff enhetskostnader er basert på omtrentlige verdier for denne type fartøysoperasjon. Priser på elektrisitet har en usikkerhetsfaktor i forhold til sesongvariasjoner og nettleie. Likens er det usikkerheter i hvordan prisene vil utvikle seg mot slutten av anbudsperioden, dette i forhold til balansen mellom tilgjengelig kraft og den generelle elektrifisering av samfunnet (også fastlands Europa).

Et viktig element innen elektrisk forsyning er hvorledes effektledet vil bli priset i fremtiden. Dette kan ha en betydelig påvirkning på det totale kostnadsbildet over ett år dersom det er ladestasjoner som har lav utnyttelsesgrad. I denne Fase 2 rapport er det lagt til grunn ladesystemer som kun kan anvedes av Rutepakke 2 fartøyene.

I vår modell har vi også lagt in en mulighet til å prise CO₂ utslipp. Dette er i første omgang basert på EU kvotepriser for CO₂. Vi anser det som hensiktsmessig å ha denne simuleringsfunksjonen da den vil gi en pekepinn på kostnadene om man skal legge til grunn en fremtidig innføring av CO₂ avgift.

Valuta og rente er basert på gjennomsnittlige verdier før Covid-19 utbruddet. Vi legger til grunn at dette vil være forventede verdier i når situasjonen normaliserer seg igjen.

De viktigste nøkkeltall brukt i studien er vist i tabell 3 nedenfor.

Tabell 3. Nøkkeltall for priser på energi, avgifter m.m.

Nøkkeltall priser, avgift, forbruk m.m.		
CO₂-utslippfaktor (sjablong)		
Tradisjonell diesel - MGO	673,3	g/kWh
Biodiesel - HV100	365,4	g/kWh
Strøm miks fra nettet	75	g/kWh
Drivstoff forbruk for forbrenningsmotorer (diesel)		
MGO/HV100	210	g/kWh
Drivstoff enhetskostnader		
Tradisjonell diesel – MGO	6	NOK/kg
Biodiesel - HV100	15	NOK/kg
Nettpris inkl. nettleie og effektavgift	50	øre/kWh
CO₂-avgift - EU kvotepriser		
Avgift inkl.? (ja/nei)	nei	
CO ₂ -avgift per tonn	285	NOK/tonn
CO ₂ -avgift	0	NOK/tonn
Valuta og økonomi		
Kursrate Euro, €	11	NOK/EUR
Inflasjonsindeks/rente	2	%

4. BEFARING AV FARTØY OG RUTER

Som et viktig ledd i forståelse av ruteoppsettet, operasjonsprofiler og fartøys begrensinger ble det utført en befaring av hovedrutene i Florøbassenget og i Sogn. Kystvegekspressen ble ikke prioritert ettersom dette er en relativ enkel rute og denne har heller ikke krav til last eller biler. Befaringen ga en rekke oppklaringer med tanke på å utvikle programmet for ruteberegninger og for å forstå operasjonene.

Generelt ser man at mannskap har høy kvalitet og derved har de høy optimaliseringsgrad i forhold til tildelt materiell, dette ligger over normalt for denne type fartøy. Befaring ble utført i perioden 8-9 september 2020. Vær- og sjøforhold var normale, derved fremstår dagene som representative for året som gjennomsnitt. Det er verdt å merke seg er at «Øyservice», primærfartøyet for rute 14-639 Florø-Rognaldsvåg-Kinn, var på årlig sertifisering/klassing, ruten ble da utført av «Sylvarnes». Vi anser befaringen som kritisk viktig når det gjelder å ha en forståelse av totaliteten og arbeidet for å få et underlag som er fullverdig realiserbart. Under befaring ble det gjort følgende data logger:

- Fart, kurs og posisjon, 2 stykk GPS, forut og akter.
- Akselerometer for registrering av fartøybevegelser (sjøgang) og vibrasjoner.
- Kamera HD kvalitet (GoPro) som viser seiling forover, dette for farvann og havneforhold.
- Håndholdte digitale kamera.

Vi gjør oppmerksom på at det i henhold til avtale med Fjord1 AS ikke ble registrert sensitiv informasjon som typisk drivstofforbruk, turtall på maskineri m.m. De to som utførte befaring reiste som betalende passasjerer for å sikre at full nøytralitet opprettholdes.

4.1 FLORØ BASSENGET

Området anses som et av de mest krevende farvannene i Norge, dette kan beskrives som gitt under:

- Farvannet er i stor grad beskyttet for grov sjø, primært er kraftig vind en utfordring.
- Hovedtrassene innehar flere trange sund og til dels grunne områder som setter begrensinger på fartøyenes maksimale størrelser og dypgang.
- Fartøyene er primærtransport for gods og varer til øysamfunnene, derved er det jevnlig tunge laster samt farlig gods (bensin, propan m.m.) som skal transporteres (tyngre last som ekstraturer).
- Flere av områdene har hastighetsrestriksjoner for å begrense bølgedannelser, og.
- Ruteplanen gir små marginer i forhold til å ha inne mer enn noen få ringestopp. Økes antallet ringestopp med mer enn 2-3 per rundtur, så vil i praksis det tilsa at fart ikke er tilstrekkelig til å holde ruten.

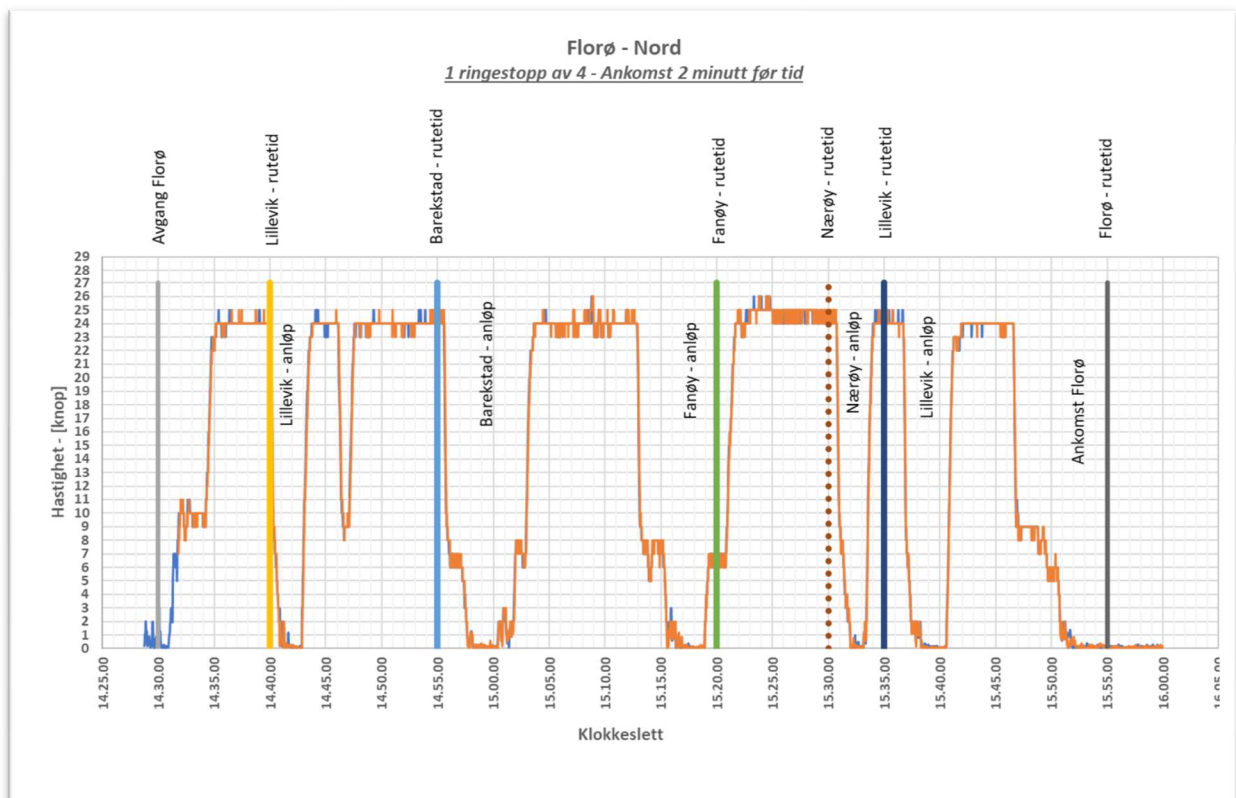
Eksempel bilde fra Florøbassenget er vist i figur 16.



Figur 16. Auseholet – ca. 40m, sterk strøm

4.1.1 FLORØ-BAREKSTAD-BATALDEN-FANØY (RUTE 14-637)

Ruten trafikeres av «Sylvarnes». Under befaring fremstår det som at den normale ruten har marginer til å håndtere ringestopp når det gjelder å holde ankomsttid til Florø. Internt i ruten er det avvik, men det kan synes som om at dette ikke representerer et problem da det ikke er tilknyttende transporttilbud.

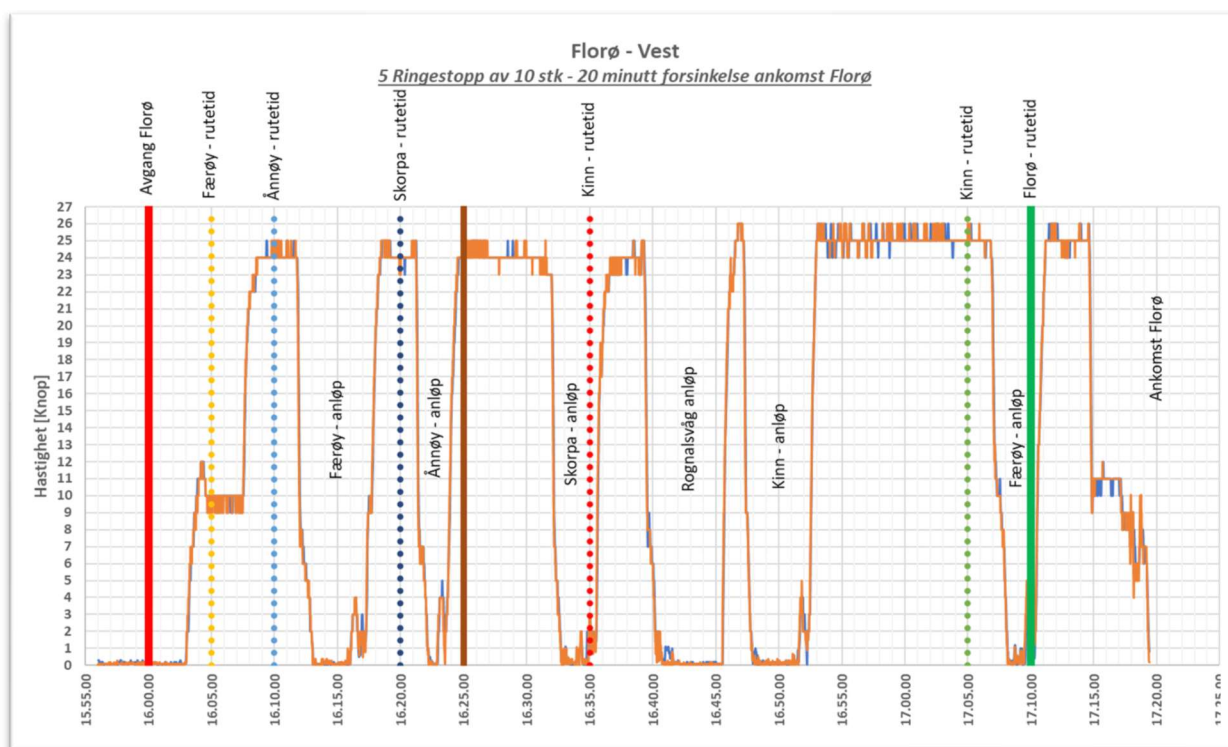


Figur 17. Rute 14-637 Florø-Barekstad-Batalden-Fanøy

4.1.2 FLORØ-ROGNALDSVÅG-KINN (RUTE 14-639)

Ved befaring var primærfartøyet «Øyservice» på årlig sertifisering/klassing, ruten ble utført av «Sylvarnes». «Øyservice» er nyere og har noe bedre håndteringssystem for passasjerer når disse benytter baug/forskip til mindre kaier og havner. Sett i lys av forsinkelse som vist på figur 16 nedenfor så vil vi anta at dette ville vært noe bedre med hovedfartøyet for ruten, dette grunnet arrangement og at mannskapet har større erfaringer på ruten. Utstrakt bruk av overføring av passasjerer over baug er gradvis utviklet de siste 15 årene og man erfarer at dette kan effektivisere overføringer og derved redusere krav til havnetid.

Figur 16 under er et utdrag av faktisk utført rute. Denne illustrerer at ruteoppsettet er utfordrende når ringestopp skal legges inn. I forhold til et hybrid elektrisk konsept, så vil det være essensielt å ankomme ladehavn på rutetid for å få maksimal utnyttelse av ladesystemer. En forsinkelse på nærmere 20 minutter vil kunne være kritisk når det gjelder å ha tilstrekkelig energi tilgjengelig for neste avgang.

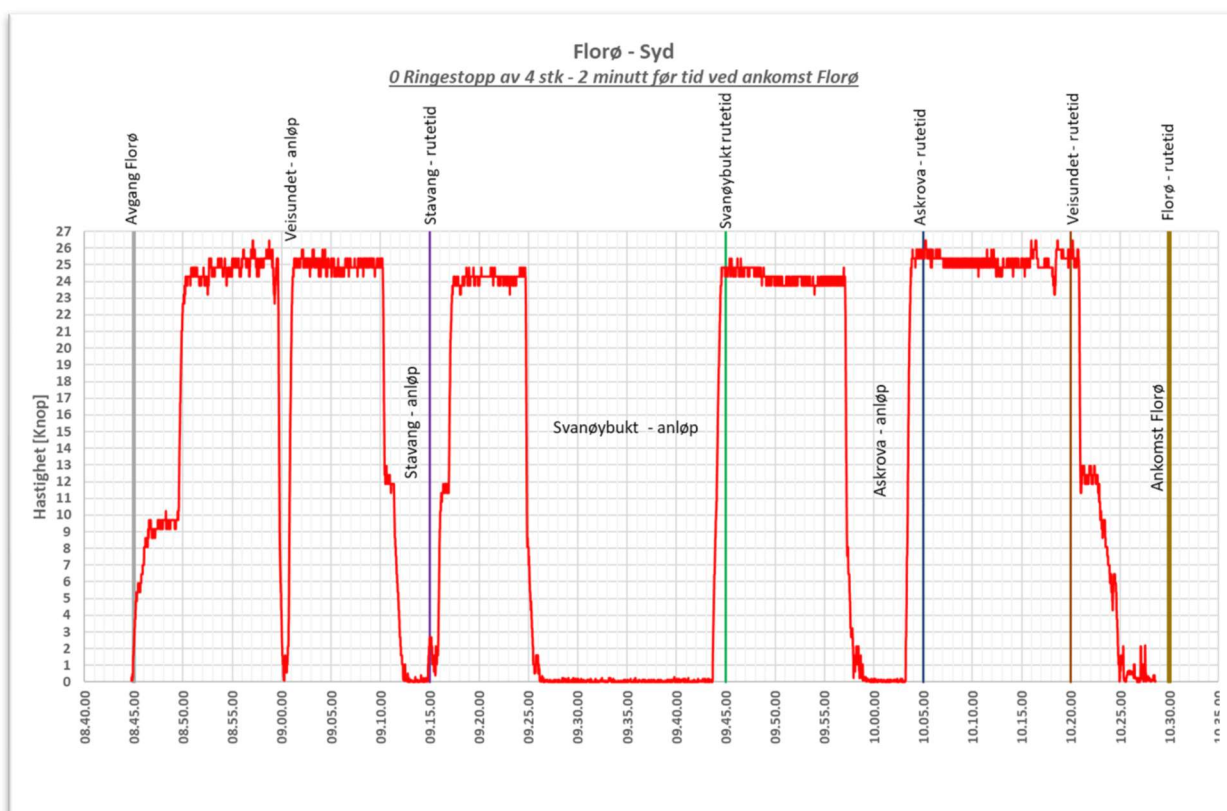


Figur 18. Logging av seiling rute 14-639 Florø-Rognaldsvåg-Kinn

4.1.3 FLORØ-VEIESUND-ASKROVA-STAVANG-SVANØY (RUTE 14-631)

Florø syd er et samband der det føres jevnlig biler og tung last. For de store enhetslastene, dvs. lastebiler, anleggsutstyr osv., så er det vanlig at dette gjøres på ekstraturer. I forhold til et hybrid-elektrisk konsept, så vil ekstraturer i stor grad resultere i at dette går ut over ladetid og derved får man lavere hybridiseringsgrad.

Ruten som ble fulgt under befarings, er den oppsatte ruten for transport av last, derved er ruten oppsatt med noe mer marginer. Dette vises blant annet på lang liggetid på Svanøybukt. I forhold til informasjon fra mannskapet, så erfarer de at det er økning med yngre småbarnsfamilier på Askrova og at det er økende antall reisende til denne havnen.

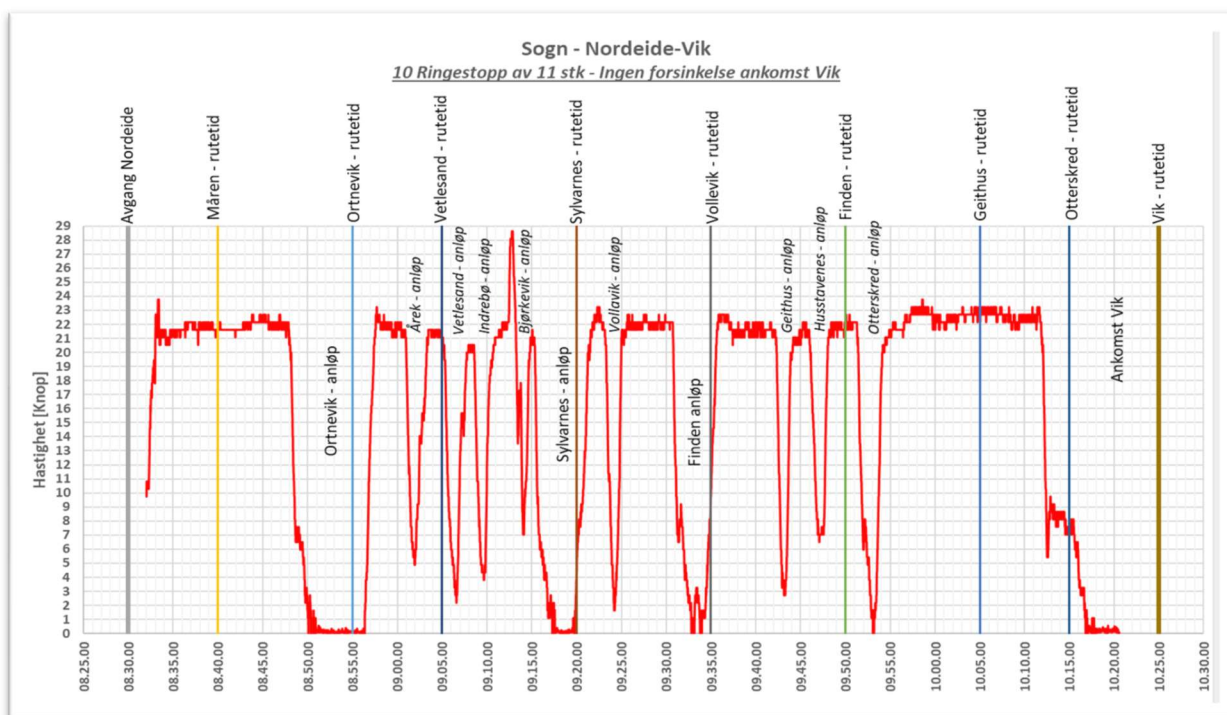


Figur 19. Logging av seiling rute 14-631 Florø-Veiesund-Askrova-Stavang-Svanøy

4.2 SOGN (RUTE 14-185)

Hovedruten mellom Nordeide og Ortnevik visert at fartøyet har tilstrekkelig tid til å gjennomføre denne ruten under normal operasjon, dvs. ved en forseilingshastighet på ca. 22knop. Under befaringsfor ruten Ortnevik – Vik, så ble det ordinære havneanløp på Sylvarnes, Finden og Otterskred i tillegg til at fartøyet gikk opp og under alle øvrige ringestopp. Finnabotnen ble ikke besøkt, mannskapet informerte om at dette kun lar seg gjøre på middels til flo sjø. Dette anløpet har ikke vært benyttet de siste to år.

Rutetidene som er angitt i Fjord1 sine tabeller er omtrentlige og som grafen i figur 18 nedenfor indikerer, så er det en del avvik i forhold til annonserte rutetider på ringestopp. Dette vil ikke ha stor betydning for de reisende ettersom det ikke er tilknyttet annen infrastruktur til ringestopp havner. Men, dersom flere ringestopp-anløp skal benyttes, så vil dette redusere marginer i ruten. Statistikk viser at det er lav utnyttelse av ringestopp og derved kan hastighet reduseres for store deler av operasjonstiden. Fartsreduksjon vil gi redusert energiforbruk og derved totalt sett høyere hybridgrad. Erfaringer fra andre ruter viser at rederier som opererer denne type ruter har begrenset fokus på optimalisering, noe som er helt nødvendig i et lavutslippsregime.



Figur 20. Logging av seiling rute 14-185 Nordeide-Ortnevik Vik

4.3 EKSISTERENDE FARTØYSPARK – ARRANGEMENT OG EGENSKAPER

Fartøyenes design representerer de normer som var vektlagt på tidlig 2000-tallet. Det har vært en stor utvikling i forhold som passasjerhåndtering og ikke minst bruk av baug/forskip for overføring av passasjerer til land. Fartøyene som opererer i dag er det som man kan definere som overmotorisert, dette forklares med at alle fartøyene har betydelig installert overskuddskraft i forhold til gjennomsnittlig behov. Dette tilsier at de har anledning til å innhente tapt tid ved perioder hvor man har en stor andel av ringestopp som benyttes, samt de kan opprettholde høy hastighet ved høy lastutnyttelse.

Hoveddata for dagens fartøyspark er vist i tabell 4.

Tabell 4. Dagens fartøyspark



Navn	Sylvarnes
Hovedrute	Florø nord, Kystvegeksp.
Passasjer antall	70
Biler	7
Farlig gods	Ja
Byggeår	2000
Byggemateriale	Aluminium
Regelverk /klasse	HSC1994/DNVGL



Navn	Tansøy
Hovedrute	Sogn
Passasjer antall	94
Biler	7
Farlig gods	Ja
Byggeår	2008
Byggemateriale	Aluminium
Regelverk /klasse	HSC2000/DNVGL



Navn	Fjordglytt
Hovedrute	Florø syd
Passasjer antall	81
Biler	5
Farlig gods	Ja
Byggeår	2000
Byggemateriale	Aluminium
Regelverk /klasse	HSC1994/DNVGL



Navn	Sea Service
Hovedrute	Florø V/N kveld/morgen
Passasjer antall	53
Biler	0
Farlig gods	Nei
Byggeår	1989
Byggemateriale	Glassfiber
Regelverk /klasse	Sjøfartsdirektoratet



Navn	Øyservice
Hovedrute	Florø vest
Passasjer antall	70
Biler	4
Farlig gods	Ja
Byggeår	2007
Byggemateriale	Karbonfiber
Regelverk /klasse	HSC2000/DNVGL

4.4 HAVNE- OG KAIFASILITETER

Hovedkaiene på rutene har god kvalitet og kan håndtere dagens flåte, og det er fortsatt marginer til å øke fartøystørrelsen noe. Havner og kaier tilknyttet ringestopp har variert kvalitet på kaier, og enkelte av disse er av gammel konstruksjon og derved må fartøy ta hensyn til den styrke. En del havner er trange og krevende i forhold til inn/utseiling.

Tyngre fartøy vil normalt også påføre større krefter på kaier, her er det en rekke kaier i Sogn som kan få restriksjoner i forhold til vær og sjø.

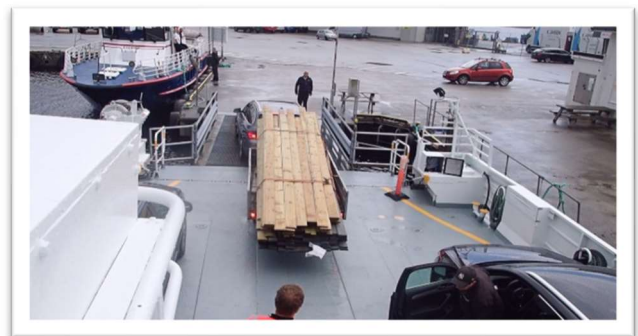
4.4.1 KAIER OG HAVNER I FLORØBASSENGET

Et stort antall kaier i Florøbassenget er oppgradert og har kapasitet til å håndtere biler og annen rullende last. I all vesentlighet er alle kaier bygget for å håndtere denne type fartøy og man kan anta at de også vil håndtere tyngre fartøysutgaver. Farvannet er krevende og en rekke av havnene (Barekstad, Fanøy m.m.) tilsier at fartøyene må ha god manøvreringsevne. For de eldste fartøyene er det montert baugtrustere, men disse benyttes i mindre grad grunnet høy avgitt støy.

Trange havner vil kreve at manøvreringsevne blir høyt prioritert, typisk er da større ror og trustere.



Figur 21. Typisk mindre kai for ringestopp



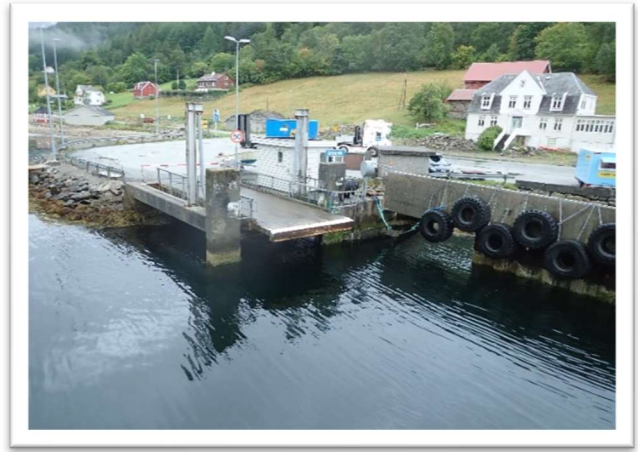
Figur 22. Hovedkai med fergelem - lastning

4.4.2 KAIER OG HAVNER I SOGN

Sognefjorden er beskyttet mot havsjø, men ved sterk vind kan det settes opp tilstrekkelig sjø til at utsatte kaier ikke kan anløpes. Hovedkaiene, dvs. Nordeide, Ortnevik, og Vik har gode fasiliteter og kan betjene biler. Fra mannskapet opplyses det at kaier for ringestopp er generelt høye og derfor kan det være problematisk å overføre passasjerer og last, dette særlig ved lavvann. Ombord kran benyttes i stor grad på de mindre kaiene og anses som helt nødvendig.



Figur 23. Typisk mindre kai for ringestopp

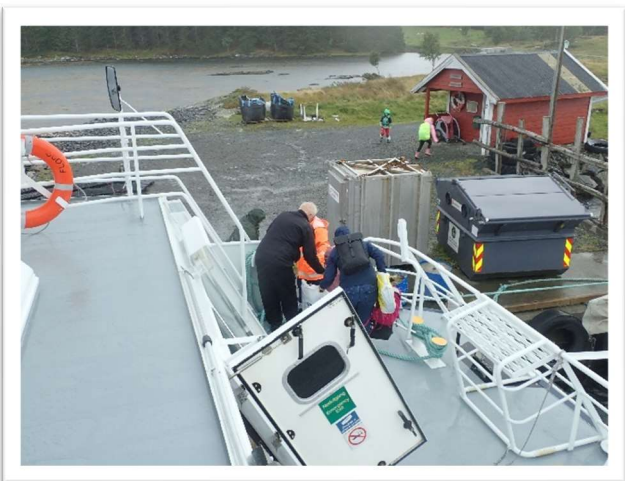


Figur 24. Hovedkai med fergelem

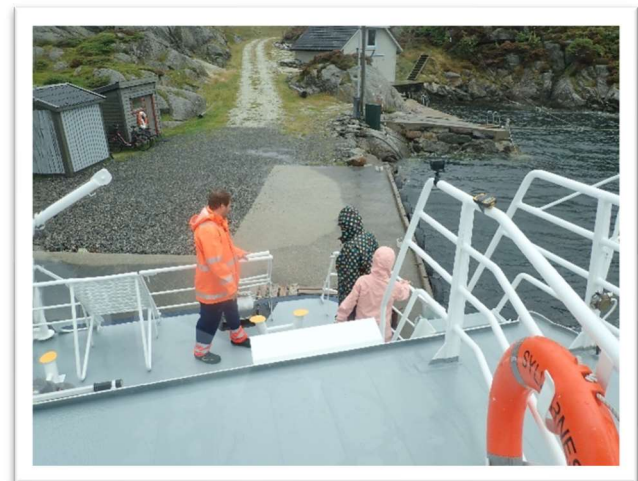
4.4.3 UNIVERSELL UTFORMING – OVERFØRING AV PASSASJER TIL LAND, ELDRE KAIANLEGG

Fartøyene representerer sin tid i design og utforming, dette er synlig blant annet innenfor tilrettelegging for personer med redusert bevegelighet. De senere årene har det blitt større fokus på universell utforming, både ombord og i forbindelse med overføring av passasjerer mot land.

Løsninger som avviker mot dagens forventinger til universell utforming – gjelder eldre fartøy.



Figur 25. Overføring av passasjerer på Færøy



Figur 26. Overføring av passasjerer på Ånnøy

5. ENERGISTUDIER

I dette kapittel blir resultatet fra energistudiens Fase 2 presentert. Da hele Rutepakke 2 med rutene som spesifisert i vedlegg B er tenkt betjent av fem fartøy er det gjennomført en energibetraktning av hvert fartøy per dag. Resultater angående totalt energiforbruk og hybridiseringsgrad er så gitt ved å summere verdier over et helt år.

Det påpekes at verdier presentert i påfølgende kapitler er et resultat av de forutsetningene som er lagt til grunn. For å riktig tolke resultat fra energistudien er det derfor nødvendig med en solid forståelse av disse forutsetningene. Da det vil være umulig å forutse nøyaktige tekniske input data for fartøy 4-5 år fram i tid må resultatene tolkes med en viss usikkerhet. Resultatene gir likevel et godt bilde og er en sterk indikator på både forventet energiforbruk- og balanse mellom konvensjonelle og hybridelektriske hurtigbåter for de aktuelle rutene.

5.1 FORUTSETNINGER

En presentasjon og gjennomgang av de overordnede forutsetningene og antakelsene lagt til grunn i energistudien er gitt i dette delkapittelet. For mer detaljert teknisk input henvises det til oversendt beregningsmodell.

5.1.1 FARTØYDIMENSJONER, SKROG OG LASTEKONDISJONER

For å beregne fartøyenes effektbehov for ulike hastigheter og last, er data for et eksisterende hurtigbåtskrog benyttet. Motstands- og effektverdier er for dette skroget basert på omfattende modelltesting og tilhørende fullskalaverifikasjon. Effektverdier lagt til grunn i energistudien kan derfor betraktes som typiske verdier for en hurtigbåt. Effektbehov i transit er avhengig av skrogutforming, så mindre variasjoner i forhold til denne studiens forutsetning vil forekomme ved endelig fartøysanskaffelse. For å inkludere effekten av variabel vekt på nødvendig effekt, er en skaleringsmetode basert på fartøyets totale deplasement lagt til grunn. En konsekvens av dette er at fartøyets hoveddimensjoner vil øke i alle tre retninger i takt med økt vekt. I Florabassenget er krav til fartøystørrelse gitt av mulighet til å manøvrere i trange havner og passere trange sund. Maksimum installert batterikapasitet vil derfor fremkomme som funksjon av fartøyets bæreevne i forhold til lengde. Se **Tabell 5** for maksimum anbefalt fartøydimensjon knyttet til hver rute i Florabassenget samt, de fartøydimensjonene beregnet og benyttet i studien. Fartøy i Sogn og på Kystvegekspressen vil være begrenset av praktiske og økonomiske forhold. Merk at mindre avvik vil forekomme ved endelig fartøy design.

Tabell 5. Omtrentlige verdier for fartøydimensjoner lagt til grunn i beregningen

Rute	Maks. lengde, Loa. [m]	Maks. bredde [m]	Maks. dypgang (inkl. propell) [m]	Beregnet lengde, Lwl [m]	Beregnet bredde [m]
Florø Sør	29	9	1,6	27.5	8.9
Florø Nord & Vest	29	9	1,6	27	8.8
Sogn	-	-	-	31	10
Kystvegekspressen	-	-	-	27	8.8

Lettskipsvekt er estimert basert på typiske verdier for de fartøyspesifikasjonene gitt av Skyss, se **Tabell 7**. Beregningsmodellen regner ut energibehov basert på en gjennomsnittlig lastekondisjon. I dette ligger det altså at fartøy ved anledninger vil operere med langt tyngre og mindre last enn det som er lagt til grunn i studien. Gjennomsnittslasten korresponderer med rapportert lasteverdier for Rutepakke 2 fra 2019. Se **Tabell 6** for gjennomsnittlig dødvækt benyttet i energistudien. I studien er den samme gjennomsnittlige lasten gjeldene for de dedikerte lasteruter som eksisterer i Florabassenget. En forutsetning er da at disse rutene kjøres med normal seilingshastighet. Dersom mye tyngre last (>10 tonn) skal fraktes må hastigheten justeres kraftig ned. Dette er ikke modellert, da hyppigheten for slik last var svært lav i 2019.

Tabell 6. Gjennomsnittlig dødvekt benyttet i beregningsmodell

Rute	Gjennomsnitt dødvekt [tonn]
Florø sør	5,4
Florø nord & vest	5,4
Kystvegekspressen	3,4
Sogn	7,4

Tabell 7. Fartøypesifikasjon fra Skyss for fase 2 av studien

Fartøy	Rute	Minstekrav i dagens kontrakt	Dagens løysing	Forslag minstekrav i ny kontrakt
1	Florø Sør	70 PAX, 4 PBE/ lastebil 10 m	70 PAX og 5 PBE <i>Fjordglytt</i>	70 PAX og 7 PBE
2	Florø Vest og Vest/Nord	70 PAX, 4 PBE/ lastebil 10 m	70 PAX og 4 PBE <i>Øyservice</i>	70 PAX og 4 PBE
3	Florø Nord	Ambulansefartøy: 48 PAX	52 PAX (Arbeidsrute) <i>Seaservice</i> 70 Pax og 6 PBE (Skulerute) <i>Sylvarnes</i>	70 PAX og 4 PBE
4	Kystvegekspressen Måløy – Smørhamn – Florø	70 PAX og 2 skrog	70 PAX og 6 PBE <i>Sylvarnes</i>	70 PAX
5	Ortnevik – Nordeide – Vik	48 PAX, 7 PBE/ buss, lastebil 12 m	94 PAX og 7 PBE <i>Tansøy</i>	48 PAX og 7 PBE/ buss, lastebil 12 m
	Reservefartøy			7 PBE/ lastebil 12 m

5.1.2 FREMDRIFTSSYSTEM, BATTERI- OG GENERATOROKAPASITETER

Som beskrevet tidligere, er denne studien basert på en hybrid-elektrisk fremdriftsløsning. Batteriene lagrer elektrisk energi fra landsiden, og ved behov benyttes diesel-generatorer til å lade batteripakken underveis. Naturlig vil valg av både batteripakke og generatorsett påvirke daglig drift og oppnåelig hybridgrad.

I beregningsgrunnlaget er det antatt en generatorstørrelse som krever IMO-III utslippskrav (over 130kw), dette betyr at det må installeres renseanlegg for hver generator motor.

Generatorstørrelse vil sannsynligvis justeres og optimaliseres i en anskaffelsesprosess. Større endringer i forhold til antatte verdier vil ha betydning for daglig drift av fartøyene, men være av mindre betydning for oppnåelig total hybridgrad.

Fartøyenes installerte batterikapasitet er en nøkkelparameter i oppnåelig hybridgrad. Samtidig er dagens batteriteknologi generelt sett kostbar og vektbevarende. Særlig vekt er en begrensning for fartøy som opererer i Florabassenget. Her er det i studien antatt en installert batterikapasitet som gir maksimum tillat fartøystørrelse i forhold til geometriske krav gitt av operasjonsområde. For de fartøy som kun seiler på Sognefjorden og på kystveiekspressen er installert batterikapasitet gitt av praktiske begrensninger knyttet til tilgjengelig plass om bord og passende fartøylengde i forhold til gitte kapasiteter. De fartøyskapasitetene som er lagt til grunn i studien er gitt i Tabell 8.

Tabell 8. Fartøykapasiteter lagt til grunn i studien

Rute	Antall fartøy	Installert batterikapasitet [kWh]	Max lade effekt [kW]	Installert genset [kW]
Florø sør	1	1848	728	600
Florø nord & vest	2	1716	676	600
Kystvegekpressen – til Måløy	1	1980	780	600
Kystvegekpressen – til Selje	1	1980	780	600
Sognefjorden	1	1848	728	600

En viktig parameter som ofte begrenser hybridgraden er batterienes ladenivå, SOC (State of Charge). For å ivareta en lang levetid på batteriet (minimum en anbudsperiode), bør ladenivået ligge i intervallet 40-90%. Batteriets SOC optimaliseres for hybridløsningen ved å tilpasse bruk av rekkeviddeforlenger. Samtlige resultat for det hybridelektriske alternativet korresponderer til en avbalansert bruk av rekkeviddeforlenger. Det vil si at rekkeviddeforlenger er minst mulig brukt, samtidig som den ivaretar et gunstig batteri SOC nivå gjennom hele ruteplanen.

En annen like så viktig parameter som også vil begrense hybridgraden er batterienes evne til å ta ladestrøm. Batteritype som anvendt i studien velges av hensyn til vekt. De er dermed optimalisert for høyest mulig energitetthet, noe som medfører relativt lav anbefalt C-rate (dvs. begrenning i bunkring/dreneringsrate). Det vil derfor være en klar begrenning hvor mye landstrøm båtene kan ta imot, som vi vil komme nærmere inn på senere. I Tabell 8 er oppgitt maksimal anbefalt ladestrøm for de forskjellige fartøy alternativene.

I tillegg til hybridelektrisk drift er energistudier for konvensjonell drift gjennomført, og resultater for dette er gitt i påfølgende delkapitler.

5.1.3 RUTETABELL, SEILINGSPROFIL OG ANTALL FARTØY

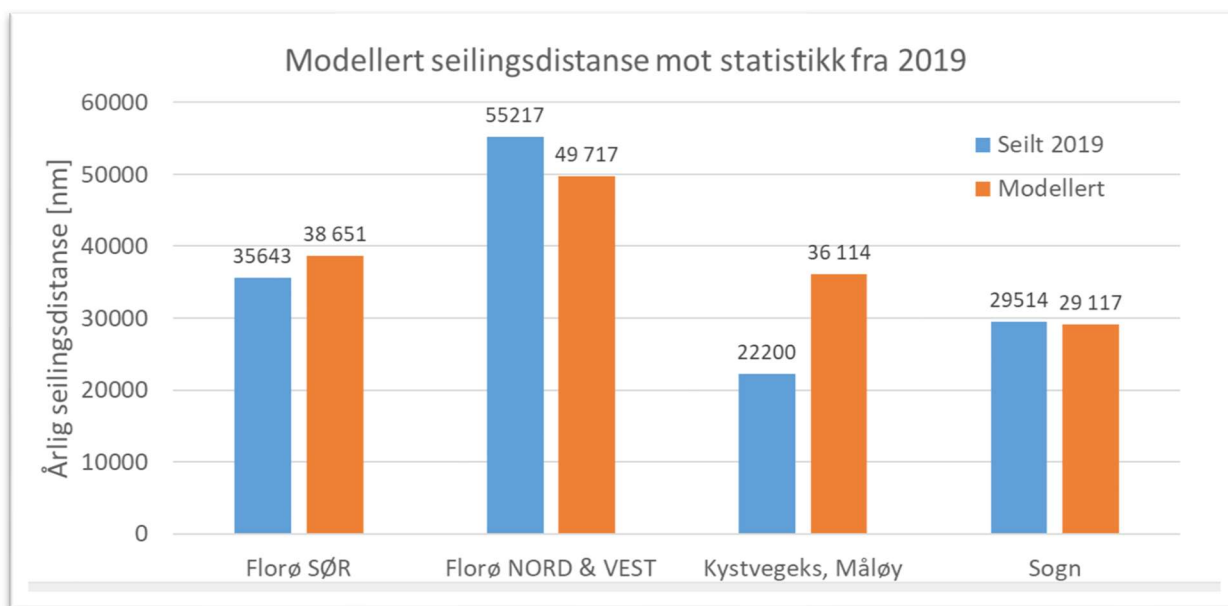
En annen svært viktig parameter i beregningen av oppnåelig hybridgrad er fartøyenes rutetabell og tilhørende seilingsprofil. Rutetabell er gitt av Skyss, og er i denne Fase 2 av studien korresponderende med foreslått ruteplan fra Fase 1 i oktober 2020, men rutetabellen for Fase 2 gir noe forlenget ladetid i Florø i forhold til dagens ruteoppsett. En konsekvens av forlenget tid i Florø er dog noe mer begrensinger på ringeanløp. Videre i beregningsmodellen er alle kaier med bilrampe regnet som faste anløp. Ringeanløp er i det videre ikke lagt inn direkte i beregningen. Men, modellert seilingsdistanse er sammenliknet med rapportert distanse fra 2019, og en tilleggsfaktor som representerer energien brukt til ringeanløp er beregnet inn.

Seilingshastigheter lagt til grunn i studien er basert på både nødvendig hastigheter ut ifra gitt rutetabell samt målte hastighetsprofiler fra befaring om bord. Det påpekes at enkelte etapper er modellert med en hastighet noe under det som kreves fra foreslått rutetabell. En konsekvens er at fartøy ankommer enkelte havner med en forsinkelse i størrelsesordenen 1-3 minutter. Årsaken til et slikt mindre avvik fra rutetabellen er den svært energibesparende effekten av å unngå høye hastigheter, ved å heller redusere liggetid på mindre havner. Ankomst til viktige transport-knutepunkt som f.eks. Florø er alle i henhold til rutetabellen.

Energistudie Fase 2 er gjennomført for totalt 5 hurtigbåter på Rutepakke 2. Dette inkluderer tre bilførende fartøy i Florabassenget, et større bilførende fartøy i Sognefjorden samt et dedikert fartøy uten bilkapasitet på Kystvegekspressen.

Et kjennetegn for samtlige ruter i Rutepakke 2 er fortsatt en betydelig andel ringeanløp med ofte uregelmessig betjening. I beregningsmodellen er kun anløp til hovedkaier inkludert, dette betyr kaier der faste anløp er gitt i rutetabell inkludert alle anløp som har en fergerampe. Anløp utover dette er tatt høyde for ved å legge på en faktor på benyttet energi fra generatorsett. Faktoren er beregnet ut ifra modellert seilingsdistanse sammenlignet med rapporterte seilingsdistanser fra 2019. Se Figur 27 for en grafisk framstilling av dette.

Det observeres at rutene på Florø nord og vest har størst hyppighet av ringeanløp, da forskjellen på modellert og rapportert seilingsdistanse er i størrelsesordenen 10%. Da ruteplanen som er lagt til grunn i Fase 2 av studien har nedjustert antall ringeanløp, er denne faktoren justert ned til 5%. Ellers er også et mindre tillegg lagt på for rutene i Sognefjorden. Angående Kystvegekspressen må en merke seg at rutene for 2019 inkluderer færre anløp enn hva som er benyttet i studien. Dette forklarer det relativt store avviket i seilingsdistanse.



Figur 27. Modellert seilingsdistanse mot statistikk fra 2019

5.1.4 LADEKAPASITETER

Tilgjengelig ladeeffekt vil generelt kunne påvirke oppnåelig hybridgrad, der økt ladeeffekt gir mulighet til å bunkre mer elektrisk energi per tidsenhet benyttet til lading. Dette gjelder derimot kun opp til et visst effektnivå, da batterier har en øvre grense for hvor stor ladeeffekt som kan mottas. En tilsvarende øvre grense eksisterer ellers også i effektuttak fra batteriene, men denne er betydelig høyere enn begrensning knyttet til lading.

I denne Fase 2 av studien ble maksimum mottakelig ladeeffekt på batteriene benyttet som installert ladekapasitet på samtlige havner. Maks ladeeffekt er gitt som effekt per batteristreng og er derfor en funksjon av installert batterikapasitet. Økes derfor installert batterikapasitet kan ladeeffekt økes tilsvarende. Se Tabell 9 for beregnet maksimum ladeeffekt for de ulike rutene som også er anvendt i studien.

Tabell 9. Beregnet maksimum ladeeffekt anvendt i energistudien

RUTE	Plassering, ladestasjon	Ladekapasitet [kW]
Flora sør	Florø	750
Flora nord & vest	Florø	700
Kystvegekpressen – til Måløy	Florø og Måløy	800
Kystvegekpressen – til Selje	Florø og Selje	800
Sognefjorden	Nordeide, Ortnevik, Vik og Høyanger	750

5.2 FLORØ SØR

Denne seksjonen gir resultat fra energistudien for ruten Florø – Askrova - Stavang – Svanøy. Det er ikke tatt hensyn til tilleggsturer som i dag kjøres av operatør i forbindelse med tyngre og farlig last. Dette er dagens operatør sitt ansvar og går derfor ikke inn i beregningsmodellen.

5.2.1 RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON

Rutetabellen er gitt av vedlegg B. Lademuligheter for samtlige ruter i Florabassenget er begrenset til kun Florø havn. Dette er nattligge-havn for samtlige fartøy, samt at rutetabellen gir rom for lading nettopp her i løpet av dagen. Resultat er gitt for både foreslått økt liggetid samt dagens liggetid i Florø. Det er modellert et bilførende fartøy i henhold til fartøyspesifikasjoner gitt i Tabell 7.

5.2.2 KONVENSJONELL DRIFT

Presentasjon av resultat for konvensjonell drift med både MGO og biodiesel (HV100) er gitt under for både rutetabell med forlenget liggetid i Florø og dagens liggetid. Estimert for driftskostnad inkluderer drivstoffkostnader samt en CO₂-avgift basert på antall tonn CO₂ utslipp.

Tabell 10. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy Florø Sør med forlenget liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.58	331	331	1062	576	1.99	4.97
			0 %	-46 %	0 %	+150 %

Tabell 11. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy Florø Sør med dagens liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.64	345	345	1104.8	599.6	2.07	5.17
			0 %	-46 %	0 %	+150 %

5.2.3 HYBRIDELEKTRISK

Presentasjon av resultat for hybridelektrisk drift med både MGO og biodiesel (HV100) for hvert fartøy er gitt under for både rutetabell med forlenget liggetid i Florø og dagens liggetid. Estimert inkluderer drivstoffkostnad samt kostnader knyttet til bunkret elektrisk energi.

Tabell 12. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Florø Sør med forlenget liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
Generator	0.70	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
Elektrisk	1.12	148	148	557	341	1.44	2.77
Total	1.82			-48 %	-68 %	-27%	+40 %
Hybridgrad	61 %						

Tabell 13. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Florø Sør med dagens liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
Generator	0.88	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
Elektrisk	1.02	185	185	670	399	1.62	3.29
Total	1.90			-39 %	-64 %	-22 %	59 %
Hybridgrad	54%						

5.3 FLORØ NORD OG VEST

Denne seksjonen gir resultat fra energistudien for ruten Florø – Barekstad- Fanøy og Florø-Rognaldsvåg-Kinn. Det er ikke tatt hensyn til tilleggsterer som i dag kjøres av operatør i forbindelse med tyngre og farlig last. Dette er dagens operatør sitt ansvar og går derfor ikke inn i beregningsmodellen.

5.3.1 RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON

Rutetabellen er gitt vedlegg B. Lademuligheter for samtlige ruter i Florabassenget er begrenset til kun Florø havn. Dette er nattligge-havn for samtlige fartøy, samt at rutetabellen gir rom for lading nettopp her i løpet av dagen. Resultat er gitt for både foreslått økt liggetid samt dagens liggetid i Florø. Det er modellert to identiske bilførende fartøy i henhold til fartøyspesifikasjoner gitt i Tabell 7.

5.3.2 KONVENSJONELL DRIFT

Presentasjon av resultat for konvensjonell drift med både MGO og biodiesel (HV100) er gitt under for både rutetabell med forlenget liggetid i Florø og dagens liggetid. Estimert for driftskostnad inkluderer drivstoffkostnader samt en CO₂-avgift basert på antall tonn CO₂ utslipp.

Tabell 14. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy på Florø nord og vest med forlenget liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ Utslipp [tonn]		Årlig Drivstoff Kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.84	387	387	1242	674	2.32	5.81
			0 %	-46 %	+0 %	+150 %

Tabell 15. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy på Florø nord og vest med dagens liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.93	406	406	1300.6	705.8	2.43	6.08
			0.0 %	-45.7 %	+0.0 %	+150.0 %

5.3.3 HYBRIDELEKTRISK

Presentasjon av resultat for hybridelektrisk drift med både MGO og biodiesel (HV100) for hvert fartøy er gitt under for både rutetabell med forlenget liggetid i Florø og dagens liggetid. Estimert for driftskostnad inkluderer drivstoffkostnad samt kostnader knyttet til bunkret elektrisk energi.

Tabell 16. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Florø nord og vest med forlenget liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
Generator	0.33	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>
Elektrisk	1.68	70	70	350	247	1.26	1.89
Total	2.01			-72 %	-80 %	-46%	-19 %
Hybridgrad	83 %						

Tabell 17. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Florø nord og vest med dagens liggetid i Florø. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
Generator	0.57	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>
Elektrisk	1.48	119	119	492	318	1.45	2.52
Total	2.04			-0.6	-0.8	-40%	+4 %
Hybridgrad	72 %						

5.4 KYSTVEGEKSPRESSEN

5.4.1 RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON

Ruten mellom Florø og Måløy/Selje er i denne Fase 2 av studien betjent av et dedikert fartøy. I denne rapporten er forventet hybridgrad beregnet for både ruter til Måløy og et alternativt ruteopplegg med anløp til Selje i Stad kommune. Merk at foreslått ruteplan benyttet i denne beregningen har betydelig flere avganger enn dagens situasjon.

Fartøyspesifikasjonen på Kystvegekspressen skiller seg noe i forhold til i Florabassenget da ingen bilkapasitet er krevd på denne ruta. På Kystvegekspressen er det heller ingen naturlige begrensinger for fartøystørrelse, men en hensiktsmessig størrelse i forhold til praktiske og økonomiske forhold setter likevel en begrensing.

5.4.2 KONVENSJONELL DRIFT

Presentasjon av resultat for konvensjonell drift med både MGO og biodiesel (HV100) er presentert under. Estimert driftskostnad inkluderer drivstoffkostnader samt en CO₂-avgift basert på antall tonn CO₂ utslipp årlig.

Tabell 18. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy på Kystvegekspressen der Måløy er endestopp. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.21	255	255	817	443	1.53	3.82
			0 %	-46 %	0 %	+150 %

Tabell 19. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy på Kystvegekspressen der Selje er endestopp. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert.

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.58	332	332	1064	577	1.99	4.98
			0 %	-46 %	+0.0 %	+150 %

5.4.3 HYBRIDELEKTRISK

Presentasjon av resultat for hybridelektrisk drift med både MGO og biodiesel (HV100) for det ene fartøyet i Sogn er gitt under. Estimert for driftskostnad inkluderer drivstoffkostnad samt kostnader knyttet til bunkret elektrisk energi.

Tabell 20. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Kystvegekspressen der Måløy er endestopp. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
Generator	0.52	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>
Elektrisk	0.91	108	108	416	257	1.11	2.08
Total	1.43			-49 %	-69 %	-28 %	+36 %
Hybridgrad	64 %						

Tabell 21. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy på Kystvegekspressen der Selje er endestopp. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [NOK]	
Generator	1.04	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>	<i>MGO</i>	<i>HV100</i>
Elektrisk	0.82	219	219	762.7	441.9	1.72	3.69
Total	1.86			-28 %	-58 %	-14 %	+85 %
Hybridgrad	44 %						

5.5 SOGNEFJORDEN

5.5.1 RUTE, RUTETABELLER OG FARTØYSSPESIFIKASJON

De to rutene i Sognefjorden betjenes begge av et bilførende fartøy. Ruta består primært av avganger mellom Ortnevik og Nordeide, med daglige turer til enten Høyanger eller Vik.

Fartøyspesifikasjonen i Sogn skiller seg noe i forhold til i Florabassenget. Dette skyldes krav om buskapasitet i Sognefjorden. Dette kravet er drivende for fartøystørrelse/deplasement, og vil gi et høyere energibehov per distanse enn de mindre fartøyene i Florabassenget på samme hastighet. I Sognefjorden er det heller ingen naturlige begrensinger for fartøystørrelse.

5.5.2 KONVENSJONELL DRIFT

Presentasjon av resultat for konvensjonell drift med både MGO og biodiesel (HV100) er presentert under. Estimert driftskostnad inkluderer drivstoffkostnader samt en CO₂-avgift basert på antall tonn CO₂ utslipp årlig.

Tabell 22. Estimerte verdier for konvensjonelt fartøy i Sogn. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]	Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [MNOK]	
	MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
1.31	276	276	884	480	1.65	4.13
			0 %	-46 %	+0 %	+150 %

5.5.3 HYBRIDELEKTRISK

Presentasjon av resultat for hybridelektrisk drift med både MGO og biodiesel (HV100) for det ene fartøyet i Sogn er gitt under. Estimert driftskostnad inkluderer drivstoffkostnad samt kostnader knyttet til bunkret elektrisk energi.

Tabell 23. Estimerte verdier for hybridelektrisk fartøy i Sogn. Prosentvis forskjell i forhold til konvensjonell MGO-drift er indikert

Årlig Energiforbruk [GWh]		Årlig Drivstoff Forbruk [tonn]		Årlig CO ₂ utslipp [tonn]		Årlig drivstoff kostnad [NOK]	
		MGO	HV100	MGO	HV100	MGO	HV100
Generator	0.42						
Elektrisk	1.11	88	88	365	236	1.08	1.87
Total	1.53			-59 %	-73 %	-35 %	+13 %
Hybridgrad	73%						

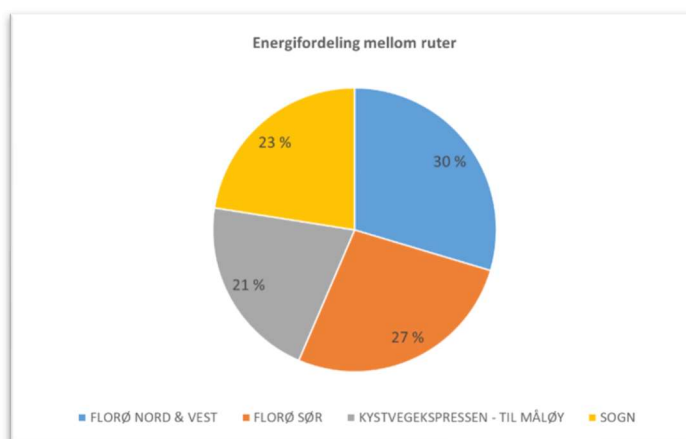
5.6 HYBRIDELEKTRISK – RUTEBASERT OPPSUMMERING

Her følger en oppsummering basert på grafisk framstilling av resultat fra energistudien. Samtlige resultat kan spores til allerede presenterte verdier ovenfor.

I Figur 28 og Figur 29 **Error! Reference source not found.** er energifordeling mellom rutene i Rutepakke 2 vist. Det observeres en jevn fordeling mellom rutene, men merk at Florø nord og vest betjenes av to fartøy. De tyngste rutene for hvert enkelt fartøy er derfor Florø sør, Sogn og nye ruter på Kystvegekspressen. Videre kan en merke seg at et alternativ med Kystvegekspressen til Selje vil gi en betydelig økning i energiforbruk.

Energifordeling mellom ruter (Kystvegekspress til Måløy)	
Florø Nord & Vest	30 %
Florø Sør	27 %
Kystvegekspressen - Til Måløy	21 %
Sogn	23 %

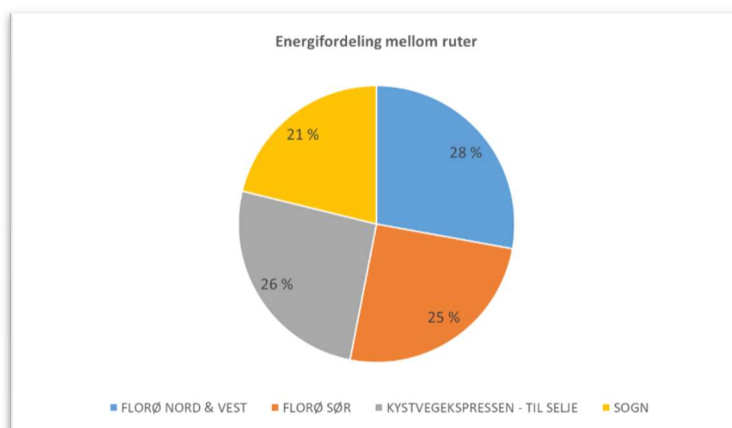
Tabell 24. Energifordeling mellom ruter i Rutepakke 2, Kystveg til Måløy



Figur 28. Energifordeling mellom ruter, Kystvegekspressen til Måløy

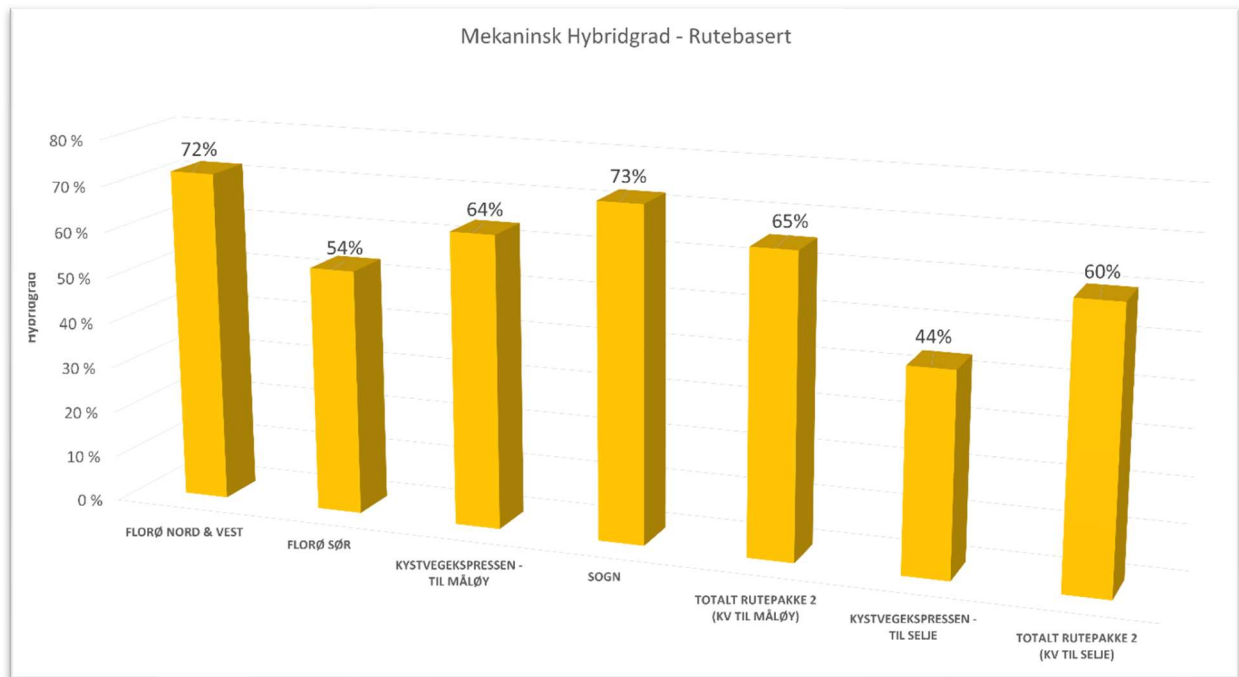
Energifordeling mellom ruter (Kystvegekspress til Selje)	
Florø Nord & Vest	28 %
Florø Sør	25 %
Kystvegekspressen - Til Måløy	26 %
Sogn	21 %

Tabell 25. Energifordeling mellom ruter i Rutepakke 2, Kystvegekspress til Selje

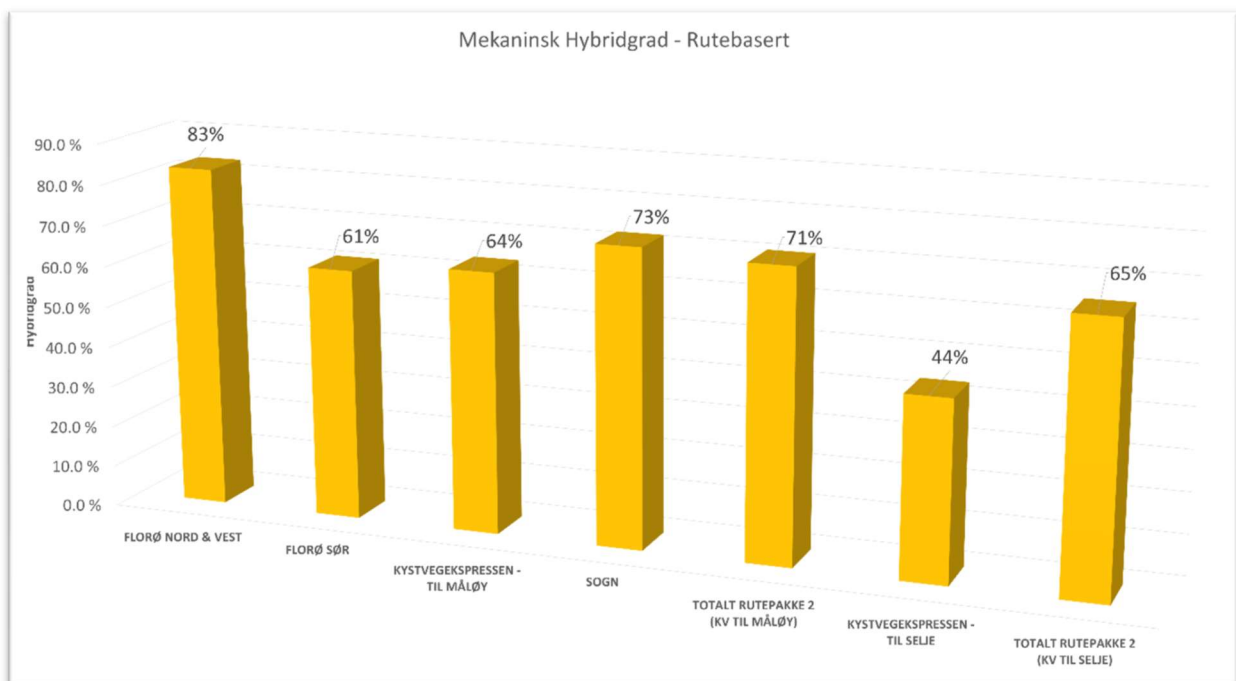


Figur 29. Energifordeling mellom ruter, Kystvegekspressen til Selje

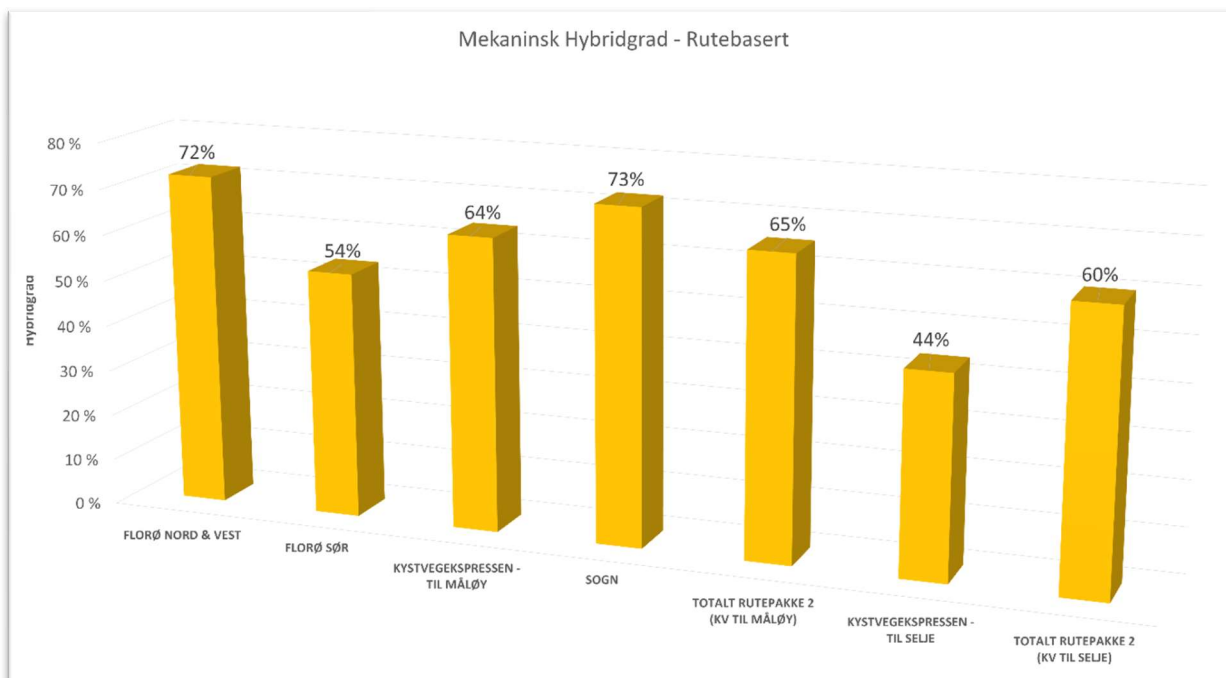
I Figur 30 er oppnåelig mekanisk hybridgrad gitt for de ulike rutene og totalt for Rutepakke 2 med forlenget ladetid i Florø. De mest energikrevende rutene som Kystvegekspressen og Florø sør trekker tydelig ned total hybridgrad. Ellers bør en merke seg at en forlengelse av Kystvegekspressen til Selje vil gi en signifikant reduksjon av hybridgrad både isolert sett for Kystvegekspressen, men også totalt for Rutepakke 2.



Figur 31 er samme oppnåelig hybridgrad gitt for et rutealternativ med dagens liggetid i Florø for fartøy i Florabassenget. Effekten av økt ladetid i Florø er tydelig positiv, da oppnåelig hybridgrad stiger mellom 5 og 10 prosent for de enkelte rutene.

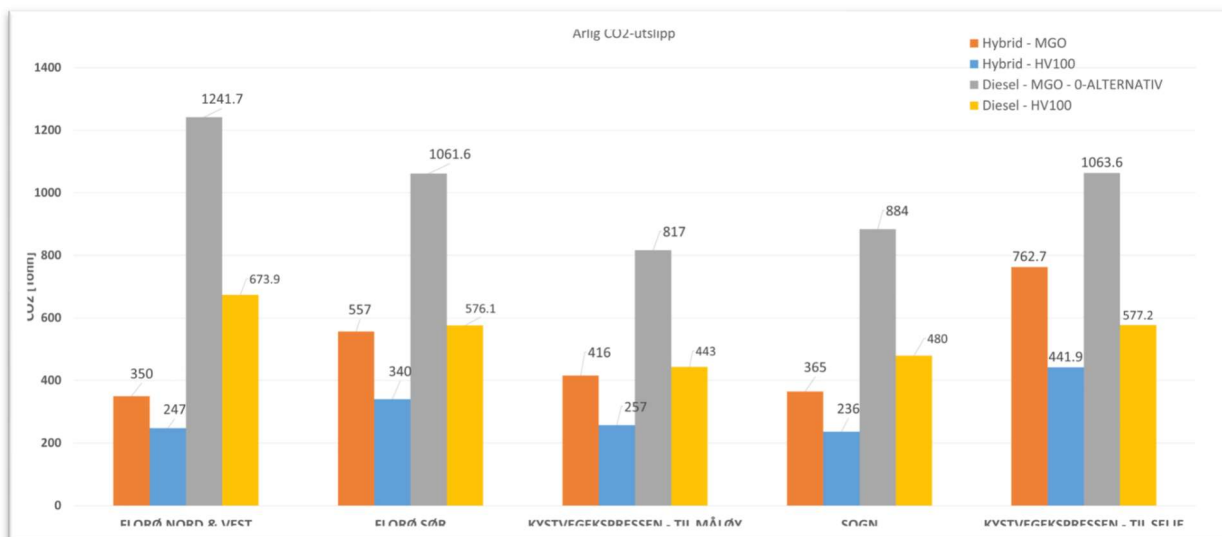


Figur 30. Grafisk fremstilling av estimert oppnåelig mekanisk hybridgrad, forlenget liggetid i Florø for fartøy i Florabassenget

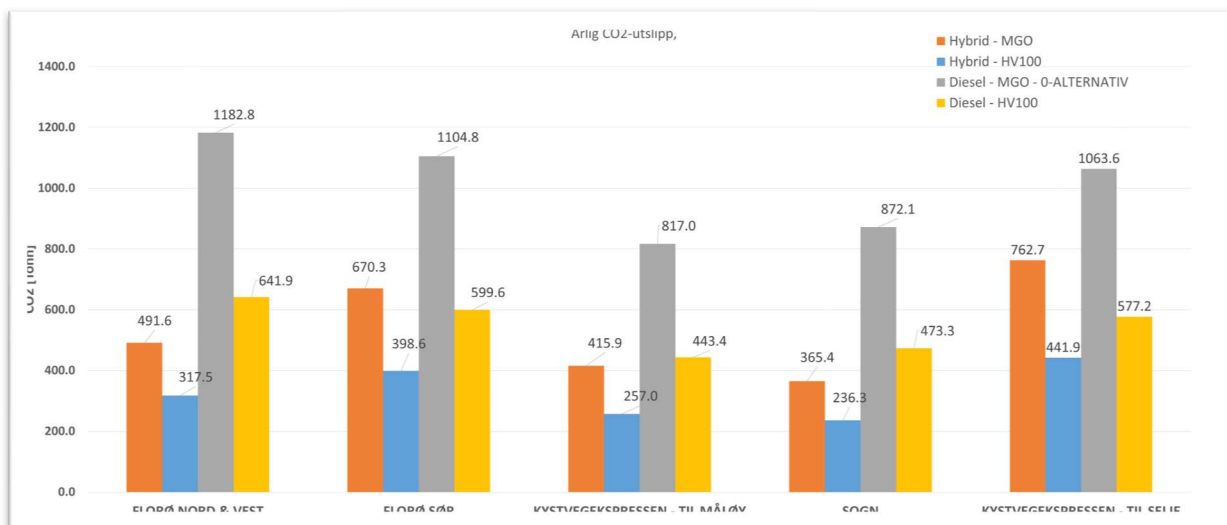


Figur 31. Grafisk fremstilling av estimert oppnåelig mekanisk hybridgrad, med dagens liggetid i Florø for fartøy i Florabassenget

En rutebasert oversikt over CO₂-utslipp for fire driftsalternativ er gitt i Figur 32. Her kommer det tydelig frem at 0-alternativet med konvensjonell dieseldrift er det alternativet med absolutt størst CO₂-avtrykk. Dernest, avhengig av rute, følger en hybridløsning med MGO eller konvensjonell drift med biodiesel. Alternativet med lavest karbonavtrykk er hybridelektrisk drift med biodiesel som drivstoff. I Figur 33 er samme utslippstall gitt for et rutetilbud med dagens liggetid i Florø. Utslipp for de hybridelektriske alternativene er følgelig redusert i takt med økt hybridgrad.

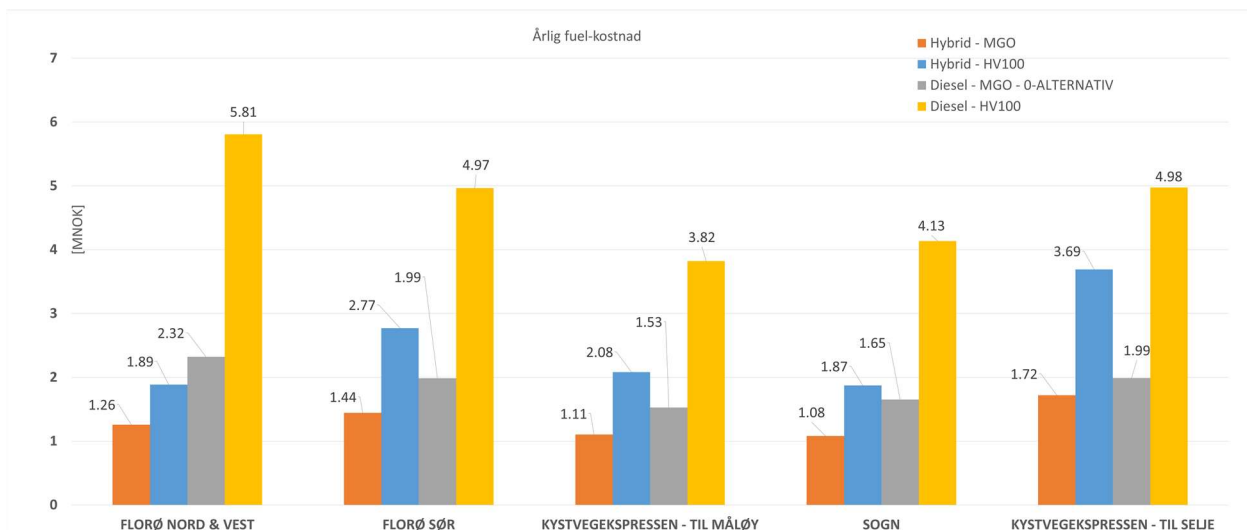


Figur 32. Grafisk indikasjon av årlige CO₂-utslipp for fire driftsalternativ, med forlengnet liggetid i Florø

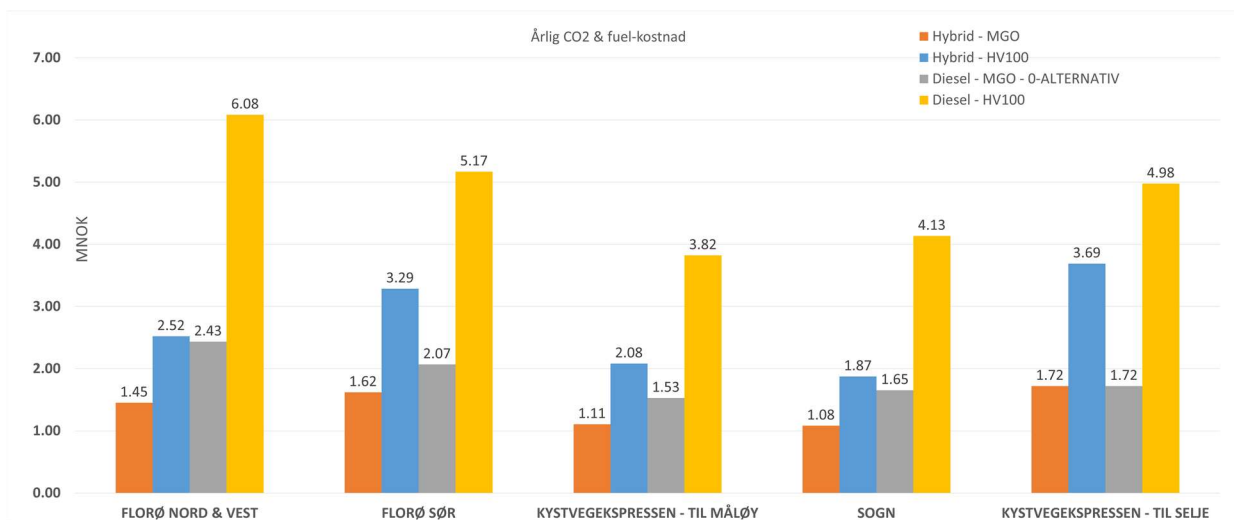


Figur 33. Grafisk indikasjon av årlige CO₂-utslipp for fire driftsalternativ, med dagens liggetid i Florø

Indikerte kostnader knyttet til energiforbruk er gitt i Figur 34. Disse inkluderer Drivstoff kostnader basert på typiske priser i 2020, samt en kostnad knyttet til bunkret elektrisk energi for hybridelektriske alternativ. Prisforskjellen mellom biodiesel og MGO gir tydelig utslag, spesielt gjelder dette for et konvensjonelt driftsalternativ. Generelt bør en merke seg den svært kostnadsgunstige effekten av å gå med hybridløsning.



Figur 34. Grafisk indikasjon av årlige energikostnader for fire driftsalternativ, forlenget liggetid i Florø



Figur 35. Grafisk indikasjon av årlige energikostnader for fire driftsalternativ, dagens liggetid i Florø

6. KOSTNADEESTIMATER

6.1 FARTØY KOSTNADER - INVESTERINGER OG DRIFT

Grunnet fallet i den norske valutaen (25-30%) så medfører dette at priser på utstyr og materialer har økt tilsvarende ettersom majoriteten av dette er importert. Vi ser derved et hopp i fartøyspriser etter ca. 2015. Generelt kan man si at for konvensjonelle fartøy er anslagsvis 60% av fartøykostnader relatert til materialer og utstyr. I tillegg har man generell prisvekst som strengt tatt kommer på toppen av valutakorrekasjoner.

Dette resulterer i at fartøyene har fått en betydelig prisøkning når man sammenligner majoriteten av fartøy som seiler innenfor Vestlandet fylke og dette alene vil gi en merkbar vekst på kapitalkostnadene som rederiene innlemmer i et anbud.

Ser man på dagens flåte, så har denne en alder som gjør at en ny utgave av de samme fartøy vil få en rekke flere lovmessige krav som vil kreve mer utrusting og større areal som igjen vil påvirke priser. Ettersom man ikke har spesifiserte fartøy i detalj og at det er en rekke variabler som ikke kan beskrives presist nok, så vil angitte priser nedenfor ha noe usikkerhet.

Tabell 26. Investeringskostnader for hybrid og konvensjonell drift

Standard konvensjonelle fartøy basert på oppgraderte versjoner av dagens flåte						Tillegg for hybrid		
Operasjonsområde	Fart normal u/ringestopp	Lengde ordinært fartøy	Lengde nytt fartøy m/hybrid	Passasjerantall	Last/biler	Pris med, ordinær fremdrift	Tillegg for Batteri mm.	Tillegg i %
Kystveg-ekspressen	19	24m	27-28m	60	1,5 tonn dekkslast	kr 45 000 000	kr 11 979 000	27 %
Florø Nord	19	24m	27-28m	60	15 tonn last 4 PBE	kr 50 000 000	kr 10 381 800	21 %
Florø Vest	19	24m	27-28m	60	15 tonn last 4 PBE	kr 50 000 000	kr 10 381 800	21 %
Florø Sør	22	24-26m	27-28m	80	20 tonn last 6 PBE	kr 55 000 000	kr 11 180 400	20 %
Sogn	21	29m	29-32m	60	30 tonn last 10 PBE	kr 65 000 000	kr 11 180 400	17 %
Sum totalt for flåten						kr 265 000 000	kr 55 103 400	21%

I en økonomisk vurdering er det viktig å ta hensyn til at batterienes forventete levetid, for hurtigbåter defineres dette normalt til antall år før det er en 20% reduksjon i tilgjengelig kapasitet. Faktorene som reduserer et batteri sin funksjonelle levetid, er aldring og antall utladninger. Aldringseffekten vil begynne å eskalere når man nærme seg rundt 10 år, derfor er forventet levetid i denne type prosjekt anslått til rundt 12 år. Rederier legger derved verditap i batteripakke som en del av kostnader som inngår i anbudet. Imidlertid vil denne type batteri sannsynligvis ha verdi som stasjonærbatteri etter at de er utfaset fra bruk på hurtigbåter. Dette er gjennomførbart grunnet at denne type installasjoner har en oversiktlig og dokumentert historikk, noe typisk har vist seg å være utfordrende på gjenbruk av batterier benyttet i el-biler. Vi legger til grunn at batteriene derfor vil ha en markedsverdi ved avending som da skal inngå i det økonomiske bildet.

I et rent driftsteknisk bilde, så vil batteriversjonen fremstå som lukrativ grunnet lave energipriser. Trekkes verditapet til batterier inn, så vil bildet endre seg noe, som vil bli synliggjort gjennom rederienes anbudspriser. I tabell 23 under er det gjort en fremstilling som viser at til tross for betydelig lavere energikostnader, så vil hybrid drift bli dyrere. Men, vi observerer også at en forskjell på kr.2-3 mill. årlig er relativt lite i dette bildet, og når de tekniske driftskostnadene forbundet med tradisjonelle drivlinjer legges til grunn, så reduseres forskjellen ytterligere. Merk at resultat indikert under er gyldig for rutepakke 2 der Kystvegekspressen har Måløy som endestopp og da uten å ta hensyn til eventuelle passasjerer som overføres fra ekspressbåtene dersom disse har endestopp i Florø.

Tabell 27. Avskrivingskostnader for batteripakke

Driftsøkonomi - indikasjon, årlig		
Totalt batteri kostnad	55.10	MNOK
Estimert verdi etter 10 år	20 %	
Batterienes nåverdi etter 10 år	44.08	MNOK
Batterienes levetid	12	År
Lineær avskrivning per år	3.67	MNOK Årlig
<i>Differanse i drivstoff hybrid mot ordinær</i>	<i>2.60</i>	
Årlig tilleggs kostnad for hybrid	1.07	

For å gjøre en helhetlig vurdering i forhold til kostnaden på utslippsreduksjon, så har vi gjort en vurdering når det gjelder å prissette innsatsen for reduksjon i CO₂. I tabell under ser man at denne ligger i området 500 kr per tonn. I forhold til EU kvotepriser på CO₂ (ca. 300kr per tonn), så vil det rent teoretisk sett bli økonomisk gunstigere å «kjøpe seg fri» fra problemstillingen. Ettersom vi nå går inn i et tiår hvor det forventes økende søkelys på utslipp og man kan forvente at kvotepriser reflekterer dette, så vil dagens bilde kunne endre seg og forskjeller vil gradvis viskes ut.

Tabell 28. CO₂-kostnad per tonn

Kostnader per tonn bespart CO ₂		
Årlig utslipp ordinært maskineri	4 004	Tonn
Årlig utslipp hybrid	1 688	Tonn
Differanse mellom hybrid og ordinært	2 316	Tonn
<i>Årlig differanse i driftskostnad</i>	<i>1.07</i>	<i>MNOK</i>
Kostnad per tonn CO₂	kr 462	pr tonn

Det vi ser er at dersom den økte kostnaden fordeles på antallet transporterte enheter, dvs. samlet for passasjerer og kjøretøy, så vil dette utgjøre noe i underkant av 7 kr per enhet ref. tabell 25 under.

Tabell 29. CO₂ kostnad per transportert enhet

Kostnader per transport enhet		
Totalt antall biler 2019	18 920	stk.
Totalt antall passasjerer 2019	136 624	stk.
Enheter transportert	155 544	stk.
Enhetspris tillegg for dekning av merutgifter	kr 6.87	per stk.

6.2 KOSTNADER RELATERT TIL LADEINFRASTRUKTUR

Vi har gjort en gjennomgang med BKK og Sogn Energi i forhold til kostnader relatert til anleggsarbeid, tilknytting til nett osv. Analysen legger til grunn at man benytter ordinære hurtigladere beregnet for kjøretøy på alle ruter unntatt for Kystvegekspressen. Sistnevnte vil ha et system som benyttes for ferger og derved dyrere.

Ifølge BKK og Sogn Energi så er anlegg for ordinære hurtigladere til bil kjent teknologi og derav har disse lavere kostnad.

Alle lokasjoner med hurtigladere til bil vil kunne benyttes av annen profesjonell infrastruktur dvs. buss, taxi og andre nyttekjøretøy innen offentlig transport. Vi ser også at andre fartøy kan gis tilgang til ladefasiliteter i perioder, da spesielt i forhold til havnetjenester. Ved å ha en høy utnyttelsesgrad av ladesystemer så vil driften av disse fordeles på flere enheter og derved går kostnader ned for den enkelte enhet.

Benyttes større anlegg slik indikert i kapittel 3.7, så vil disse i praksis være dedikert kun til fartøy som betjener sambandet.

Tabell 30. Forslag til ladestasjoner for Rutepakke 2

Kostnader til lade infrastruktur				
Havn	Antall stasjoner	Innkjøp hurtigladere	Anleggsarbeid mm	Totalt
Ortnevik	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x350kW)	NOK 1,5 mill	NOK 3,5 mill	NOK 5,0 mill
Nordeide	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x350kW)	NOK 1,5 mill	NOK 3,5 mill	NOK 5,0 mill
Vik	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x350kW)	NOK 1,5 mill	NOK 3,5 mill	NOK 5,0 mill
Høyanger	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x350kW)	NOK 1,5 mill	NOK 3,5 mill	NOK 5,0 mill
Florø	3 stasjoner, 6 ladepunkt (2x350kW pr stasjon)	NOK 3,5 mill	NOK 7,0 mill	NOK 10,5 mill
Florø, Kystvegekspressen	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x400kW)	NOK 4,1 mill	NOK 5 mill	NOK 9,1 mill
Selje, Kystvegekspressen	1 stasjon, 2 ladepunkt 2x400kW)	NOK 4,1 mill	NOK 5 mill	NOK 9,1 mill
Måløy	1 stasjon, 2 ladepunkt (2x350kW)	NOK 1,5 mill	NOK 4,5 mill	NOK 6 mill
Totalt	10 stasjoner, 20 ladepunkt	NOK 19,2 mill	NOK 35,5 mill	NOK 54,7 mill

6.3 MANNSKAPSKOSTNADER

Med unntak av m/f «Tansøy» som operer i Sogn, så er de øvrige av dagens fartøy ikke pålagt å ha henholdsvis sertifisert maskinist og en navigatør dvs. styrmann i tillegg til skipsfører.

6.3.1 MASKINIST

Maskinist kravet initieres når det installeres mer enn 750kw/1000HK i hvert maskinrom. Dagens fartøy i Florø bassenget har maskineri som er plombert og derved er det ikke krav om maskinist. For konvensjonelt maskineri er det en fordel å over-motorisere slik at normal drift ligger på ca 75% effekt uttak, derved er det også kraft tilgjengelig til å opprettholde ruter selv med tung last dvs med lastebil/buss på dekk.

Benyttes elektrisk fremdrift, så vil det være hensiktsmessig å ha høyest mulig belastning på maskineri da dette gir god økonomi. Men ettersom vekten på fartøy går betydelig opp grunnet batteri installasjon, så vil dette resultere i at mer effekt må benyttes på propulsjon og derved er det mindre marginer til å ha evne til å opprettholde ruter når tung last medbringes. Over-motorisering vil også ha en betydelig kostnad, denne er ikke tatt høyde for i denne rapport.

6.3.2 STYRMANN

Som det kommer frem i kapittel 6.1 Fartøy kostnader - investeringer og drift så legger vi til grunn at fartøylengde vil bli øket for å ha tilstrekkelig bæreevne for tunge batteripakker. Tilleggskostnadene ved å heve kompetansekravet for et besetningsmedlem fra matros til styrmann vil variere avhengig av de enkelte rederiers lønns og ansettelsesvilkår, dette er også et forhold rederiene ikke ønsker å informere om. Vi antar dog at det vil være i størrelsesorden kr 150.000 per person dvs. kr. 0,30-0,45 mill. per båt (2-3 skift). Dette inkluderer både lønn og utgifter til opprettholdelse av sertifikater mm.

6.4 ENERGIKOSTNADER

Årlig energikostnad for alternativene ren dieseldrift og foreslått hybridisering er estimert til følgende:

Tabell 31. Årlig energikostnad for Rutepakke 2, kystveg til Måløy.

Årlig energi - kostnadsestimat			
HYBRID		BARE DIESEL	
MGO	HV100	MGO	HV100
kr 4 888 605	kr 8 613 397	kr 7 493 097	kr 18 732 742

En indikativ kostnadsfordeling for hybridalternativet blir som følger:

Tabell 32. Energifordeling, hybridalternativet

Driftskostnader Rutepakke 2- Hybridelektriske fartøy		
	MGO	HV100
Drivstoff	kr 2 483 195	kr 6 207 987
Elektrisk energi	kr 2 405 410	kr 2 405 410
Sum	kr 4 888 605	kr 8 613 397
evt. CO ₂ avgift	kr 481 007	kr 308 067
Sum med CO₂ avgift	kr 5 369 612	kr 8 921 465

7. EVALUERINGER OG ANBEFALINGER TIL ANBUDSPROSESS

Gjennom dette studiet ser vi følgende forhold som oppdragsgiver må være oppmerksom på og som anbefales å ta med seg inn i planleggingen av neste anbudsperiode for Rutepakke 2:

- 1) Kostnaden ved å erstatte dagens flåte med hybride løsninger vil være høy, særlig om man sammenligner mot dagens nedbetalte flåte.
- 2) Deler av den eksisterende flåten nærmer seg en alder på 20 år, hvilke tilsier at denne må gjennom en oppgradering om den skal kvalifiseres frem mot et nytt 10-års anbud. Disse kostnadene vil rederi legge inn i sine kalkyler. Generelt sett vil nødvendige oppgraderinger medføre mervekt på eksisterende fartøy og dermed ha en negativ effekt på energiforbruk. Sett i lys av at søkelyset på utslipp av klimagasser vil øke innen anbudsperioden, så vil man også være oppmerksom på at dette kan prissettes og at oppdragsgiver vil normalt bli belastet med store deler av dette.
- 3) Nye fartøy basert på batteri-hybrid drift vil øke kostnadsbildet kortsiktig, men dette vil avhenge av hvordan samfunnet vil prise utslipp av klimagasser i anbudsperioden. For rederiene vil det være nødvendig å avskrive rund 80% av batteripakkens verdi innen anbudsperiode. Men fartøyet forøvrig er da klargjort for eventuelle og forhåpentligvis nye batterityper som har bedre levetid og høyere energitetthet. Det forventes at alt annet teknisk utstyr vil ha levetid på over 20 år, dette i motsetning til konvensjonelle forbrenningsmotorer for denne fartøytypen som har en levetid på i beste fall 10 år.
- 4) Det er også forventet at det i det neste tiåret vil bli en betydelig utvikling og innfasing av autonomi teknologi. Bygges fartøyene opp med basis i elektrisk drift, så vil disse være kompatible med integrasjon av semi-autonome støttesystemer. Dette kan effektivisere drift og øke sikkerhet for fartøy. Eksisterende- eller konvensjonelle fartøyer vil i langt mindre grad være tilrettelagt for denne type teknologi.
- 5) Effekttuttaket som er lagt til grunn i beregninger er innenfor de marginer som nettselskapene mener at den eksisterende el-forsyningen vil håndtere, dette også i et fremtidig 10-års perspektiv.
- 6) Foreslått rutetabeller med forlenget ladetid i Florabassenget gir mulighet for økt hybridgrad og dermed lavere karbon-avtrykk enn dagens tilbud, samtidig som muligheten for intern transport blir mindre. Generelt er rutetilbudet i Rutepakke 2 ikke optimalisert for verken hybrid- eller full-elektrisk drift, særlig vil ringestopp gi en økning i forbruk av ordinært drivstoff (MGO). Statistisk sett er antallet lavt, men i perioder vil dette utgjøre en stor del og derved vil hybridgrad falle. Likeledes har rutene liten margin for å håndtere mer enn 2-3 ringestopp uten at det påføres forsinkelser.
- 7) Rutesystemet er komplisert, og anbudet vil være utfordrende for rederier samt verft og tilhørende konsulenter som skal ha underleveranser i forbindelse med anbudsutarbeidelse. Det er å anta at det vil bli stor spredning i priser på tilbudspakker. Likeså vil det være hensiktsmessig å kvalitetssikre at tilbudene er teknisk operative gjennomførbare i forhold til de forventninger som ligger til grunn gjennom denne rapport. Det bør vurderes å etablere en forenklet rapport og forklaring som rederiene kan benytte i forbindelse med anbudsarbeid.

APPENDIX A : FARTØYSSPESIFIKASJON FRA SKYSS

Fartøy	Rute	Minstekrav i dagens kontrakt	Dagens løysing	Forslag minstekrav i ny kontrakt
1	Florø Sør	70 PAX, 4 PBE/ lastebil 10 m	70 PAX og 5 PBE <i>Fjordglutt</i>	70 PAX og 7 PBE
2	Florø Vest og Vest/Nord	70 PAX, 4 PBE/ lastebil 10 m	70 PAX og 4 PBE <i>Øyservice</i>	70 PAX og 4 PBE
3	Florø Nord	Ambulansefartøy: 48 PAX	52 PAX (Arbeidsrute) <i>Seaservice</i> 70 Pax og 6 PBE (Skulerute) <i>Sylvarnes</i>	70 PAX og 4 PBE
4	Kystvegekspressen Måløy – Smørhamn – Florø	70 PAX og 2 skrog	70 PAX og 6 PBE <i>Sylvarnes</i>	70 PAX
5	Ortnevik – Nordeide – Vik	48 PAX, 7 PBE/ buss, lastebil 12 m	94 PAX og 7 PBE <i>Tansøy</i>	48 PAX, 7 PBE/ buss, lastebil 12 m
6	Måløy – Silda – Hennøystrand	30 PAX	48 PAX <i>Øyglint</i>	19 PAX
7	Reservefartøy			7 PBE/ lastebil 12 m

Figure 36. Fartøyspesifikasjon fra Skyss.

Utstyr for godshåndtering i Florabassenget

Det er Operatør sitt ansvar å ha nødvendig utstyr til transport av gods. Eksempel på utstyr kan være stropper, jekketralle og transportkasser for dyr.

På de bilførende fartøyene er det krav om kran montert på babord side.

Bilførende fartøy må som et minimum ha kran på 12 tonnmeter. Rekkevidden må være minimum 8 meter.

Operatør må selv vurdere om eventuell kommersiell bruk av kranen gjør det nødvendig å montere utstyr med bedre spesifikasjoner.

Krav til bildekk på bilførende fartøy

For å kunne transportere store biler er det nødvendig at dekket har minimum 8 tonns akseltrykk. Operatør må selv vurdere om eventuell kommersiell bruk av fartøyene gjør det nødvendig å forsterke konstruksjonen ut over dette.

APPENDIX B : RUTETABELLER FRA SKYSS

Køyrer følgende dager	A-rute V		A-rute N		Skolerute N		Skolerute V		Skolerute N		A-rute V		A-rute N		Kveldsruter (kommunalt kjøp)		Heigeruter		Heigeruter		Heigeruter	
	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67	DX67
Florø kai	05:30	07:00	05:30	07:10	08:45	14:30	14:30	14:30	16:00	16:10	2000	2000	1610	2000	2000	655	1430	1430	2000	2000	1430	2000
Villevik kai		07:10				14:40	14:40	14:40		1620x	2005x	1620x	2005x	2010x	2005x				2005x	2010x		
Næroy kai						14:45x	14:45x	14:45x		1625x	2010x	1625x	2010x	2015x	2010x				2015x	2015x		
Barekstad kai						14:55	14:55	14:55			2015x			2020x	2015x				2020x	2020x		
Batalden kai						15:05x	15:05x	15:05x			2025x			2025x	2025x				2025x	2025x		
Vevling kai						15:15	15:15	15:15			2030x			2030x	2030x				2030x	2030x		
Fanøy kai	05:50	07:25	05:50							1635			1635									
Russøy kai	05:55x		05:55x							1640x			1640x									
Færøyna kai					08:55	14:35x	14:35x	14:35x	16:05x		2005x		1605x	2005x		0700x	1435x	1435x	2005x		1435x	2005x
Annøy kai					09:00x	14:40x	14:40x	14:40x	16:10x		2010x		1610x	2010x		0702x	1440x	1440x	2010x		1440x	2010x
Søndre Nekkøy kai					09:05	14:45x	14:45x	14:45x	16:15x		2015x		1615x	2015x		0705x	1445x	1445x	2015x		1445x	2015x
Selvåg kai					09:07x				16:17x		2020x		1617x	2020x		0710x	1450x	1450x	2020x		1450x	2020x
Skorpeide kai					09:10x						2022x			2022x		0713x	1453x	1453x	2022x		1453x	2022x
Skorpa kai					09:20	14:55x	14:55x	14:55x	16:20x		2025x		1620x	2025x		0715x	1455x	1455x	2025x		1455x	2025x
Kinn kai	06:00x		06:00x	07:40x											2045x							
Rognaldsvåg kai	06:05		06:05	07:45	09:30	15:00	15:00	15:00	16:25		2030x		1625	2030x		0720x	1500	1500	2030x		1500	2030x
Kinn kai					09:35	15:05x	15:05x	15:05x	16:35x		2035x		1635x	2035x		0730x	1505x	1505x	2040x		1505x	2040x
Skorpa kai	06:10x		06:10x	07:50x											2055x							
Skorpeide kai	06:15x		06:15x						16:40x				1640x									
Vevling kai					09:55x										2045x						1515x	2050x
Fanøy kai					10:00										2050x						1525x	2050x
Næroy kai																				00:00	2100x	
Villevik kai																						
Selvåg kai	06:20x		06:20x																			
Batalden kai					10:10x										2100x						1530x	2110x
Barekstad kai					10:20										2110x						1545	2120x
Batalden kai																						
Vevling kai																						
Fanøy kai																						
Næroy kai																						
Villevik kai																						
Selvåg kai																						
Skorpeide kai																						
Søndre Nekkøy kai	06:25x		06:25x	08:00x											2105x							
Annøy kai	06:30x		06:30x	08:05x					16:50x				1650x		2115x							
Færøyna kai	06:35x		06:35x	08:10x					17:00x				1700x		2125x							
Florø kai	06:40		06:40	08:15	11:15	15:30	15:30	15:30	17:10	17:15	2145	2145	1715	2145	2145	830	1625	1630	2145	2145	1630	2145

Figur 37. Rutetabell - Florø NORD og VEST

Køyrer følgende dager	A-rute		S-rute		Gods (kommunalt kjøp)		S-rute		A-rute		Kveldsruter (kommunalt kjøp)						
	DX67	S-rute DX67		DX67		2	DX67	DX67		124	5	3	6	6	7	7	
Florø kai	515	700	1430	1605		900	1430	1605		2000	2000	2000	700	1430	1430	2000	
Ålvora kai	0530b												0720x				
Veiesund kai			1445	1617		930	1445	1617		2015x	2015x	2015x		1445x	1445	2015	
Stavang kai																	
Askrova kai		730	1500	1640			1500	1640			2035x	2035x		1500x	1500	2035	
Svanøybukt kai	0550b	750	1520	1655		1000	1520	1655		2030x	2050x	2050x	0740x	1520x	1520	2050	
Askrova kai	605					1020				2050x			0755x				
Veiesund kai	0615b	800				1035b							0810x				
Ålvora kai				1720x				1720x			2110x	2110x		1550x	1550x	2110x	
Florø kai	640	820	1550	1745		1045	1550	1745		2130	2130	2130	830	1625	1625	2130	

Figur 38. Rutetabell - Florø SØR

Mot Florø	DX67		DX67 Bergen-Nordfj	5		6		7	
	KVE	Bergen-Nordfj		KVE	Bergen-Nordfj	KVE	Bergen-Nordfj	KVE	Bergen-Nordfj
Køyrer følgende dagar	430	650	DX67 Bergen-Nordfj	1840	650	650	1510	1510	1510
Selje	510	720	1520	1920	720	720	1540	1540	1540
Måløy hurtigbåtterminal									
Leirgulen kai				x					
Hennøystrand kai				x					
Smørhamn kai	600	805	1630	x	1340	805	1620	1620	1620
Villevik kai				x					
Florø kai	630	835	1700	2010	1420	835	1650	1650	1650
Mot Måløy/Selje	DX67 KVE	DX67 Bergen-Nordfj	DX67 Bergen-Nordfj	6	6	7	7	7	7
Køyrer følgende dagar	700	1130	1955	1300	1735	1630	1955	1955	1955
Florø kai				1310x		1640x			
Villevik kai	730	1200	2020	1330	1800	1700x	2020	2020	2020
Smørhamn kai				...		1720x			
Hennøystrand kai	0815x		x	...	x	1740x	x	x	x
Leirgulen kai	830	1240	2110	...	1815	1800	2110	2110	2110
Måløy hurtigbåtterminal	910	1305	2140	...	1915	1840	2140	2140	2140
Selje									

Figur 39. Rutetabell – Kystvegekspressen

Mot Ortnevik		Køyrer følgende dager				135			
	5	7	7	7		5	57	7	7
Vik kai	1830	...	1830	1830	Ortnevik kai	1735	2015	1515	1735
Otterskred kai		...			Vetlesand kai	1745b	2020c	1525d	1745b
Geithus kai	1845b	1800c	1845b	1845b	Sylvarnes kai	1755b	2030c	1535d	1755b
Finden kai	1850b		1855b	1855b	Vollevik kai	1805b	2035c	1540d	1800b
Findabotn en kai					Finden kai	1810b	2045c	1550d	1810b
Vollevik kai	1900b		1900b	1900b	Findabotn en kai				
Sylvarnes kai	1905b		1905b	1905b	Geithus kai	1820b	2050c	1600d	1820b
Vetlesand kai	1910b		1915b	1915b	Otterskred kai		
Ortnevik kai	1920	1630	1920	1920	Vik kai	1830	1830

Figur 41. Rutetabell - Ortnevik-Vik