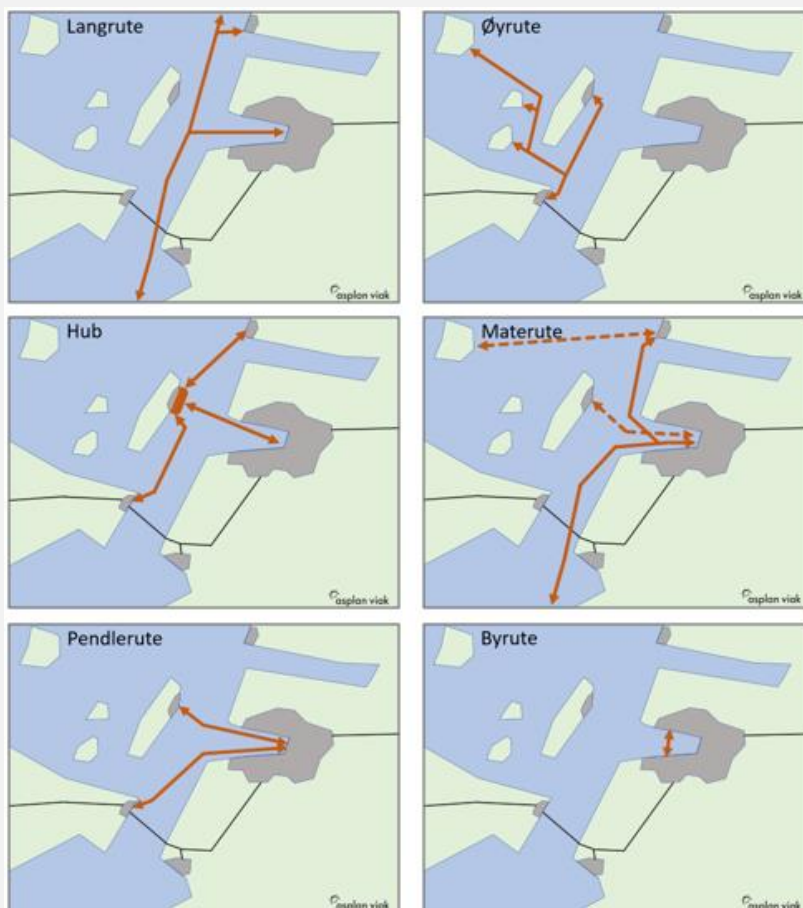


UTGREIING AV KOLLEKTIVTRANSPORT TIL SJØS



Utgreiing av ulike konsept og prosjekt for kollektivtransport til sjøs, basert på føreliggande kunnskap

Dato: 03.03.2021
Versjon: 01

Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar:	VESTLAND FYLKESKOMMUNE/ SKYSS
Tittel på rapport:	Utgreiing av kollektivtransport til sjøs
Oppdragsnamn:	Utgreiing av kollektivtransport på sjø, Vestland fylke
Oppdragsnummer:	631790-01
Skriven av:	Steinar Onarheim, John Ingar Jensen
Oppdragsleiar:	Steinar Onarheim
Tilgang:	Åpen

Føreord

Oppdraget går ut på å sjå på tilgjengeleg informasjon om ulike prosjekt og konsept for kollektivtransport på sjø. Det må presiserast at ein her baserer seg på nokre av dei viktigaste kjeldene som har vore tilgjengeleg dei siste åra, og at oversikten ikkje er meint å vere uttømmande. Samstundes så veit ein at utviklinga går svært raskt, og at det kan vere pågåande teknologiar, konsept og prosjekt som er med i denne rapporten.

Oppdragsleiar hos Asplan Viak har vore Steinar Onarheim og fagansvarleg for teknologi har vore John Ingar Jensen. Kvalitetssikrar har vore Øyvind Sundfjord. Kontaktpersonar hos Skyss har vore Sigmund Kristoffer Solberg, Oda Totland Bongom og Gudrun Einbu.

Bergen, 03.03.2021

Steinar Onarheim
Oppdragsleiar

Øyvind Sundfjord
Kvalitetssikrar

Innholdsliste

1. BAKGRUNN.....	5
1.1. Innleiing	5
1.2. Føremål med rapporten.....	5
1.3. Metode	6
2. OVERSIKT OVER RELEVANTE PROSJEKT.....	7
2.1. Kategori 1: Prosjekt som er tinga av offentlege aktørar.....	7
2.2. Kategori 2: Prosjekt som er finansiert gjennom offentlege tilskot/stønad	12
2.3. Kategori 3: Konsept som er drive av sjølvstendige aktørar	14
2.4. Kva tema er viktige i dei ulike utgreiingane?	16
2.5. Behovsdriven vs. teknologidreven utvikling	17
2.6. Skildring av tema/ overskrifter	18
3. RUTE- OG DRIFTSKONSEPT	20
3.1. Rutekonsept.....	20
3.2. Driftskonsept	22
4. TEKNOLOGIKONSEPT	27
4.1. Framdriftsteknologi	27
4.2. Energiberarar	28
4.3. Tilgang på energi.....	33
4.4. Fartøykonsept/ skrog.....	35
4.5. Byggemateriale	36
4.6. Autonomi	37
4.7. Terminalløysingar	38
5. KUNDEGRUNNLAG OG BRUKARGRUPPER.....	40
5.1. Kundegrunnlag.....	40
5.2. Reisetid samanlikna med andre reisemiddel.....	41
5.3. Brukargrupper.....	43
6. ØKONOMI.....	44
6.1. Nærare om kostnader.....	46
6.2. Utsikter til kostnadsreduksjonar.....	49
6.3. Ulike måtar å rekne kostnader på	50
6.4. Moglegheit for støtte.....	50
7. SAMFUNNSNYTTE	52
7.1. Nye berekraftsperspektiv	52
8. SAMANDRAG	53
8.1. Innleiing	53
8.2. Rute- og driftskonsept	53
8.3. Teknologikonsept.....	55
8.4. Kundegrunnlag og brukargrupper	56
8.5. Økonomi	56

8.6. Samfunnsnytte.....	57
9. KONKLUSJON	58
9.1. Fire hovudutfordringar i dag.....	58
9.2. Moglegheiter for hurtigbåt framover	58
9.3. Moglege tema for nye utgreiingar	59
KJELDER.....	60

1. BAKGRUNN

1.1. Innleiing

I vedtatt planprogram for Regional Transportplan (RTP) er «Kollektivtransport på sjø» eit eige tema, der det mellom anna skal utgreiast ulike konsept for kollektivtransport på sjø, med vekt på utslepp, kostnader og andre samfunnsmessige konsekvensar. Planen skal vedtakast hausten 2021. Denne rapporten er grunnlag for RTP, i tillegg til Kollektivstrategi for Hordaland som skal reviderast og gjelde for heile Vestland.

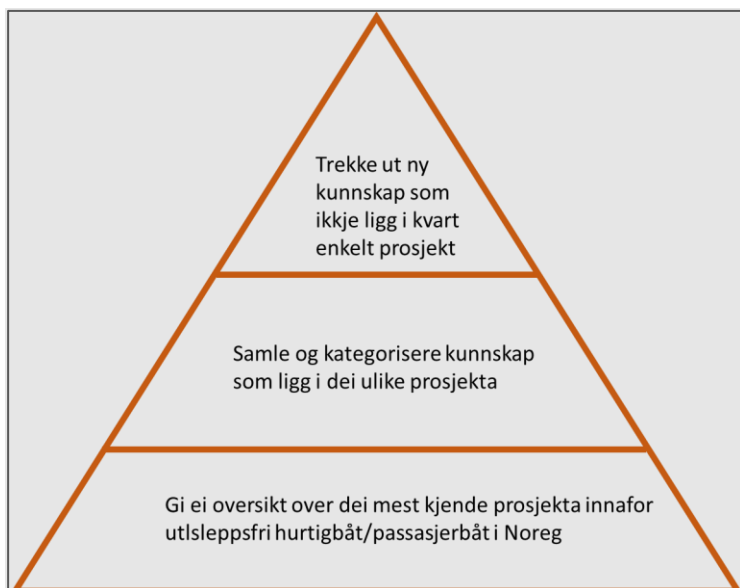
Trafikkplan båt (Skyss, 2017) er eit av dei viktigaste grunnlagsdokumenta som gir føringar for kva båttrutetilbod fylkeskommunen skal ha framover: *Båtruter har lange tradisjonar i Hordaland, og utgjer ein viktig del av transportnettet mange stader i fylket. Samstundes står båtsamband for vesentlege kostnader, klimapåverknad og lokale utslepp. Vurderingar av framtidig tilbod med båt krev eit kritisk blick på reisebehov, økonomi, miljø og samfunnsnytte. Fylkeskommunen/Skyss må vere bevisste på kva som er vårt oppdrag og rolle.*

Dette peikar på noko av det som ofte er trekt fram som hovudutfordringar: **Båtrutene har høge kostnader og store utslepp per passasjerkilometer.** Samstundes er båttrutene eit viktig transportmiddel for mange og i den offentlege debatten er det store forventningar til at rutene skal verte ein viktigare del av transporttilbodet vårt. Utsleppa frå båtane, og korleis ny (norsk) teknologi kan gjere båtane utsleppsfri har og fått mykje auka fokus dei seinare åra.

Ferjetransport er ikkje del av denne rapporten, berre passasjerbåtar. Her inngår både hurtigbåtar (definert som båtar med hastigheit over 20 knop) og dei med lågare fart.

1.2. Føremål med rapporten

Føremålet med denne rapporten er å samla informasjon for å danne eit kunnskapsgrunnlag for vidare strategisk arbeid med kollektivtransport på sjø. Dei kanskje tre viktigaste føremåla er vist i figuren under. Jo høgare opp i pyramiden ein kjem jo meir ny kunnskap vil arbeidet kunne gi.



Figur 1-1: Viktige føremål med denne rapporten og korleis føremåla bygger på ein annan.

1.3. Metode

Hovudmetode har vore litteraturstudie. Her har ein og brukt «snøballing-metode» der ein har starta med å gå gjennom dei meste sentrale utgreiingane for hurtigbåtar og deretter jobba seg vidare med andre kjelder/ litteraturkjelder som har dukka opp. Ikkje alle kjeldene ligg som utgreiingar/rapportar som kan lesast frå perm til perm, men er tilgjengeleg som nyheitssaker, nettsider, filmklipp osv. Særskilt gjeld dette kjelder som viser ny teknologi og nye konsept (som enda ikkje er utgreia). Alle kjeldene er mindre enn fem år gamle (med unntak av nokon av dei meir teoretiske/akademiske kjeldene). Teknologi og konsept utviklar seg raskt og eldre litteratur er difor mindre relevant.

I tillegg har det vore gjennomført korte intervju/samtalar med sentrale aktørar:

- Bergen Næringsråd (god oversikt over ulike prosjekt i Bergensområdet)
- Trøndelag fylkeskommune (ansvar for prosjektet «Fremtidens Hurtigbåter»)
- AtB (delaktig i prosjektet «Fremtidens Hurtigbåter»)
- Kolumbus (ansvar for elektrisk hurtigbåt Stavanger-Hommersåk, del av TRAM-prosjektet)

Intervjua har vore nyttig både som kjelde til informasjon i seg sjølv, og i form av tips til andre aktørar som er aktuelle å snakke med («snøballing»).

2. OVERSIKT OVER RELEVANTE PROSJEKT

I påfølgande kapittel følger ei oversikt over ulike prosjekt og konsept som er undersøkt nærare i denne rapporten. Dette er ikkje meint å vere ei uttømmende liste over prosjekt, men ei oversikt over mange av dei viktigaste prosjekta i Noreg¹ dei siste åra, og der ein kan henta nyttige erfaringar. Oversikta er systematisert etter tre kategoriar:

- Kategori 1: Prosjekt som er tinga av offentlege aktørar for å etablere nytt kollektivtilbod, styrke eit eksisterande tilbod og/eller løyse andre samfunnsmessige utfordringar
- Kategori 2: Prosjekt som er finansiert gjennom offentlege tilskot/stønad for å utvikle ny teknologi og/eller konsept.
- Kategori 3: Konsept som er drive av sjølvstendige aktørar (ein eller fleire) der ein ser eit marknadspotensial

Form og detaljeringsgrad på prosjekta i dei tre kategoriane er svært ulike. Utgreiingane i kategori 1 er ofte relativt grundige og i form av offentleg tilgjengelege rapportar. Det kan vere ganske ulikt fokus, men alle har eit relativt overordna samfunnsperspektiv i botn (kundegrunnlag, økonomi, båttrute som del av eit heilskapleg kollektiv/transporttilbod etc).

Prosjekta i den kategori 2 er og grundig utgreia. I denne kategorien er det mindre grad av samfunnsperspektiv og prosjekta i lita grad sett i samheng med øvrig transport/mobilitet. Noko av materialet er ikkje offentleg tilgjengeleg og det som er tilgjengeleg har ofte meir tekniske detaljar og er utan eit «sluttdokument» som summerer opp arbeidet. Beste kjelda er ofte søknadar og tilskotsbrev som er offentleg tilgjengeleg i det programmet det er løyv midlar frå. Prosjekta har alle eigenfinansiering, i ulik grad, i tillegg til dei midlane som er oppgitt i tilskotet.



I kategori 3 føreligg det i lita grad utgreiingar i form av rapportar eller dokument, men informasjonen er å finne på nettsider og videoar som marknadsfører konseptet. Nokre av konseptane er knytt opp mot andre prosjekt i kategori 1 eller 2.

2.1. Kategori 1: Prosjekt som er tinga av offentlege aktørar

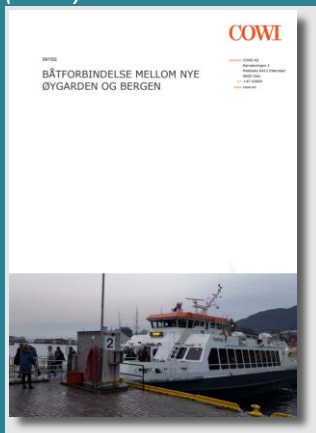
Nokre av prosjekta gjeld nye planlagde hurtigbåtsamband, medan dei fleste er eksisterande samband som skal utvidast, til dømes med høgare frekvens eller endrast, til dømes gjerast utsleppsfri. Geografisk så har utgreiingane som er gjennomgått eit tyngdepunkt rundt Bergen.

¹ I litteraturstudien og intervju som er gjennomført har det ikkje vore avdekkja prosjekt/utgreiingar som pågår utanfor Noreg som inneheld andre konsept eller teknologiar som ikkje er dekkja i dette kapitlet, med unntak av TrAM og Seabubbles som er teke med,

Tabell 2-1: Oversikt over prosjekt og utgreiingar for passasjerbåtar som er tinga av offentlege aktørar. (Alle bilete har klikkbare lenker).

Prosjekt/ utgreiing	Skildring
<p>Bybåten-Kundegrunnlag og konsept for ny båtrute sentralt i Bergen <i>Asplan Viak (Paradis Nautica), for Bergen kommune (2019)</i></p> 	<p>Utgreiinga tar for seg moglegheitene for etablering av et sjøbasert kollektivsystem mellom Sandviken og Laksevåg i Bergen, som skal supplere dagens kollektivtransport og inngå i et heilskapleg program for byutvikling. Hensikten med rapporten er å vurdere kundepotensial for Bybåten, lokalisering av moglege stoppestader, kva tekniske løysingar som vil vere aktuelle for båt og kaianlegg samt konkrete forslag til båtruter. Det er gjort overordna vurderinga av kostnader for investering og drift av båt- og kaianlegg, der ulike alternativ/konsept vert vurdert opp mot ein annan. Båtruta skal mellom ann gi eit betre kollektivtilbod i byen og samstundes avlaste presset på infrastruktur for kollektivtransport i sentrum.</p> <p>Tema/ nøkkelord:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Vurdering av kundegrunnlag, inkl. mating til kai -Reisetider, samanlikna med andre reisemiddel -Driftskonsept (hastigheit, frekvens, reisetid etc) -Teknologiske konsept og løysingar for kai og terminal (skrogtypar, energiberarar, framdriftssystem etc -Overordna kostnadsvurdering
<p>Markedspotensialet for elektrisk byferge i Haugesund Urbanet <i>Analyse (Asplan Viak), for Maritime Cleantech (2019)</i></p> 	<p>Forstudie der Haugesund Kommune har fått løyvd pengar til å greie ut eit miljøvenleg transportmiddel til sjøs, mellom Karmøy, byøyene og sentrum for å redusere utslepp frå vegtrafikk over bruene og i bygatene. Som en del av forstudie er det gjort ei marknadsanalyse samt ei berekna forventa effekt på klimagassutslepp. Transporten baserer seg på NCE Maritime Cleantech sitt konseptet «Urban Water Shuttle», eit heil-elektrisk fartøy for persontrafikk.</p> <p>Tema/ nøkkelord:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Driftskonsept (hastigheit, lengde etc) -Marknadspotensial -Generaliserte kostnader -Reisetid samanlikna med andre reisemiddel -Effekt på klimagassutslepp

Båtforbindelse mellom nye Øygarden og Bergen COWI, for Skysst (2018)



Utgreiing for å belyse moglegheitene for utvikling av eit hensiktsmessig driftsopplegg for eit båtsamband mellom nye Øygarden kommune og Strandkaia i Bergen, som kan avlaste trafikksituasjonen i rushtid fram til opning av nytt Sotrasamband. 9 ulike alternative stoppestader/kailokaliseringar på Sotrasida er vurdert i høve seglingstid, parkerings, moglegheiter for matebuss, dekningsområde konkurransedyktig kollektivtilbod mm.

Tema/ nøkkelord:

- Passasjergrunnlag, inkl. mating til kai
- Reisetid og frekvens, vurdert opp mot bil og kollektiv.
- Driftskonsept for båt og supplerande kollektivnett
- Vurdering av ulike kaiplassar
- Detaljering av alternativ på Ågotnes og Brattholmen; med bl.a. overordna marknadsmessige og økonomiske vurderingar.

Mulighetstudie for Askøy- og nordhordlandssambandet DNV-GL, for Skysst (2017)



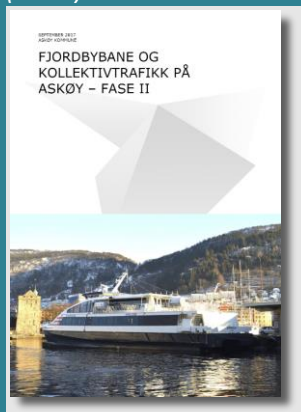
Utgreiing med kartlegging av det tekniske mulighetsrommet for null- og lavutslepps-løysingar, samt analyse av tilhøyrande tiltakskostnader og utslepps- og energivinstar. Premissane for arbeidet er mellom anna kapasitetsauke, nullutsleppsrute og auka frekvens på Askøysambandet, og kapasitetsauke og lav- og nullutslepp på nordhordlandssambandet (ingen vesentlege ruteendringar frå i dag). Det er nytta ein modell som bereknar og tek omsyn til alle forventa investeringskostnader og operasjonelle kostnader/innsparingar knytt til miljøtiltaka.

Tema/ nøkkelord:

- Driftsopplegg (fart, ruteplan mm.)
- Teknologiske løysingar for nullutslepp- og lavutslepp
- Miljøvinstar
- Økonomiske vurderingar er gjort (inkl konkrete kostnader basert på eks båtrutebudsjett + økte kostnader innafor kategoriar som personal, kapital, miljø)

Fjordbybane og kollektivtrafikk på Askøy – Fase II

COWI, for Askøy kommune (2017)



Analyse av moglegheiter for å styrke Askøybåttilbodet (Kleppestø-Strandkaien) for å løyse/hindre køproblem på mellom anna Askøybrua, og for å styrke kollektivtrafikken si rolle i transportsystemet, særleg i relasjon til Bergen sentrum. I arbeidet er det gjort modelleringar av biltrafikk over Askøybrua, det er vurdert andre stopp for båtruta og det er sett på mating/tilbringertjeneste til kaien på Kleppestø

Tema/ nøkkelord:

- Egne trafikkvurderingar for biltrafikk (bl.a. basert på nullvekstmål)
- Passasjergrunnlag, inkl. mating til kai
- Driftsopplegg
- Driftsøkonomiske konsekvensar (driftsutgifter, passasjeinntekter og tilskuddsbehov)
- Andre anløpsstader på Askøy, Sotra og i Bergen er vurdert

Nytt kollektivsystem Kvinnherad – Bergen 2024 Trafikkonsept (2020)



Rapporten omtalar korleis kollektivtilbodet kan nytte den nye vegen mellom Os og Rådalen (opnar i 2022) til kortare reisetider, meir effektiv drift og fleire avgangar. Arbeidet er mellom anna gjort i samband med ny kontraktsperiode i 2023 for hurtigbåtane til Kvinnherad og Sunnhordland. I dette høvet har ein sett på korleis kollektivsystemet mellom Kvinnherad og Bergensområdet kan optimaliserast.

Tema/ nøkkelord:

- Driftsopplegg/ rutestruktur
- Reisetid og frekvens
- Omstiging til buss

**Potensialstudie -
energieffektiv og
klimavennlig
passasjerbåtdrift**
*LMG Marin m.fl, for Troms
Fylkeskommune
(2016)*



Studie som kartlegg kva moglegheiter som finst for energieffektiv og klimavenleg hurtiggåande passasjerbåtdrift i Norge. Utgangspunktet er det som i industrien generelt er vurdert til å vere kommersielt tilgjengeleg teknologi, samt eit utval av nye teknologiar som står på terskelen til å kunne bli vurdert kommersialisert. Studien omfattar hurtiggåande båtar i storleik 50-300 passasjerar som operert på typiske ruter langs kysten.

Studien er utført av LMG Marin med samarbeidspartnarar CMR Prototech og Norsk Energi (alle er knytt til NCE Maritime Cleantech).

Tema/ nøkkelord:

- Teknologiske løysingar for nullutslepp- og lavutslepp.
- Investeringskostnader
- Energi- og driftskostnader
- Driftskonsept (tal båtar, lengde på ruta mm.)

2.2. Kategori 2: Prosjekt som er finansiert gjennom offentlege tilskot/stønad

Desse prosjekta har i større grad eit teknologisk fokus. Geografisk så har utgreiingane/prosjekt som er gjennomgått sitt tyngdepunkt i Trøndelag.

Tabell 2-2: Oversikt over prosjekt og utgreiingar for passasjerbåtar som er finansiert gjennom offentlege tilskot. (Alle bilete har klikkbare lenker).

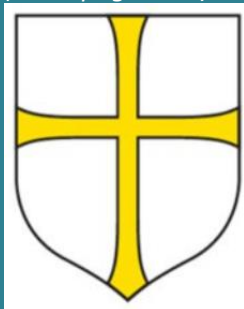
Prosjekt/ konsept	Skildring
<p>Utviklingskontrakt for hurtigbåt (forløper til «Fremtidens hurtigbåt», sjå under) Trøndelag fylkeskommune m.fl. (2017-2019)</p>     	<p>Prosjekt med finansiering frå Klimasats (7,5 mill. kr) der ein skulle designe verdas første utsleppsfrie hurtigbåt som går over 30 knop. Konseptane skulle ha teknologi for å trafikere eksisterande samband i Trøndelag, både Trondheim – Kristiansund (176 km), Trondheim- Brekstad (53 km) og Trondheim- Vanvikan (16 km). Det var mogleg å ha ulike konsept for kvar av rutene.</p> <p>Trøndelag fylkeskommune (prosjekteigar) saman med 10 andre fylkeskommunar utfordra norsk og internasjonal industri for å utvikle «fremtidens hurtigbåt». Fem konsortium bestående av 19 selskap fekk utviklingskontrakt.</p> <p>Dei fem konsortia var²:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brødrene Aa-konsortiet: Brødrene Aa, Westcon power and automation, Boreal Sjø og Arena Ocean Hyway Cluster • Flying Foil-konsortiet: Flying Foil, NTNU, Børdrene Aa, Westcon power and automation. (Konsept er omtala som “Flying Foil”) • Rødne-konsortiet: Rødne Trafikk AS, Maran, Echandia Marine, Fjellstrand, Scalesia. ((Konsept er omtala som “E-maran”) • Transportutvikling- konsortiet: Transportutvikling AS, Siv.ing Ola Lilloe Olsen, Profjord AB, Stadt Towing Tank AS, Fosen, Fosen Namsos sjø, Siemens AS. • LMG Marin-konsortiet: LMG Marin, Selfa Arctic, Norled, Servogear og Hyon. (Konsept er omtala som “Zeff”) <p>I 2019 la dei fram sine konsept basert på optimalisering av skrog kombinert med batteri, ulike batteriløysingar eller hydrogen for framdrift.</p> <p><u>Sluttrapportane</u> som er tilgjengeleg på Trøndelag Fylkeskommune sine sider viser at prosjekta har størst fokus på utslepp og tekniske løysingar/konsept, særskilt framdriftsteknologi, energiberar, lading/fylling, fartøykonsept/design (skrog, foils, utforming av båt, sjøegenskapar etc) og kai/terminal. Rute- og driftskonsept (frekvens, reisetid, terminaltid osv) er og eit særskilt viktig tema i rapportane. Økonomi/drift, kundegrunnlag og tryggleik vert omtala i varierende grad. For nokre av prosjekta er det laga prototypar som har blitt testa, enten testfarkost i sjø eller skalamodellar i slepetank.</p> <p>Prosjektet ga tydelege indikasjonar på at hurtigbåtar kan bli utsleppsfrie innan få år (Trøndelag fylke, 2019).</p>

² Illustrasjonar frå kvart konsortium er vist i venstre kolonne og følg same rekkefølge som kulepunktane.

**Fremtidens hurtigbåt:
Design og konseptutvikling
(Bygger på prosjektet
«Utviklingskontrakt for
hurtigbåt», sjå over)**

*Trøndelag fylkeskommune
m.fl.*

(2020-pågåande)



Trøndelag (prosjekteigar), Vestland, Nordland og Troms og Finnmark fylkeskommunar har fått 56 mill. kr i klimasatsmidlar til ei utviklingskontrakt for utsleppsfrie hurtigbåtar, der ein vil utvikle fleire design og byggespesifikasjonar for framtida hurtigbåtar. Prosjektet har fokus på designfasen, det vil sei fasen mellom konsept og bygg/kontrahering. Prosjektet bygger på "Utviklingskontrakt for hurtigbåt" (Trøndelag Fylkeskommune m.fl.

Fylkeskommunane vil gjennomføre eit felles utviklings- og demonstrasjonsløp, som inneheld design, bygg, pilot og drift av utsleppsfrie hurtigbåtar. Det er planlagt to parallelle utviklingsløp med hensikt å utvikle ulike design som deretter kan byggast, testast og settast inn i drift. Planen er vidare at det vert utvikla opptil to ulike design per utviklingsløp, altså mellom 2-4 byggeklare design totalt.

I Vestland er pilotfartøyet planlagt som ein demonstrasjon (ambisjon om å annonsere konkurransen rundt årsskiftet 2020/2021), med moglegheit for å inngå som eit supplement til normal rutedrift. I Trøndelag vil fartøyet gå inn som primærfartøy på eit nytt samband dersom piloten er vellukka. Troms og Finnmark vil bygge eit pilotfartøy som vil gå inn i drift på det nye sambandet Vadsø - Kirkenes, medan det i Nordland ikkje er endeleg bestemt kva samband det er aktuelt å sette inn eit pilotfartøy på.

**Elektrisk hurtigbåt
Stavanger- Hommersåk
(TRAM-prosjektet)**

*Kolumbus m.fl.
(Pågåår)*



Verdas første rute med fullelektriske hurtigbåt (23 knop, 147 passasjerar) som skal trafikkere Stavanger- Hommersåk, og noko grad byøyene i området (10 stopp), men kun med lading i Stavanger. Dette er del av eit større EU-prosjekt; TRAM (Transport: Advanced and Modular). Bygging av båten startar våren 2021.

Målet med TRAM-prosjektet er å utvikle eit hurtigutgåande passasjerskip utan utslepp gjennom avansert modulproduksjon. Nye produksjonsmetodar vil bidra til 25 prosent lågare produksjonskostnader og 70 prosent lågare tekniske kostnader. Prosjektet skal bidra til å gjere el-drivne høgastigheitsfartøy konkurransedyktige både når det gjeld kostnader og miljø.

Finansiering av båten skjer gjennom EU sitt Horizon-program (12 mill. Euro til TRAM) og Rogaland fylkeskommune. Båten er ein av tre demonstratorar i TRAM-prosjektet. Dei to andre demonstratorane, som designa for Themsen og kanalar i Belgia, har ikkje krav om å bli bygd.

Nullutslipps-metro til sjøs
Trøndelag fylkeskommune
 (2020- pågår)



Prosjektet har fått 6 mill. kr i klimasatsmidlar og skal bruke erfaringar frå den før-kommersielle anskaffing på «Fremtidens hurtigbåt» for å stimulere marknaden til å kunne tilby miljøvenlege løysingar på fartøy/kai/energi i ein nettverksmodell for rutegåande fartøy. Prosjektet inkluderer ein idéfase og en utviklingsfase, der aktørar får komme med innspel på og teste ut ulike løysingar. Målet er å optimalisere rutenettverket ved å mate ei stamlinje ved hjelp av mindre, utsleppsfrie fartøy. Det vert lagt opp til eit anbod for eit betra rutetilbod, der dette prosjektet vil legge grunnlaget for moglegheitene ved å stille krav til nullutslipp.

Bakgrunnen er at fylkeskommunen ser etter nye måtar å strukturere hurtigbåttilbodet på for å auke fleksibiliteten med matefartøy i samdrift med større rutegåande fartøy, med Ytre Namdal som pilotarena.

Forprosjekt elektrifisering av hurtigbåtsamband
Troms og Finnmark - Fylkeskommune
 (2020-pågår)



Forprosjektet sitt hovudmål er å greie ut moglegheita for elektrifisering av hurtigbåtar i Vest-Finnmark. Dette gjeld sambandet Hammerfest – Alta (VargsundXpressen), samt sambandet i Sørøysundbassenget (SørøysundXpressen). Utgreiinga skal inkludere behov for infrastruktur og eit kostnadsoverslag for overgang til batteridrivne hurtigbåtar. Prosjektet fekk 300 000 kr. i klimasatsmidlar i 2020.

Andre prosjekt³

- «Smartere transport i Norge». Midlar frå samferdselsdepartementet (i 2018), mellom anna til forskning på autonome båtruter. Nordland fylkeskommune fekk halvparten av midlane (50 mill. kr) til sitt konsept om Smartere transport Bodø.
- Elektrifisering av to båtar på ruta Haugesund-Røvær (Pågår)
- Elektrisk turistbåt som går til Lysøen («Ole Bull») (I drift frå 2021)
- Elektrifisering av 3 passasjerferjer Oslo-Nesodden (I drift frå 2019)
- «Vision of the Fjords» og «Future of the Fjord»: Elektriske turistbåtar i Sognefjorden og Hardangerfjorden (I drift frå 2016 og 2018)
- Elektrifisering av bybåt i Fredrikstad (I drift frå 2016)
- Elektrifisering av Beffen i Bergen (I drift frå 2014)

2.3. Kategori 3: Konsept som er drive av sjølvstendige aktørar

I denne kategorien høyrer prosjekt som er drive av sjølvstendige aktørar (ein eller fleire) der ein ser eit marknadspotensial i å utvikle eit passasjerbåtkonsept. Bakgrunnen kan vere ønske om å utvikle eit sjøgåande konsept i seg sjølv, eller som del av ei løysing for å utvikle eit område. Nokre av konseptane kan ha sitt utspring i eit forskingsmiljø og det kan og vere offentleg finansiering involvert. Alle

³ Nokre av desse kan og høyre heime i Kategori 1- Prosjekt som er tinga av offentlege aktørar.

prosjekt kan reknast som pågåande per februar 2021 og ikkje alle partnarane/aktørane er nemnd i tabellen (ofte kan det vere avgrensa tilgang på informasjon om dette).

Tabell 2-3: Oversikt over konsept som er drive av sjølvstendige aktørar. (Alle bilete har klikkbare lenker).

Prosjekt/ konsept	Skildring
<p>Kildn, med Blå bybane <i>Tertnes Holding/ Rexir Holding</i></p> 	<p>Kildn er eit utviklingsprosjekt på sørspissen av Askøy, ved innseglinga til Bergen. Bustader, arbeidsplassar og hamn er nokon av funksjonane ein planlegg og visjonen er å bli «verdens første nullutslippshavn for internasjonal, nasjonal og lokal passasjertrafikk og snuavn for cruiseskip, hjemmehavn for fjordturisme, og for den regionale blå bybanen».</p> <p>Om den blå Bybanen står det at «Initiativtakere til prosjektet har besluttet at hovedadkomst til Kildn skal skje via sjøen. Den blå mobiliteten er prosjektets miljøambisjon for å klare oppnå nullutslippsvekst, imøtekomme norsk politikk fra Vei til Sjø[1] og motivere rederier til å raskere gjennomføre omstilling fra fossilt drivstoff til 100 prosent elektriske fartøy. Muligheten for å utvikle den regionale blå bybanen er stor.»</p>
<p>Zeabuz</p> 	<p>Zeabuz (Zero Emission Autonomous Urban Mobility) er eit spin-off frå NTNU sitt forskingssenter for autonome marine operasjonar og system. Konseptet er basert på elektrisk drift og er autonomt.</p> <p>NTNU m.fl. Prototypen er, som verdas fyrste autonom passasjerferje («MilliAmpere»), allereie testa i bruk. Etter planen skal «MilliAmpere 2» settast i drift sommaren 2021, over kanalen i Trondheim.</p> <p>Basert på erfaringane med begge milliAmpere-fergene, vil Zeabuz designe og lansere sitt fyrste ferjesystem i 2022.</p>
<p>Hydrolift Smart City Ferries</p> 	<p>Konseptet er knytt til smarte byar og sjølve båten er omtala som «en hvit svane» som er stille, utsleppsfril (elektrisk), fleksibel og smidig. Tilbodet skal vere kostnadseffektivt, ha lite vedlikehald og vere enkelt å betjene med teknologi som mogleggjer framtidig autonomi. Ved å bruke modularitet skal konseptet kunne tilpasse seg behovene til ulike byar over heile verda. Lengda er oppgitt til å vere 13 meter, farten er 5-10 knop. Materialet er komposittmateriale og passasjerkapasiteten er 50 personar.</p> <p>Konseptet vert mellom anna vurdert å bli testa i Fredrik sentrum.</p>
<p>Urban water shuttle</p> 	<p>Urban Water Shuttle er eit konsept utvikla av NCE Maritime Cleantech. Konseptet nyttar bruker siste generasjons batteriteknologi og med moglegheiter for installasjon av solenergi panel som kan levere straum. Terminalsysteemet er utstyrt med automatisk fortøyning.</p> <p>Fartøyet baserer seg på ein modulbasert byggeprosess. Det er mogleg å utvikle forskjellige versjonar av konseptet, men det opprinnelege prosjektet er basert på et fartøy med ei lengd på 25-30 meter, for rundt 180 passasjerar og ein driftshastighet på 20 knop.</p> <p>Urban Water Shuttle er del av TRAM-prosjektet og der den elektriske hurtigbåten mellom Stavanger og Hommersåk (byøyene), med byggestart 2021, inngår (sjå prosjekt under kategori 2). Elektrisk byferge i Haugesund er og knytt til dette konseptet (sjå prosjekt under kategori 1).</p>

Seabubbles



Seabubbles er utvikla i Frankrike som består av små elektriske båtar med bruk av foilteknologi. Konseptet består av dei tre hovudkomponentane; Bubble (båten), dock (terminalen) og ein app. Her skal ein då kunne tinge båten direkte til terminalane, og som er skreddarsydd for båten (lading etc.)

Konseptet bygger på ei tru på at framtida si mobilitet vil kome på vatnet, og at denne ferdselsåra har vore undervurdert i lang tid. Ønsket er å flytte mennesker på vannvegane i bilen sin hastighet, til prisen for ein vanlig drosje, utan å påverke miljøet eller på byen sin infrastruktur.

Fyrste prototype vart testa i 2018 og kommersialisering av seabubbles er planlagt i 2021. Utvikling av ein hydrogenversjon starta opp i 2020.

2.4. Kva tema er viktige i dei ulike utgreiingane?

I tabellen under er det gjort ei skjønsmessig vurdering av i kva grad ulike utgreiingar omhandlar dei ulike hovudtema som er omtala i dei neste kapitla i denne rapporten. Berre dei utgreiingane som har eit tilstrekkeleg dokumentgrunnlag til å gjere ei vurdering er teke med. Dette er i hovudsak utreiingar/prosjekt under kategori 1, i tillegg til «Utviklingskontrakt for hurtigbåtar». Øvrige prosjekt i kategori 2 er såpass ferske at det ikkje føreligg noko ferdigrapportar enno.

Tabell 2-4: Oversikt over kva tema/overskrifter som er dekkja i ulike utgreiingar. Mørk oransje = «I stor grad». Skarp oransje = «I middels grad». Lys oransje = «I lita eller inga grad»

		Rute- og drifts-konsept	Teknologi-konsept (inkl. utslepp)	Kundegrunnlag og brukargrupper ⁴	Økonomi (inkl. marknad)	Samfunnsnytte (ikkje-økonomisk)
Kategori 1: Prosjekt som er tinginga av offentlege aktørar	Bybåten, Bergen <i>Asplan Viak, 2019</i>	■	■	■	■	■
	Byferge i Haugesund <i>Urbanet Analyse (Asplan Viak), 2019</i>	■	■	■	■	■
	Øygarden-Bergen <i>COWI, 2018</i>	■	■	■	■	■
	Askøy- og nordhordlandsambandet <i>DNV-GL, 2017</i>	■	■	■	■	■
	Fjordbybane, Askøy <i>COWI, 2017</i>	■	■	■	■	■
	Kvinnherad – Bergen 2024 <i>Trafikkonsept, 2020</i>	■	■	■	■	■
	Potensialstudie -passasjerbåt drift, Troms <i>LMG Marin m.fl, 2016</i>	■	■	■	■	■
Kat.2: Off. tilskot	Utviklingskontrakt for hurtigbåtar <i>5 konsortium, 2019</i>	■	■	■	■	■

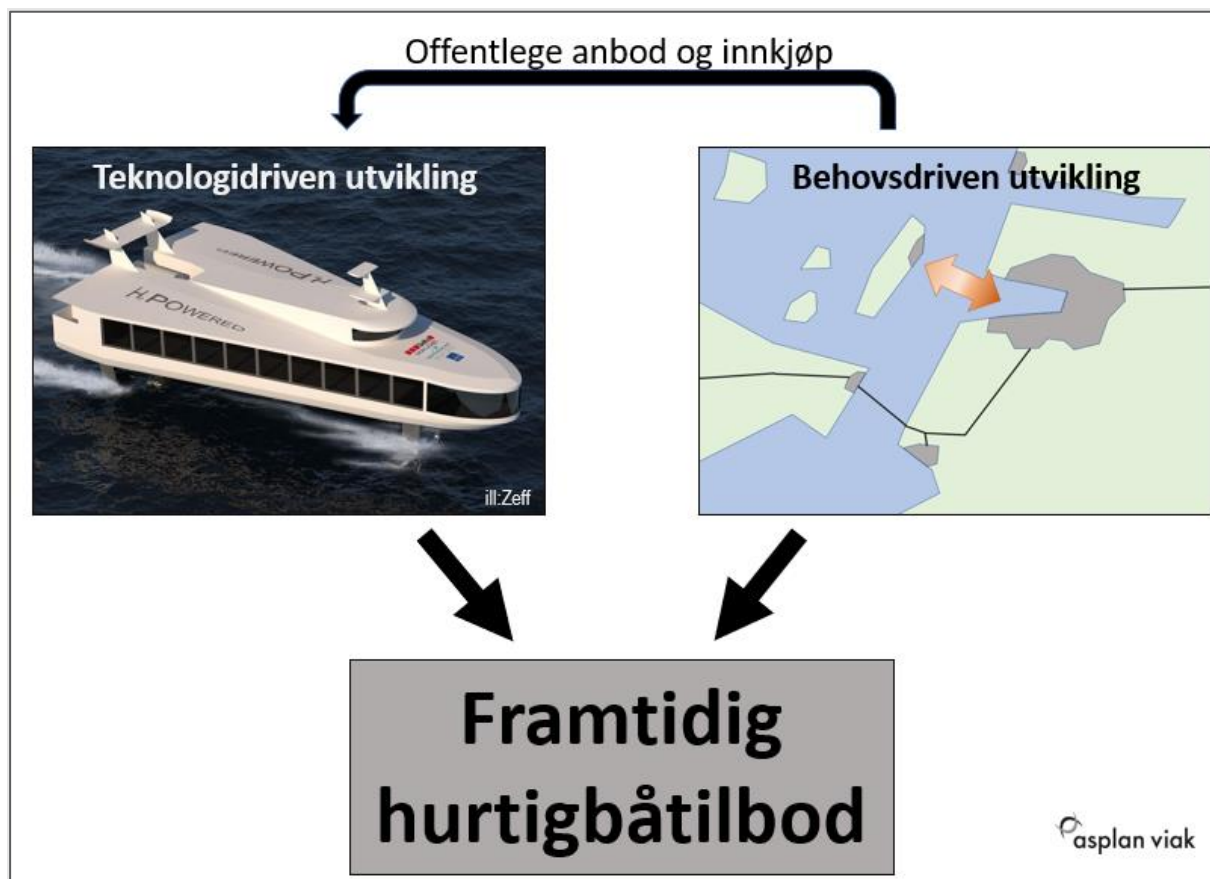
⁴ Inkludert samanlikning av reisetid med båt, sett opp mot andre reisemiddel

2.5. Behovsdriven vs. teknologidreven utvikling

I prosessen med å finne kunnskap rundt kollektivtransport på sjø så er det avdekket at bakgrunnen for drivarane bak utvikling av tilbodet går langs to hovudaksar. På den eine sida har ein teknologimiljøet sine ulike prosjekt og konsept for hurtigbåtar. Desse kan vere på ulike modningsstadium og består gjerne av konsortium av ulike aktørar, til dømes med investorar. Det kan enten vere konkrete prosjekt som følgje av bestillingar frå offentlege aktørar, til dømes i Trøndelag fylke, men det kan og vere meir sjølvstendige aktørar som driv utvikling fordi ein ser eit marknadspotensial, t.d. Seabuz og Hydrolift Smart City Ferries.

På den andre sida kan drivaren vere eit transportbehov og der det offentlege, oftast i ein kommune eller region, er bestillaren. Bakgrunnen kan vere ønskje om ei ny rute for å etablere eit tilbod, eller å styrke eit eksisterande tilbod. Litteraturstudien har avdekket at den behovsdrivne utviklinga er i større grad systematisk utgreia (kunde grunnlag, driftsopplegg, økonomi etc), eller i det minste lettare tilgjengeleg.

Dei to drivarane møtes gjerne ein stad på midten og kan skape nye konsept som gir innovative løysingar og som samstundes løysar eit transportbehov. Samstundes kan det offentlege påverke utviklinga til teknologiaktørane ved å sette krav i offentlege anbud og innkjøp, t.d. innan utslepp. Dette vil kunne bidra til å drive teknologimiljøet framover og gi norsk maritimt næringsliv eit fortrinn.



Figur 2-1: To viktige drivarar for utvikling av hurtigbåtilbod eller konsept for hurtigbåtilbod.

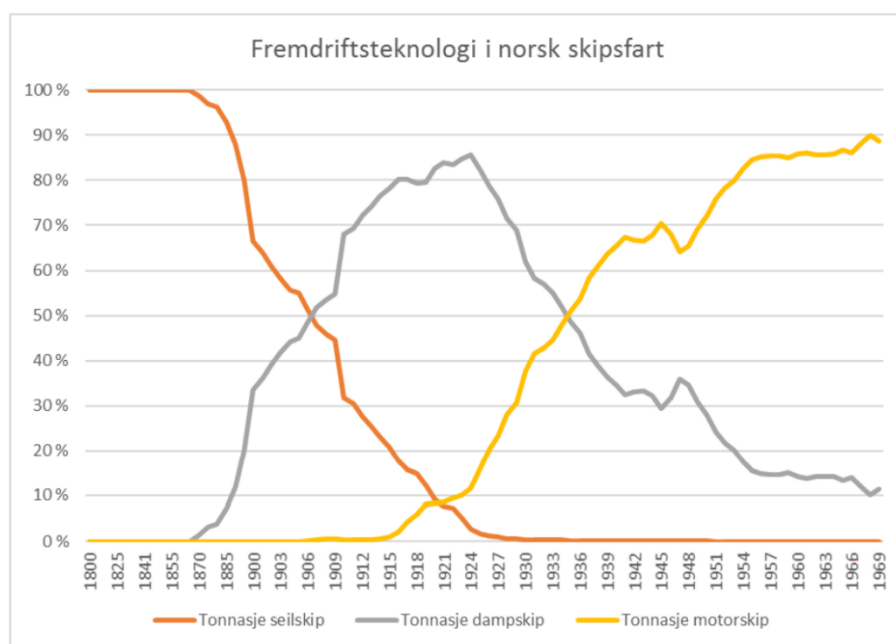
Når ein drøftar nye teknologiar må ein ha eit blikk på kva som er ein realistisk tidshorisont for implementering. Utgreiingsrapport til NTP 2022-2033 (Avinor m.fl, 2019, s.59) tek opp dette: «I NTP-arbeidet er det en tendens til at trender forveksles med teknologiske muligheter, slik at teknologiske nyvinninger og deres antatte effekt, slik denne markedsføres av utviklerne, tillegges stor vekt når fremtidige transportvirkeligheter tegnes opp. Vi konfronteres til stadighet med utsagn om at

teknologisk utvikling går hurtigere enn tidligere, og spådommer om «disruptive» teknologier som vil endre produksjons- og distribusjonssystemer samt konsummønstre svært raskt.»

I same rapport (ibid.) er det peika på at «Slike argumenter synes som oftest å ha sine opphav i teknologimiljøene, der nye produkter ofte er utviklet, og i mindre grad er drevet av faktisk etterspørsel i relevante markeder. Svært ofte er det betydelige sprik mellom teknologimiljøenes promotering av mulighetene som ligger i nye teknologier, og markedsaktørens vurderinger av de økonomiske gevinstene som kan følge av disse. Jo mer «disruptive» teknologiene er, jo større er gjerne kostnadene ved omlegginger i produksjonssystemene og dermed den fremtidige økonomiske usikkerheten for markedsaktørene.»

Som døme på vert overgangen til dampskip trekt fram: «Overgangen fra seilskip til dampskip, som gjerne fremheves som den mest skjellsettende transportinnovasjonen³⁴, ble påbegynt rundt 1820, men 45 år senere var det fortsatt svært få dampskip i den norske flåten³⁵. I 1920, altså 100 år etter introduksjonen av dampskip, bestod fortsatt 9% av den norskeide bruttotonnasjen av seilskip (SSB, 1968).»

Utdrag s 32: «Disse ulike utviklingsbanene viser at teknologiske innovasjoner og store trender kan påvirke det eksisterende systemet på ulik måte. Det er ikke noe 'en-til-en'-forhold mellom at en ny innovasjon kommer, og at den blir tatt i bruk, selv om alle teknologier som inngår i dagens transportsystemer en gang har vært innovasjoner.»



Figur 2-2: Teknologiske bølger, fremdriftsteknologi i norsk skipsfart, 1800-1868. Kjelde: SSB, 1968. Nettotonnasje 1800-1909, bruttotonnasje 1910-1968, gjengitt i (Avinor m.fl, 2019, utgreiingsrapport til NTP 2022-2033)

2.6. Skildring av tema/ overskrifter

For å kunne summere opp prosjekta på ein god måte, og samstundes vere i stand til å trekke ut ny kunnskap ved å sjå dei i samanheng, har det vore naudsynt å etablere nokon tema/overskrifter å sortere informasjonen under. Under følger ei oversikt over kva tema/overskrifter som er nytta og ei kort skildring av kva ein legg i desse. Det er viktig å her presisere at mange av temaene heng nært saman og vil ha ein god del overlapp, til dømes heng rutekonsept og teknologikonsept tett saman.

Rute- og driftskonsept

Ulike utgreiingar for hurtigbåttransport vil alltid ha eit sett med fysiske, geografiske og transporttilbodsmessige rammer som legg føringar for det tilbodet ein skal utgreia. Den overordna måten ein løyser dette er omtala under tema «rute- og driftskonsept». Døme på rutekonsept er pendlarruter (direkteruter inn til byar/tettstadar) og øyruter (fleire stopp, ofte i distrikta). Driftskonsept går på korleis ein kan løyse ein «rutekabal» i høve fysiske rammer i tid og rom: reisetid (avhengig av fart, avstand, tal stopp etc), frekvens, tal båtar etc. Alle driftskonsept vil vere nært knytt til teknologikonsept for båt og terminal. Samstundes er både kostnader (drift og investering), inntektspotensial (bl.a. basert på kundegrunnlag) og samfunnsnytte ein del av biletet som påverkar kva som er beste driftskonsept.

Teknologikonsept (båt og terminal)

Teknologikonsept dreier seg om dei reint tekniske faktorane som er omtala i ulike prosjekt om hurtigbåtar, mellom anna energiberar og skrogtype. Utslepp er ein svært viktig parameter under dette temaet. Terminalteknologi er og sentralt sidan båt og terminal ikkje kan sjåast isolert kvar for seg.

Kundegrunnlag og brukargrupper

Under dette temaet høyrer prosjekt som omhandlar kven som er aktuelle brukarar av hurtigbåttilbodet og der ein del utgreiingar og har ei kvantifisering av kundegrunnlaget. Her har det og relevant å sjå på korleis kundane kjem seg til terminalane («mating» til rutene) og reisetidstilhøve samanlikna med andre reisemiddel. Kundegrunnlaget utgjer marknaden for hurtigbåtane og det er difor ei tett kopling mot tema «økonomi».

Økonomi og samfunnsnytte

Her inngår prosjekt der ein ser på «økonomiske faktorar», både på kostnads- og inntektssida. Kostnader kan i utgreiingar vere omtala både i høve drift og investering og treng ikkje nødvendigvis vere oppgitt i kroner, men kan til dømes vere indekserte/relative for å kunne samanlikne ulike konsept. Kostnad er avhengig av kva som ligg til grunn av både driftskonsept og teknologi, medan det på inntektssida er ei nær kopling til kundegrunnlaget altså marknaden for hurtigbåtdrift. Det er difor ein tett kopling mot desse temaene.

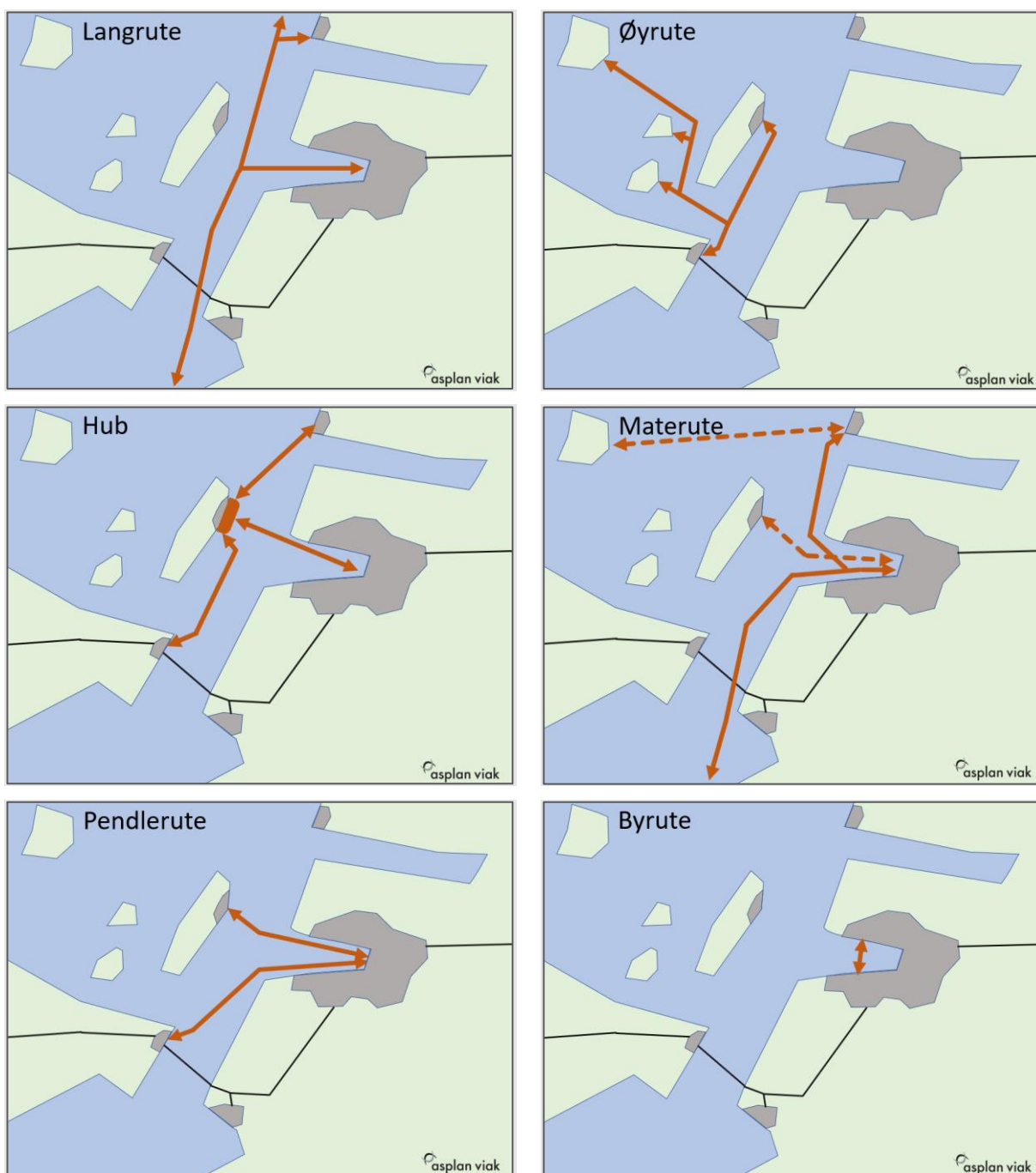
Samfunnsnytte

Økonomi er vanlegvis ikkje ein motivasjon for å etablere hurtigbåtsamband sidan dei fleste samband i dag er avhengig av subsidiering. Under dette temaet kjem utgreiingar som tek føre seg andre (ikkje-økonomiske) nyttefaktorar, utover det å forsterke kollektivtilbodet, og søke å gi ei oversikt over kva desse kan vere. Døme kan vere ønske om å avlaste vegnett, eller å skape nye/ større bu- og arbeidsmarknader.

3. RUTE- OG DRIFTSKONSEPT

3.1. Rutekonsept

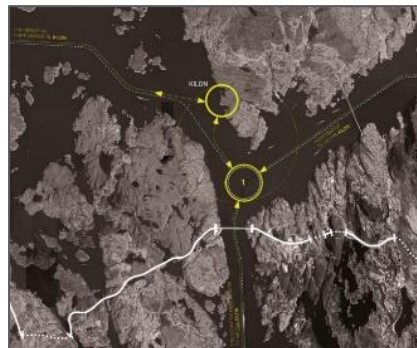
Eksisterande og planlagde hurtigbåtruter har ulik geografisk utstrekking og føremål. Det kan vere alt frå korte ruter med to stopp, til dømes over ei elv mellom to bydelar, til lange ruter som dekker eit stort geografisk område. Døme på dette kan vere ruter langs kysten av Noreg med mange stopp, som bind regionar og byar saman. Under følger skisser av det som er identifisert som typiske rutekonsept i ulike prosjekt i Noreg. Dei fire fyrste viser konsept som gir ei transportløysing for ein region eller større område, medan dei to nedste har meir fokus på å løyse utfordringar i bytransporten :



Figur 3-1: Ulike rutekonsept. (Asplan Viak, 2021). Dei fire øvste konseptane har i større grad eit regionalt perspektiv, medan dei nedste har større grad av byperspektiv.

I praksis vil mange samband vere ein kombinasjon av desse. Eit døme på dette er pendlarruta Stavanger- Hommersåk, men som samstundes er ei øyrute som dekker 13 stoppestader i byøyane. Ei byrute treng heller ikkje vere ei direkterute med to stopp slik som vist i skissa, men kan og ha mange stopp.

Eit døme på eit prosjekt som har ei tilnærming som minnar om hub-rutekonseptet er det som ligg inne i «Kildn». Utgangspunktet er ei tomt på sørspissen av Askøy og som mellom anna har ei sentral geografisk plassering i høve båttransport, og kort veg til Bergen. Kildn skal vere verdas fyrste nullutsleppshamn og eit knutepunkt for grønne opplevingar i fjordane. Berekraftig sjøgåande persontransport er ein av berebjelkane og Kildn er tenkt å vere «hjemmehavn for den blå bybane» og ein vil utvikle ein regional blå bybane (Kildn.com).



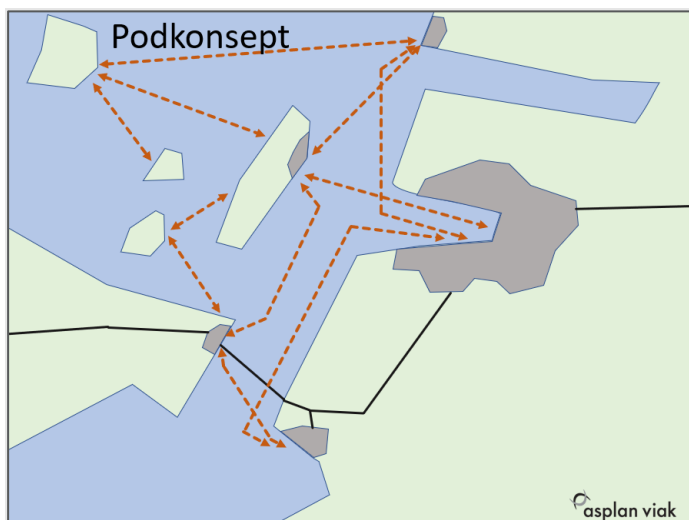
Figur 3-2: Blå bybane sør på Askøy.
 Illustrasjon: Kildn.com

Turistrute er ikkje vist som eige konsept, men vil likne på eit eller fleire av rutekonsept, alt etter kva turistføremålet er. Til dømes kan turistruter vere ei sightseeingrute av liknande konsept som langrute eller øyrute, eller det kan vere ei meir direkte rute som tek passasjerane direkte til turistmålet, meir som ei byrute eller pendlarrute.

I Bergensområdet er det fleire båtprosjekt som knyt seg opp til bybaneomgrepet, til dømes «blå bybane», «bybane til sjøs» og «fjordbybane». Å kople båttruter til banekonseptet er uheldig og misvisande sidan ein båt ikkje har noko med ein bane å gjere. Dei to transportformene skil seg frå kvarandre på mange måtar, men kanskje særskilt når det gjeld fleksibilitet. Medan ein bane er låst til skinnegangen er båten meir fleksibel. Ein må rett nok forholde seg til kvar kaiane ligg (sjølv om dei flytande kaikonsept er og mogleg å flytte på), men rutene er svært fleksible ved at det ikkje krev ny infrastruktur for å endre ei rutetrasé.

3.1.1. Eit sjuande konsept?

Eit langt meir innovativt konsept er at ein lausriv seg heilt eller delvis frå ein fast rutestruktur (det vert difor noko misvisande å kategorisere det som eit rutekonsept) og der ein nyttar små båtar til å transportere folk frå A til B.



Figur 3-3: Eit sjuande «rutekonsept» med bruk av små «podbåtar».

Dette kan samanliknast med det som innan vegtransport vert kalla PRT (Personal rapid transit), eit offentleg transportmiddel med små automatiserte bilar som opererer i eit nettverk. Denne type teknologi er kome ganske langt innafor vegtransport og finst i ulike konsept og varierer mellom anna i storleik (tal passasjerar) og fleksibilitet, t.d. om passasjerane må gå til ein fast haldeplass eller ikkje. Konsepta vert mellom anna omtala som podcars eller robottaxi, alt etter korleis dei er innretta.

Denne type konsept er ikkje kome like langt til sjøs, men ein aktør som er kome så langt at teknologien er testa er den franske aktøren Seabubbles. Dei tre komponentane Bubble (båten), terminalen og ein app er hevda å skulle gi ei transportoppleving som er «best i klassen» og vert skildra slik: «We open waterways for everybody, all around the world, by creating a new way to move people on waterways at car speed, for the price of a regular cab, with no impact on the environment nor on the cities's infrastructure». (Seabubbles.fr). Båten er elektrisk, autonom og nyttar foilteknologi. Terminalane kjem i ulike storleikar og er ein viktig del av konseptet.



Figur 3-4: Illustrasjon: Seabubbles.fr

I tillegg til dei seks rutekonseptane som er vist i kapittel 3.1 er dette kanskje eit sjuande konsept. Det er nok samanliknbart med HUB-rutekonseptet, men verker å vere meir fleksibelt.

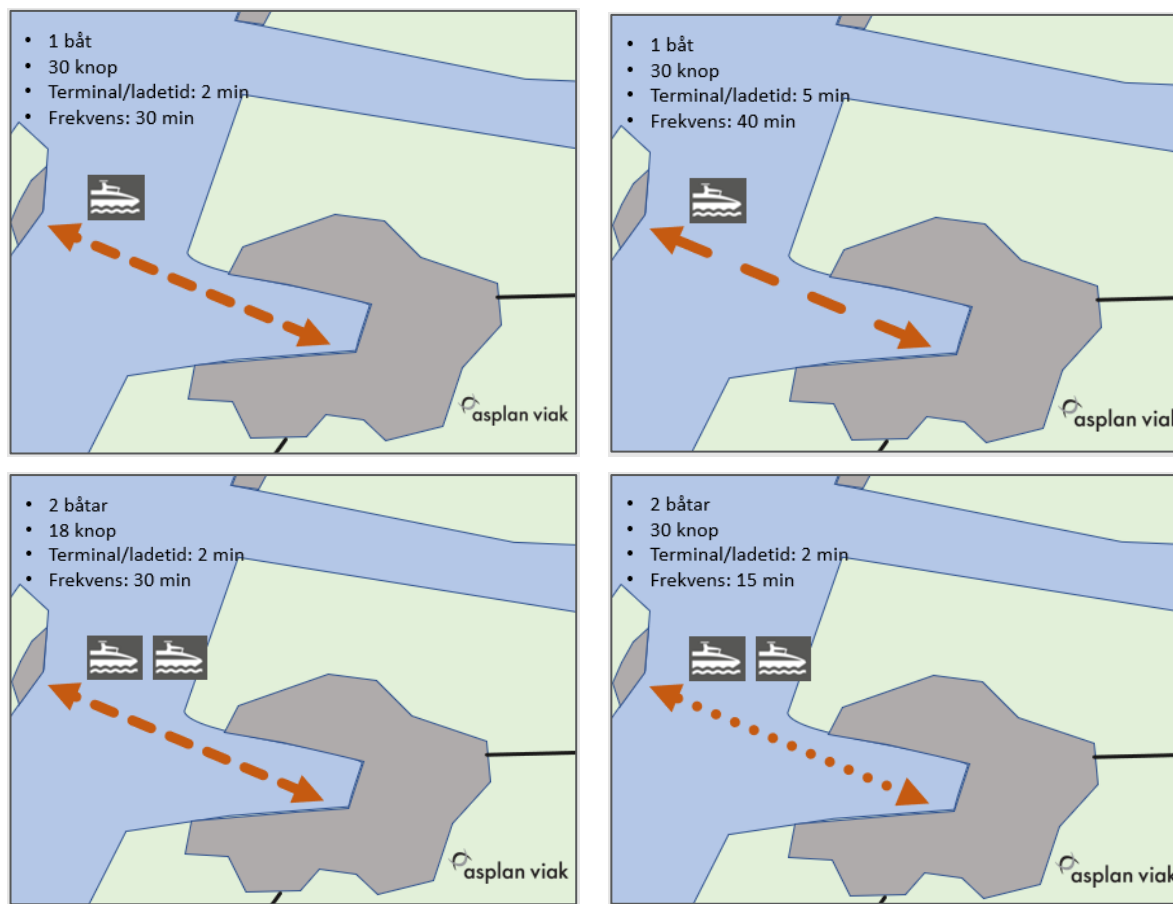
3.2. Driftskonsept

Det som er felles for alle prosjekta som er tinga av det offentlege (kategori 1) og delvis dei som er finansiert gjennom offentlege tilskot (kategori 2) er at driftskonsept⁵ er skissert, dvs samanhengen mellom «fysiske» faktorar i tid og rom. Faktorar som ofte er del av driftskonseptane :

- Avstand (ofte fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Tal stoppestader (ofte fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Fart (kan vere fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Frekvens (kan vere fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Tal båtar (kan vere fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Total reisetid (kan vere fastsett som føresetnad i prosjektet)
- Terminaltid (sjeldan fastsett, men vil vere ein del av total reisetid)

Driftskonsept er ein heilt avgjerande del av eit rutebåttilbod, og dei faktorane som inngår utgjer ein kabal som må gå opp, der alle faktorane påverkar ein annan. Kabalen blir enda meir utfordrande å løyse når det er krav om låg- eller nullutsleppsløysingar i eit samband, grunna mellom anna utfordringar med batterivekt (gir auka energibruk som kan medføre lågare fart og/eller kortare rekkevidde), lade- eller fylletid på terminal (kan gjere det utfordrande å oppretthalde frekvens) etc. (Meir om dette i kap.4).

⁵ «Driftskonsept» er ikkje eit fast etablert omgrep. Ulike konsept og utgreiingar nyttar ulike omgrep.



Figur 3-5: Døme på fire ulike driftskonsept på ei pendlarute.

Avstanden og tal stoppestader er ofte gitt, til dømes i prosjekt som tek utgangspunkt i dagens ruter eller der ein har bestemt kvar ei rute skal gå. Eit døme på dette er omgjerding av eksisterande rute til utsleppsfri teknologi, til dømes Stavanger- Hommersåk-Byøyane (TRAM) og Trondheim- Vannvikan og Trondheim – Kristiansund (begge inngår i «Fremtidens hurtigbåter»). I andre prosjekt som til dømes Bybåt i Bergen og Byferge i Haugesund har tilråding av stoppestader vore del av oppgåva.

3.2.1. Fart, reisetid og terminaltid

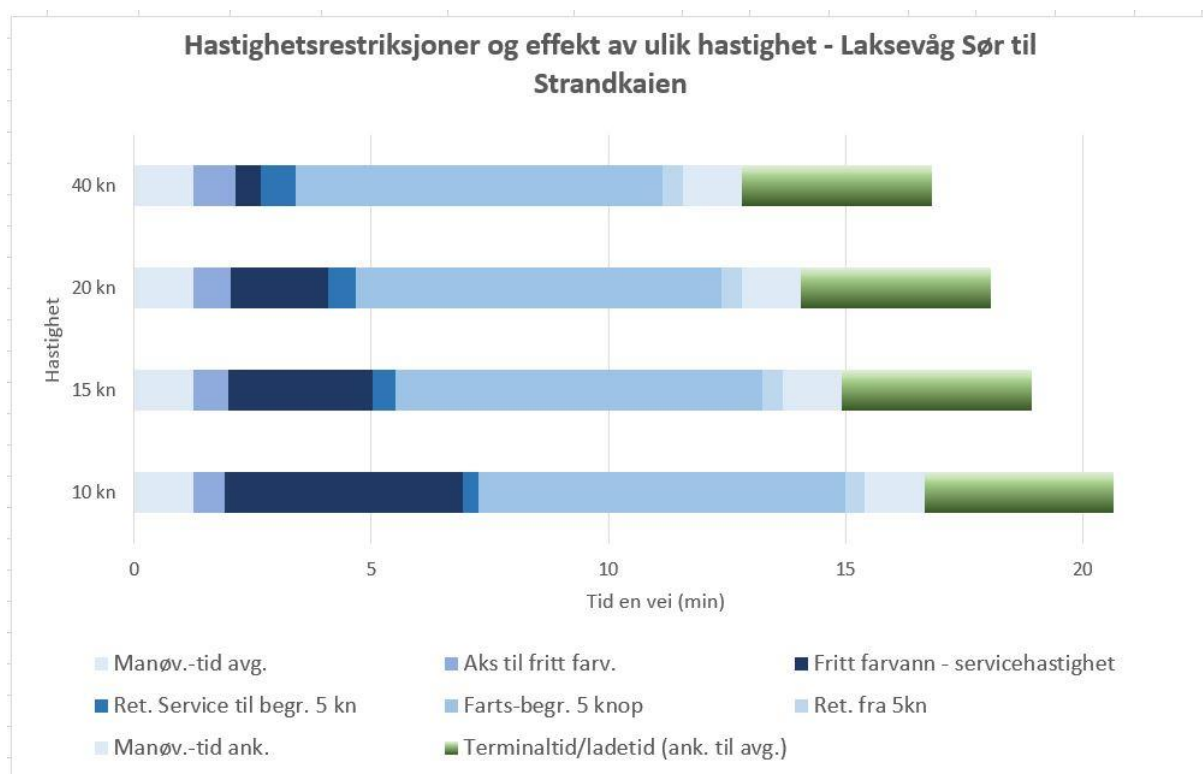
Fart/Hastighet er faktorar som kan vere lagt inn som føringar i enkelte prosjekt, til dømes «Fremtidens hurtigbåter» som hadde krav om minimum 30 knop på rutene. Som nemnd over er grensa for kategorien hurtigbåt satt ved over 20 knop⁶. Om ein kjem under denne grensa gjeld mindre strenge reglar for båtdesign. Til dømes treng ikkje bord og stolar vere retta i fartsretninga, noko som gjer fart under 20 knop særleg aktuelt for turistruter. Turistbåtane Future of the Fjords og Vision of the Fjords er døme på båtar som har ein fart like under 20 knop, men som truleg kunne gått raskare.

DNV-GL (2017) peikar på at «En hastighet på 35 knop er ingen absoluttgrense for hva som er mulig å oppnå for en hurtigbåt (nybygg), men DNV GL deler LMG Marins syn om at hastigheter over dette ikke er hensiktsmessige, spesielt når det er snakk om nullutslippløsninger der vekt og energibruk er kritiske parametre».

Når ein snakkar om fart og reisetid er det lett å gløyme at farten ikkje er konstant for ei rute, men er og avhengig av manøvreringstid, akselrasjonstid og fartsbegrensingar i farleia. Dette er vist i figur i

⁶ High-speed craft (HSC). Klassifisering gjort av IMO (International Maritime Organization).

Bybåtrapporten (Asplan Viak, 2019) der ein får fram kor stor del av overfarten som går med til fartsbegrensa sone (5 knop) i Vågen, og kor liten andel av overfartstida som er i fritt farvatn slik at hastigheit på båten ikkje har veldig mykje å seie for total reisetid.



Figur 3-6: Effekt av ulike servicehastigheter, eksemplifisert med en rute fra Laksevåg sør til Strandkaiaen. Kjelde: Asplan Viak, 2019.

Ein anna faktor som gjerne blir litt gløymt er teminaltid, som og er vist i Figur 3-6. Terminaltida må og kanskje aukast dersom ei båtrute skal drivast elektrisk, særskilt om båten skal gå lengre avstandar og/eller ha høg fart. Ulike konsept for lading og fylling vert omtala nærare i kapittel 4.

Krav til reisetid er ikkje nødvendigvis oppgitt eksplisitt i utgreiingane, men reisetid samanlikna med andre transportmiddel er ofte sentralt (meir om dette i kapittel 5). Som konklusjon av dette kapitelet kan ein sei at reisetid for båtrutene er langt meir enn strekning dividert på fart.

3.2.2. Frekvens

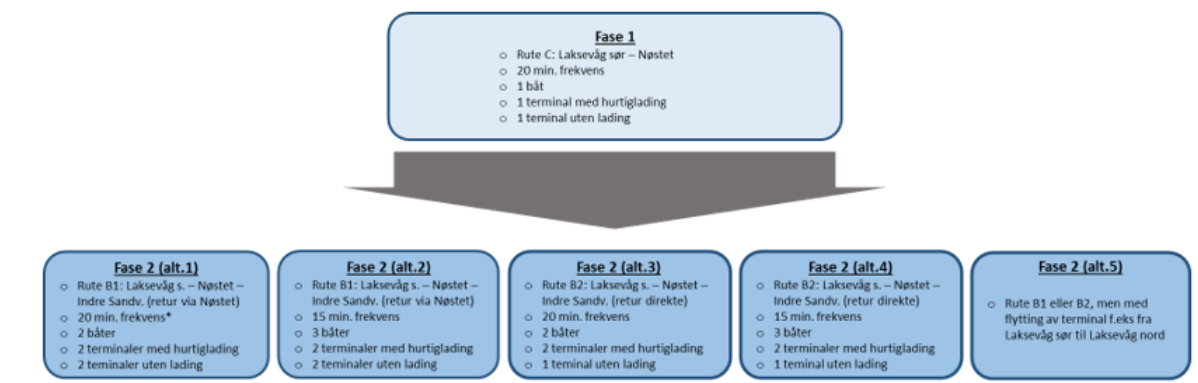
Enkelte prosjekt har krav eller mål om høg frekvens, men ofte utan at sjølve frekvensen er oppgitt (unnatak kan vere å gjere eksisterande samband utsleppsfri, men der framtidig rute skal ha same tilbod som i dag). Krav til frekvens er gjerne knytt opp mot konkurranseflate mot andre transportmidlar, til dømes at frekvensen skal matche anna kollektivtransport. Utgreiingane om Bybåt i Bergen og elektrisk byferge i Haugesund er døme på prosjekt der det er forventningar til ein relativt høg frekvens slik at båtane skal fungere som andre kollektivtilbod (buss eller bybane.). Når det gjeld frekvens er det i transportsamheng og ofte ønskje om stive ruter for å gi eit mest mogleg føreseieleg tilbod. Dette aukar tilbodet sin attraktivitet.

Dei fleste rapportane i kategori 1 har utarbeida eigne skjema som viser ulike alternative samansettingar av faktorane som utgjer driftskonseptet. Eit døme på dette er «Mulighetstudie for Askøy- og nordhordlandssambandet» som syner samanhengen mellom tal båtar, overfartstid, liggetid/ terminaltid, passasjerkapasitet, frekvens og fart.

Tabell 3-1: Alternativ for rutekonsept for Askøybåt (Kleppestø-Strandkaien). Kjelde: DNV-GL, 2017)

Case	Antall båter	Overfartstid [min]	Liggetid [min]	Tid per strekning (overfartstid + liggetid) [min]	Nødvendig kapasitet [PAX/båt]	Antall overfarer per time	Transitt-hastighet [kn]
Dagens kapasitet	1	12-13	2-3	15	296	4 (2 t/r)	~30
A	2	14	6	20	267	6 (2*1,5 t/r)	28
B	3	14	6	20	178	9 (3*1,5 t/r)	27
C	2	20	10	30	400	4 (2*1 t/r)	13
D	3	20	10	30	267	6 (3*1 t/r)	12
E	1	12	3	15	400	4 (2 t/r)	>35
F	2	12	3	15	200	8 (2*2 t/r)	>35
G	3	12	3	15	133	12 (3*2 t/r)	>35

Ved å auke tal båtar kan ein enten få høgare frekvens eller ein kan få same frekvens men gå med lågare hastigheit. Det siste kan vere særskilt aktuelt dersom ein skal etablere ei utsleppsfri rute med batteridrift, der vekta av batteria gjer det utfordrande å halde høg hastigheit (krev mykje energi). Rapporten om «Bybåt i Bergen» tok føre seg korleis ein i fase 2 kan vidareutvikla tilbodet i fase 1, som var ei anbefaling om å starte med rute kort rute mellom Laksevåg og Nøstet. I fase 2 kan ein til dømes utvide til 3 stopp, med 2 eller 3 båtar, som gir 15 eller 20 minuttars frekvens.



Figur 3-7: Forslag til fase 2 i utvikling av bybåten. Kjelde: Asplan Viak, 2019.

Rødne Trafikk As har i sitt konsept for «Fremtidens hurtigbåt» valgt ei løysing med tre mindre båtar i staden for 2. Dette gir moglegheit for høgare frekvens, men samstundes så er det truleg at kostnad (drift og investering) vert høgare ved bruk av tre båtar.

3.2.3. Båttilbodet i regionalt perspektiv: Overgangar eller ikkje?

Om ein skal utarbeide eit båtbasert transporttilbod for eit større geografiske område (regionalt perspektiv), og dekke fleire byar og tettstader (flatedekning), vil ein stå overfor eit prinsipielt val som handlar om overgangar. I kva grad skal ein velje meir gjennomgåande ruter der båtane stoppar mange stader (t.d. øyrute og langrute), eller ei/eit fåtal direkte hovudruter med overgang/mating frå andre ruter (t.d. materute og hub). «Metro til sjøs» (Trøndelag fylkeskommune, 2020) er eit godt døme på eit prosjekt der ein prøver å få til sistnemnde. I Tabell 3-2 er det satt opp viktigaste føremon og ulemper ved å ha overgangar eller ikkje:

Tabell 3-2: Føremøn og ulemper ved overgang eller ikkje, sett i eit regionalt perspektiv.

	Føremøn	Ulempe
Mange stopp, utan overgang (Øyrute, langrute)	-Ein slepp å bytte båt (komfortabelt)	-Lengre reisetid for dei fleste (må innom «andre» stopp)
Få stopp (direkte rute), med overgang (materute, hub)	-Rask reisetid for dei som slepp overgang	- «Ubehag» ved å ha overgang (MaaS kan gjere at ulempa vert redusert framover) -Lengre reisetid for dei som må ha overgang

Å bytte båt vert i transportplanmessig samanheng sett på som uheldig og kan gi avvisande effekt (ref. cella nede til høgre i tabellen). Imidlertid er det ein del litteratur (t.d. Ekspertutvalet, 2019) som peikar på at trendar og teknologiar går i retning av at mobilitet vert meir som ei teneste (MaaS) der ulike transportformer vert sydd saumlaust saman ved hjelp av digitale tenester; det er ikkje lenger viktig korleis ein kjem frå A til B, men kor raskt og til kva prise dette skjer. Implisitt i dette er at ulempa ved å bytte transportmiddel vert redusert. Dersom dette slår til vil konseptta med materute og hub verte meir aktuelle i framtida.

Konseptet som er omtala som «podkonsept» (kapittel 3.1.1) er ei interessant løysing som kan utfordre dei to alternativa som er vist i Tabell 3-2. Ei eller anna form for podkonsept vil kanskje kunne ta passasjerane direkte frå A til B utan overgangar.

4. TEKNOLOGIKONSEPT

Dette kapitlet gir ei oversikt over kva teknologiar som har vore aktuelle for ulike hurtigbåt eller passasjerbåtprosjekt i Noreg dei seinare åra, og er ikkje meint som ei detaljert skildring av teknologiane. Kjelder er både dei frå prosjekta og utgreiingane som er nemnd i kapittel 2, i tillegg til anna relevant litteratur. Her ligg det samstundes ei forventning om at dei teknologiane som oftast er trekt fram i prosjekta og truleg vil vere dei som er mest aktuelle for hurtigbåtsamband framover.

Som nemnd i innleiinga er det to hovudutfordringar for hurtigbåtar som er knytt til teknologi: Høge kostnader per passasjerkilometer og store utslepp per passasjerkilometer. Kva teknologi som vert nytta på båtane har tyding for begge utfordringane, og særskilt sistnemnde vert adressert i dette kapitelet (kostnader per passasjerkilometer vert meir omtal i kapittel 6 om økonomi). Figur 4-1 peikar på den høge energibruken som dagens hurtigbåtar har.



Figur 4-1: 2: Energibruk per setekilometer for ulike transportmetodar. Kjelde: Brødrene Aa m.fl., 2019.

4.1. Framdriftsteknologi

Me har to typar framdriftssystem som er aktuelle for passasjerbåtane, og som kan fungere med rekke ulike energiberarar og drivstoff:

- Forbrenningsmotorar
- Elektriske motorar

Forbrenningsmotorar er motorar som forbrenner drivstoff vha. ulike forbrenningssyklar. Desse kan forbrenne fossile brennstoff, ei blanding av fossile og fornybare brennstoff og reint fornybare brennstoff, eller sokalla nullutsleppsdrivstoff.

Forbrenningsmotorar har relativt store termiske tap, mellom 55 og 70 % på sitt beste. Under ugunstige driftsforhold med t.d. låg last og ugunstige turtal er dette mykje verre. Elektriske motorar har veldig lite tap over heile turtalsregisteret, (2-5%), men har behov for ei energikjelde som leverer elektrisk straum. Sett i høve lagring av straum i batteri, så er det relativt små tap ved lagring, men kapasiteten er avgrensa.

Brenselceller (som kjem under elektriske motorar) kan produsere straum ved god verknadsgrad (60-70 %) og kan nytte metan, hydrogen, ammoniakk, altså både fossile og nullutsleppsdrivstoff.

Tilverknad av komponentane i dei ulike framdriftssystema, til dømes batteripakke, krev og energi. I denne prosessen vert det avgitt CO₂, og som då må reknast som eit indirekte utslepp frå den farkosten som nyttar batteriet. Det vil og tilkome indirekte utslepp når ein sanerer komponentane i framdriftssystema.

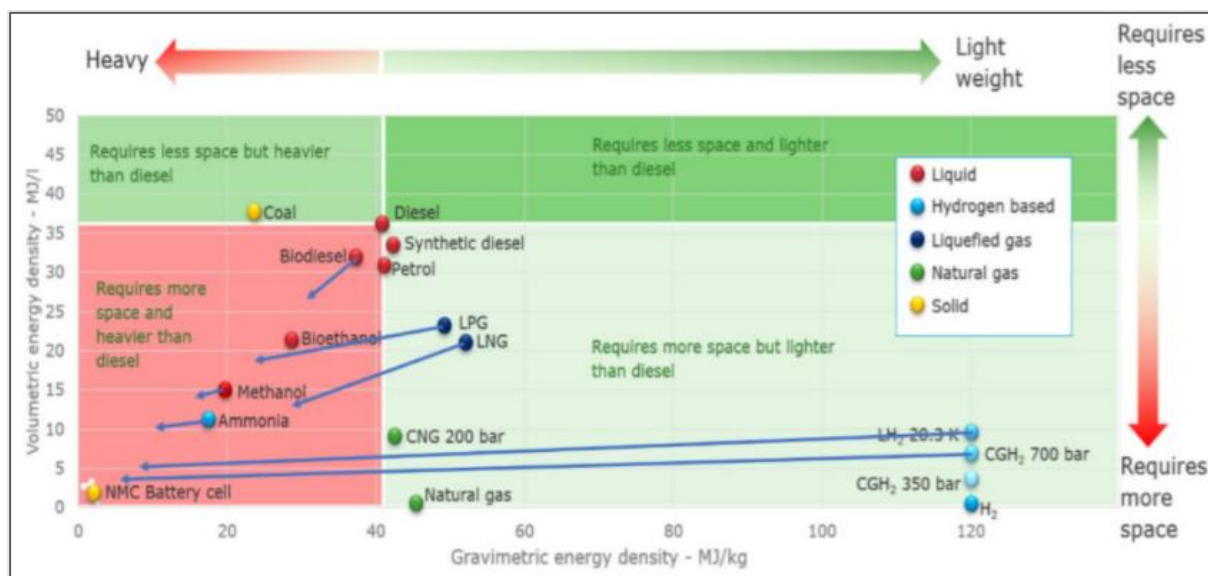
Tabell 4-1: Eksempel på samla utslepp for tilverknad og avhending av dei mest kjende komponentane i framdriftssystema. (Kjelder står oppgitt i tabellen)

Component	Production emission factor (kg CO ₂ -eq/kg)	References
Combustion engine	3.3	Average of Hawkins et al. ²² and Ellingsen ²⁶
Battery	15.7	Current study (data from Brødrene Aa, Corvus Energy and Ellingsen et al. ²⁷⁻²⁹)
Inverter	4.4	<i>ecoinvent</i> 3.5 database ³⁰
PEMFC	10.8	Estimated based on Usai et al. ³¹
Electric motor	7.1	Average of Nordelöf et al. ³² and Hawkins et al. ³³
Composite fuel tanks	21.0	Usai et al. ³¹
Cryogenic fuel tanks	17.1	Current study (data from Usai et al. ³¹ and <i>ecoinvent</i> 3.5 database ³⁰)
Converter	4.4	ABB ³⁴

4.2. Energiberarar

Dei ulike prosjekta som er omtala i kapittel 2 nyttar ulike energiberar eller kombinasjonar av energiberar. Batterielektrisk er klart mest nytta i konsept, men hydrogen er ein stadig meir aktuell energiberar for å produsere elektrisitet til elmotorar (brenselcelleteknologi). Amoniakk kan og nyttast som energiberar, til dømes som brenselceller, men er ikkje nytta som løysing for nokon av prosjekta som er del av denne litteraturstudien. Nokre av konseptane er ikkje låst til ein særskilt energiberar, men viser løysingar både for batterielektrisk og hydrogen, eller kombinasjonar av ulike løysingar.

Figur 4-2 viser ei skisse over dei ulike energiberarane og deira forhold mellom vekt og volum. Me ser av skissa at hydrogen har lågare graviometrisk tettheit på grunn av støttesystema det er avhengige av, som kryogeniske tankar, trykktankar o.l. Viktig for hurtiggåande fartøy er og volumetrisk tettheit sidan båten og skal ha plass til passasjerar.



Figur 4-2: Energitetleik for ulike energiberarar. Kjelde: Comparison of Alternative Marine Fuels (DNV GL, 2019).

4.2.1. Utslepp frå ulike energiberarar

Bruk av fossile drivstoff avgir CO₂ under forbrenning, medan bruk av nullutsleppsdrivstoff ikkje avgir CO₂ under forbrenning. Likevel kan det bli avgitt CO₂ under tilverknad av nullutsleppsdrivstoff. Eksempelvis kan ein ved hjelp av dampreforming av naturgass (Steam Methane Reforming- SMR) lage rein hydrogen, men CO₂-utsleppa under produksjon av dette hydrogenet avgir like mykje CO₂ som ved rein forbrenning av naturgass.

Ved elektrolyse av vatn kan ein lage hydrogen utan utslepp av CO₂ dersom straumen kjem frå fornybare kjelder som vasskraft, vindkraft eller solkraft, men energitapet er relativt stort slik at en sit igjen med om lag 40 % av energien ut på propellakslingen (med dagens teknologi).

Bruk av nokre typar biodrivstoff krev produksjon av ulike typar avlingar, omlegging av jordbruket til nye typar vekstar etc. Ulike energiberarar vil ha ulike utslepp under tilverknad og forbrenning, og det samla utsleppet vil kunne estimerast basert på ulike datakjelder.

Tabell 4-2: Døme på utslepp av CO₂ frå “well-to-wake” (brønn til kjølvatn) frå ulike energiberarar i forbrenningsmotorar (ICE), batteri eller brenselceller (PEMFC/ SOFC). “Nordic” viser til straum med nordisk energimiks, “Norwegian” til norsk energimiks, “SMR with CCS” til dampreforming av naturgass med karbonfangst og lagring. Hovudkjelde: Asplan Viak, 2020 (detaljerte kjelder er oppgitt under «Kjelder» til slutt i rapporten).

Fuel/energy carrier	Unit	Fuel cycle emission factor (g CO ₂ -eq/MJ)	Reference
MGO	ICE	86.4	Average value (based on El-Houjeiri et al. ⁱ , Thinkstep ⁱⁱ , and Bengtsson et al. ⁱⁱⁱ)
Biodiesel	ICE	89.6	Asplan Viak, JEC Alternative fuels ^{iv}
HVO (with indirect land use change emissions)	ICE	41.6	Asplan Viak, (data from JEC Alternative fuels ⁱⁱⁱ and Globiom ^v)
HVO (without indirect land use change emissions)	ICE	24.4	JEC Alternative fuels ⁱⁱⁱ
Liquid ammonia (Nordic)	SOFC	89.9	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^{vi} , Bicer et al. ^{vii} , Gardiner ^{viii} , Asplan Viak, and JEC WTT report ^{ix})
Liquid ammonia (Norwegian)	SOFC	43.7	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^v , Bicer et al. ^{vi} , Gardiner ^{vii} , NVE ^x , <i>ecoinvent</i> 3.5 database ^{xi} , and JEC WTT report ^{viii})

Liquid ammonia (SMR with CCS)	SOFC	71.6	Asplan Viak, (data from Bicer et al. ^{vi} , Asplan Viak, and JEC WTT report ^{viii})
Electricity (Nordic)	Battery	31.1	Asplan Viak
Electricity (Norwegian)	Battery	5.9	NVE ^x and <i>ecoinvent</i> 3.5 database ^x
Liquid H ₂ (Nordic)	PEMFC	57.8	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^v , Bicer et al. ^{vi} , Asplan Viak, JEC WTT report ^{viii} , and Koroneos et al. ^{xii})
Liquid H ₂ (Norwegian)	PEMFC	11.3	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^v , Bicer et al. ^{vi} , Asplan Viak, JEC WTT report ^{viii} , and Koroneos et al. ^{xi})
Liquid H ₂ (SMR with CCS)	PEMFC	55.7	Asplan Viak, (data from Bicer et al. ^{vi} , Asplan Viak, and JEC WTT report ^{viii})
Compressed H ₂ (Nordic)	PEMFC	51.0	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^v , Bicer et al. ^{vi} , Gardiner ^{vii} , Asplan Viak, and JEC WTT report ^{viii})
Compressed H ₂ (Norwegian)	PEMFC	10.6	Asplan Viak, (data from Wulf et al. ^v , Bicer et al. ^{vi} , Gardiner ^{vii} , NVE ^x , <i>ecoinvent</i> 3.5 database ^x , and JEC WTT report ^{viii})
Compressed H ₂ (SMR with CCS)	PEMFC	35.0	Asplan Viak, (data from JEC WTT report ^{viii})

Kva som er det mest berekraftige alternativet for energiberar på ei båtrute kan variere, avhengig av prioriteringa av faktorane distanse, fart, last mm. Energimiksen i dei områda der dei ulike komponentane vert produsert, og om ein nyttar nullutsleppsdrivstoff i ein forbrenningsmotor eller i brenselcelle, har og betydning for berekrafta.

Oppsummert kan en seie at dette er ei svært kompleks problemstilling med mange faktorar. For at berekrafta skal kunne avgjerast på ein god måte må ein gjere ei full LCA-analyse (Life cycle Assessment) av dei aktuelle framdriftssystema for kvar enkel distanse eller samband.

I påfølgande kapittel kjem ei oversikt over dei vanlegaste låg- eller nullutslepp energiberarane i ulike prosjekt, og nokre sentrale problemstillingar knytt til det. Dei viktigaste eigenskapane, føremonene og ulempene ved kvar av dei er deretter summert opp i tabellform i kapittel 4.2.6.

4.2.2. Batterielektrisk

Batterielektrisk er den mest nytta energiberaren i dei ulike prosjekta. Samstundes vert det peika på at vekta av batteriet er ei utfordring, særskilt på båtar som skal opp i stor fart over lengre strekker: «Energibehovet som beregnes per overfart er signifikant høyere for båter med batterier om bord enn for båter som utelukkende har konvensjonelt dieselmaskineri. Dette skyldes hovedsakelig vekten av batteriene og tilhørende systemer, samt en økning i skrogvekten (båten blir større).» (DNV-GL, 2017, s.5.) Og i «Trafikkplan båt» skriv Skyss (2017) at «Ein reknar med at batterivekta ikkje bør overskride meir enn 30 prosent av båten si vekt. Strekningar under 20 km kan vere relevante for elektrifisering»

Det er fleire konsept for lading av batteri. Nokre system baserer seg på kontaktlaus overføring av straum (induktiv lading) ved hjelp av elektromagnetisme gjennom ein bestemt stad på skutesida. Dette forkortar tilkoplingstida og lar fartøyet ha flest mulig anløp.

I tilfelle der det er dårleg effektkapasitet i straumnett (sjå kapittel 4.3.1) kan ein likevel få til lading av batteri ved at det vert etablert ein batteribank på staden, som ladar seg opp til båten kjem, gjerne over natta dersom det kun er eitt dagleg anløp. Då vil ein kunne dele ladestraumen over eit lengre tidsrom inn på det landfaste batteriet, medan overføringa frå landfast batteri til hurtigbåt skjer med mykje større effekt og hastigheit når båten kjem. Utviding av den elektriske nettkapasiteten i området kan dermed unngåast.

Ei anna løysing er at batteriet vert fysisk bytta («swaping») ved ankomst, slik som til dømes skissert i konseptet til Transportutvikling AS m.fl (2019) i klimasatsprosjektet «Utviklingskontrakt for hurtigbåt».

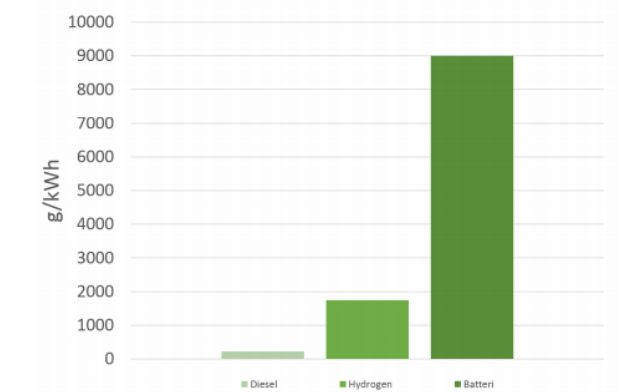


Figur 4-3: Illustrasjon av terminal med batteribytte. Kjelde: Transportutvikling AS

Andre konsept involverer kranar, heisar, tromlar og liknande innretningar som koplartil ladestraum delvis eller heilt automatisert. Dei fleste av desse har ein del lengre tilkoplingstid enn ved induktiv lading.

4.2.3. Hydrogen

Hydrogen er ein stadig meir aktuell energiberar for å produsere elektrisitet til elmotorar (brenselceller)⁷, og kan nyttast i mellom anna bilar, båtar, tog og fly. Denne teknologien er ikkje like energieffektiv som å nytte batteri som energiberar direkte, men føremonen er at ein kan lagre meir energi som gir lengre rekkevidde og ein kan fylle tanken raskt. I tillegg kan ein nytte overskotskraft frå til dømes vindkraft for å produsere hydrogen, ein energi som elles ville gått tapt (Forsking.no, 26.07.19).



Figur 4-4: Vekt per kWh levert til drivaksel for diesel-, hydrogen- og batteridrift. Kjelde: Brødrene Aa m.fl., 2019.

4.2.4. Ammoniakk

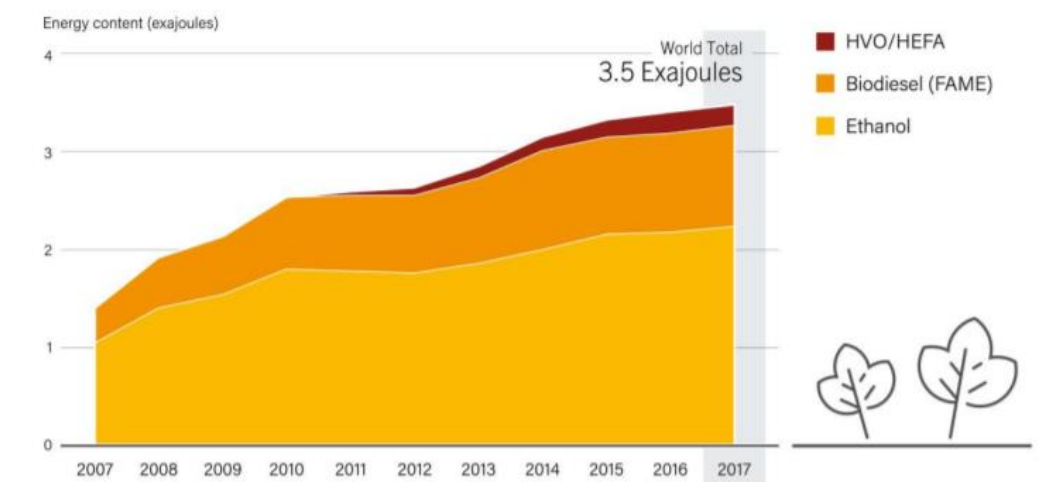
Ein anna energiberar som nyttar brenselcelleteknologi er ammoniakk. Ammoniakk har noko lågare effektivitet enn hydrogen i forbrenningsmotorar, men like god eller betre effektivitet i brenselcelle, og lågare energitettleik enn flytande fossilt drivstoff. Ein av dei største føremonane er at flytande ammoniakk kan nyttast direkte i forbrenningsmotor, det kan lagrast flytande og treng ikkje

⁷ «Direkte» forbrenning av hydrogen er ikkje relevant pr i dag, men kan kome som ein variant av forbrenningsmotoren. Det finnes ikkje slike motorar på marknaden i dag.

nedkjøling. I ei så tidleg fase av utviklinga er det vanskeleg å fastslå om ammoniakk er ei del av løysinga for hurtigbåtar.

4.2.5. Biodrivstoff

Sidan reine biodrivstoff inngår i det korte karbonkretsløpet, vert ikkje forbrenning av desse rekna som klimadrivande utslepp. Etterspurnaden er stor og aukande på verdsmarknaden, medan produksjonen er avgrensa.



Figur 4-5: Global produksjon av biodrivstoff. Kjelde: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1420/m1420.pdf>.

Det er også knytt kontroversar til produksjon og bruk av biodrivstoff både som følgje av at det legg beslag på landområde som kunne vore nytt til produksjon av fødevarer (iLUC effects), avskoging av viktig regnskog og fordriving av urfolk. Denne problematikken kan unngåast dersom det berre vert nytta avfall hjå landbruket til produksjon av biodrivstoff, såkalla 4. generasjons drivstoff.

4.2.6. Oppsummering, energiberarar (eigenskapar, føremon og ulemper)

I tabellen under er det skildra energiberarane som i større eller mindre grad er nemnd i dei ulike prosjekta/utgreiingane.

Tabell 4-3: Energiberar og skildring av eigenskapar, føremon og ulemper

Energiberar	Skildring av eigenskapar, føremon og ulemper
Batterielektrisk	<ul style="list-style-type: none"> • Lav energitettleik (høg vekt), men svært god verknadsgrad. Eignar seg for saktegåande sjøtransport eller korte distansar for hurtiggåande transport. • Sjølv med batteribytter kvart 10. år vil dette alternativet kunne gi eit positivt energirekneskap ved bruk i eigna samband og på norsk og nordisk energimiks.
Hydrogen (brenselcelle)	<ul style="list-style-type: none"> • Høg energitettleik i flytande (nedkjølt) form. Eignar seg til bruk i dei fleste typar fartøy og distansar. Krev spesialtank (kryogenisk) og eige batteri for mellomlagring av straum. Avgjer varme under forbrenning som kan nyttast i fartøyet. • Ikkje-eksisterande distribusjonsnett per 2021. • Det vert produsert veldig lite grønt hydrogen (ved elektrolyse). • Blått hydrogen (frå naturgass med karbonfangst) er enno ikkje på marknaden i stor skala.

	<ul style="list-style-type: none"> • Grått hydrogen (frå naturgass utan karbonfangst) vert produsert i større mengder (71 MT på årsbasis i verda), men gir ikkje berekraftsfordelar framfor fossile drivstoff. • Det er knytt teknisk og regulatorisk usikkerhet rundt lagring og påfylling av hydrogen i nærheten av folkemengder på grunn av tryggleik. (Er venta at dette vil verte løyst framover).
Ammoniakk (brenselcelle)	<ul style="list-style-type: none"> • Utsleppsfritt under forbrenning. Eignar seg til bruk i dei fleste typar fartøy og distansar. Krev eige batteri for mellomlagring av straum. • Svært god verknadsgrad (opp mot 70 %) dersom ein nyttar det i brenselcelle • Både hydrogenet og nitrogenet i drivstoffet må kome frå lavutsleppsproduksjon. • Berekraftig ammoniakk er ikkje på marknaden i stor skala enda. • Kan lagrast i same type tankar som diesel. • Kan distribuerast på same måte som diesel. • Har høg vekt (høgare enn hydrogen, diesel og biodiesel mm.)
Biodrivstoff	<ul style="list-style-type: none"> • Biodrivstoff som er basert på produksjon av plantar som fortrenger jordbruk til fødevarer er ikkje sett på som berekraftig. • Finst både i gassform (LBM- liquid bio methane) og flytande form (bioolje, HVO –hydrogenated vegetable oils). • Biodrivstoff som er produsert frå restprodukt frå fødevarer- og anna produksjon, såkalla 4. generasjons biodrivstoff er berekraftig, men lite tilgjengeleg på marknaden. • Kan lagrast i same type tankar som diesel. • Kan distribuerast på same måte som diesel. • Produktet kalla “Biodiesel b5” eller «b7» er eit produkt som består av frå 5 eller % bioolje og resterande del fossil diesel, har større CO2-utslepp enn marinegassolje (MGO) som vert nytta på dei fleste fartøy grunn dieselen si høgare raffineringsgrad og derav auka energibruk. Fyrst når innblandinga av rein bioolje overstig om lag 11 % vil blandinga ha likt CO2-utslepp som MGO.

4.3. Tilgang på energi

4.3.1. Tilgang på straum

Straum kan vere ei utfordring i enkelte kyststrøk, spesielt sidan det er snakk om veldig store effektar i strøk med lite utbygd el-nett. Det finst moglege løysingar slik som batteribank som nemnd tidlegare, men elektrifisering av transportsystemet i Norge vil krevje ei oppgradering og utviding av el-nettet som alt er drive av utbreiinga av el-bilar (Wangsnæs og Halse, 2021). Ein antar at denne utviklinga av el-nettet som følgje av økt el-bil lading vil ha positiv effekt for moglegheitene for energileveranse og til båttrafikk.

Mange hamner har pr i dag ei rekke prosjekt med utgreiing av landstraum/ ladestraum til fritidsbåtar og yrkesbåtar. Det kan forventast at resultatane av desse prosjekta vil kome elektrisk passasjerbåttransport til gode. Per i dag er det 35 godkjente prosjekt for elektrifisering av sjøtransport, 21 prosjekt med batteri i fartøy, 30 prosjekt med installasjon av lågspent landstrømssystem i fartøy og 11 prosjekt med investeringsstøtte til infrastruktur for straum for hamneopphald og lading⁸.

⁸ <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/tilskuddsliste/>

4.3.2. Tilgang på Hydrogen

For hydrogen manglar det i stor grad infrastruktur for distribusjon, men det er store prosjekt i oppstartsfasen med mål om å legge til rette for dette. Strategien synest å vere å produsere «grått» hydrogen frå naturgass slik at ein får opp ein marknad med etterspurnad. Undervegs skal det fyllast på med større del «blått» hydrogen som deretter i aukande grad kan supplerast med «grønt» hydrogen.

Equinors Hydrogen to Steel Thyssenkrupp Europe er eit slikt prosjekt⁹, og eit anna er Zero Carbon Humber¹⁰.

I Norge vert det planlagd hydrogenproduksjon på Kollsnes og etter kvart konvertering av naturgassrørledning til hydrogengassledning til Tyskland. Prøvedrifta skal starte i 2021 og fullskala frå 2023. Storskala produksjon og sal til Tyskland vil kunne legge grunnlaget for sal også innanlands.

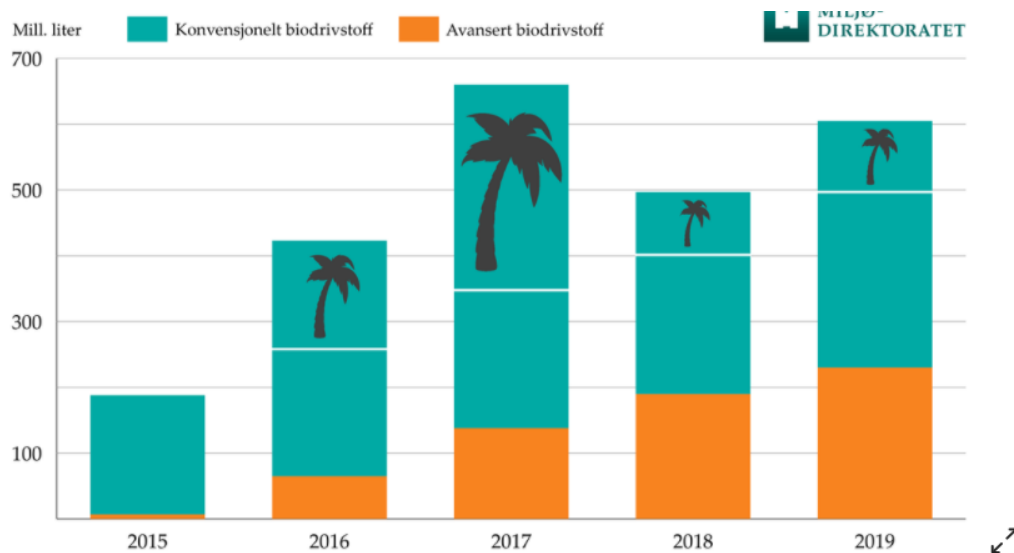
Technip lanserer og sitt Deep Purple prosjekt som skal starte opp 2023 og vere i drift i slutten av 2024 for produksjon av hydrogen ved hjelp av vindmøller til både offshore og onshore applikasjonar.

4.3.3. Tilgang på Ammoniakk

Ammoniakk vert produsert av naturgass i store mengder ulike stader i verda, mellom anna i Norge, og har eit distribusjonsnettverk. Dette er imidlertid i ganske mykje mindre skala enn kva som trengs for å konvertere skipstrafikken til ammoniakkdirift. Yara, Statkraft og Aker Horizons har planar om å utvikle ei verdikjede for grøn hydrogen og ammoniakk i desse dagar¹¹ i Norge.

4.3.4. Tilgang på biodiesel

Norge sin eigenproduksjon av biodiesel er på omkring 1 %. Resten kjem i stor grad frå USA, Indonesia, Frankrike og Ukraina. I Noreg er det eit omsetningskrav innafor veittransport at 24,5% av salet skal vere biodrivstoff. Påbodet blei i 2020 utvida til og å gjelde luftfart (0,5 %).¹² Sjøtransport har førebels ikkje slike krav, men sidan det er eit omsetjingskrav for luft- og vegtransport er det usikkerheit knytt til tilgang på- og kostnad for drivstoffet.



Figur 4-6: Mengde biodiesel som er seld i Norge dei seinare år. Kjelde: Miljødirektoratet 2021

⁹ <https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/newsroom/press-releases/thyssenkrupp-steel-europe-equinor-and-open-grid-europe-to-conduct-joint-feasibility-study.html>

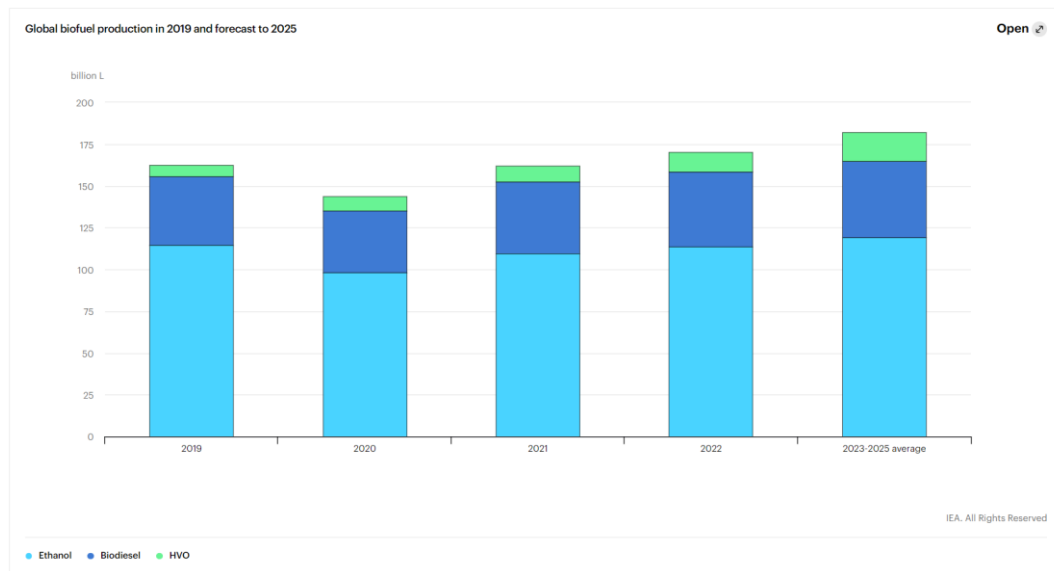
¹⁰ <https://www.zerocarbonhumber.co.uk/>

¹¹ <https://www.tu.no/artikler/yara-statkraft-og-aker-horizons-vil-utvikle-en-verdikjede-for-gront-hydrogen-og-gronn-ammoniakk/506966>

¹² <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klimateknologi/fornybar-energi/biodrivstoff/>

Sidan så stor del av bioenergi kjem frå utanlandske kjelder, så er prisen på bio-baserte brennstoff avhengig av den internasjonale marknaden, og kvantumsbehovet avhengig av omsetningskravet frå myndigheitene.

Etterspurnaden etter biodrivstoff vil med stort sannsyn auke i overskødeleg framtid som følge av verdssamfunnets behov for å redusere klimagassutslepp.



Figur 4-7: Dagens og framtidig produksjon av biobrensel i verda. Kjelde: International Energy Agency (IEA) 2021

4.4. Fartøykonsept/ skrog

Konsept for fartøy og skrogtype har betydning både for energibruk, utslepp, sjødyktigheit, tryggleik, manøvrering mm., men og for brukarane si oppleving av tilbodet. Det kan til dømes vere behov for å ta med barnevogner, sykklar, transportsykklar, og arrangementsmessig vil det då vere ein føremon med baug og hekk, og som har oversiktleg ombord- og ilandstigning over baug, som det blir presisert i rapport for Bybåt i Bergen (Asplan Viak, 2019). Med tanke på framdrift med minimale utslepp, ville eit konsept med baug i begge endar truleg krevje meir komplisert og dyre løysingar for energitilførsel (lading, etc).

Litteraturstudien viser at det er to aktuelle skrogtypar. Nokre viktige eigenskapar ved dei er vist under.

Tabell 4-4: Skildring av eigenskapar, føremoner og ulemper. (Basert på Asplan Viak, 2019).

Skrogtype	Skildring av eigenskapar, føremoner og ulemper
Eittskrogsfartøy	Eittskrogsfartøy må ha ei viss breidd/fylde i vasslinja for tilstrekkeleg stabilitet. På grunn av breidda vil skroget «brøyte» sjøen ein del. Dette gjer at skrogkonseptet er noko energikrevjande. Til tross for breidda er gjerne enkeltskrogsfartøy noko utsett for ubehageleg rulling i sidesjø.
Fleirskrogsfartøy/ katamaranar	Fleirskrogsfartøy/katamaranar gir større fridom til utforming av undervassskroget, sidan stabiliteten vert sikra gjennom avstanden mellom skroga. Fleirskrogsfartøy rullar lite og har ei meir bestemt røyrslle. Katamaranar kan lettare oppnå gode manøvreringseigenskapar enn enkeltskrog. Katamaranar er og kjenneteikna ved rektangulær form på dekket. Desse er lettare å arrangere i høve til transport av sykklar, universell utforming etc.

Fleire av konseptene i litteraturstudien baserer seg på foilteknologi, dvs «vinger» som løftar skroget opp av vatnet. Flying Foil- konsortiene i «Utviklingskontrakt for hurtigbåtar» er kanskje det konseptet som fokuserer mest på foilteknologien. Konseptet operer med rekkevidde på opp til 140 km, og må då lade 15 minuttar to gonger på strekninga Trondheim-Kristiansund (Flying Foil m.fl, 2019).



Figur 4-8: Flyer 30 sett frå sida og direkte bakfrå (under vasslinja). Kjelde: Flying Foil m.fl, 2019.

Foilteknologien gir mindre motstand i sjøen og har difor lågare energiforbruk. Enkelte peikar difor på dette som einaste løysing for at utsleppsfrie hurtigbåtar skal kunne oppnå lang rekkevidde. Foil vert og hevda å ha langt høgare komfort enn dagens båtar og eliminerer sjøsjuke heilt, men er sensitiv i forhold til variasjonar i vekt.

Transportutvikling As (2019) sitt konsept i «utviklingskontrakt for hurtigbåt» har eit konsept med foilar som løfter katamaranskrog delvis opp av vatnet. Propellane sit i skroget, mellom anna for å unngå feil og dyre komponentar.

Miljødirektoratet (2020) omtala skrogform i dei fem ulike prosjekta knytt til «utviklingskontrakt for hurtigbåt»: «Det gjenstår en betydelig utvikling av konseptene både med hensyn til skrogform, vekt og teknologi for framdrift før båtene er klare for bygging med begrenset risiko knyttet til funksjonalitet for de ulike rutene og kostnader.»

4.5. Byggemateriale

Fire typar byggemateriale er mest aktuelle å nytte, og er vist i kulepunktene under. Alle er velkjente og har generell aksept. Carbon-sandwich har minst driftserfaring, men er fullt akseptert og 37% av den norske hurtigbåtflåten er bygget i dette materialet (aluminium 35%, glasfiber 27%) (Asplan Viak, 2019). Lågast mogleg vekt på byggematerialet er svært viktig for å oppnå lavt energiforbruk. Det er vidare direkte samanheng mellom høgt forbruk av energi og miljøutslepp.

- **Stål** er velkjent og toler røff behandling, men er det klart tyngst og difor mest energikrevjande. Med tanke på låge utslepp er dette byggematerialet minst egna. Prisen på materialet er relativt lav.
- **Aluminium** er og velkjent. I motsetnad til stål gir dette materialet ganske lav vekt på fartøyet, og difor lågare energiforbruk. Prisen på materialet er høgare enn stål.
- **Glasfiber** er forløperen for Carbon. Utføringa kan vere eitt-lags «single skin» eller som to lag med kjernemateriale mellom «sandwich». Konstruksjonen gir ganske lav vekt på fartøyet (spesielt ved sandwich-konstruksjon), omlag tilsvarende aluminium. Prisen er og middels. Mange hurtigbåtar, og det aller meste av lystbåtflåten, er bygd i dette materialet. Dei aller fleste fartøy vert bygd i form, som for nye utformingar vil vere ein basiskostnad.

- **Carbonsandwich** er det nyaste materialet, og blei introdusert som byggemateriale for fartøy i 2002. Dette er det klart lettaste av dei nemnde materiala. På grunn av lav vekt og lavt energiforbruk (og utslepp) har bruken vore raskt aukande for hurtiggåande fartøy, og står for størst del av den norske hurtigbåtflåten i dag. Prisen på materialet er relativt høg. Dei aller fleste fartøy vert bygd i form, som for nye utformingar vil vere ein basiskostnad.

4.6. Autonomi

I Noreg har autonomi til sjøs eit stort fokus både fordi sjøen er ei viktig transportåre og fordi utvikling av sjøve teknologien kan bli eit viktig salsfortrinn for det maritime næringslivet. TØI (2019) er av dei som set søkelys på autonomi og vurderer at autonom sjøtransport bør vere enklare enn for fly- og vegtransport fordi båtar har lågare hastigheit og konsekvensane ved ulykker er mindre. Autonomi vil medføre store endringar, og det føregår i dag eit kappløp om å vere fyrst ute på marknaden med teknologi.

Autonomi er likevel i liten grad trekt fram i dei ulike rapportane, og er til dømes kome heilt i skuggen av fokuset på utslepp. Av dei fem konsortia som var med i «Utviklingskontrakt for hurtigbåt» så er det berre Brødrene Aa m.fl. som har nemnd det eksplisitt, og autonomi er her då knytt opp mot energiforbruk: «Et avgjørende prinsipp er at stor grad av autonom drift vil minimalisere energiforbruket. Styringssystemet for «Future og The Fjords» ble utviklet og bygd fra grunnen av. Det innebar omfattende programmeringsarbeid og utvikling av en simulator for testing og sertifisering av manøversystemet» (Brødrene Aa m.fl., 2019).

Av dei sju utgreiingane som er tinga av offentlege aktørar (kategori 1, kap. 2.1) er dei berre rapporten om Bybåt i Bergen (Asplan Viak, 2019) som omtalar autonomi. Her står mellom anna at nokre tungtvegande motivasjonsfaktorar for innføring av autonomi er reduserte kostnader til førar, samt høgare kvalitet og tryggleik på transportane. Og vidare at grad av autonomi til sjøs kan vere ulik. Dei mest aktuelle nivåa er:

- **Automatisk:** Full-automatisk operasjon for ein spesifikk funksjon, til dømes dynamisk posisjonering eller styring inn til kai. Dersom hindringar eller andre problem vert oppdaga så vil operasjonen avbrytast og operatøren må umiddelbart overta. Dette er til dømes aktuelt for automatisk overfart og for å legge til kai for ei bilferge.
- **Begrensa autonom:** Heilautomatisk for meir generell forseiling der vanlege utfordringar kan handterast av automatikken. Systemet har avgrensingar i kva det kan gjere, til dømes i avvik frå planlagd reise, og må tilkalle operatør dersom problem ikkje kan løysast innan spesifiserte avgrensingar. Her er det tillat ei viss forseinking før operatøren grip inn.

Asplan Viak (2019) skriv vidare at «Regelverket rundt autonomi er under utvikling. For alle fartøy er det flere situasjoner og sikkerhetstiltak det må tas hensyn til.» ... «Å få en helt ubemannet båt som skal frakte passasjerer vil være en utfordring med tanke på sikkerhet rundt evakuering eller om noen faller over bord».

Kort summert opp kan ein seie at autonomi har relativt lite fokus i ulike prosjekt og utgreiingar, noko som kanskje er litt overraskande med tanke på at autonomi både kan gi lågare driftskostnader og bidra til å redusere utsleppa, som jo er to av dei største utfordringane for hurtigbåttransporten i dag. Samstundes kan forklaringa og ligge i at det ikkje ligg inne i bestillinga frå det offentlege eller liknande at autonomi skal vere del av prosjektet. I så fall bør dette kanskje få eit større fokus framover.

Eit av dei prosjekta som har fokus på autonomi, og som truleg er kome lengst i Noreg, er knytt til NTNU-miljøet i Trondheim. Her var ein allereie i 2018 i gang med å teste ut ein prototype for kryssing av Kanalen i Trondheim, ei strekke på om lag 100 meter. Sommaren 2021 er det planlagd at ein skal starte opp ruta som skal trafikkerast av Zeabuz si ferge «MilliAmpere 2», ei batteridreven ferje som er ca. 8 meter lang og fire meter brei, med plass til 12 personar. Til å begynne med vil Zeabuz likevel ha ein person og sikkerhetsbåt tilgjengeleg til å gripe inn ved behov. Fleire andre kommunar og byar i Noreg har vore interessert i prosjektet, mellom anna Ballstad (i Lofoten), Sandefjord, Drammen og Tønsberg.



Figur 4-9: Illustrasjon av "Milliampere 2". Kjelde: NTNU

Generelt kan ein seie at prosjekta som ligg i kategori 3 (ref. kapittel 2.3) verkar å ha høgast ambisjonar om- og størst fokus på autonomi. Eit døme på dette er Hydrolift Smart City Ferries sitt konsept «The White Swan», som og mellom anna er vurdert å bli testa i Fredrik.

4.7. Terminalløysingar

Korleis ein løysar utforminga av terminalar¹³ er nesten like viktig som det tekniske rundt sjølve båten. Utforming av terminal er mest omtala i dei «tekniske rapportane», mellom anna i prosjekta knytt til «utviklingskontrakt for hurtigbåter». Fokuset hos dei som omtalar terminalutforming er i størst grad retta mot:

- **Ombord- og ilandstiging:** Mellom anna korleis ein sikre dette på ein god og trygg måte. Sentralt her er om ein skal nytta baugen eller sida av båten når ein legg til (dette er og omtala i kapittel 4.4)
- **Tidsbruk:** Korleis utformar ein terminal for å gi mest mogleg effektiv drift og bruke kortast mogleg tid ved terminalen.
- **Lading/fylling:** Korleis skal lading/ fylling skje på ein best mogleg måte, mellom anna med omsyn til tryggleik og effektivitet (altså knytt opp til tidsbruk). (Problemstillingar og nokre løysingar er skildra nærare i kapittel 4.2.2 og 4.3).
- **Mating/tilbringartenesta:** Korleis sikre ei god kopling mellom båtrute og transportmidla på land (Meir om dette i kapittel 5).

Gjennomgangen av litteraturen viser at det ser ut til å vere **to overordna løysingar for terminal:**

- **Fast terminal:** Kai som er fysisk fundamentert til grunnen, vanlegvis av betong.
- **Flytande terminal:** Flytande kai med landgang til land.

¹³ Terminal er tilnærma synonymt med omgrepet «kai» som og vert mykje nytta, men terminal kan tolkast som eit noko vidare omgrep som og inkluderer venterom, parkeringsfasilitetar, omstiging til andre transportmiddel etc.

Prosjekta i kategori 3 ser ut til i stor grad å basere seg på flytande terminalløysingar. NCE Maritime Cleantech si «Urban Water Shuttle» er eit døme på eit konsept som har fokus på føremonen ved slik løysing, mellom anna at ein ikkje legg beslag på landareal. «Urban Water Shuttle» er og eit av konseptane som baserer seg og på «autodocking». Dette er ei løysing som gjer at fartøyet automatisk vert gripe og halde fast mot kai når det kjem til terminalen.



Figur 4-10: Urban Water Shuttle. Kjelde: <https://maritimecleantech.no/>

Dei utgreiingane som er tinga av det offentlege (kategori 1) baserer seg i størst grad på fast terminal/kai, men dette har nok og sterk samanheng med at tingingane gjeld utvikling av eksisterande ruter som difor og er knytt opp mot eksisterande faste terminalar/kaiar. På den anna side så utelet ikkje dette at ein i framtida kan nytte flytande terminal som vert kopla til fast kai ved hjelp av ein landgang.

Bybåten i Bergen (Asplan viak, 2019) er einaste av utgreiingane i kategori 1 som eksplisitt tilrår bruk av flytande terminal, og dette er gjort på bakgrunn av:

- Små problem rundt høgdeskilnad mellom fartøy og land (tidevatn). Dette gir god universell utforming og bra passasjerflyt, også for dei som har med seg sykkel, sparkesykkel, barnevogn
- Flytande terminal kan utstyrast med batteripakkar («powerdock») som raskt kan lade båten ved anløp og ein kan samstundes unngå utviding av den elektriske nettkapasiteten i området¹⁴.
- Flytande terminal er relativt lett å relokalisere.

¹⁴ Her baserer ein seg på kjend teknologi som allereie er nytta for cruisebåtane «Future of the Fjords» og «Vision of the Fjords».

5. KUNDEGRUNNLAG OG BRUKARGRUPPER

5.1. Kundegrunnlag

Kundegrunnlaget/passasjertal er sentralt tema i mange utgreiingar, medan metodikken kan variere mykje. Til dømes:

- Kundegrunnlag basert på tal personar (tilsette og busette) i ein viss omkrins frå terminal/kai, t.d gangavstand 500 meter. Nokre har og inkludert «mating» frå andre transportformer som bil, sykkel og kollektiv (overgang frå buss, bane eller andre båtruter) .
- Kundegrunnlag basert på tal reisande utifrå dagens reisemønster (til dømes henta frå reisevaneundersøking, transportmodell eller kollektivselskapet sine reisedata).
- Kundegrunnlag basert på samanlikning av reisetid med andre reisemiddel.
- Kundegrunnlag basert på generaliserte kostnader for å samanlikne reisemiddel.

Metodane vil ha ulike føremoner og ulemper og mange utgreiingar kombinerer desse metodane. Kva som er best egna vil variere etter føremålet. Generelt er det ein tilbakevendande problematikk at ein ikkje har gode nok data på kundegrunnlag og reisevanar, og at dette påverkar moglegheita for å kunne estimerer kundegrunnlag og passasjertal for båtruter på ein god måte.

Når ein gjer estimat for passasjertal på ei framtidig rute er dette basert på ei rekkje usikre føresetnader om utviklinga i framtida, mellom anna korleis reisemiddelfordelinga vil vere. Nye trendar og ny teknologi er særskilt ein stor ukjend faktor som kan endre transportbiletet radikalt, til dømes førarlose bilar eller flygande persondroner.

Fleire av utgreiingane har peika på utfordringa med å få eit godt kundegrunnlag til ei båtrute. Rapporten om mogleg båtsamband Øygarden-Bergen (COWI, 2018) konkluderte med at det ikkje var grunnlag for å etablere ei ny rute. Rapport om elektrisk byferge i Haugesund (Urbanet Analyse, 2019) viste at ein burde kutte nokre stopp der det var få reisande, for å auke kundegrunnlaget. I rapport om Bybåt i Beregn (AsplanViak, 2019) måtte det leggast til grunn «utvida søkekriterier» for å få eit bra kundegrunnlag. Her vart då nye trendar og ny teknologi lagt til grunn; mellom anna aksept for lengre sykkel og «gangavstand» til kaien som følgje av meir bruk av elektrisk mikromobilitet, og større aksept for overgang mellom transportmiddel som følgje av auka bruk av appar som gjer multimodal passasjertransport lettare og meir saumlaust.

Jamvel i eit relativt tettbygd område er det avgrensa kor mange som bur innafor gangavstand og dette skuldast mellom anna at om lag halvparten av området rundt er sjøareal. Om ein til dømes set ein radius på 500 meter frå kaien så er kundegrunnlaget lang lågare enn det ein til dømes oppnår med ein buss. Bussen kan køyre gjennom heile området, og ha mange stoppestader, og på denne måten fange opp eit større passasjergrunnlag (sjå Figur 5-1). For å få opp eit tilstrekkeleg kundegrunnlag bør ein difor legge til rette for god mating og overgang for flest mogleg transportmiddel på kaien i form av tilknytning til anna kollektivtilbod (overgang), fasilitetar for parkering og lading av bilar, sykklar og sparkesyklar med meir (sjå Figur 5-2).



Figur 5-1: Omland på 500 meter radius frå kai samanlikna med 500 meter frå 4 busshaldeplassar. Fiktivt døme.



Figur 5-2: Illustrasjon på tydinga av å ha god mating til ein eventuell båtrutekai.

5.2. Reisetid samanlikna med andre reisemiddel

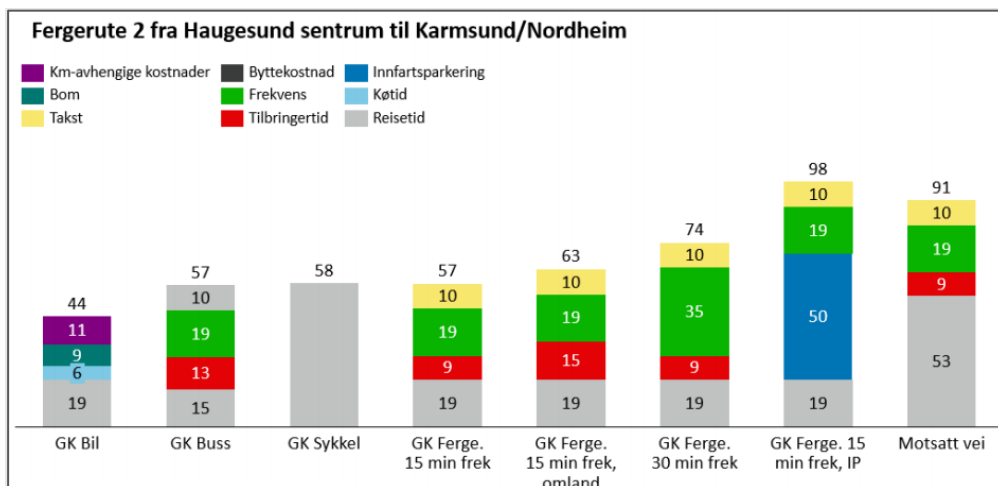
Fleire av utgreiingane viser at det er svært utfordrande for båtrutene å konkurrere på reisetid, særskilt med bil, jamvel om ein tek med køproblematikk og tid som går med til å finne parkering. Av konkrete døme på båtruter som har ei konkurransedyktig reisetid i dag er Nesoddbåten eit godt døme. Her er geografien og slik at innretta at sjøvegen frå Oslo sentrum er langt kortare enn å reise rundt Bunnefjorden med buss eller bil.

At bårutene skal konkurrere med køyretid for bil er ønskeleg for mellom anna å nærme seg nullvekstmålet. Det same er ikkje nødvendigvis tilfelle for kollektivtilbod. Det vil som regel ikkje vere eit mål at båten skal konkurrere med anna kollektivtransport. Unnataket er når føremålet med ruta er å avlaste dagens kollektivtilbod slik som til dømes for Askøybåten og delvis og Bybåten i Bergen.



Figur 5-3: Døme på skjematisk overblikk over reisa med båt, buss og bil frå Ågotnes til Strandkaaien/Festplassen, samt ei samanlikning av kjøretid og frekvens. Kjelde: COWI, 2018.

I Trafikkplanen båt (Skysst, 2017) vert det peika på at rutebåt er eit alternativ der båt gjev ei effektiv fjordkryssing. Og i fleire hurtigbåtutgreiingar vert det lagt vekt på at båt er alternativ berre der den har eit særskilt fortrinn. Kva dette eigentleg inneber er ikkje nærare definert, men reisetid vil vere ein viktig parameter. Likeins vil frekvens og eventuelt overgangstid vere sentralt. Ved å nytte metodikk rundt generaliserte reisekostnader¹⁵ så får ein synleggjort ulemper ved ventetid (aukar ved låg frekvens) og overgangstid, noko som mellom anna er gjort for prosjekt om elektrisk byferge i Haugesund (Urbanet Analyse, 2019). Metoden gjer og at både reisetidskostnad og finansiell kostnad kjem fram, noko som er avgjerande for val av reisemiddel og difor og for kundegrunnlaget.



Figur 5-4: Generalisert reisekostnad for ulike transportmiddel – frå Karmsund/Nordheim til Husøy. Kjelde: Urbanet Analyse, 2019.

Vidare vil det vere andre tilhøve som verkar inn på reisemiddelval, og som kan gjere at folk vel båt sjølv om det ikkje nødvendigvis er raskast. Båtreise er av mange sett på som ein komfortabel måte å

¹⁵ Generaliserte reisekostnader er ein metode for å måle samla belastning ved ei reise, og vert nytta for å samanlikne heile reisa med ulike transportmiddel. Ikkje berre billettprisen, men og reisetida (inkl. ventetid og overgangar) medfører ein kostnad.

reise på. Ein del ruter vil for enkelte kunne gi ulemper i form sjøsjuke, men med ny teknologi, mellom anna bruk av foil-skrog, vil ulempene kunne reduserast mykje. Ein anna føremonn med båt er høve for å kunne jobbe på laptop om bord, og ikkje er mogleg i ein bil eller buss.

5.2.1. Etablering av båtrute før eller etter ny utbygging?

Ved nye sjønære utviklingsprosjekt er det ofte ønskeleg å etablere båtrute som kollektivtilbod. Særskilt i større byar vil kommunen ofte stille krav til eit kollektivtilbod for å få ned bilbruken. Døme på dette er Laksevåg og Hegreneset i Bergen. Det kan og vere at ei båtrute er eit ønske frå utbygger sjølv for å auke attraktiviteten til eit utviklingsprosjekt, til dømes som for Kildn på Askøy. Ei problemstillinga relatert til dette er om ein skal etablere eit tilbod forut for innflytting, eller om ein skal vente til etterspurnaden er på eit visst nivå. Føremonen med det fyrste er at ein kan etablere kollektivbasert reisemønster allereie ved innflytting, medan ulempa er at ein vil ha eit lågt kundegrunnlag dei fyrste åra (som regel så vert utviklingsområde gradvis opna steg for steg). Fordelen med å vente er at ein allereie har eit godtkundegrunnlag ved oppstart av ruta. Uansett viste rapporten for Bybåt i Bergen at store utbyggingar som Dokken og Laksevågneset at desse prosjekta ikkje påverkar kundegrunnlaget i veldig stor grad og at det er eksisterande busetnad og arbeidsplassar som er den viktigaste basen for reisene. Om ein derimot utviklar eit område som verkeleg tek utgangspunkt i at busette og tilsette skal basere seg på sjøgående transport, og legg betydeleg avgrensingar på bilbruken (t.d. sterke parkeringsrestriksjonar), så vil det kanskje vere mogleg å basere seg på ein stor del båtreiser.

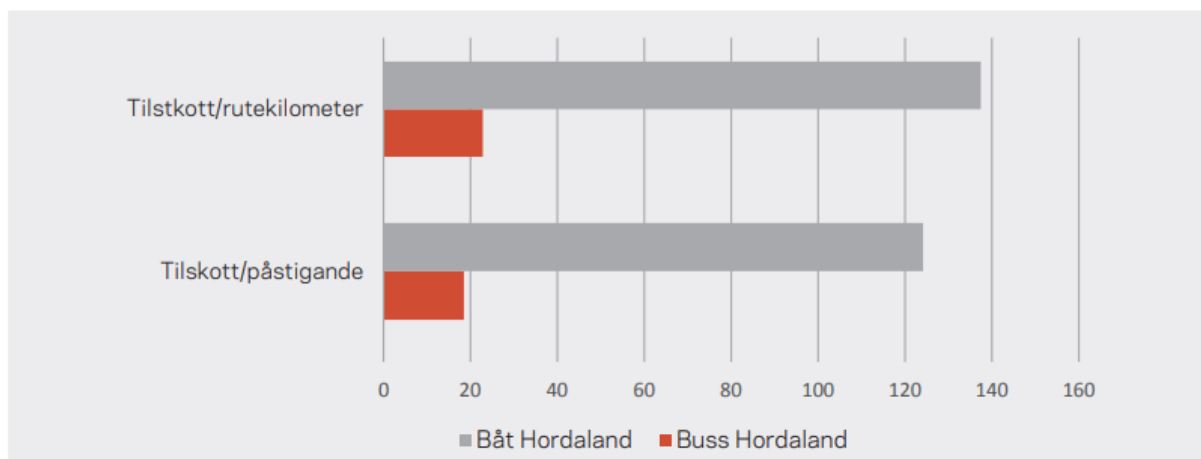
5.3. Brukargrupper

Ulike båtruter og båtrutekonsept vil ha ulike brukargrupper. Byruter og pendlarruter vil til dømes ha ein relativt stor del dagpendlarar og skulependlarar. Lengre ruter, til dømes øyruter og langruter, vil ha eit større innslag av tenestereiser, helgependlarar og turistreiser. Kva som skal vere brukargrupper for dei ulike båtrutene har lite eller ingen fokus i dei ulike utgreiingane og her er det kanskje eit potensial for å utvikla prosjekta eit steg lenger. Enda betre tilrettelegging for å gjere det lettare å arbeide om bord kan til dømes vere ein måte å få fleire kundar.

Det vil og vere samband som kan ha ulike ruter og funksjonar på ulike tidsrom. Til dømes at båten fungerer som ei pendlarrute i morgon og ettermiddagsrush, og som turistrute på dagtid, i helgar eller i sommarsesongen. Eit slikt «kombinert konsept» er lite vanleg, men har truleg eit potensial. Moglegheita er nemnt i mellom anna rapport om Bybåt i Bergen (Asplan Viak, 2019), men det er ikkje kjent at nokon prosjekt har gjort vidare utgreiingar av potensialet.

6. ØKONOMI

At passasjerbåtruter sjeldan er lønsame, og vanlegvis er avhengige av subsidiar sjølv på ruter med eit godt kundegrnlag, er ei av dei store utfordringane for kollektivtransport til sjøs. Ei samanlikning med busstransport (Skyss, 2017) syner at tilskotet per påstigande passasjer er over 120 kr, noko som er langt meir enn for buss som ligg på under 20 kroner.



Figur 6-1: Tilskott kr per påstigande og per rutekilometer for båt og buss totalt i Hordaland. Kjelde: Skyss, 2017.

Dei fleste prosjekta i kategori 1 og 2 (ref. kapittel 2.1 og 2.2) har med økonomiperspektivet i større eller mindre grad, og overordna kan ein dele økonomi-temaet inn i fire bolkar:

- Kostnader ved investering (capex)
- Kostnader ved drift og vedlikehald (opex)
- Passasjerinntekter
- Inntekt frå stønadsordningar

Tabell 6-1 under syner ei oversikt over i kva grad dei ulike prosjekta i kategori 1 og 2¹⁶ har inkludert økonomiske vurderingar. Ein ser at driftskostnader er vurdert i nær alle rapportane. Her er det likevel ei stor variasjon i kor detaljerte ein har gått til verks og kva kostnader som er inkludert. Dei fleste har fokus på kostnader knytt til drivstoff/energi og det er berre eit fåtal som har teke med mannskaps/personalkostnader (markert i tabellen). Fleire har og inkludert vedlikehaldskostnader og kostnader knytt til slitasje, til dømes Flying Foil-konsortiet (2019) og Transportutvikling-konsortiet (2019).

Investeringskostnadane er og omtala i mange av prosjekta og særskilt i dei meir tekniske rapportane som kjem under kategori 2.

Inntektssida er langt mindre vurdert i dei ulike prosjekta, og det er berre rapportane i kategori 1 som omtalar det i noko særleg grad. Moglege inntekter som kan kome gjennom offentleg stønad er berre teke med rapport om Askøy- og Nordhordlandsambandet (DNV-GL, 2017).

¹⁶ Elektrisk hurtigbåt Stavanger- Hommersåk (TRAM-prosjektet), Nullutslipps-metro til sjøs og Forprosjekt elektrifisering av hurtigbåtsamband er ikkje vurdert sidan det ikkje føreligg tilgjengeleg rapport på same format/nivå som for dei andre prosjekta.

Tabell 6-1: I kva grad ulike prosjekt omtalar ulike økonomiske aspekt. Mørk oransje = «I stor grad». Skarp oransje = «I middels grad». Lys oransje = «I liten eller ingen grad»

		Kostnader, investering	Kostnader, drift	Passasjerinntekter	Inntekt frå stønad
Kategori 1: Prosjekt som er tinging av offentlege aktørar	Bybåten, Bergen <i>Asplan Viak, 2019</i>				
	Byferge i Haugesund Urbanet Analyse (Asplan Viak), 2019		Generaliserte kostnader		
	Øygarden-Bergen COWI, 2018				
	Askøy- og nordhordlandsambandet DNV-GL, 2017		Inkl. mannskaps-kostnader		
	Fjordbybane, Askøy COWI, 2017				
	Kvinnherad – Bergen 2024 Trafikkonsept, 2020				
	Potensialstudie -passasjerbåt drift, Troms LMG Marin m.fl, 2016				
Kategori 2: Prosjekt som er finansiert gjennom offentleg stønad	«Utviklingskontrakt for hurtigbåt» Brødrene Aa-konsortiet (2019)		Inkl. mannskaps-kostnader		
	«Utviklingskontrakt for hurtigbåt» Flying Foil-konsortiet (2019)				
	«Utviklingskontrakt for hurtigbåt» Rødne-konsortiet (2019)				
	«Utviklingskontrakt for hurtigbåt» Transportutvikling- konsortiet (2019)		Inkl. mannskaps-kostnader		
	«Utviklingskontrakt for hurtigbåt» LMG Marin-konsortiet (Zeff) (2019)				

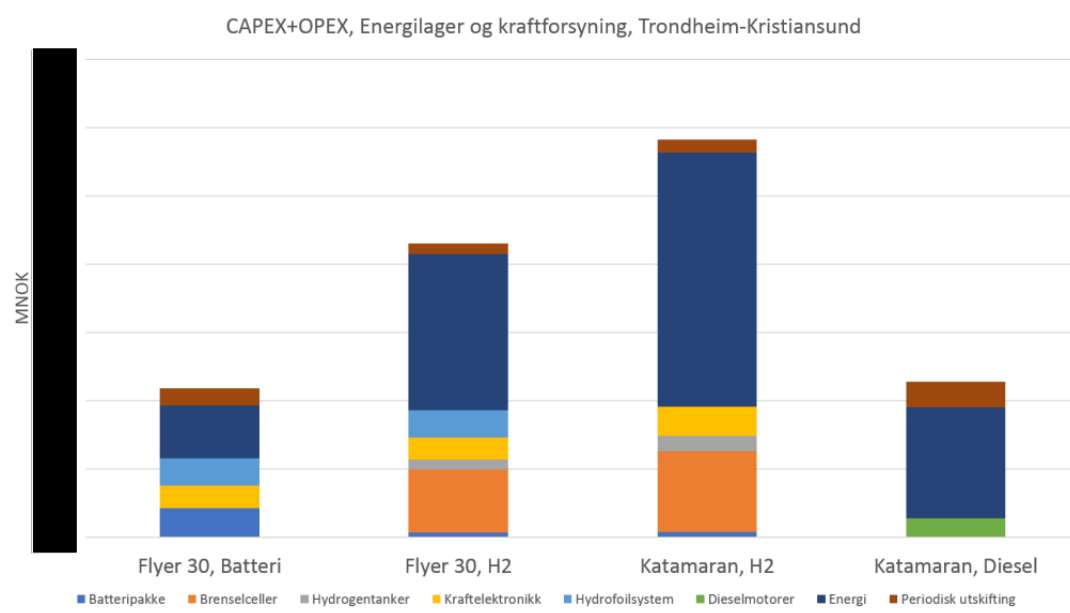
Ingen av prosjekta vurderer fullt ut alle kostnads- og inntektssidene opp mot kvarandre. Rapport om Askøy- og Nordhordlandsambandet (DNV-GL, 2017) er kanskje det prosjektet som i størst grad tek med ulike kostnader, og samstundes vurderer dette opp mot om å få stønad frå Enova og NOx-fondet (sjå Tabell 6-2).

Tabell 6-2. Årleg kostnadsauke [MNOK/år] ved auka passasjerkapasitet og miljøtiltak, KPI-justert til 2026-verdiar (MED NOx-fond- og Enova-støtte). Dei ulike case syner fire kombinasjonar av tal båtar og frekvens. Kjelde: DNV-gl, 2017.

Case	Miljøtiltaks-kostnader	Drivstoff-kostnader	Kapital-kostnader	Personal-kostnader	Øvrige kostnader	Total
Case A	5.6	-3.3	4.4	5.0	5.4	17.0
Case B	6.4	-2.8	5.2	8.0	6.5	23.2
Case C	4.8	-4.4	8.0	5.0	8.1	21.5
Case D	5.1	-4.3	8.8	8.0	10.0	27.7

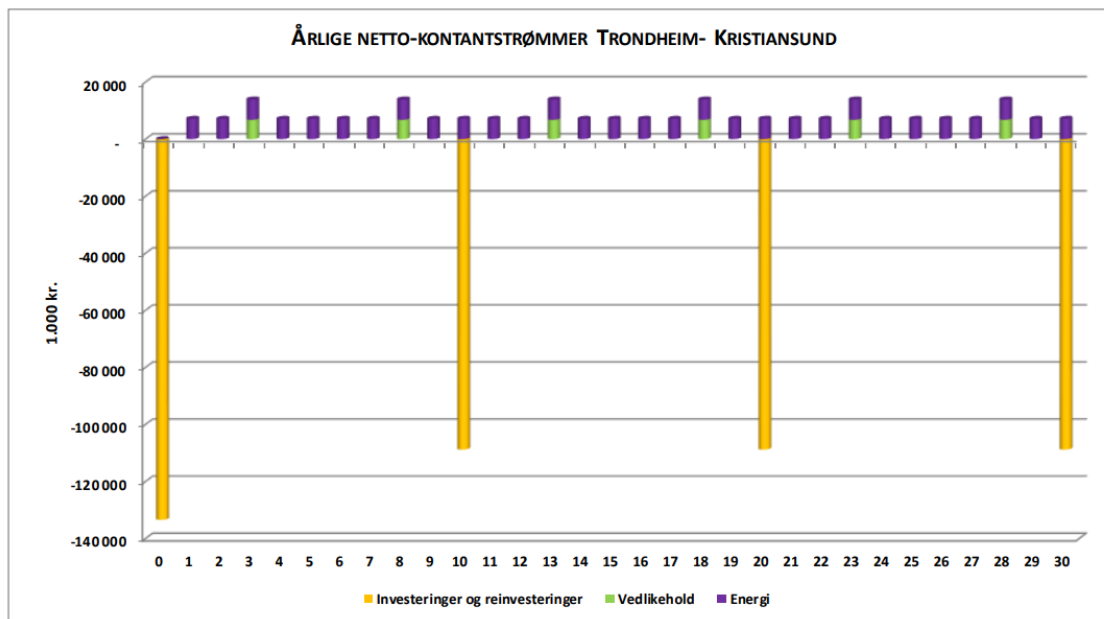
6.1. Nærare om kostnader

Det er mange ulike måtar å framstille kostnadane på. Flying Foil m.fl., 2019, har samanlikna innkjøps- og driftskostnader for ulike båtkonsept for strekninga Trondheim-Kristiansund, og der ein ser at ei batteriløysing kjem ned på same kostnadsnivå som dagens dieselkatamaran. Kostnad er her vist for eit av dei to fartøya som trengs for å trafikere ruta, og skilnaden er vist over ein 8-års anbudsperiode. Det er og valt å utelate kostnad til skrog, innreiing, tryggleiksutstyr og andre element som er like mellom ein nullutsleppsboat og ein konvensjonell dieseldriven boat.



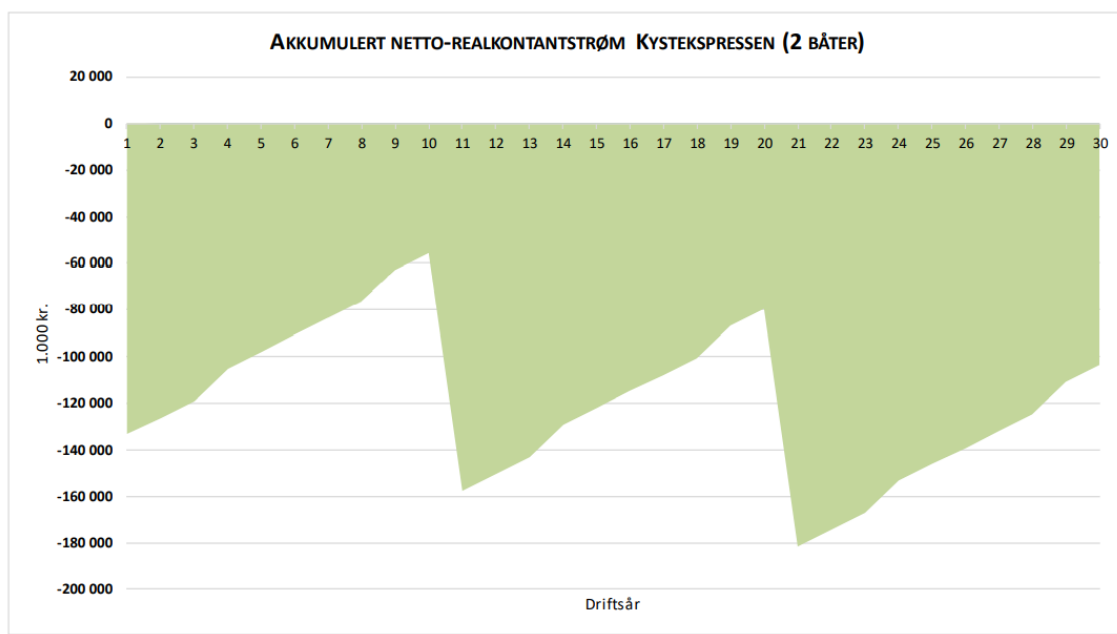
Figur 6-2: Sum av innkjøps- (capex)- og driftskostnader (opex) på drivlina for ulike fartøytypar (1 fartøy) på ruta mellom Trondheim og Kristiansund. Driftsutgifter er enkelt summert, utan noverdiberekning. Kjelde: Flying Foil m.fl., 2019 (sladda versjon).

Transportutvikling, m.fl. (2019) har ei liknande framstilling, men over ei lengre tidsperiode på 30 år, der ein batteridrive katamaran er samanlikna med ein konvensjonell dieseldrive katamaran. Søyler under nullpunktet viser negative årlege netto-kontantstraumar (i hovudsak meirinvesteringar ved batteridrift og reinvesteringar i batteripakker kvart 10. år.) Søyler over nullpunktet viser positive årlege kontantstraumar (i hovudsak spart energi og spart vedlikehald).



Figur 6-3: Kjelde: Transportutvikling, m.fl., 2019.

Figur 6-4 viser dei akkumulerte tala frå figuren over. Transportutvikling, m.fl. (2019) skriv mellom anna at «Nåverdien over 29 år er negativ med over 100 millioner og over 70 millioner over 9 år. Nåverdien forbedres ikke over tid, som følge av forutsatte høye reinvesteringer i batterier. Med de forutsetninger som er benyttet vil batteridrift være vesentlig dyrere enn dieseldrift.»



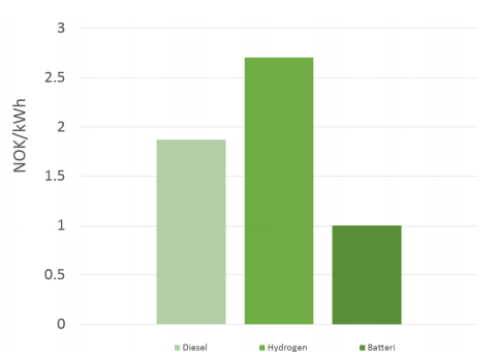
Figur 6-4: Akkumulert netto-realkontantstrøm Trondheim-Kristiansund, 30 år. Kjelde: Transportutvikling, m.fl., 2019.

Samstundes er det ein del føresetnader som kan endre seg og gjere batteriløysinga meir lønsam. Her peikar Transportutvikling, m.fl. (2019) på følgande (basert på simuleringar av ein og ein variabel):

- Batteriinvesteringane må reduserast med ca. 70% (til kr. 1.500 pr. kWh) for å «matche» ruta med to dieseldrivne båtar etter 9 år og ca. 55% (til kr. 2.250 pr. kWh) etter 29 år.
- Pris på straum må reduserast med 75% (til 24 øre) for å «matche» ruta med to dieseldrivne båtar etter 9 år og ca. 55% (til 43 øre) etter 29 år.
- Ein reduksjon i avkastningskravet vil i liten grad forbetre noverdien.

Noverdien for dei to andre strekningane Trondheim- Brekstad og Trondheim- Vanvikan er og vurdert som mindre negativ samanlikna med ein konvensjonell dieseldrive katamaran. For den kortaste strekingen Trondheim- Vanvikan (16 km) er noverdien over 29 år over 21 millionar, og nærare 11 millionar over 9 år.

Flying Foil m.fl. (2019) har ei framstilling som på ein god måte får fram kostnad ved ulike drivstoff/energikjelder, omgjort til kostnad per kWh levert til drivaksel for diesel-, hydrogen- og batteridrift. Figuren viser at Hydrogen gir ei kostnadsauke på 45% relativt til diesel, medan straum til batteri er 46% rimelegare enn diesel.



Figur 6-5: Kostnad per kWh levert til drivaksel for diesel-, hydrogen- og batteridrift. Kjelde: Flying Foil m.fl., 2019

Flying Foil m.fl. (2019) peikar samstundes på at «Små endringer i fartøyteknologiens effektivitet kan gi store endringer i rekkevidde og energibehov. Lavere energibehov vil gi lavere drivstoffutgifter, noe som vil være spesielt avgjørende om fartøyet skal drives av hydrogen. Økning i rekkevidde vil åpne for å bruke batteridrevne fartøyer på ruter der man ellers ville behøve hydrogendrift. Med referanse til tallene i figuren over kan man se at dette vil kutte energikostnadene for nullutslippsdrift av hurtigbåter med mer enn 60%, noe som vil ha en positiv påvirkning på den kommersielle levedyktigheten av nullutslipps fartøydrift.»

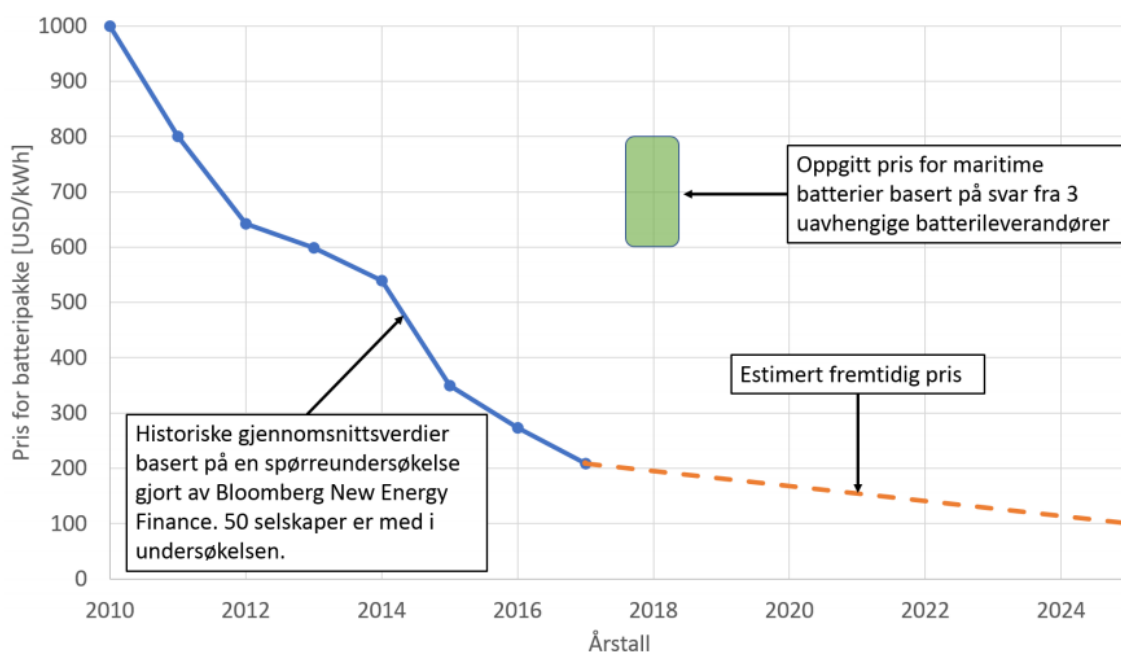
Det finst fleire kostnadsmessige føremoner ved bruk av elektromotor (batterielektrisk eller brenselcelle. Ekspertutvalet sin rapport (2019, s.34) peikar på at elektromotoren har store fortrinn i tillegg til nullutslipp; effektiv energibruk¹⁷, få bevegelege delar og lite støy. Dette bidrar til lågare kostnader til drift og vedlikehald.

¹⁷ Ein elmotor klarer å nytte 86% av energien som vert teken ut i ein vasskraftgenerator, medan ein fossilbil berre nyttar 24% av energien i olja som ligg i eit reservoar.

6.2. Utsikter til kostnadsreduksjonar

Generelt peikar dei fleste av rapportane med teknologifokus på utsikter for store kostnadsreduksjonane innafør mange av teknologiane. Utviklinga går svært raskt og rapportar som berre er få år gamle vil difor kunne ha utdaterte grunnlagstal.

Mellom anna har dei raskt synkende batterikostnadane fokus hos fleire av prosjekta, og Flying Foil m.fl (2019) er av desse. Dette er vist i figuren under.



Figur 6-6. Utvikling i pris for batteripakkar. Kjelde: Flying Foil m.fl, 2019.

Kurva i Figur 6-6 viser pris for bilbatteri, og at maritime bilbatteri er 2-3 gongar dyrare. Det er kommentert at dette skuldast dårlegare innkjøpsavtalar for battericeller (m.a. grunna lang lågare volum enn for bilbatteri) og mykje skreddarsaum per eining energi (utviklingskostnad for dette maritime batteri må fordelast over eit mindre leveransevolum) (Flying Foil, m.fl, 2019).

Det er grunn til å tru at prisen og for maritime batteri vil gå nedover: «Den globale batteriproduksjonen vokser raskt, og det samme gjør bruken av batterier i maritim næring. Førstnevnte tyder på at prisen på battericeller vil fortsette å synke, mens sistnevnte trolig vil føre til redusert prisgap mellom bilbatterier og batterier for maritimt bruk.» (Flying Foil m.fl, 2019, s.94)

Og for hydrogen er det grunn til å tru at kostnaden vil gå nedover, noko mellom anna Brødrene Aa m.fl (2019) peika på: «Det er relevant å anta at prisnivå for hydrogenteknologi vil bli redusert i årene som kommer.»

Som nemnd er kostnader knytt til bemanning i svært liten grad omtala i prosjekta. DNV-gl (2017, s.4) er inne på dette: «Imidlertid har det underveis i prosjektet blitt tydelig at endringer i øvrige kostnader som følge av endring i antall båter (så som mannskapskostnader, vedlikehold og kapitalkostnader for nybygg i seg selv) er vel så utslagsgivende som selve tiltakskostnadene på båtane og på land.» Kolumbus (2020) tek og opp denne problemstillinga og viser til at for hurtigbåtar utgjør bemanning heile 32% av kostnadane (Kolumbus, 2020). Dette viser at ein har eit stort potensial for innsparte kostnader ved å gjere båtane autonome, eller eventuelt at ein kan auka tilbodet med same budsjett som i dag.

6.3. Ulike måtar å rekne kostnader på

Kostnader i samband med investering og drift av passasjerbåtar vert presentert på mange ulike måtar. Generelt er det likevel to overordna måtar å presentere det på, enten som kostnad angitt i kroner, eller som ei eller anna form for indeksert kostnad.

Tabell 6-3: Døme på kostnad vist i kroner: Driftsbudsjett for framtidig hydrogenbasert drift av ruta Trondheim-Kristiansund. Kjelde: Brødrene Aa. m.fl, 2019

Rute Trondheim-Kristiansund	
Tjeneste	Kostnad (NOK)
Drivstoffkostnader	35 523 385
Smøreljekostnader	0
Reparasjons- og vedlikeholdskostnader	5 026 800
Personalkostnader	22 318 052
Assuranseskostnader	1 300 000
Andre skipskostnader	1 704 666
Leiekostnader	1 800 000
Rutekostnader	340 000
Adm. kostnader, fortjeneste, annet	3 000 000
Sum	71 012 903

Kostnader er i fleire prosjekt oppgitt i form av indekserte/relative kostnader, for å kunne samanlikne ulike alternativ, men der ein ikkje kan seie noko om den totale økonomien i prosjektet. Døme på dette er vist i Bybåtutgreiinga (Asplan Viak, 2019, sjå tabell under), der investering- og drivstoffkostnadene er presentert som indeksar ved ulike frekvensar, ulike tal båtar og ulike tal terminalar. Kostnadane er gitt for ein tiårsperiode.

Tabell 6-4: Oversikt over behov for tal båtar (elektriske), terminalar og ladearr. (basert på 14 knops hastigheit i ope farvatn og 4/1,5 min. terminaltid) for ulike ruter og rutefrekvensar, samt indekserte kostnader for alternativa. Kjelde: Asplan Viak, 2019.

Rute- navn	Rutebeskrivelse	Avg. frekvens	Antall båtar	Antall term.	Antall ladearr.	Investerings- indeks	Drivstoff- indeks (10 år)	Samlet kostnads- indeks (10 år)
A	Laks. N - Sandv.v/Byb.	10	4	2	2	4,9	1,2	6,2
A	Laks. N - Sandv.v/Byb.	15	3	2	2	3,9	0,9	4,9
A	Laks. N - Sandv.v/Byb.	20	2	2	2	2,9	0,6	3,6
B1	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Nøstet - Laks. S	10	5	3	2	6,2	1,5	7,7
B1	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Nøstet - Laks. S	15	3	3	2	4,2	0,9	5,1
B1	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Nøstet - Laks. S	20	3	3	2	4,2	0,9	5,1
B2	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Laks. S	10	4	3	2	5,2	1,2	6,4
B2	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Laks. S	15	3	3	2	4,2	0,9	5,1
B2	Laks. S - Nøstet - Indre Sandv. - Laks. S	20	2	3	2	3,2	0,6	3,8
C	Laks. S - Nøstet	10	2	2	1	2,7	0,6	3,3
C	Laks. S - Nøstet	15	2	2	1	2,7	0,6	3,3
C	Laks. S - Nøstet	20	1	2	1	1,7	0,3	2,0

Ein alternativ måte å framstille kostnader på er i form av generaliserte kostnader slik Urbanet Analyse (2019) har gjort med elektrisk byferge i Haugesund (sjå kapittel 5.1).

6.4. Moglegheit for støtte

Det finst fleire kjelder til støtte for å utvikle båtruter. I kapittel 2 er det i oversikten vist ei liste over prosjekt som er finansiert gjennom offentlege tilskot (omtala som kategori 2). Her er det mest midlar frå nasjonalt nivå, men det er og noko på regionalt nivå, samt frå EU. Dei støtteordningane som er identifisert i litteraturstudien er:

- **ENOVA:** Det er eit eige støtteprogram for sjøtransport og med mål om å nå lavutslippssamfunnet. Støtte kan givast både til persontransport, hamner mm, for eksempel elektrifisering av samband, og etablering av landstrømsanlegg. Hommersåksambandet har mellom anna fått midlar her.

- **Klimasats:** Klimasats er ei støtteordning for kommunar og fylkeskommunar som vil kutte utslepp av klimagassar og bidra til omstilling til lavutsleppssamfunnet. Berre kommunar, fylkeskommunar og enkelte kommunale føretak kan søke om tilskot. Utsleppsfrie hurtigbåtar er eit av hovudsatsingsområda. «Fremtidens hurtigbåter» er døme på eit prosjekt som fekk midlar her.
- **NOx-fondet (NHO):** NOx-avtalen 2018-2025 er underteikna av 15 næringslivsorganisasjonar og Klima- og miljødepartementet. Gjennom avtalen skal næringsorganisasjonane sørge for at dei samla NOx-utslippene frå kjelder omfatta av avtalen ikkje overskrid eit fastsett utsleppstak. Fondet skal bidra til å utvikle nye og betre miljøteknologiske løysingar innan skipsfart og fiske, samt sikre implementering av løysingane i marknaden. Døme på dette er oppgradering av motorar på hurtigbåtar.
- **EUs Horizon 2020 research and innovation programme:** TRAM-prosjektet, med elektrisk hurtigbåt Stavanger- Hommersåk, har fått midlar her.
- **Andre:** Fylkeskommunale støtteordningar, miljødirektoratet (t.d. har «utsleppsfri grøn led» fått midlar her)

7. SAMFUNNSNYTTE

Som nemnd er det sjeldan noko økonomi i å drive ei passasjerbåtrute i dag, men det kan vere mange andre grunnar. For ein del av dei handlar det om eit tilbod som er der allereie i dag, men der ein ønsker å styrke- eller i det minste oppretthalde tilbodet. For andre er det ønske om å etablere eit nytt tilbod som ikkje finst i dag.

At det har oppstått så mange prosjekt siste åra, ofte finansiert med offentlege midlar, har mellom anna samanheng med at ein no ser at ein del teknologiar er blitt så moden at det vil vere mogleg å endre drifta av rutene ganske radikalt. For det andre er det eit stadig aukande fokus på miljø og berekraft, og der mynde, kanskje særskilt regionalt, har eit sterkt ønske om å redusere utsleppa. På dette nivået har ein og ein del reiskapar som gjer det mogleg å sette i verk tiltaka, til dømes gjennom innkjøp og anbod.

I tabellen under er det lista opp ein del punkt som kan vere årsaker bak ulike rutebåtprosjekt . Ein del er direkte knytt til utvikling av kollektivtilbod medan det og finst andre årsaker av anna samfunnsnyttig karakter. Til dømes regional utvikling, distriktsutvikling, og næringsutvikling:

Tabell 7-1: Viktigaste føremål med båtruteprosjekt, og type samfunnsnytte dette representerer.

Føremål med båtrute	Type samfunnsnytte
Styrke/ avlaste eksisterande kollektivtilbod	-Byutvikling -Utvikle kollektivtilbod
Etablere nytt kollektivtilbod (i nytt utbyggingsområde eller allereie utbygd område)	-Byutvikling -Utvikle kollektivtilbod
Avlaste vegsystem (enten permanent eller midlertidig)	-Byutvikling -Betre framkome
Byutvikling (visuelt og funksjonelt)	-Byutvikling
Utvide- eller skape nye bu- og arbeidsmarknader	-Regional utvikling (strategisk)
Binde saman kommunar, byar og regionar (med stor avstand)	-Regional utvikling (strategisk)
Gje eit offentleg tilbod der det ikkje finnes andre tilbod	-Distriktsutvikling
Skuleskyss	-Distriktsutvikling
Turisme	-Næringsutvikling
Utvikle maritim sektor	-Næringsutvikling

7.1. Nye berekraftsperspektiv

Nær alle prosjekta som er med i denne litteraturstudien har i større eller mindre grad fokus på utslepp frå båttransporten. Det er i stor grad tale om direkte utslepp sjølv om indirekte utslepp, som material- og energibruk ved bygging av båten og tilverking av drivstoff, og vert nemnd. Det er likevel påfallande at ingen av prosjekta tek omsyn til den kanskje største føremonen ved å bruke sjøen som ferdsselsåre, nemleg at ein ikkje treng å bygge ut infrastruktur ut over det som er knytt til kai/terminal. Bygging av infrastruktur for veg og bane har ei rekkje ulemper som natur- og landskapsinngrep, auka trugsel mot truga artar, stor arealbruk (mellom anna på bekostning av jordbruksareal), indirekte utslepp får materialbruk (betong og stål), klimagassutslepp frå oppgraving av myr, overskotsmassar som må deponerast og/eller transporterast etc. Truleg vil slike ulemper få meir fokus i framtida, noko som vil kunne få fram «nye» føremoner ved sjøtransport.

8. SAMANDRAG

8.1. Innleiing

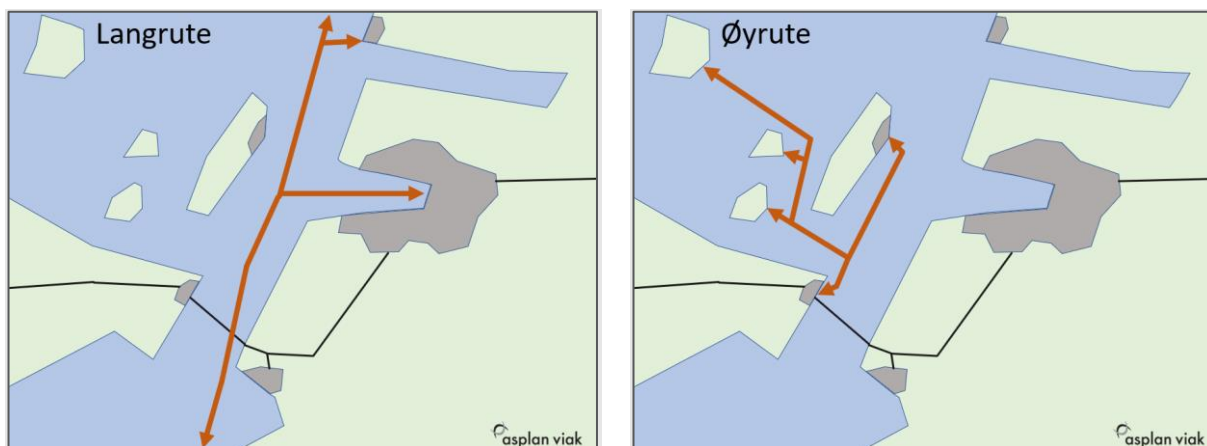
Denne rapporten er basert på ei litteraturstudie av føreliggande rapportar og anna tilgjengeleg informasjon om ulike prosjekt som omhandlar hurtigbåtar og andre passasjerbåtar, primært i Noreg. Den er grunnlag for RTP, i tillegg til rullering av Kollektivstrategi for Hordaland/Vestland.

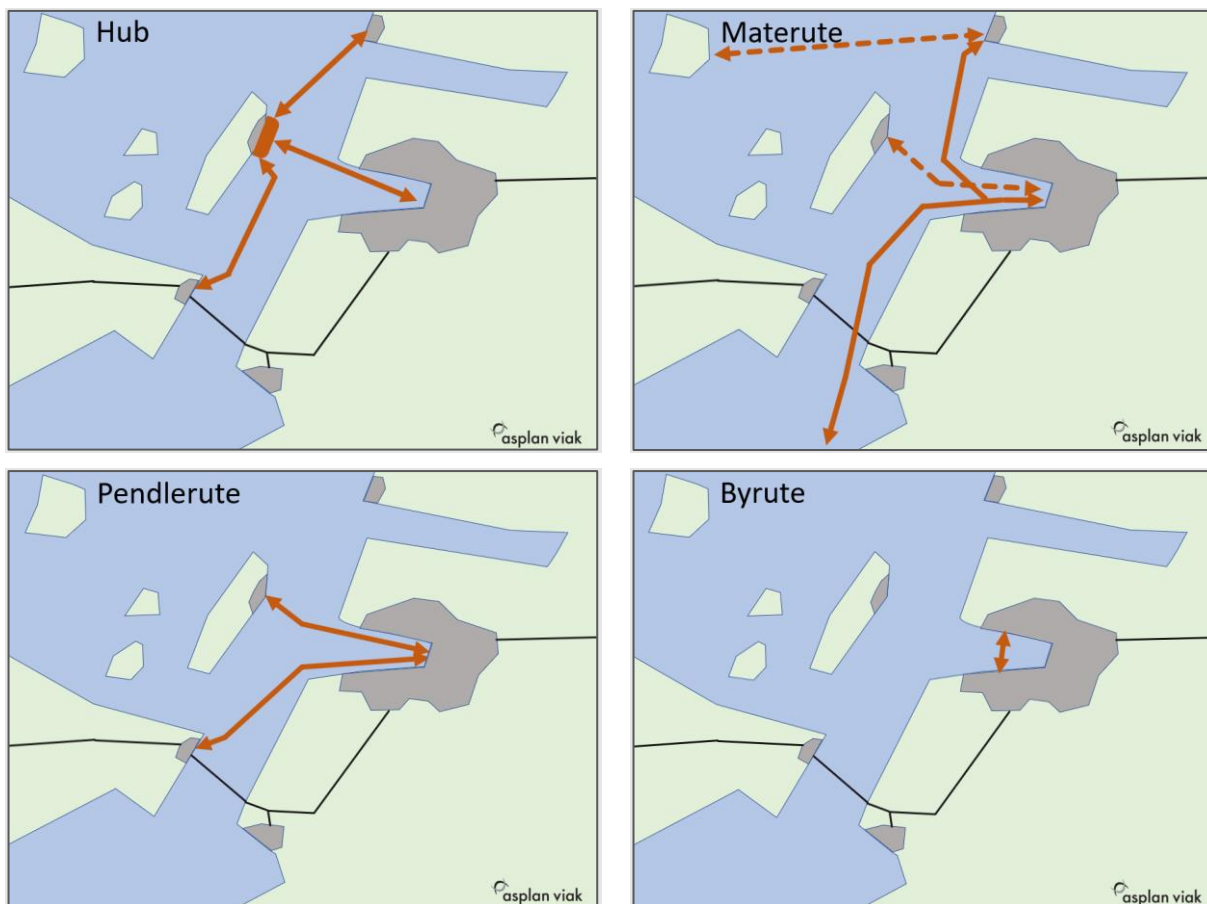
Prosjekta, og rapportane som er knytt til dei, og som er del av denne litteraturstudien, **varierer mykje i format, omfang, detaljeringsgrad** osv. **Nokre er tinga av offentlege aktørar** (ofte fylkeskommunar) for å etablere nytt kollektivtilbod, styrke eit eksisterande tilbod og/eller løyse andre samfunnsmessige utfordringar. **Nokre prosjekt er finansiert gjennom offentlege tilskot** (t.d. Klimasats eller Enova) for å utvikle ny teknologi og/eller konsept. Den tredje gruppa er **konsept som er drive av sjølvstendige aktørar (ein eller fleire) der ein ser eit marknadspotensial**. Heilt overordna kan ein seie at nokre prosjekt er driven mest av samfunnet (t.d. ein region) sitt behov for å etablere eller utvikle eit båttilbod, medan andre prosjekt er mest drive av eit teknologimiljø sitt ønske om å utvikle eit konsept (eventuelt saman med investorar). Dei to drivarane kan saman skape nye konsept som gir innovative løysingar og som samstundes løysar eit transportbehov.

Prosjekta skil seg og frå einannan ved at nokre har utgangspunkt i eit konkret samband/område der ein skal etablere eit nytt- eller utvikle eit eksisterande kollektivtilbod, medan andre ikkje har ei geografisk tilknytning.

8.2. Rute- og driftskonsept

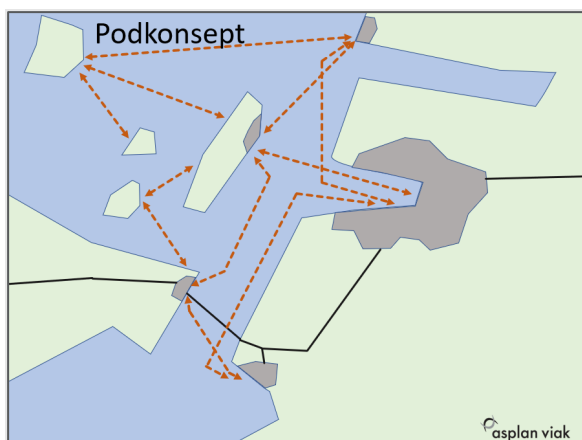
Det er omtala **seks rutekonsept** som ein finn i ulike passasjerbåtprosjekt i Noreg. Dei fire fyrste er retta meir mot flatedekning, medan dei siste to er mest retta mot bytransport. Ein del samband vil vere hybridar mellom konseptane. Turistrute er ikkje vist som eige konsept, men vil likne på eit eller fleire av rutekonseptane.





Figur 8-1: Ulike rutekonsept. (Asplan Viak, 2021). Dei fire øvste konsept har i større grad eit regionalt perspektiv, medan dei nedste har større grad av byperspektiv.

Eit sjuande konsept som me har kalla «**podkonsept**» er meir lausrive frå ein fast rutestruktur og baserer seg på små båtar som tek dei reisande «frå kai til kai» slik at ein slepp ulempa ved båtbytte. Dette er ei problemstilling som ofte dukkar opp i drøftingar om rutestruktur; om ein skal satse på **mange stopp utan overgang, eller få stopp og meir bruk av materuter** og overgangar. Seabubbles er ein aktør i Frankrike som har utvikla eit slik «podkonsept», og der båtane er autonome og bestillinga skjer ved bruk av app.



Eit anna omgrep som er nært knytt til rutekonsept, har i denne rapporten fått nemninga «**driftskonsept**». Eit båtsamband sitt driftskonsept består av «fysiske faktorar» i tid og rom; **avstand, fart, frekvens, tal båtar, reisetid, terminaltid mm**. Desse faktorane utgjer ein «kabal» som må gå opp

i eit samband, og kabalen blir enda meir utfordrande å løyse når det er krav om låg- eller nullutsleppsløysingar. Døme på dette kan vere **utfordringar knytt til høg batterivekt**, som gir stort energiforbruk og difor kortare rekkevidde enn konvensjonelle båtar, og/eller lågare hastigheit på båten. **Lade- eller fylletid på terminal** er og ei utfordring dersom ei rute til dømes skal bli utsleppsfri, men ha same reisetid og frekvens som i dag. Sjølv om dagens teknologi er komen langt, **klarar ein endå ikkje å konkurrer med konvensjonelle båtar, i alle fall ikkje på lange avstandar og/eller der det krevst høg fart.**

8.3. Teknologikonsept

Forbrenningsmotorar kan forbrenne **energiberarar** som fossile brennstoff, ei blanding av fossile og fornybare brennstoff, men og reine nullutsleppsdrivstoff. Biodrivstoff er døme på det siste, men her er det knytt kontroversar til produksjon og bruk av biodrivstoff; beslaglegging av landområde som kunne vore nytt til produksjon av fødevarer, avskoging av viktig regnskog med meir.

Elektriske motorar er den type utsleppsfrie framdriftssystem som er mest aktuell for passasjerbåtar og er utgangspunkt for alle prosjekta som har vore del av litteraturstudien. Slik motor kan vere **batterielektrisk** (mest vanleg) eller driven av **brenselceller** med energi frå til dømes hydrogen eller ammoniakk. Ammoniakk verkar, basert på gjennomgåtte prosjekt, å ikkje vere aktuelt for passasjerbåtar per i dag.

Hydrogen er ein stadig meir aktuell energiberar og er nytta i fleire av prosjekta i litteraturstudien, mellom anna i fleire av konseptane for hurtigbåtsamband i Trøndelag (Trøndelag fylkeskommune sitt prosjekt «Utviklingskontrakt for hurtigbåt»), som har fått utviklingsmidlar frå Klimasats). Teknologien er ikkje like energieffektiv som å nytte batteri direkte, men føremonen er at ein kan lagre meir energi som gir lengre rekkevidde og ein kan fylle tanken raskt. I tillegg kan ein nytte overskotskraft frå til dømes vindkraft for å produsere hydrogen, ein energi som elles ville gått tapt.

For å vurdere berekrafta er det og heilt naudsynt å sjå på **korleis ein produserer hydrogenet**. Såkalla **grønt hydrogen**, som vert tilverka ved elektrolyse, er førebels i produksjon berre i liten skala (planlagt hydrogengassproduksjon på Kollsnes frå 2023), og det finst heller **ikkje noko distribusjonsnett**. Her må straumen til produksjonen og vere fornybar for at dette drivstoffet skal vere grønt. Det same gjeld straumen som ein nyttar for lading av batteri ved batterielektrisk drift.

Det er altså mange faktorar som inngår ved vurdering av berekraft frå ulike framdriftssystem og energiberar. For at dette skal gjennomførast på ein god måte må ein gjere ei **full LCA-analyse** (Life cycle Assessment/ livssyklusanalyse) av dei aktuelle framdriftssystema for kvar enkelt samband.

Når det gjeld **utforming av båten og skrog** baserer alle prosjekta seg på fleirskrog (katamaran), med eller utan foilar. **Fleirskrog gir god stabilitet** og med god plass på dekket som gjer det lettare å arrangere i høve til transport av syklar, universell utforming etc. Nokre prosjekt nytta **foilar**, det vil seie «vinger» som løftar båten opp av vatnet. Konseptet gir **mindre motstand i sjøen og lågare energiforbruk**, og vert og av enkelte peika på einaste løysing for at utsleppsfrie hurtigbåtar skal kunne oppnå lang rekkevidde. Foil vert og hevda å ha langt høgare komfort enn dagens båtar, mellom anna grunna mindre påverknad frå bølger.

Miljødirektoratet (2020) har samstundes kommentert dei fem konseptane som fekk Klimasats-midlar knytt til «utviklingskontrakt for hurtigbåt»: «Det gjenstår en betydelig utvikling av konseptene både med hensyn til skrogform, vekt og teknologi for framdrift før båtene er klare for bygging med begrenset risiko knyttet til funksjonalitet for de ulike rutene og kostnader.» Dette kan tyde på at teknologien ikkje er heilt moden enda.

Når det gjeld **autonomi** så er dette i relativt lita grad omtala, men då i størst grad hos den kategorien av prosjekt som er omtala som «sjølvstendige aktørar (ein eller fleire) der ein ser eit marknadspotensial.» Dei autonome båtane er ofte mindre «byferjer» som er tenkt å trafikkere korte faste strekker. NTNU-miljøet sitt Zeabuz-konsept er det som kanskje er kome lengst, med planlagt

oppstart over Kanalen i Trondheim (ca. 100 meter), sommaren 2021. Dette er omtala som verdas fyrste autonome passasjerferje. At ikkje autonomi har eit større fokus på dei større prosjekta er kanskje noko overraskande sidan det gir **både lågare driftskostnader og bidrar til å redusere utsleppa**, som jo er to av dei største utfordringane for hurtigbåttransporten i dag.

Terminalløysingar er ein viktig del av teknologien knytt til eit passasjerbåtkonsept. Mange av prosjekta i litteraturstudien nyttar flytande terminal som løysing. Nokre av føremonane ved slik løysing er knytt til tidevatnet og ombord/ilandstiging; mellom anna god universell utforming og bra passasjerflyt, også for dei som har med seg sykkel, sparkesykkel, barnevogn. **Flytande terminal** kan og utstyrt med batteripakkar («powerdock») som raskt kan lade båten ved anløp og ein kan samstundes unngå utviding av den elektriske nettkapasiteten i området. I tillegg er flytande terminal relativt lett å relokalisere og legg beslag på lite areal på landsida.

8.4. Kundegrunnlag og brukargrupper

Kundegrunnlaget og brukargrupper vert i størst grad vurdert i dei prosjekta som er tinga av offentlege aktørar, og som ofte har eit breiare samfunnsfokus. Kundegrunnlaget vert vurdert på mange ulike måtar, men **samanlikning av reisetid med andre transportmiddel** er ein av dei vanlegaste måtane å vurdere potensialet for ei båt rute på. Felles for fleire av utgreiingane er at dei peikar på at **båtruta må ha eit særskilt fortrinn i reisetid framfor andre reisemiddel** for at den skal kunne lukkast. Og i «Trafikkplan båt» (Skyss, 2017) vert det peika på at rutebåt er eit alternativ der båt gjev ei effektiv fjordkryssing, og samstundes at båten ikkje skal vere ein konkurrent til eksisterande kollektivtilbod.

Dei ulike prosjekta viser at når ein inkluderer **«tilbringartid»** til ein båtterminal/kai så har båt rutene ofte lite å stille opp med, særskilt samanlikna med bil. Difor kan implikasjonar ved nullutsleppsløysingar, som til dømes lågare overfartshastigheit (grunna tunge batteripakkar) og lang ladetid, gi ei ekstra utfordring for båt rutene når dei skal konkurrere med andre transportformer.

Fleire av utgreiingane peikar på at det er ei **stor utfordring å oppnå eit godt kundegrunnlag** for ei båt rute, jamvel i tett utbygde områder. Om ein samanliknar med ei bussrute så kan bussen køyre *gjennom* eit bustadområde, og ha mange stoppestader, og på denne måten fange opp eit stort passasjergrunnlag. Båtterminalen ligg gjerne i utkanten av eit område og med sjøareal på halvparten av området rundt. For å oppnå eit godt kundegrunnlag er det difor **behov for «mating» til båtterminalane** i form av tilknytning til anna kollektivtilbod, fasilitetar for parkering og lading av bilar, sykklar og sparkesyklar mm.

Vurdering av kundegrunnlag er basert på **ei rekkje usikre føresetnader om utviklinga i framtida**, mellom anna korleis reisemiddelfordelinga vil vere. Det er difor viktig å ha i bakhovudet at **nye trendar og ny teknologi kan endre transportbiletet dramatisk**. Kva skjer med båttransporten om ein til dømes får førarlaus bilar, robottaxiar eller flygande persondrone? Likevel kan teknologiar og trendar som **mikromobilitet** (mellom anna elektriske sparkesyklar som «first og last mile» fram til båten) og **mobilitet som teneste/MaaS** (at ein bestiller raskaste reise frå A til B, utan å bry seg så mykje om *korleis* ein reiser og om ein må ha overgangar) vere ting som gjer at båten kan få større marknadsandelar.

8.5. Økonomi

At **passasjerbåtruter sjeldan er lønsame**, og vanlegvis er avhengige av subsidiar, er ei av utfordringane for kollektivtransporten til sjøs. I litteraturstudien har me sett at **kostnader for investering, og i enda større grad drift**, ofte er vurdert i prosjekta som er tinga av det offentlege eller finansiert av offentlege tilskot. Samstundes ser ein at **kostnader knytt til menneskap** ofte ikkje inkludert, noko som kan gjere at **føremona ved autonomi** i lita grad kjem fram. I tilknytning til dette ser ein at autonomi i det heile er relativt lite omtala i prosjekta, og det ser i lita grad ut til å vere del av tinginga frå dei som har tinga/ finansiert prosjekta.

Passasjerinntekter er i lita grad vurdert i prosjekta og det same gjeld moglegheita for **ulike former for stønad** (Enova, Klimasats mm), der det er eit potensial for å hente inntekter. I det heile er det **ingen av prosjekta som fullt ut tek opp «heile biletet» og ser alle utgifter og inntekter i samanheng.**

Nokre av prosjekta viser at **kostnaden per kWh** levert til drivaksel er i dag høgast for hydrogen, deretter diesel og batteri er lågast. **Driftskostnadene ved batterielektriske vil difor ofte vere lågare enn for konvensjonelle dieselbåtar** (avheng av tilhøve som lengd, båtstorleik/passasjertal og hastigheit på sambandet). **Investeringskostnadane for batterielektrisk er derimot langt høgare** så sjølv om ein ser på reknestykket over fleire år så vert det dyrare enn dieseldrift. Samtidig er det ein del **føresetnader som truleg vil endre seg og gjere elektriske løysingar meir lønsame.** Den raskt synkande kostnaden ved produksjon av batteripakkar er eit døme på dette. Elektromotoren har og store fortrinn som mellom anna få bevegelege delar og lite støy. Dette bidrar til lågare kostnader til drift og vedlikehald og betre reisekomfort.

8.6. Samfunnsnytte

At det har vore så mange prosjekt innafor hurtigbåt- og passasjerbåtsegmentet dei siste åra er truleg på bakgrunn av at mykje av **teknologien no er vorte moden**, og samstundes eit **aukande fokus på miljø og berekraft.** For å få til eit berekraftig og attraktivt kollektivtilbod til sjøs har myndigheitene og ein del reiskapar for å sette i verk tiltak, til dømes **bruk av innkjøp og anbod.**

Sidan det sjeldan er økonomi i å drive eit båtutesamband vil det vere andre grunnar for å ønskje å opprette ei rute, eller vidareutvikle eit eksisterande samband. **Ulike typar samfunnsnytte** som her er trekt fram er: **Byutvikling, utvikle kollektivtilbod, gje betre framkome** (til dømes avlastning av bilveggar), **distriktsutvikling, strategisk regional utvikling** (til dømes utvide bu- og arbeidsmarknaden) og **næringsutvikling** (til dømes turisme og å utvikle maritim sektor).

Ein type nytte av bruk av båt som transportmiddel, og som er knytt opp mot både samfunn og berekraft, dreier seg om **naturpåverknad og indirekte utslepp.** Sjøen ligg der allereie og ein treng ikkje bygge ut infrastruktur (ut over det som er knytt til kai/terminal) slik som ved utbygging av veg og bane, og som gir **ulempar som landskaps- og naturinngrep** (inkl. fauna), stort arealbruk, indirekte utslepp får materialbruk, klimagassutslepp frå oppgraving av myr, store overskotsmassar etc. Det er venta at desse tinga vil få **meir fokus framover.**

9. KONKLUSJON

9.1. Fire hovudutfordringar i dag

Basert på det som er komen fram av litteraturstudien og i intervju er det kanskje særskilt fire hovudutfordringar knytt til å få passasjerbåt til å verte eit kollektivtilbod av stor tyding langs kysten:

1. Det er høge kostnader per passasjerkilometer i dag
2. Det er store utslepp per passasjerkilometer i dag
3. Samanhengen mellom krav til utsleppsfri transport og krav til rute- og driftskonsept (energiberar, hastigheit, frekvens og seglingstid etc) går enda ikkje opp med teknologien som ein har i dag.
4. Det er utfordrande å få godt nok kundegrunnlag, sjølv i tettbygde strøk

At det er høge kostnader (ref. pkt. 1) er peika på både av Skyss sjølv (Trafikkplan båt, 2017) og i fleire av utgreiingane. Mellom anna så viser DNV-gi (2017) og Transportutvikling, m.fl. (2019) at ein treng offentleg stønad og/eller sterkt redusert drifts- og investeringskostnader for å gjere rutene meir lønsame.

Dei store utsleppa (ref. pkt 2) er og kommentert i Trafikkplan båt (Skyss, 2017). Utslepp er samstundes eit tema i nær alle prosjekta som er med i denne litteraturstudien (men få av dei er eksplisitt knytt direkte til utslepp per passasjerkilometer). Utsleppsproblematikken, og den nye teknologien sin moglegheit for å løyse denne, er nettopp årsaka til at mange av prosjekta er kome i gang i utgangspunktet.

Punkt 3 har nær samheng med punkt 2, men er likevel satt som eige punkt for å framheve at sjølv om teknologien er komen langt, så er ein enda ikkje heilt i mål med å kunne etablere utsleppsfrie ruter som kan konkurrerer med dagens dieselbasert båttruter i høve rute- og driftskonsept (reisetid, fart, frekvens osv).

Punktet om kundegrunnlag (pkt. 4) kjem fram i fleire av rapportane som har vore del av denne litteraturstudien og har vorte bekrefta i fleire av intervju som er gjort. Til dømes viste rapporten om båtsamband mellom nye Øygarden og Bergen (COWI, 2018) at kundegrunnlaget for slik rute var for lite. Rapporten om Bybåt i Bergen (Asplan Viak, 2019) peika på, at sjølv når alle stoppestadane på ei rute ligg sentralt i Bergen, er det utfordrande å få eit tilstrekkeleg kundegrunnlag.

9.2. Moglegheiter for hurtigbåt framover

Nedanfor er det nemnd nokre punkt (ikkje uttømmende) som vil kunne gje nye moglegheiter for bruk av båt som kollektivtransport framover. Punkta er basert på det som har kome fram i litteraturstudien og i intervju, men er ikkje nødvendigvis eksplisitt omtala i rapportane:

- Teknologitvikinga går svært raskt og denne utviklinga vil bidra til å redusere hovudutfordring i punkt 1 og 2 over. Døme på dette er kostnadane for batteriteknologi.
- Trenden med mobilitet som teneste (MaaS) gjer båt attraktiv i kombinasjon med andre reisemiddel fordi ulempe ved overgang vert redusert. Nye teknologiar, mellom anna mobilappar, kan gjere MaaS til ein viktigare del av transporten vår framover.
- Det er enkelt å ta sykklar, sparkesyklar og andre typar mikrokøyretøy med om bord på ein båt, og enklare enn til dømes på ein buss. Dette gir båten eit fortrinn, særskilt om ein ser dette i samheng med MaaS (ref. punktet over).
- Det kan ligge eit unytta potensiale for å kombinere faste ruter med turisme (bruke same båt til fleire typar ruter på ulike tidspunkt på døgeret)
- Ei rekke nye transportmiddel ser dagens lys og som kan gjere «mating» av kundar til hurtigbåtkai enklare: sparkesyklar, elsyklar, bildeling, førarlose bilar, robottaxi, nye kollektivkonsept (microtransit og liknande.)

- For mange er det attraktivt å reise med båt og det er gode moglegheiter for å jobbe om bord (gjeld primært lengre ruter).
- Større fokus på ulemper ved veg- og baneutbygging gir båttransport eit fortrinn fordi kollektivtransport til sjøs i lita grad krev utbygging av infrastruktur (bortsett frå tilførsleveggar og kai/terminal). Døme på slike ulemper: Natur- og landskapsinngrep, auka trugsel mot truga artar, stor arealbruk (mellom anna på kostnad av jordbruksareal), indirekte utslepp frå materialbruk (betong og stål), klimagassutslepp frå oppgraving av myr, overskotsmassar som må deponerast og/eller transporterast etc.

9.3. Moglege tema for nye utgreiingar

Basert på det som er kome fram gjennom dette arbeidet er det avslutningsvis avdekka nokre tema/problemstillingar som med fordel kan bli nærare utgreia (ikkje ei uttømmende liste):

- Problemstillingar rundt kundegrunnlaget og mating for båtruter: korleis kan ein få opp kundegrunnlaget?
- Ei samanlikning av totalt livsløpsutslepp for passasjertransport med båt, bil, buss, tog og fly. Her kan ein og få eit større fokus på ulike ulemper ved bygging av infrastruktur (ref. siste kulepunkt i kap.9.2).
- Standardisering av livsløpsutsleppsberrekningar for ulike framdriftskonsept og energiberarar i passasjerbefordring.
- Nyttå andre/nye kjelder for å skaffe betre data på personreiser, mellom anna for å kunne gi betre estimat av kundegrunnlaget (t.d. bruke mobildata, eller bruke data frå appar)
- Vurdering av korleis nye trendar og ny teknologi innafor andre transportmiddel vil påverke etterspurnaden etter hurtigbåttilbodet i framtida.
- Vurdering av/utgreie «podkonseptet» (ref. kap. 3.1.1): Dette konseptet utgjer ein heilt ny måte å tenke kollektivtransport på, og bør takast med i framtidige vurderingar av kollektivtransport på sjø.

KJELDER

- Asplan Viak og Maritime Cleantech, 2020. Life cycle assesment of Marine propulsion systems. På oppdrag for Maritime Cleantech.
- Asplan Viak, 2019: Bybåten-Kundegrunnlag og konsept for ny båtrute sentralt i Bergen. For Bergen kommune. I samarbeid med Paradis Nautica.
- COWI, 2018: Båtforbindelse mellom nye Øygarden og Bergen. For Skyss.
- COWI, 2017: Fjordbybane og kollektivtrafikk på Askøy – Fase II. For Askøy kommune
- DNV-gl, 2018: Mulighetstudie for askøy- og nordhordlandssambandet
- Ekspertutvalget: Størdal, J-M. m.fl., 2019. Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. Rapport fra ekspertutvalget- teknologi og fremtidens transportinfrastruktur: Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet (regjeringen.no)
- Klima- og miljødepartementet, 2019: Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart
- LMG, CMR Prototech og Norsk Energi, 2016: Potensialstudie – Energieffektiv og klimavennlig passasjerbåtdrift. Oppsummeringsrapport.
- Maritimt forum, 2020: Sjøkart for grønn maritim veskt.- Politikkambefalinger for mindre utslipp og meir konkurransekraft. 30.01.2020.
- Miljødirektoratet, 2020: Tilskudd til - Fremtidens hurtigbåt: Design og konseptutvikling. Brev datert Trondheim, 26.11.2020
- Miljødirektoratet, 2020b: Tilskudd til - Nullutslipp-metro til sjøs. Brev datert Trondheim, 08.05.2020
- Skyss, 2017: Trafikkplan båt.
- Transportøkonomisk institutt: Kristensen, 2019. TØI-rapport 1723/2019: Framtidens transportbehov - Analyse og fortolkning av samfunnstrender og teknologiutvikling
- Trafikkonsept, 2020: Nytt kollektivsystem Kvinnherad - Bergen 2024. Forstudie av mulighetene for et bedre rutetilbud mellom Kvinnherad og Bergensområdet når ny E-39 mellom Rådal og Os er ferdig.
- Troms Og Finnmark Fylkeskommune, 2020: Klimasats - søknad om støtte til «Forprosjekt elektrifisering av hurtigbåtsamband». Søknad til miljødirektoratet. Levert 11.02.2020
- Trøndelag Fylkeskommune, 2020: Klimasats - søknad om støtte til «Fremtidens hurtigbåt: Design og konseptutvikling». Søknad til miljødirektoratet. Levert 01.09.2020
- Trøndelag Fylkeskommune, 2020b: Klimasats - søknad om støtte til «Nullutslipp-metro til sjøs». Søknad til miljødirektoratet. Levert 15.02.2020
- Urbanet Analyse (Asplan Viak), 2019. Markedspotensialet for elektrisk byferge i Haugesund. For Maritime Cleantech
- Wangsness, P. B. og A. H. Halse (2021). The impact of electric vehicle density on local grid costs: Empirical evidence from Norway. Energy Journal, 42(5)

Sluttrapportar under prosjekt «Utviklingskontrakt for hurtigbåt»

Tilgjengelege på <https://www.trondelagfylke.no/nyhetsarkiv/framtidas-hurtigbater-gir-null-utslipp/> :

- Brødrene Aa, Westcon power and automation, Boreal Sjø og Arena Ocean Hyway Cluster, 2019: *Utviklingskontrakt utslippsfri hurtigbåt, Doffin 2017-138144* (offentlig versjon)
- Flying Foil, NTNU, Brødrene Aa, Westcon power and automation, 2019: *Batteridrift på alle hurtigbåtruter i Trøndelag*. (Konsept er omtala som "Flying Foil").

- Rødne Trafikk AS, Maran, Echandia Marine, Fjellstrand, Scalesia, 2019: *E-Maran. Rapport fase 2*. (Konsept er omtala som "E-Maran").
- Transportutvikling AS, Siv.ing Ola Liloe Olsen, Profjord AB, Stadt Towing Tank AS, Fosen, Fosen Namsos sjø, Siemens AS, 2019: *Fremtidens utslippsfrie hurtigbåter. En løsning basert på innovasjonsevne, driftserfaring og faglig kunnskap*.
- LMG Marin, Selfa Arctic, Norled, Servogear og Hyon, 2019: *Sluttrapport. Nullutslipps hurtigbåt utviklingsprosjekt*. (Konsept er omtala som "Zeff").

Andre kjelder frå internett

- Forskning.no, Benjaminsen, 2020. Dette må du vite om hydrogen. Artikkel datert 26.07.20. <https://forskning.no/energi-fornybar-energi-klimate/dette-ma-du-vite-om-hydrogen/1359513>
- Kolumbus, 2020 (TRAM): Kolumbus – our way towards zero emission. Powerpointpresentasjon til NSC Transport Group møte, 19.10.2020: <https://cpmr-northsea.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/2020-10-19-NSC-Transport-group-Kolumbus.pdf>
- Regjeringen.no, 2018: Fem fylkeskommuner vant 100 millioner kroner til nye, smarte løsninger for transport i by. Pressemelding 13.06.2018. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fem-fylkeskommuner-vant-100-millioner-kroner-til-nye-smarte-losninger-for-transport-i-by/id2604389/>
- Trøndelag fylke, 2019. Framtidas hurtigbåter gir null utslipp. Nyhet på nettsida: <https://www.trondelagfylke.no/nyhetsarkiv/framtidas-hurtigbater-gir-null-utslipp/>
- Trøndelag fylke, 2019b. Intervju med de fem konsortiene som deltok på «Utviklingskontrakt for hurtigbåt» <https://www.trondelagfylke.no/nyhetsarkiv/framtidas-hurtigbater-gir-null-utslipp/intervju-med-de-fem-konsortiene-som-deltok>.
- Kildn.com
- Seabubbles.fr
- Ladeløsninger for elektriske ferger: <https://site.uit.no/ladeteknologi/2019/11/06/ladelosninger-for-elektriske-ferger/>

Kjelder knytt til Tabell 4-2, kapittel 4.2.1

¹ El-Houjeiri, H., Monfort, J. C., Bouchard, J. & Przesmitzki, S. Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Marine Fuels: A Case Study of Saudi Crude Oil versus Natural Gas in Different Global Regions. *J. Ind. Ecol.* 23, 374–388 (2019)

¹ Thinkstep. Life Cycle GHG Emission Study on the Use of LNG as Marine Fuel.

¹ Bengtsson, S., Andersson, K. & Fridell, E. A comparative life cycle assessment of marine fuels: Liquefied natural gas and three other fossil fuels. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part M J. Eng. Marit. Environ.* 225, 97–110 (2011).

¹ JEC - Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE collaboration. JEC Alternative Fuels Study.

¹ Transport & Environment. Globiom : the basis for biofuel policy post-2020. (2016).

¹ Wulf, C. & Kaltschmitt, M. Hydrogen supply chains for mobility-Environmental and economic assessment. *Sustain.* 10, 1–26 (2018).

¹ Bicer, Y. & Dincer, I. Life cycle assessment of nuclear-based hydrogen and ammonia production options: A comparative evaluation. *Int. J. Hydrogen Energy* 42, 21559–21570 (2017).

¹ Monterey Gardiner. DOE Hydrogen and Fuel Cells Program: Hydrogen Storage. U.S Department Of Energy 25, (2009)

¹ Edwards, R., Larivé, J.-F., Lonza, L., Rickeard, D. & Weindorf, W. WELL-TO-TANK (WTT) Appendix 2 - Version 4a. JRC Technical reports (2014).

¹ Nasjonal varedeklarasjon 2018 - NVE. Available at:

<https://www.nve.no/energiforsyning/varedeklarasjon/nasjonal-varedeklarasjon-2018/>. (Accessed: 13th May 2020)

¹ Ecoinvent Centre. Ecoinvent data and reports 3.5. (2018).

¹ Koroneos, C., Dompros, A., Roumbas, G. & Moussiopoulos, N. Life cycle assessment of hydrogen fuel production processes. *Int. J. Hydrogen Energy* 29, 1443–1450 (2004).
