

# Statens vegvesen sin rapport om klimagassutslipp fra Hordfast har feil forutsetninger og dermed feil konklusjon

Norges Naturvernforbund

## Sammendrag

Statens vegvesen (SVV) konkluderer i en offentlig rapport (mars 2022) om klimagassutslipp som følge av Hordfast at *“Det er svært sannsynlig at bygging av E39 Stord–Os, hvor ferje erstattes av bru og ny veg, gir en nedgang i utslipp av CO<sub>2</sub>-ekv, sett over en hundreårsperiode. Dette er i motsetning til de fleste nye veganlegg som vanligvis gir økte utslipp av CO<sub>2</sub>-ekv.”*

Norges Naturvernforbund har nå gått grundig igjennom regnemetodikk og inngangsverdier og finner i tillegg til rene regnefeil at flere sentrale forutsetninger er usannsynlige.

Naturvernforbundet er rimelig sikker på at SVV sitt estimat for energibruk til dagens ferger er betydelig overestimert. Basert på en grundig analyse av publisert materiale samt intervjuer så nedskaleres vi energibruken til ca. 60 % av det SVV foreslår. Videre må regnestykket ta med den forventede effektiviseringen innen skipstrafikken. Vi mener også at nybygging av ferger hvert 25 år er et urealistisk kort intervall, i hvert fall når vi også tar hensyn til at ferger som tas ut av sambandet, som regel har en alternativ anvendelse på andre samband i Norge eller i utlandet.

En annen følsom inngangsverdi er CO<sub>2</sub>e innhold i el-miksen over tid, som SVV har satt konstant over 100 år til en verdi som er 3 til 6 ganger høyere enn livsløpsverdien for norsk el-miks ifølge Norsk Standard (NS 3720). Med det svært høye fokuset de-karbonisering av energiproduksjonen har både i Norge og Europa mot år 2050 og videre, så er vi uenige både i valg av nivå og antagelsen om konstante verdier. En interessant observasjon her er at Statens vegvesen forutsetter i sin analyse at Europa *ikke* lykkes med omstilling til (nær) karbon-nøytralitet innen 2050 slik de politiske målene er. Naturvernforbundet forventer derimot at karbonintensiteten til den europeiske strømmiksen vil falle drastisk i løpet av et par tiår, i tråd med ambisjonene om utslippskutt, og vi viser alternative scenarier basert på dette.

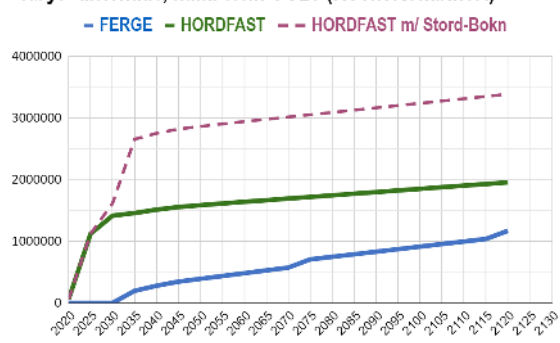
Naturvernforbundet mener også at regnestykket må ta inn et viktig tilleggselement, nemlig at bygging av Hordfast vil legge til rette for ytterligere motorveitbygging mellom Bergen og Stavanger (Bokn-Stord). Faktisk eskaleres nå planleggingen av Stord-Bokn (74 km motorvei) i regi av SVV nettopp som følge av forventningen om at “Rogfast og Hordfast kommer”. Dette vil gi nye svært høye utslipp fra bygging og arealinngrep, og bidra til ytterligere trafikøkning.

I 2019 var det litt over 8000 flyreiser mellom Bergen og Stavanger. Uttrykt i antall flyreiser (med dagens flyteknologi) vil bare bygge- og arealutslipp fra Hordfast alene tilsvare om lag 8000 flyreiser pr. år for Bergen-Stavanger *de neste 60 årene*, mens ytterligere utbygging av motorvei Bokn-Stord tilsvarer 8000 årlige reiser i 120 år. Med forventet effektivisering og teknologitvikling innen luftfarten blir tallene enda verre. Vi anslår også at det er sannsynlig at den økte trafikken som følge av fergefri og utbedret E39 mellom Bergen og Stavanger vil gi en netto økning også i total energibruk sammenlignet med nullalternativet (fortsatt fergedrift) i år 2050.

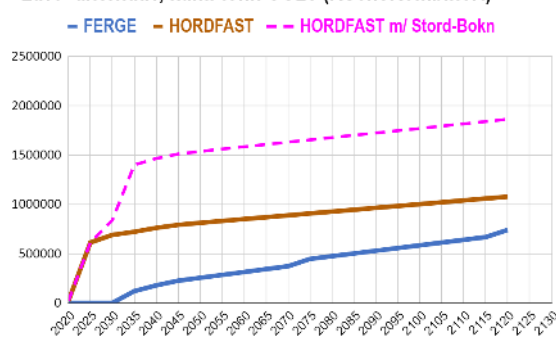
Usikkerheten i en slik analyse øker betydelig med tid. Bruker vi 60 års analyseperiode etter åpning slik praksis er i alle andre samferdselprosjekter, så viser både SVV sine grafer og vårt alternativ at Hordfast gir stor netto økning i klimagassutslipp over hele 60-års-perioden, og spesielt de første tiårene. Høye utslipp i en tidlig fase vil forsterke klimautfordringene og gjøre at klimaendringene påvirker kloden i en lengre periode enn om tilsvarende utslipp kommer senere, og derfor haster det med å kutte utslipp raskt og mye.

Naturvernforbundet sin konklusjon er derfor at *“Det er garantert at bygging av E39 Stord – Os, hvor ferje erstattes av bru og ny veg, gir en kraftig økning i utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter de første tiårene etter bygging, og vil bidra svært negativt til Norges ambisiøse klimakur de neste tiårene. Det er også overveiende sannsynlig at kumulative utslipp over en hel hundreårsperiode vil være mye høyere med Hordfast enn ved å beholde ferger. Hordfast vil aldri bli noe “grønt” prosjekt, verken for klimagassutslipp eller naturmangfold, og planleggingen må stoppe umiddelbart.”*

“Høyt” alternativ, kum. tonn CO<sub>2</sub>e (RSensKombinert)



“Lavt” alternativ, kum. tonn CO<sub>2</sub>e (RSensKombinert)



## 1. Innledning

Dette notatet fra Norges Naturvernforbund er et motsvar til Statens vegvesen (SVV) sin rapport *Studie - Beregning av klimagassutslipp for fast samband kontra ferjedrift* [1] med vedlegg [2].

Vegvesenet konkluderer i denne rapporten med at “*Det er svært sannsynlig at bygging av E39 Stord – Os, hvor ferje erstattes av bru og ny veg, gir en nedgang i utslipp av CO<sub>2</sub>-ekv, sett over en hundreårsperiode. Dette er i motsetning til de fleste nye veganlegg som vanligvis gir økte utslipp av CO<sub>2</sub>-ekv.*”<sup>1</sup>

Dokumentet er det siste i en rekke innspill fra Statens vegvesen de siste årene som etter Naturvernforbundet sitt syn har til hensikt å grønnvaske miljøinngrepet Hordfast. En sentral arena for disse innspillene er en konferanseserie som heter *Det nye Vestlandet* som blir holdt i regi av Bergens Næringsråd, lobbysekskapet Hordfast AS og flere. Formålet med *Det nye Vestlandet* konferansene er utvilsomt målrettet “pådriver-virksomhet” for Hordfast og videre 4-felts motorvei mellom Bergen og Stavanger (Rogfast, Stord-Bokn). En rekke politikere er invitert på konferansene, både lokale, men også en rekke sentrale medlemmer i Stortingets transportkomite. Daværende samferdselsminister Hareide deltok i 2020. I tillegg stiller SVV sterkt med mesteparten av sin toppledelse og bidrar med en rekke innlegg. Innspillinger (video) fra både 2020 [3] og 2021 [4] er offentlig tilgjengelige.

Overingeniør Inge Alsaker i SVV deltok med foredrag både i 2020 og i 2021. I 2020 deltok han som ansatt i SVV med foredraget “*Utslepp CO<sub>2</sub> Hordfast - (!) eller (?)*” [5] der Vegvesenet blant annet konkluderer på siste foil at “*Som eitt av dei ytterst få samferdselsprosjekt i Noreg bidreg Hordfast til eit grøntare samfunn*”<sup>2</sup>. Tall fra foredraget til Alsaker ble i etterkant brukt i en rekke avisinnlegg fra Hordfast tilhengere og lobbyister [8]–[10].

I 2020-foredraget var antagelsen til SVV at fergen Halhjem-Sandvikvåg vil gå på LNG (gass) for hele analyseperioden (de neste 40 årene) og følgelig gi store kumulative utslipp. Denne antagelsen var dypt forankret i SVV sine nytteregnskaper for Hordfast og bidro vesentlig til den høye *prissatte* nytten ved prosjektet (siden CO<sub>2</sub>e<sup>3</sup> inngår som en prissatt verdi). Imidlertid ba Samferdselsdepartementet at SVV (og Nye Veier) måtte regne på alternativet med ‘utslippsfrie’ ferger i stedet [11], og i NTP 2022-2033 [12] er dette nå ansett som det mest sannsynlige scenarioet. Ikke bare endrer det utslippsbildet totalt, men også nytte-beregningen endres dramatisk slik at de prissatte ‘nettonytte’ tallene for Hordfast nå er svært nær null [Se NTP 12, s. 210-211]. Fra før er den *ikke-prissatte* nytten stor negativ, og spesielt har hensynet til det betydelige inngrepet i unikt rødlistet naturmangfold hatt høyt fokus [7].

Det siste foredraget [13] fra Alsaker<sup>4</sup> er forløper til nevnte rapport og ble presentert på konferansen *Det nye Vestlandet 2021*. Den publiserte videoen [4] viser foredraget (46 minutter ut i videoen) som har her tittel “*Klimakonsekvenser ved bygging av fast samband for ferje - Eksempel: Stord Os*”. Her innrømmer faktisk SVV implisitt at scenarioet med “utslippsfrie ferger”<sup>5</sup> er

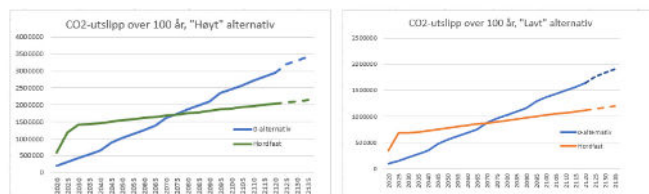
<sup>1</sup> Dette er et merkelig utsagn da vi ikke finner dokumentasjon der det er gjort beregninger over 100 år for andre veiprojekter.

<sup>2</sup> Dette til tross for at Fylkesmannen i Hordaland karakteriserte Hordfast som “det største naturinngrepet i Hordaland i moderne tid” i høringsen til kommunedelplanen i 2017[6] og fortsatt er meget kritisk[7]. Naturvernforbundet mener en slik konklusjon fra SVV er høyst kritikkverdigg fra det vi bør forvente er en ansvarlig statlig etat.

<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>e er en forkortelse for CO<sub>2</sub>-ekvivalenter

<sup>4</sup> Nå som “pensjonert lausarbeider” i følge ham selv; altså ikke lengre ansatt i SVV, men sier i videoen at oppdraget er i regi av SVV.

<sup>5</sup> Naturvernforbundet er her enig med SVV at all energiproduksjon har utslipp og andre ulemper, så “lavutslippsferger” er mer presist.



**Figur 1.** Klippet fra SVV sin klimarapport [1] som angivelig skal vise at Hordfast gir et positivt bidrag til CO<sub>2</sub>e utslipp dersom sett over en periode på (minst) 100 år. De stiplede delene av grafene er ekstrapolert (trolig håndtegnet) av SVV etter 100-årsperioden, slik ta grafene faktisk viser utslipp over en 115 års periode.

mest sannsynlig<sup>6</sup>, men forsøker samtidig å argumentere for at Hordfast likevel er en “klimavinner” dersom man ser på utslipp over en 100-års periode.

Siden sentrale stortingspolitikere fikk se konklusjoner fra dette studiet allerede i november 2021, så ba Naturvernforbundet tidlig om tilgang til rapporten, men først flere måneder senere (mars, 2022) ankom den sammen med noe underlagsmateriale, angivelig fordi den ikke var ferdig og kvalitetskontrollert før dette tidspunktet. Dette er omtalt i en BT-artikkel [15] fra midten av mars.

Naturvernforbundet har tidligere kommentert at grafene til SVV faktisk viser at utslippene ved å bygge Hordfast er betydelige større enn å beholde fergene de neste 40-50 årene, og det er nå utslippene må kuttes ifølge FN, ikke om 50 til 100 år [16]. Slikt sett kunne vi bare la rapporten ligge “som-den-er”, men samtidig følte vi intuitivt at det var nødvendig å se nærmere på hele regnestykket.

Først ettersommeren 2022 fikk vi anledning til å gå dypere inn i materien og analysere grundigere. Utenom et par tekniske regnefeil i materialet fra SVV, ser vi nå at dette arbeidet til SVV er basert på flere urimelige forutsetninger, som i neste omgang gir feil konklusjon.

## 2. Gjenskaping av SVV grafer

Naturvernforbundet fikk med noen regneark i leveransen fra SVV, men ukjent av hvilke årsaker var der ingen av dem som direkte gjenskapte de sentrale figurene 1 og 2 i SVV-rapporten, gjengitt her i figur 1. Det er disse grafene som støtter SVV sin konklusjon.

Det ble derfor gjort et arbeid fra Naturvernforbundet med å gjenskape disse grafene så godt som mulig (“reverse engineering”) basert på tall i rapporten og vedlegg samt regnearket ‘20211103 Trafikkdata modellkøyring’ [17] som vi fikk tilsendt.

### 2.1 Opplagte formelfeil i regnearkene

I leveransen fant vi fort et par formelfeil i SVV sitt regneark[17], som indikerer at den tidkrevende kvalitetskontrollen som SVV trengte før Naturvernforbundet kunne se rapporten, ikke var tilstrekkelig grundig. Feilen i regnearket er i fanen ‘Energibruk’. Formelen for celle B6 sier:

$$B6 = \text{Oppsummering!I15*Energibruk!}\$B\$21* \$B\$22*C6*10/1000000$$

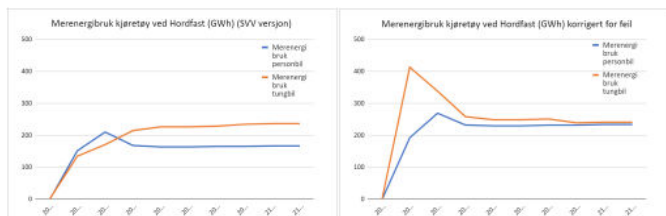
Her er energibruk bensinbil/diesel multiplisert inn (\$B\$21), som er opplagt feil. Det riktige skal være:

$$B6 = \text{Oppsummering!I15*}\$B\$22*C6*10/1000000$$

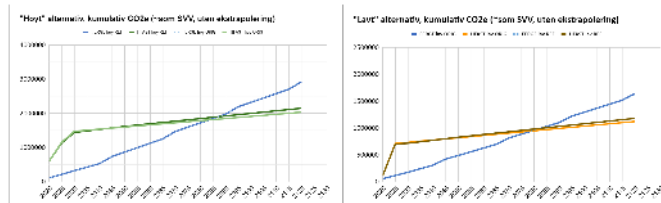
Tilsvarende gjelder det cellene D6, F6, H6, . . . , T6.

En ny feil er å finne i celle B9 som sier

<sup>6</sup> Et brev til regjeringen mai 2022 om prioritering av veiprojekter[14], så velger likevel SVV å bruke “gammel regnemotode” for nyttetall for Hordfast der LNG ferger er antagelse, stikk i strid med NTP!



Figur 2. Energibehov for mertrafikk ved Hordfast. Venstre graf gjenspeiler figur 11 i SVV rapport [1]; den til høyre er korrigert for faktiske feil i formlene.



Figur 3. SVV-grafene reproduisert og korrigert for formelfeil, se figur 1. Når formelfeilene i regnearkene er korrigert, så forskyves krysningspunktet ytterligere ca. 5 år ut i tid. Manuell ekstrapolering (stiplede linjer i SVV sin figur) etter år 2120 er ikke utført her.

$$B9 = \text{SUM}(\text{Oppsummering!I15}) * \$B\$27 * \$B\$23 * \$B\$25 * C9 * 10 / 1000000$$

Her er \$B\$25 uttrykk for 'påslag produksjon diesel/bensin (verdi 0.2), og tilsvarende som i celle B5 skal dette påslaget uttrykkes som (1+\$B\$25), altså er riktig formel:

$$B9 = \text{Oppsummering!I15} * \$B\$27 * \$B\$23 * (1 + \$B\$25) * C9 * 10 / 1000000$$

Tilsvarende feil gjelder cellene D9, F9, H9, . . . , T9. Effekten av å rette formlene er vist i figur 2. Formelfeilene medfører at figur 11 og tabellene 9 og 10 i SVV-rapporten er misvisende.

Grafene korrigert for formelfeil er gjengitt i figur 3. Disse er beregnet i fanen 'RBasis' i Naturvernforbundet sitt regneark[18]<sup>7</sup>. Reproduksjonen av grafene er ikke 100 % selv ikke før vi korrigerer for formelfeil; vårt krysningspunkt er forskjøvet noen år ut i tid uten at vi har identifisert årsaken, men vi anser det likevel for mer enn godt nok for formålet.

## 2.2 Misvisende starttidspunkt for fergekurven

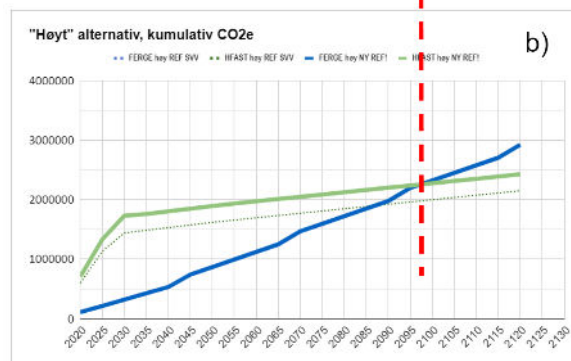
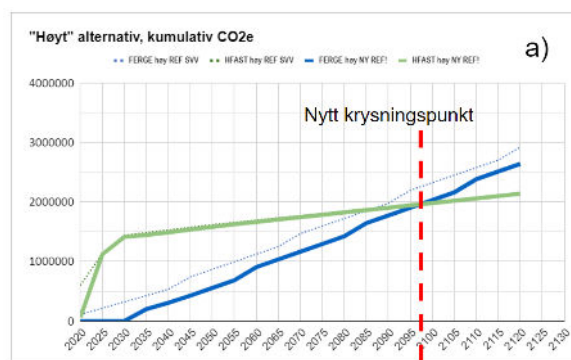
I figurene fra SVV er ferge-kurven angitt å starte i 2020, mens fast forbindelse (Hordfast) er angitt å starte i 2030. Mellom 2020 og 2030 er byggeperiode. Men under bygging går fremdeles fergene og har utslipp, så skal man sammenligne riktig så man enten a) la ferge-kurven også starte ved åpning i 2030 eller b) legge utslipp fra fergen til Hordfast kurven i perioden 2020-2030. Hva vi velger, har ingenting å si for den relative sammenligningen, se figur 4. Vi valgte alternativ a). Denne korrigeringen betyr faktisk mye for hvor krysningspunktet kommer, se figur 5. Grafen kan etterprøves i fanen 'RBasisAltA' i regnearket[18]. Med nødvendige korreksjoner for formelfeil og starttidspunkt, så lar vi dette være våre oppdaterte referanse for videre sensitiviteter.

Hvis vi bruker 60 år analyseperiode etter oppstart, slik vanlig praksis er i samferdselsprosjekter, så ser vi at Hordfast har høyere utslipp enn ferger i hele perioden (og spesielt i første del), se figur 6.

## 3. Oppsummering av svakheter

Som SVV-rapporten selv påpeker, så er slike modellkjøringer beheftet med betydelig usikkerhet, og usikkerheten øker mot tid. 100 år er en altfor lang analyseperiode, noe vi diskuterer mer på slutten av notatet.

<sup>7</sup>Naturvernforbundet har basert seg på regnearket fra SVV og lagt inn nye faner med beregninger.



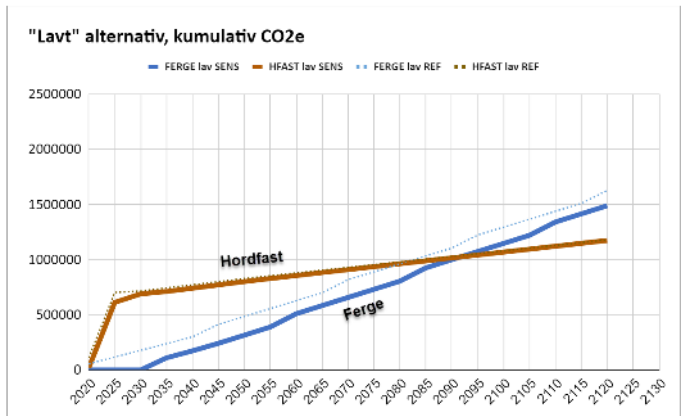
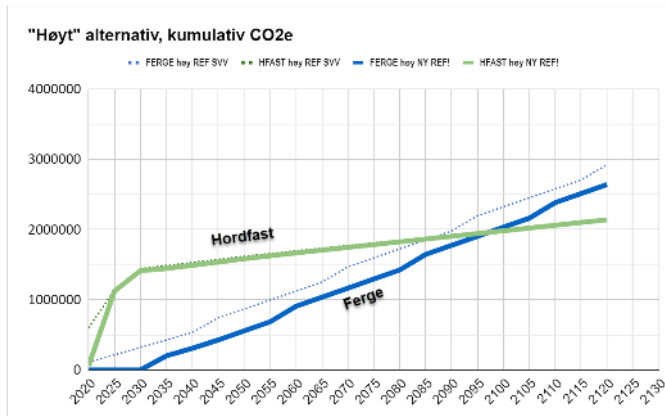
Figur 4. Under bygging går fremdeles fergene og har utslipp, så skal man sammenligne riktig så man enten a) la ferge-kurven også starte ved åpning i 2030 eller b) legge utslipp fra fergen til Hordfast kurven i perioden 2020-2030. Her vist for 'høyt alternativ'. Det nye krysningspunktet blir identisk i metode a) og b).

Siden vi nå har gjenskapt modellkjøringen til SVV (og korrigert for feil), er det nå enkelt å teste noen av forutsetningene til SVV, og se hvilke inngangsdata som har størst betydning. Med andre ord kan vi teste hva en enkelt endring i inngangsdata vil medføre, gitt at alle andre inngangsdata holdes fast. Oppsummert ser vi endel problemer med regnestykket til SVV, der de viktigste er:

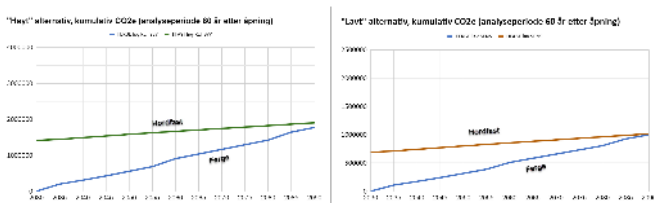
- Vi mener energibruken til dagens fergeflåte er kraftig overestimert i SVV sin rapport.
- Det er heller ikke tatt med forventet reduksjon i fremtidig energibruk for båter slik inngangsrapporter til NTP stipulerer, og vi mener også 25 års utskiftingsintervall for ferger er for lavt.
- CO<sub>2</sub>e-avtrykk for elektrisk energi er antatt konstant og relativt høyt over hele analyseperioden på 100 år, med verdier som opplagt ikke er basert på ambisjonene til EU (i henhold til Parisavtalen).

I tillegg er vi nødt til å påpeke at mer eller mindre "bundne" ringvirkninger som følge av Hordfast i form av ytterligere utbygging langs E39 (Stord-Bokn, med mer), ikke engang er omtalt i rapporten.

Merk altså at analysen vår er avgrenset; vi har her konsentrert oss hovedsaklig om utslippstall og energi fra bil- og fergetrafikk. For utslippene som følge av bygging, vedlikehold og arealutslipp har vi basert oss på estimatene som i SVV-rapporten. Det betyr ikke at vi nødvendigvis at vi aksepterer disse tallene uten diskusjon, men heller at vi ser at de enten er kompliserte å beregne (slik som byggeutslipp), eller at de betyr relativt lite for konklusjonen. Noen forhold blir likevel diskutert senere i notatet.



**Figur 5.** Ytterligere korrigerert versjon av SVV-grafene i figur 1. I tillegg til formelfeilen er nå starttidspunktet for ferge-kurven korrigerert til åpningsåret i modellen (2030). Dette er vår oppdaterte referanse.



**Figur 6.** Vår oppdaterte referansemødel med SVV sine inngangsværdier (korrigerert for tekniske feil) med analyseperiode på 60 år etter åpning, slik vanlig praksis i samferdselsprosjekter er. Hordfast har da større utslipp enn ferger i hele analyseperioden.

#### 4. Hovedsvakhet 1: SVV sitt estimat for energibruk ferger er for høyt

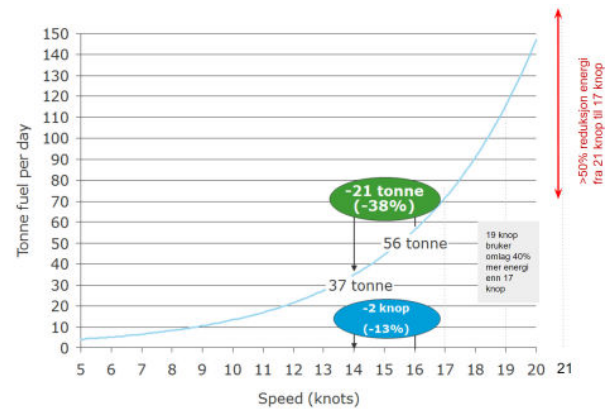
I både SVV-rapporten og i foredragene blir det påpekt at fergene, og da spesielt E39-fergene Halhjem-Sandvikvåg, er svært energikrevende. Vi underslår ikke at fergene krever relativt mye energi, men fergene bidrar samtidig til at trafikken sørover blir dempet ved at den er periodisert<sup>8</sup>. Fergetransport regnes som svært trafiksikkert[19], og for transportnæringen er fergene en viktig avbrekk der man får hviletid, mat og toalettmuligheter samtidig som transporten de har ansvar for fremdeles vil flyttes[20].

En påstand i SVV-rapporten vi ikke får til stemme, er at Halhjem-Sandvikvåg fergen bruker hele 4374 kWh pr. tur. Vedlegget [2] sier at *“Energiforbruket er beregnet til 4374 kWh/tur med gjennomsnittsfôrbruk av 80 % av full effekt.”* (hvorav tilgjengelig motorkraft er 7290 kW →  $7290 \cdot 45/60 \cdot 0,8 = 4374 \text{ kWh}$ ). Dette sier SVV er i tråd med et notat fra DNV-GL fra 2015 [21], men dette notatet gir ingen innsikt i hvordan tallene fremkommer.

Men er gjennomsnittsfôrbruket for en ferge med “rute-fartshastighet” hele 80 % av full installert effekt? I en artikkel i BT i 2019 om Torghatten-fergene sier daværende driftsjef Fredrik Moe i Torghatten at *“Båtene har et fartspotensial langt over rute-farten”* [22]. Det rimer dårlig med at de bruker hele 80 % av tilgjengelig energi pr. overfart.

Vi har undersøkt 4 master- eller bacheloroppgaver fra forskjellige universiteter hvor utregning av energibruk for fergestrekninger inngår [23]–[26]. Felles for alle disse er at de bruker et generisk fergeprofil fra DNV-GL[27] til å beregne energibruk for fergestrekningene. I dette generiske profilet bruker fergene 42 % av installert kapasitet under selve overfarten, mens de i deler av akselerasjonen og retardasjonen bruker (kortvarig) både mer og mindre energi, men aldri mer enn 80 %. Dette virker logisk; fergene må ha adskillig motorkraft tilgjengelig for å kunne akselerere og for å kunne holde farten ved mer ekstreme situasjoner

<sup>8</sup>Det hevdes ofte at vegen er “stengt” når fergen ikke igår. Mer presist er det å si at transporten er periodisert etter publiserte rutetabeller, på linje med buss, tog og flytransport.



**Figur 7.** Denne figuren er brukt i Alsaker sine presentasjoner [5], [13] og er trolig opprinnelig fra DNV. Vi har lagt til noe tekst som viser blant annet at en fartsøkning fra 17 til 19 knop vil kreve omlag 40 % mer energi. Sammenlign forøvrig med figur 22 som viser et lignende profil for biler.

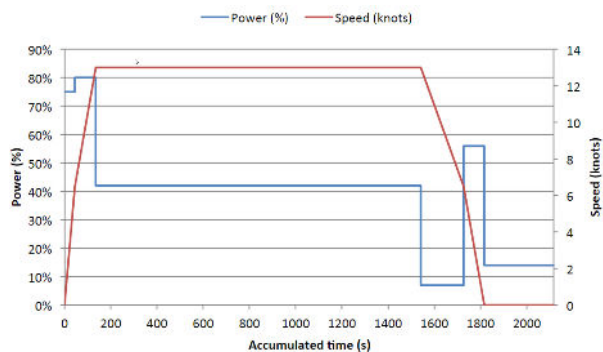
(kraftig motvind, unnamanøvreringer, forsinkelser etc.). Et eksempel på anvendelse av et slikt generisk profil for Moss-Horten fra Goodwin & Storaker (2015) [23] er vist i figur 8.

I Naturvernforbundet sitt regneark, i fanen ‘Energi ferger’[18] har vi reproduisert metodikken som er brukt i disse masteroppgavene. Anvendt på nåværende Torghatten-ferger for Halhjem-Sandvikvåg får vi at energibruken er 2438 kWh pr. tur, som utgjør 56 % av verdien som SVV opererer med, og omlag 43 % av installert kapasitet. Men er det riktig?

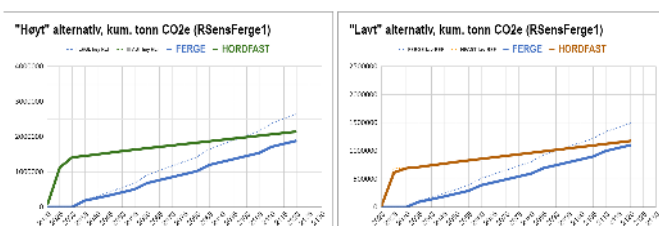
Det virker ut til å være mye usikkerhet i disse beregningene da både DNV-GL-rapportene og masteroppgavene beregner ganske forskjellige tall for samme strekning<sup>9</sup>. Kanskje mye av usikkerheten er knyttet til hvor mye av installert motorkraft brukes egentlig, og hvor mye er reserve dersom hovedmotorene feiler?

Så til slutt valgte vi rett og slett å ringe en av Torghatten-fergene på Halhjem-Sandvikvåg. Da kom det frem at tre hovedmaskiner på ca. 2350 kW hver er installert pluss en batteripakke på 1000 kW, men den ene av disse hovedmaskinene er kun reserve. Selve fremdriften drives av to “thrusterer” (avanserte propeller) på hver 2750 kW [28], til sammen 5500 kW. De opplyste også at de kan gå adskillig fortere enn cruise-fart (17 knop) og antydte “over 19 knop”, men de er dessverre taushetsbelagt til å fortelle hvor mange prosent av motorkapasiteten de bruker ved rute-fart. Absolutt maksimum energibruk på en overfart på 45 minutter er da 4125 kWh ved 100 % utnyttelse, *så tallet 4374 kWh fra SVV er fysisk umulig!*

<sup>9</sup>Eksempel: for sambandet Lote-Anda oppgir en DNV-GL-rapport [21] 100 kWh pr. overfart, mens den i en annen rapport [27] sier 165 kWh, og det i rapporter utgitt samme år med samme hovedforfatter.



**Figur 8.** Fra Goodwin & Storaker [23] sin figur 6.1, som viser energiprofil for Moss-Horten. Tilsvarende energiprofil er brukt på en rekke fergesamband med andre hastigheter, også Halhjem-Sandvikvåg. For Moss-Horten utgjør den estimerte energibruken (882 kWh), som er om lag 45 % av tilgjengelig energi i gjennomsnitt.



**Figur 9.** Resultat fra beregning der energibruk for fergene er skalert med 60 %, i henhold til beregning fra generiske energiprofiler og samtale med en av fergene Halhjem-Sandvikvåg. Med korrigerte verdier gir Hordfast større utslipp over hele analyseperioden. Beregningen tar utgangspunkt i figur 5, hvor etter teknisk korreksjon, så er SVV sine inngangsverdier for andre parametre enn ferge-energi brukt som basis. Korrigert energibruk for ferger tilsier altså at Hordfast har større utslipp enn ferger i hele analyseperioden.

Basert på energidiagrammet (figur 7) ser vi at 17 knop da gjerne utgjør 60 % energiutnyttelse av 5500 kW (19 knop) som gir 3300 kW. Omregnet til energi blir det om lag 2500 kWh pr. tur, og det stemmer relativt godt med nivået i verdiene fra regnearket over. Andre utregninger (se regnearket vårt) indikerer et spenn mellom 1700 kWh og 2700 kWh avhengig av forutsetninger og regnemotode. I lys av dette er vårt estimat på 2500 kWh trolig noe konservativt (litt høyt), men utgjør likevel kun 57 % av SVV sin inngangsverdi. *Altså har Naturvernforbundet god grunn til å tro at egentlig energibruk for fergene Halhjem-Sandvikvåg er kraftig overestimert i SVV sin rapport, og et riktigere nivå er trolig 50-60 % av nivået SVV bruker.*

#### 4.1 Energibruk ferger skalert med 60 prosent

Dersom vi skalerer SVV sine tall for energibruk til fergene med 60 % slik forrige avsnitt gir teknisk støtte for<sup>10</sup>, så endres konklusjonen. Vi ser nå at Hordfast gir større CO<sub>2e</sub> utslipp over hele 100-årsperioden. Dette er vist i fanen 'RSensFerge1', og plottet er vist i figur 9.

#### 4.2 Forventning om ytterligere energieffektivisering ferger samt byggeintervall for nye ferger

I grunnlaget til NTP er effektivisering av energibruk innen skipsfart omtalt [29, side 16]. Sitat: "I 'Maritime Forecast to 2050 – Energy Transition Outlook 2018' er det gjort beregninger på energieffektivitet frem mot 2050, både med og uten fartsreduksjon. ... Dette kan variere fra skipstype til skipstype, men det finnes ikke tilstrekkelig grunnlag for å differensiere for det i 2050 per dags dato. I Kystverkets analyser legger man til grunn en energieffektivitet på 20 prosent for alle skipstyper i 2050, sammenlignet med dagens energiforbruk." Vi har videre sett på

<sup>10</sup>Vi legger oss litt høyere enn 57 % siden også de andre fergesambandene inngår her, selv om vi har grunn til å tro at energibruken for Halhjem-Våge med den nye fergen "Kommandøren" er lavere enn 700 kWh (våre tall gir 405 kWh).

kilde-rapporten fra DNV-GL[30] samt andre artikler og rapporter[31]–[33] og en forventet effektivisering på 20 % innen 2050 er ikke urimelig. Dette kan gå på for eksempel design av skrog, valg av materialer, optimalisering av fremdrift, digitalisering og "air lubrication". Etter 2050 har vi ingen prognoser, så i perioden 2050-2120 legger vi ikke inn videre effektivisering, selv om det er sannsynlig.

SVV anslår at levetid på ferger er kun 25 år. Vi mener dette er for lavt basert på figur 1 i en rapport fra DNV-LG (2015)[27], som viser at mer enn halvparten av den norske fergeflåten er eldre enn 25 år. Ferger som tas ut av bruk fra et hovedsamband, brukes som regel på andre samband i Norge eller utlandet etterpå. Slik sett er den reelle levetiden mye lengre, kanskje ytterligere 30 år. Vi merker oss også at en rekke eksisterende ferger nå blir bygget om fra diesel til elektriske ferger (for eksempel flere ferger på sambandet Moss-Horten[34]).

Basert på disse observasjonene lar vi energibruk ferger avta med 20 % mot 2050, men legger det kun til når fergene skiftes ut. I tillegg endrer vi intervallet for nye ferger fra 25 til 40 år, som også tar høyde for at fergene har alternativ bruk etter de tas ut av dette sambandet. Dette legger vi til den allerede omtalte korrigeringen av energibruk for ferger, omtalt i avsnitt 4.1. Resultatet er beregnet i fanen 'RSensFerge2' i regnearket og plottet i figur 10.

## 5. Hovedsvakhet 2: CO<sub>2e</sub>-innhold i energimiksen

I rapporten blir det brukt to scenarier for innhold av CO<sub>2e</sub> i energimiksen, hhv. 'lavt' 50 g/kWh og 'høyt' 100 g/kWh. Disse er konstante over analyseperioden (100 år), og er påstått å representere et 'livsløp' (LCA) karbon innhold de neste 100 årene. Som referanse så er dagens karbonintensitet i norsk elmiks er under 20 g/kWh ifølge NVE[35]<sup>11</sup>. Sitat fra SVV-rapporten [1, s. 24]:

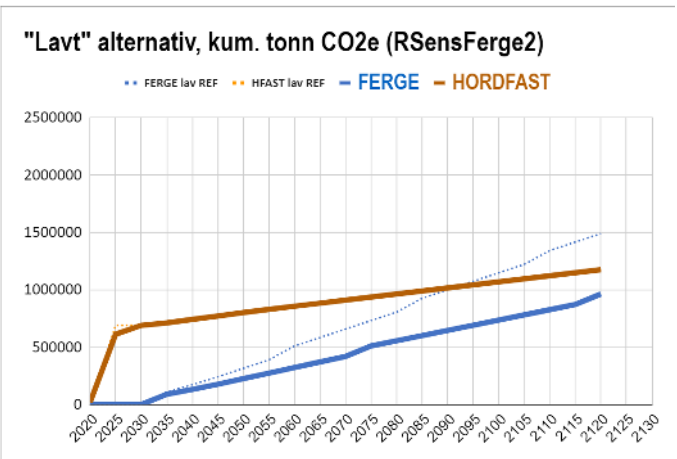
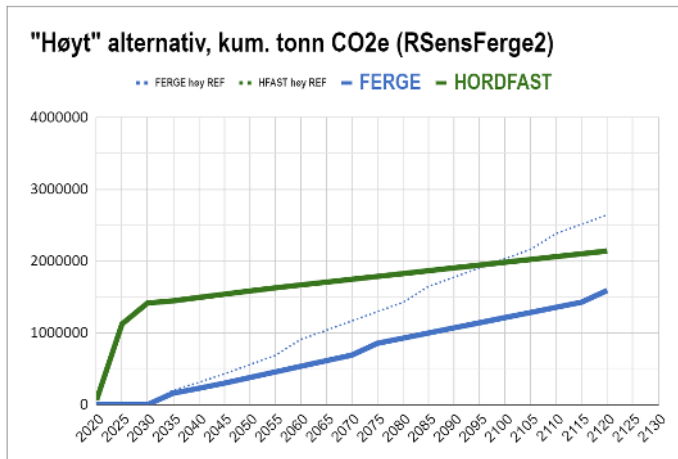
*"Det er altså en vanskelig og usikker øvelse å beregne hvor stort utslipp et gitt energiforbruk vil forårsake når en skal regne over en så lang periode som 100 år, men med bakgrunn i dagens elmiks-verdier og de betraktninger som er gjort her, vil vi sette 50 g CO<sub>2</sub>/kWh som en nedre verdi for omregningsfaktor gjennomsnittlig for hele 100-årsperioden. Som en øvre grense setter vi 100 g CO<sub>2</sub>/kWh."*

Bortsett fra noen generelle betraktninger, er det er ikke gitt noen analytisk redegjørelse for valget disse verdiene i SVV-rapporten, hverken størrelsesorden eller hvorfor de er satt konstante over 100 år. Men et interessant paradoks her er at en statlig etat (som Statens vegvesen er) forutsetter i sin analyse at Europa ikke lykkes med omstilling til (nær) karbon-nøytralitet innen 2050 slik de politiske ambisjonene er.

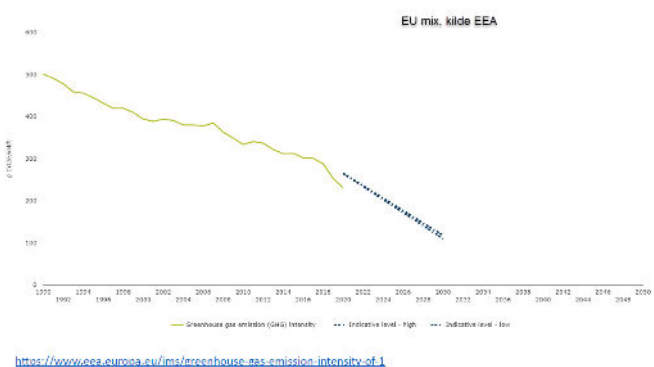
### 5.1 Fremskrivning av europeisk og norsk CO<sub>2e</sub> i el-miks

Å bruke konstante og relativt høye verdier for CO<sub>2e</sub> i energimiks over 100 år er egentlig en svært diskutabel antagelse når fokus på klimatiltak som de-karbonisering av energimiksen er skyhøy globalt. Det europeiske miljøbyrået (European Environment Agency, EEA) har vist at CO<sub>2e</sub> innholdet allerede er fallende (figur 11), og det er en tydelig ambisjon at innen 2050 så skal energien være karbonnøytral. EEA [36] sier: "The greenhouse gas emission intensity of power generation in the EU has been continuously decreasing over the last three decades. If the observed trend were to continue, electricity generation could be fully decarbonised in the EU by around 2050. Such a decrease would be consistent with the EU's target to reduce net greenhouse gases by 55% in

<sup>11</sup>Dette er direkte utslipp; for livsløpsverdier kommer det et påslag for indirekte utslipp.



**Figur 10.** Resultat fra beregning der energibruk for Halhjem-Sandvikvåg er skalert med 60 % som i figur 9; i tillegg er ytterligere reduksjon av energibruk forventet (20 % mot 2050 og 30 % mot 2120)[29] og at fergene byttes hvert 40.år istedet for hvert 25.år ihht. til [27].



**Figur 11.** Fra Det europeiske miljøbyrået (European Environment Agency, EEA) [37] som viser at CO2e intensiteten i elektrisk energi (direkte utslipp) er fallende og forventes å falle ytterligere mot år 2050. For år 2030 kan vi avlese at estimatet er ca 120 g/kWh. Dette forventes så å falle mot “nær null” i år 2050.

2030 (compared with 1990) and to reach carbon neutrality in 2050.”. Vi noterer oss altså at målet er *karbon-nøytralitet innen år 2050!*

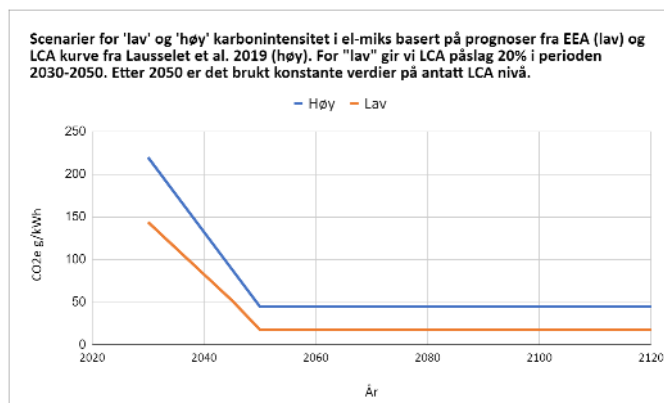
Fremover er det forventet et mer integrert marked for europeiske og norske kilder for strøm til sluttbruker, så en strategi er å legge seg på europeisk utslippsnivå<sup>12</sup>. Vi finner prognoser for utslipp i EU fra EEA[37] (figur 11) og fra nettstedet Enerdata[38] sitt “Enerblue” scenario. Sistnevnte er basert på en global oppvarming på 2,0 - 2,5 grader og ligger således over ambisjonene om (nær) nullutslipp i 2050. En svakhet med kurvene fra Enerdata og EEA er at de angir *direkte utslipp*, og således mangler en indirekte komponent som fornybar energi, biogass og atomkraft har i en livsløpsanalyse (LCA)[39]. I tabell 13 i en fersk FN-rapport (UNECE<sup>13</sup>) [40] ser vi at disse verdiene for Europa er i området 5-37 g/kWh for vind, kjernekraft og sol, mens vannkraft kan ha større variasjoner (11-150 g/kWh) basert på type reservoar, men de presiserer at den lave verdien er absolutt mest representativ[40, side 50]. I NS 3720 opereres det med en norsk LCA-verdi på 18 g/kWh som er dominert av vannkraft. Et grafisk plott for perioden 2015-2080 av utslippsfaktorer basert på NS 3720[41] finner vi i Lausset et al. (2019)[42, figur 2].

I fanen ‘CO2elmiks’ i regnearket[18] lager vi et høyt/lavt scenario basert på følgende prognoser:

- For “høyt” har vi valgt å bruke Lausset et al. sin kurve [42, figur 2] som er en øvre LCA-kurve basert på Norsk

<sup>12</sup>Dette er en konservativ strategi som vil gi adskillig høyere CO2e-intensitet enn om vi hadde tatt utgangspunkt i dagens norske verdier, som er dominert av vannkraft. For “norsk bidrag” i el-miksen kunne vi brukt LCA verdier under 20 g/kWh.

<sup>13</sup>UNECE er forkortelse for United Nations Economic Commission for Europe

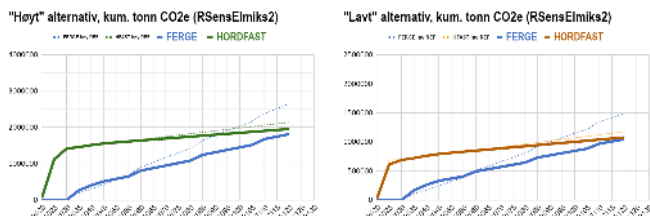


**Figur 12.** Estimering av CO2e i el-miksen over tid. For alternativ “høy” har vi basert oss på figur 2 fra Lausset et al. (2019)[42]. For alternativ “lav” tar vi utgangspunkt i EEA[37] sitt estimat for år 2030 og interpolerer lineært til 18 g/kWh i 2050 (som tilsvarer norsk nivå i NS 3720 [43]). Siden EEA kurven er direkte utslipp, så gir vi et påslag på 20 % i perioden 2030-2050 for å kompensere for LCA verdier, og lar 18 g/kWh representere LCA verdi etter 2050.

standard NS 3720[41], [43]. Etter 2080 (som deres prognose går til) holder vi konstant verdi 45 g/kWh helt til 2120.

- For “lavt” tar vi utgangspunkt i projeksjonen og ambisjonene til EEA (figur 11), som vi ekstrapolerer til 18 g/kWh i 2050. Målet til EEA er ingen direkte utslipp, men vi skal ha livsløpsverdier (LCA), så *skjønnsmessig vi legger på ytterligere 20 % i perioden 2030-2050*. Valget av verdien 18 g/kWh er et “norsk nivå” som brukes i Norsk Standard (NS 3720) innen fremskriving av klimagassutslipp for bygg. Se for eks. [43]. Begrunnelsen for dette valget er at hele den europeiske kraftproduksjonen må legges kraftig om for å innfri blant annet Paris-avtalen. Da vil verdien i dagens norske el-miks tjene som et eksempel på en realistisk verdi. Merk ta dette valget av “lavt” er mye høyere enn “norsk” kurve som NS 3720 anvender (se [42, figur 2]).
- At det vil komme teknologiske fremskritt i perioden 2050-2120 som vil senke karbonintensiteten i el-miks ytterligere, er svært sannsynlig, men vi tar ikke inn det elementet her.

Nye inngangsdata er illustrert i figur 12. I stedet for bruke gjennomsnittstall for hele perioden, så brukes *hele kurvene* for karbon-intensitet i el-miks over tid. Forøvrig beholder vi alle andre inngangsdata lik vår korrigerte referansemødel (figur 5).



**Figur 13.** Utslipp basert på vår kjøring med variabel CO<sub>2</sub>e intensitet over tid, i tråd med de politiske målene om reduksjon CO<sub>2</sub>e i energimiksen i Europa. Denne er basert på kurvene i figur 12 og er etter Naturvernforbundets syn et mye mer realistisk scenario. Årsaken til at ferge-kurven endres relativt mye sammenlignet med Hordfast kurven er at fergene har mye større energibruk i SVV sitt oppsett.

## 5.2 Variabel karbonintensitet over 100 år basert på prognoser

Som angitt i forrige avsnitt bruker vi altså hele kurvene og ikke konstante gjennomsnitt fra figur 12. Resultatet i figur 13 viser at fergealternativet er bedre enn Hordfast over hele perioden, både for 'lavt' og 'høyt' scenario.

Hvis vi kombinerer dette med våre korrigererte energitall for fergene (se figur 10), så blir bildet enda tydeligere: Fergene gir *betydelig* lavere utslipp over hele 100-års-perioden (figur 14).

## 5.3 Hva hvis fergene kan gå på biogass?

På Stord er det nylig bygget et biogassanlegg og et nytt er på vei i Etne[44], og biogass fra avfall (jordbruk, fiskeoppdrett, etc.) regnes som en nær karbon-nøytral energikilde. Trolig vil dagens LNG fergene på Halhjem-Sandvikvåg kunne bruke biogass direkte, og det vil medføre at CO<sub>2</sub>e intensiteten blir svært lav. I tillegg vil det spare samfunnet for store kostnader ved at fergene da ikke trengs å byttes ut eller bygges om ved neste utlysning. På den annen side forutsetter det at biogass ikke er en knapphetsressurs. Dersom vi beholder SVV sin foreslåtte karbonintensitet for strøm, men lar fergene bruke biogass i stedet (med antatt karbonintensitet på 10 % av el-miksen) ser vi at Hordfast scenarioet har signifikant høyere CO<sub>2</sub>e-utslipp enn fergene over hele levetiden på 100 år (figur 15). Den valgte skaleringen på 10 % er basert på at biogass anses som klimanøytral, men at en viss strøm-miks inngår i fremstilling og transport av biogassen, samt hjelpemotorer på fergene. Beregningen kan etterprøves i fanen 'RSensBiogass' i regnearket [18].

## 6. Følgeutslipp: Hordfast er kun en del av et større prosjekt

Hordfast-tilhengerne (inkludert SVV) hevder stadig at prosjektet har samfunnsmessige ringvirkninger utover selve delstrekningen. Da er det vel riktig at slike ringvirkninger også gjelder ytterligere veibygging, utslipp og energibruk også?

I en større sammenheng er Hordfast en del av "Fergefri og oppgradert E39"[45]. Nå er det tvil om deler av denne planen vil bli realisert i overskuelig fremtid; spesielt fremheves kryssing av Sognefjorden som utopi av flere. Størst fokus er det på strekningen Stavanger-Bergen og E39 rundt Molde. For strekningen Bergen-Stavanger har vi følgende større delprosjekt (figur 16):

- Smiene-Harestad. Dette er en 4,5 km motorvei sør for Rogfast sitte sørlige startpunkt. Er ikke bevilget penger i NTP 2022-2033.
- Rogfast (28 km) ble vedtatt utbygget i 2017 med en P50-kostnad for 16,8 mrd kroner (2017-kroner), men sprakk før oppstart og et nytt vedtak ble gjort i 2020 med en øvre ramme på om lag 26 mrd (2021-kroner). Ytterligere kost-

nadsprekker er forventet [46], [47]. Planen er ferdigstilling tidligst 2031.

- Stord-Bokn (ca 74 km) er strekningen mellom Rogfast og sørlige Stord. Strekningen er ikke i NTP, men SVV bruker likevel i dag mye midler på planlegging (se nedenfor).
- Heiane-Ådland er forlengelsen av Hordfast sør på Stord og utgjør ca. 8 km. Prosjektet er ikke i NTP men planlegging pågår.
- Hordfast (Ådland-Svegatjørn) er 55 km lang og er inne i NTP i dag, men kun med 1 milliard i statlige midler (2,6 % av byggekostnaden) i første periode, og med forutsetning om "reducere kostnader og øke nytten"[48].
- Svegatjørn-Rådal (18 km) blir ferdigstilt i 2022, med betydelig kostnadsoverskridelser sammenlignet med styringsmålet i Stortingsvedtaket. [49], [50].

Mest interessant her er strekningen Stord-Bokn. Denne strekningen er lang, totalt mellom 70 og 80 km, og uten ferge, så CO<sub>2</sub>e-regnestykket er mer trivielt. I *Nye Vestland* konferansen (se video [4], 37:40) sier SVV sin utbyggingsdirektør Davik følgende, sitat: "Vi klarer ikke å ta ut hele nytten på Stavanger-Bergen før vi har gjort noe med Bokn-Stord" og forteller med entusiasme om det konkrete planarbeid som nå eskaleres med full tyngde[51]<sup>14</sup>.

I argumentasjonen til SVV sin rapport hevder de at bil og buss vil ta i overkant av to timer mellom Bergen-Stavanger og kan slik fortrenge fly for næringslivet (side 25). Men en slik tidsbruk (sentrum til sentrum) er helt urealistisk uten full motorvei hele veien<sup>15</sup>. Med andre ord virker det som SVV-rapporten indirekte legger inn full utbygging Stord-Bokn og de andre delstrekningene i sin argumentasjon i klimarapporten sin. Tilsvarende gjør SVV sin prosjektside for Hordfast[45, se 'Om prosjektet']

Følgelig vil utbygging av Rogfast og ikke minst Hordfast *legge kraftige føringer på* at videre motorvei mellom blir bygget så raskt så mulig. Med andre ord er rask oppstart av Stord-Bokn en nærmest bundet "ringvirkning" av Hordfast, og det blir tydelig når vi nå ser at planlegging Bokn-Stord blir prioritert og forsert som følge av "porteføljestyring"[52] av Statens vegvesen (igjen, se foredraget til Davik [4], [51]). Andre sannsynlige trafikale ringvirkninger av Hordfast er utbygging av Ringvei Øst gjennom Bergen (pga kraftig økt trafikk fra sør som følge av Hordfast) og etterhvert nye fjordkryssningsprosjekter som "Sunnfast" [53], men vi kan for illustrasjonens skyld her fokusere på klimagassutslipp fra Stord-Bokn<sup>16</sup>.

### 6.1 Følgeutslipp Hordfast: Bokn-Stord

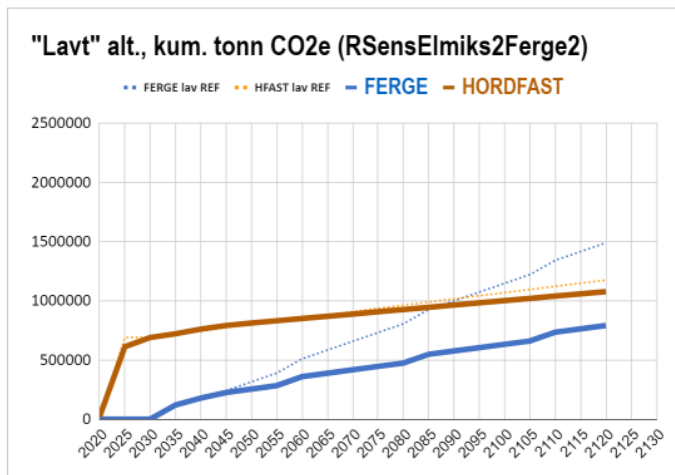
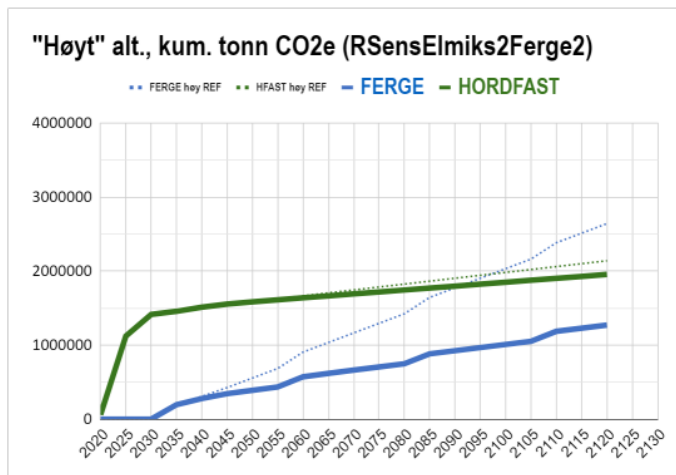
I innspill til NTP høsten 2020 gjorde Nye Veier (som også ønsker å bygge denne strekningen) overslag over bygge- og arealutslipp for Stord-Bokn [29]. Fra denne rapporten kan vi ekstrahere følgende tall:

- Arealutslipp (100m korridor): 367 000 tonn CO<sub>2</sub>e

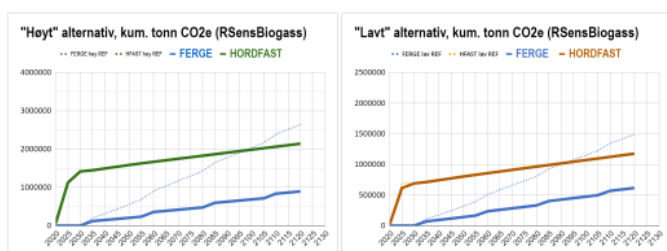
<sup>14</sup>Bokn-Stord er videre delt i 2 underprosjekt der Bokn-Hope kommer først. Deretter kommer Hope-Stord hvor ny kryssing av Bømlafjorden vurderes, siden den nåværende undersjøiske tunnelen (bygget i år 2000) ikke tilfredstiller krav for motorvei.

<sup>15</sup>Med "kun" Hordfast og Rogfast har vi regnet at en personbil vil ta ca minimum 2:30 sentrum til sentrum dersom ingen kører. Snittfarten Bokn-Stord er ca 70 km/t. Hele Rogfast vil være skiltet med 90 km/t. Busser vil ta lengre tid da de har en fartsbegrensning på 100 km/t, vil vanligvis ha flere stopp, og involverer tid for "terminal-logistikk" tilsvarende tog og fly for den reisende.

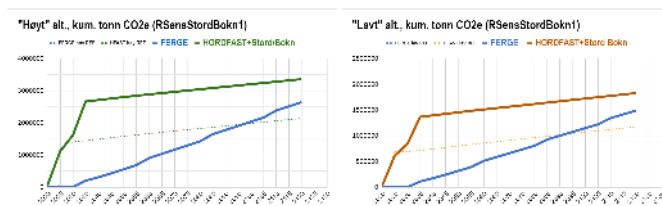
<sup>16</sup>Dette blir et minimums-scenario; legger vi til Smiene-Harestad og Heiane-Ådland (figur 16) så øker utslippene ytterligere



**Figur 14.** Kombinasjon av nedskalert energibruk for ferger (figur 10) og våre kurver for karbonintensitet i strøm (figur 13). Vi ser da at ferger gir betydelig mindre utslipp over hele perioden.



**Figur 15.** Lar ferjene gå på biogass, og antar at CO<sub>2</sub>e-avtrykket da er 10 % av CO<sub>2</sub>e-intensitet i den generelle el-miksen (også her er teknisk korrigerte SVV verdiene brukt som basis for alle andre parametre). I dette tilfellet er kumulativt CO<sub>2</sub>e-avtrykk for Hordfast alternativet betydelig over ferje alternativet.



**Figur 17.** Følgeutslipp som følge av Stord Bokn (uten ytterligere trafikkøkning). Nettoøkningen pr. 2040 er mellom 110 og 230 tusen tonn CO<sub>2</sub>e rundt år 2040.

- Arealutslipp (200m korridor): Dobbelte av 100m korridor, estimert til 734 000 tonn CO<sub>2</sub>e
- Byggeutslipp: 372 000 tonn CO<sub>2</sub>e

For arealutslipp kan vi bruke 100 meter korridor som 'lavt' og 200 meter korridor som 'høyt' slik det er gjort i SVV-rapporten. For byggeutslipp kan vi anta at verdien representerer en forventet verdi, og da at 'lavt' er 30 % lavere mens 'høyt' er 30 % høyere, så totalt (areal- og byggeutslipp) blir da:

- Lavt estimat: 653 154 tonn CO<sub>2</sub>e
- Høyt estimat: 1 217 600 tonn CO<sub>2</sub>e

Vi antar byggestart i 2030. Virkningene av areal og byggeutslipp er vist i regnearket, i fanen 'RSensStordBokn1', og plottet er vist i figur 17. Merk her at alle andre parametre er uendret fra SVV sine beregninger. For eksempel er ytterligere trafikkøkning (som er svært sannsynlig) som følge av motorvei Stord-Bokn ikke tatt med, heller ikke vedlikehold etc.

### 6.2 Fordoblet nyskapt trafikk som følge av Stord-Bokn

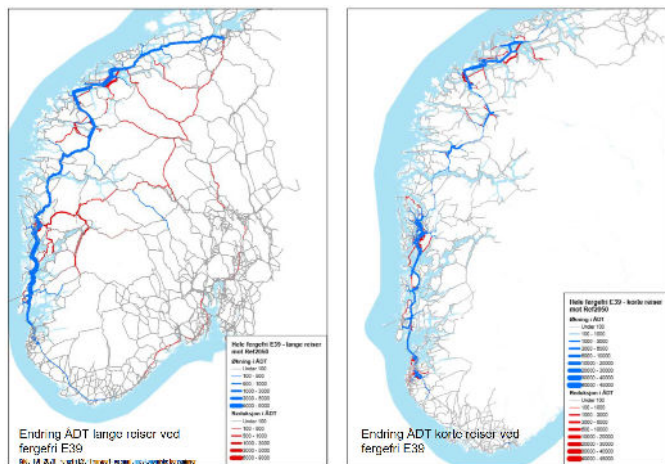
Som nevnt i forrige avsnitt er ytterligere trafikkøkning (nyskapt trafikk) mellom Bergen og Stavanger som følge av utbygging Stord-Bokn svært sannsynlig. Naturvernforbundet sitter ikke på avanserte modellverktøy slik som SVV, NV og TØI gjør, men utifra TØI rapporten "Fergefri E39: Transport- og samfunnsøkonomiske beregninger (2020)" [54] ser vi semikvantitativt fra figurene at netto nyskapt trafikk er betydelig (gjengitt i figur 18).

En forenklet øvelse på virkningen av økt trafikk er gjengitt i fanen 'RSensStordBokn2' i regnearket. Her er arealutslippet for Stord-Bokn lagt inn som i forrige avsnitt, men i tillegg er energi fra nyskapt trafikk multiplisert med en faktor 2 som følge av SVV sin visjon om rask utbygging av Stord-Bokn. Resultatet er gjengitt figur 19.

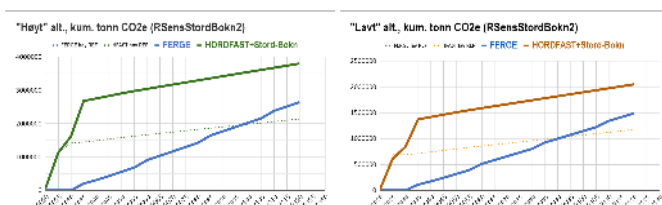


**Figur 16.** Delstrekninger Bergen-Stavanger. Hordfast er en del av et større prosjekt





**Figur 18.** Fra TØI rapport 2020 om Fergefri E39[54]. Lange reiser til venstre; korte (mindre enn 70km) til høyre. Merk at her er Rogfast med i REF 2050; så mellom Bergen og Stavanger er det hovedsaklig Hordfast og Stord-Bokn som gir netto økning. Forskjellene mellom “blå” og “røde” linjer betyr nyskapt trafikk. Regner man litt konservativt så får man netto økning på 5000 i ÅDT (nyskapt trafikk) over en strekning på 200 km mellom Bergen og Stavanger. I energi utgjør det omlag 0,21 TWh pr. år; grovt sagt kan man si at innspart energi fra fergene fort blir spist opp av den villete trafikkøkningen. I 2050 forventes en netto økning på 10000 ÅDT bare over Bjørnafjorden ifølge rapporten.



**Figur 19.** Følgeutslipp som følge av Stord Bokn inkludert en antagelse om fordobling av energibruk som følge av nyskapt trafikk.

## 7. Sammenstilling

### 7.1 Kombinasjon av sannsynlige scenarier

Til nå har vi vist sensitivitetene hver for seg eller i enkle kombinasjoner. Vi mener imidlertid, basert på vårt resonnement at følgende sensitiviteter skal kombineres for å gi et mer korrekt bilde:

- ‘RSensElmiks2’ fra seksjon 5.2, nemlig at CO<sub>2e</sub> i energimiksen ikke er konstant og relativt høy over 100 år som SVV antar men vil avta signifikant med tid som følge av høyt fokus på de-karbonisering i Norge og EU.
- Korrigert energibruk for fergene (‘RSensFerge2’, seksjon 4.1).
- I tillegg lager vi en egen graf der vi legger til areal- og byggeutslipp samt økt energibruk som følge av bygging Stord-Bokn (seksjon 6.2).

Når dette kombineres får vi grafene vist i figur 20. Det er da ingen tvil om de kumulative utslippene for Hordfast alene er langt over det vi ser fra fergene over hele analyseperioden. Legger vi til Stord-Bokn blir bildet ytterligere forverret.

## 8. Generelle energibetraktninger

Et argument brukt av SVV (ved bl.a. Inge Alsaker) og Hordfast tilhengere er at “... ja CO<sub>2</sub> øker i begynnelsen, men energibruk er viktigere”. Men formålet med motorvei Bergen-Stavanger er ikke “status-quo” med hensyn til trafikkmengden (og derav energibruk), men kraftig økt aktivitet. Det blir blant annet sagt en rekke ganger at jobbspending mellom kommuner skal bli mye mer attraktivt (angitt som “regions-forstørring” og “integert og

kjedet arbeidsmarked”). Selv med bompenger er en kraftig og umiddelbar trafikkøkning påkrevet etter åpning for at bompengelånet foreslått i NTP skal kunne betjenes (nær 15 mrd kroner).

SVV sier i rapporten at hovedmengden av trafikkøkningen over Hordfast i 2030 (etter åpning) er mest omdirigert trafikk, ikke nyskapt trafikk. Dette i følge trafikkmodellene brukt i forrige NTP. Altså at en netto økning av om lag 3000 ÅDT i år 2030 over Bjørnafjorden skyldes at trafikantene endrer oppførsel og endrer kjøreruter<sup>17</sup>.

Imidlertid er påstanden om “ikke nyskapt trafikk” ikke omforent i andre rapporter som inngikk i NTP grunnlaget. I en rapport fra Oslo Economics om “Tverrsektorielle analyser til Nasjonal transportplan 2022-2033”[55] så undersøkes hvordan blant Hordfast harmoneres med byvekstavtalene, og for år 2030 sier de, sitat, side 18: “Hordfast gir økt antall bilreiser både med og uten bompenger. Økningen er hovedsakelig nyskapt trafikk, men det er også en liten overføring fra andre reiseformer. Økningen i antall bilreiser er i hovedsak lange reiser (mer enn 70 km)”. Altså “økningen er hovedsakelig nyskapt trafikk”. Vi vet ikke hva forskjellene i disse analysene skyldes; vi bare konstaterer at noe ikke rimer her.

Dette bildet ser vi også i en TØI sin rapport for fergefri E39 fra 2019 [54] som er svært tydelig på at fergefri E39 gir betydelig trafikkøkning etter bompengerperioden. Kart for år 2050 fra denne rapporten er gjengitt i figur 18 og den viser semi-kvantitativt en betydelig netto økning både i korte og lange reiser. Nå inkluderer dette scenarioet en full utbygging av fergefri E39, men sør for Bergen er det etter Naturvernforbundet sin forståelse hovedsaklig Hordfast og ringvirkningen Stord-Bokn som bidrar til en betydelig netto økning (Rogfast er allerede med i referansealternativet for denne rapporten). Ved å avlese verdier, er det tydelig at netto-effekten av korte pluss lange reiser typisk ligger i intervallet 8000-12000 ÅDT mellom Bergen og Stavanger. Er vi litt konservative og sier at “bare” halvparten av dette skyldes Hordfast og Stord-Bokn, kan vi bruke en netto ÅDT økning på 5000 over de ca 200 km mellom Bergen og Stavanger. Gjør man da en såkalt “back-of-the-envelope” beregning<sup>18</sup> finner vi at energibruken dette utgjør er 0,21 TWh pr. år. Det er om lag 58 % mer enn (korrigert) energibruk for alle de tre fergene over Bjørnafjorden (0,13 TWh) for samme år.

En alternativ utregning er utført i fanen ‘Energiforbruk 2050 estimerer’ i regnearket vårt basert på tabeller i de to TØI rapportene [54] og [56] og det gir omtrent identisk overslag (et merforbruk på over 0,21 TWh pr. år for år 2050). Vi anslår derfor at Hordfast med videre utbygging Stord-Bokn gir en netto økning i energibruk etter bompengerperioden er over, sammenlignet med fergealternativet (figur 21, A). Lager vi en enkel modell basert på dette og plotter mot tid ser vi at kumulativ energi også blir høyere over analyseperioden (figur 21, B).

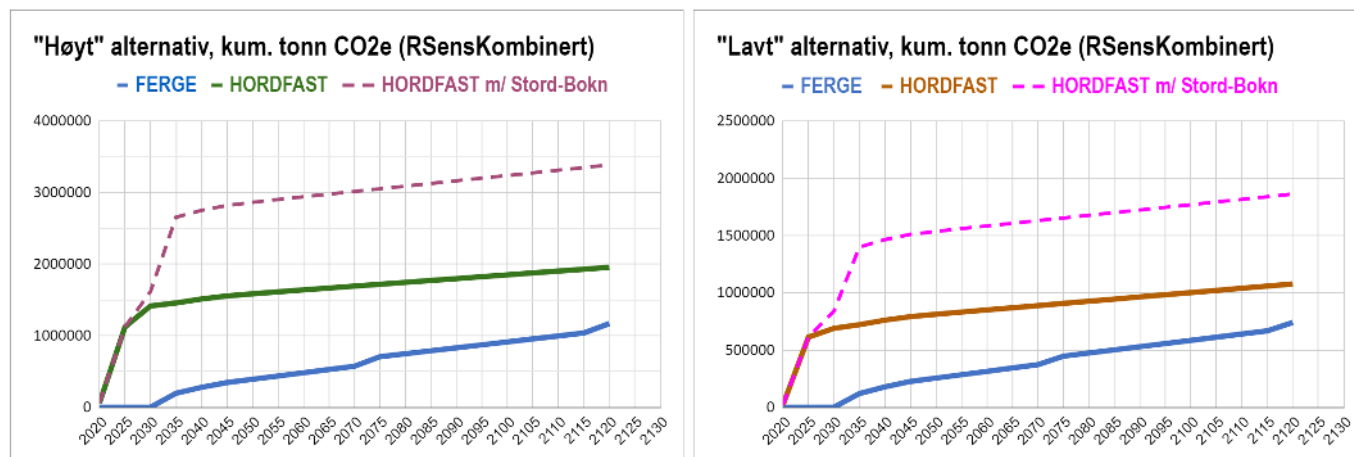
## 9. Diskusjon

### 9.1 Andre faktorer

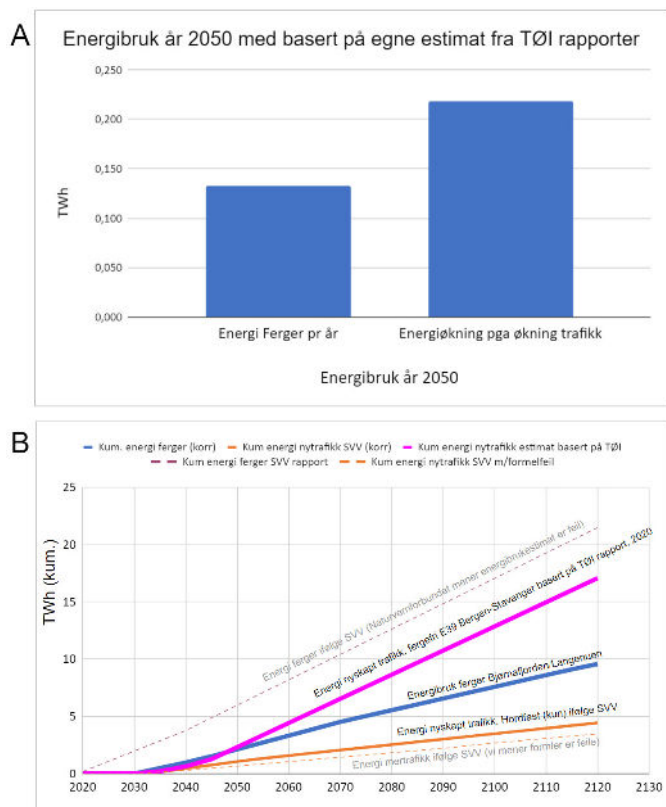
Beregning av utslipp, energibruk etc. er utvilsomt en krevende øvelse, med mange usikkerhetsmomenter. Vi tror vi har tatt med de viktigste faktorene slik at konklusjonen vår virker robust. Noen tema for videre diskusjon:

<sup>17</sup>Det virker vel intuitivt ulogisk at den jevne bilist skal nå foretrekke en nyåpnet vei med svært høye bompenger, i stedet for å kjøre etablerte veier med lave eller ingen bompenger?

<sup>18</sup>Antar kun elbiler, der personbiler bruker 0,2 kW/km mens tungtrafikken bruker 3 kW/km ved normal fart. Antar så 10 % tungbilandel. Siden dette er motorvei så det mer energikrevende pga høy fart, så vi multipliserer energien ytterligere med 1,2 (se figur 22, så faktor 1,2 er konservativt). Dette multipliserer vi igjen med netto økning i ÅDT, samt 365 for årlig energiforbruk



**Figur 20.** En kombinasjon av mer realistiske forutsetninger i regnestykkene. Grafene “Hordfast” og “Fergene” er en kombinasjon av ‘RSensElmiks2’ (mer realistisk CO2e intensitet som avtar over tid) og ‘RSensFerge2’ som har korrigert energiforbruk for ferge. For grafen “Hordfast + Stord/Bokn” er ytterligere utslipp fra Stord Bokn lagt til, inklusiv trafikkøkning (RSensStordBokn2); fordi en tydelig “ringvirkning” av Hordfast er forsert bygging av motorvei mellom Stord og Bokn. Grafene viser med all tydelighet at å beholde fergeløsningen gir signifikant lavere utslipp over hele 100-årsperioden.



**Figur 21.** TØI-rapporten om fergefri E39 [54] indikerer betydelig økning i trafikkarbeid som følge av E39. Her estimerer vi at økning i energibruk som følge av økt trafikkarbeid utgjør 0,21 TWh i 2050 (A, øverste graf), som signifikant mer enn fergene vil bruke. I nederste graf (B) har vi sammenstilt kumulativ energibruk mot tid, og vi anslår at fergefri og oppgradert E39 mellom Bergen og Stavanger totalt vil kreve mer energi enn fergealternativet allerede etter år 2055. Slike beregninger har imidlertid store usikkerheter. Merk at ekstra energibruk som følge av selve byggingen og bygningsmaterialer av Hordfast ikke er med; dette vil i tilfelle gi den rosa kurven et markant løft de første årene.

- Vi har fulgt premissene til SVV sin analyse som plottes “høy-høy” og “lav-lav” mot hverandre. Teknisk sett er dette en pussig måte å gjøre da det er ingen sammenheng (korrelasjon) for at eksempelvis at “høy” fra arealinngrep inntreffer sammen med “høy” fra utslipp fra byggeprosessen. Ideelt sett skulle man kjørt dette med fordelinger og korrelasjoner mellom faktorer i en Monte-Carlo simulering med verktøy som @RISK (alfasoft.com), men det er en mer krevende øvelse. Også det å sette startåret til år 2020 er forvirrende.

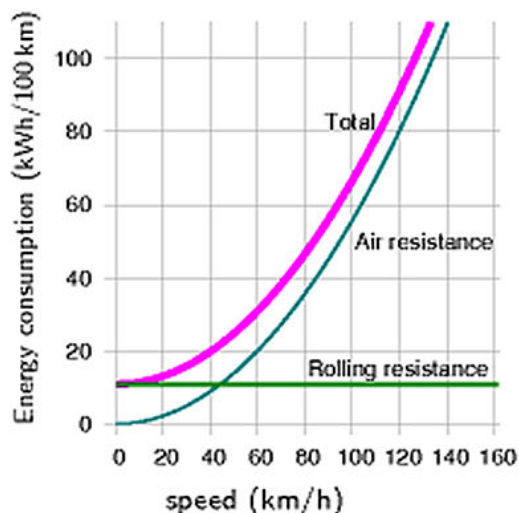
- På regnearket vårt, i fanen ‘Tunneler etc’ så sammenligner vi inngangsdata for Hordfast med tall fra klimaregnskapet til Arna-Stanghelle[57]. Omregnet til en-løps tunneler med profil T10,5 så er lengden tunnel i disse prosjektene så og si identiske (36,5 km). E16 Arna-Stanghelle er nesten utelukkende tunnel, og utslipp for bygging er estimert til ca 180 000 tonn CO2e, mens utslipp fra tunnelbygging Hordfast (samme volum) er estimert til 45 200 tonn CO2e. Altså ca 25 % av utslippet til Arna-Stanghelle. Hva er forklaringen på dette?

- Alsaker hevder i foredraget [4, 49 min.] at Hordfast fjerner inntil(?) 5 fergestrekninger, men det er ikke riktig. Først, Hordfast fjerner ikke fergene i sør (ved Hodnaneset), da dette i dag er et trekant-samband som også går til Huglo. Ruten (og fergene) til Huglo må fremdeles opprettholdes, selv om frekvensen nok totalt blir endel lavere. Dette er merkelig nok ikke tatt høyde for i klimareporten til SVV. Dernest det å fjerne de to fergene til Austevoll for så å erstatte dem med en ny til Gjøvåg, er en netto gevinst på en fergestrekning, ikke to slik foredraget gir inntrykk av. Å etablere nye veier og fergeleier i Austevoll og på Gjøvåg gir nye arealinngrep.

- “Dagens ferger er bygget i Tyrkia” sier Alsaker [4, 50:30]. Utsagnet er upresist og gjelder kun Halhjem-Sandvikvåg. El-fergen “Kommandøren” (Halhjem-Tysnes) er bygget på Fjellstrand verft (Vestland). Skroget er i aluminium og er 60 % lettere enn om det hadde vært bygget i stål[58]. Fergene “Julsund”, som betjener Hodnaneset-Jektevik-Huglo, er bygget i Aukra (Møre og Romsdal) [58]. Alle regnestykkene til SVV handler om stål, men kanskje neste Halhjem-Sandvikvåg også vil bli bygget i aluminium slik som MF Kommandøren (Halhjem-Våge) eller MF Ampere, eller til

og med karbonfiber<sup>19</sup> noe som kan spare mye fremdriftsenergi.

- Hvis bygging av ferger er viktig i regnskapet; hvorfor er bygging av nye biler som følge av nyskapt trafikk utelatt? Nye biler fra for eksempel Kina vil trolig ha et høyt karbonavtrykk i produksjonen i mange tiår fremover. LCA studier av elektrisk bilproduksjon er gjort[59] og må legges inn i fremtidige analyser.
- Beregning av energibruk og karboninnhold i el-miksen bør også inngå i drift av veien, blant annet belysning, vifter i tunneler, og ikke minst pumper i undersjøiske tunneler (den 8 km lange tunnelen mellom Ulvenvatnet og Gulholmen blir undersjøisk).
- Arealbruk; SVV-rapporten sier at man reetablerer vegetasjon etterpå og antyder at tall for utslipp arealbruk trolig er for høye. Men mesteparten av CO<sub>2e</sub> er lagret i bakken [60], ikke i vegetasjonen, og det kan ta flere tusen år å bygge dette opp igjen<sup>20</sup>. Naturvernforbundet har også grunn til å tro at myrdybdene brukt i Hordfast estimatet (snitt 1,2 m) er for lave [62].
- “Modellen for trafikkendringene er entydige” sier Alsaker i foredraget [4, 56:00], og nærmest konkluderer at Hordfast sin trafikkøkning mot år 2050 domineres av omdirigert trafikk, ikke nyskapt trafikk. Men få ting er vel egentlig mer usikkert enn trafikkprognoser og fremtidige endringer i kjøretøykilometer [63]. Vi viser også til tidligere (seksjon 8) der Oslo Economics sin rapport til NTP[55] sier at mesteparten av trafikkøkningen fra Hordfast allerede i 2030 vil være nyskapt trafikk, samt figurene til TØI (figur 18). Endring i antall kjøretøykilometer som følge av Hordfast burde vært modellert som en stor usikkerhet i oppsettet.
- Om flystrekningen Bergen-Stavanger blir lagt ned som følge av Hordfast er usikkert. I dag er denne flystrekningen en del av større samband (kystruten Trondheim-Ålesund-Bergen-Stavanger) og fly fra Trondheim vil fortsatt mellomlande i Bergen før de drar videre til Stavanger. Hvis man regner på det, og inkluderer “terminaltid og logistikk” for begge reiseformer, så er fly langt mer tidseffektivt enn buss Bergen-Stavanger (buss har også fartsbegrensning på 100 km/t) og nettopp Bergen-Stavanger er ansett som ideelt for el-fly i løpet av relativt få år (se for eks. TØI rapporten “*Fremskyndet innfasing av elfly i Norge*” [64]).
- SVV gjør et poeng ut av at ferger har økende energibruk for samme strekning ved økende fart. Men dette forholdet gjelder alle fremkomstmidler. I figur 22 ser vi at en personbil som kjører i 110 km/t typisk bruker dobbelt energimengde per kjørt kilometer (ved jevn fart) sammenlignet med om den kjører i 70 km/t. Dette var også bakgrunnen for at Det internasjonale energibyrået (IEA) ba om reduserte fartsgrenser som følge av krevende energisituasjonen i Europa i 2022[65]. Hvis SVV er opptatt av redusert energibruk, så er motorveier med høye hastigheter neppe løsningen, og særlig ikke hvis de anlegges for å øke trafikken betydelig slik Hordfast legger opp til.



**Figur 22.** For biler gjelder tilsvarende energilover som for ferger, selv om det argumentet er utelatt av SVV. I eksemplet her ser vi at en personbil som har en fart på 110 km/t bruker om lag dobbelt så mye drivstoff (energi) på samme strekning sammenlignet med en som kjører i 70 km/t. Dette var også bakgrunnen for at IEA ønsker redusert fart i forbindelse med den krevende energisituasjonen i Europa i 2022 (figurkilde: [66]).

## 9.2 Hvor mange flyreiser utgjør utslipp fra bygging- og arealinngrep?

I 2019 var det omkring 8000 flyavganger mellom Bergen og Stavanger. Ifølge SVV sin rapport (tabell 11 side 25) så er det beregnede CO<sub>2e</sub> utslippet fra flytrafikk Stavanger Bergen ca 2,2 tonn pr. tur. Tar man et omtrentlig gjennomsnitt av ‘høy’ og ‘lav’ for areal- og byggeutslipp Hordfast får man 1,1 million tonn, noe som tilsvarer hele 500 000 flyreiser, eller 8000 årlige flyavganger i hele 62 år. Og det er med dagens flyteknologi, om få tiår er trolig flytrafikken nær utslippsfri[64], og det gjør tallene enda verre for Hordfast.

Legger man på Stord-Bokn så blir areal- og byggeutslipp ca 2,1 millioner tonn, altså betyr det et utslipp som tilsvarer 8000 årlige avganger (med dagens flyteknologi) de neste 120 årene!

## 9.3 Norges klimamål mot 2030

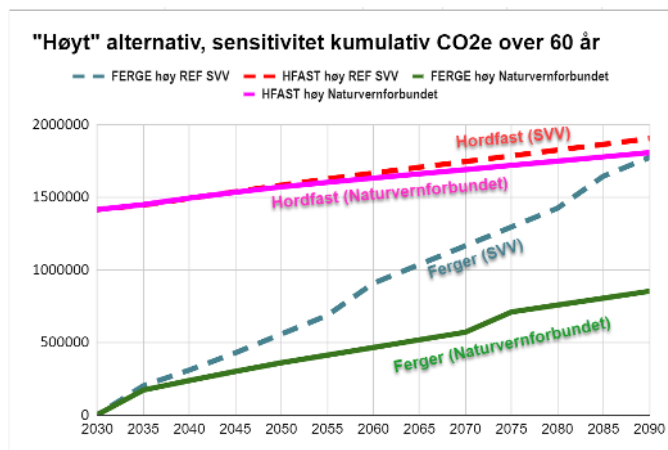
Den norske regjeringen (Hurdalsplattformen) har satt et svært ambisiøst mål med at Norges utslipp skal kuttes med 55 % i 2030 sammenlignet med 1990 [67]. For å nå dette målet må vi kutte omlag 3 millioner tonn pr. år frem mot 2030 [68], noe som utvilsomt er en krevende oppgave. Utslippene skal videre kuttes mot (nær) null (klimanøytralitet) frem mot 2050 [69]. Metodikken er omtalt i “klimakur 2030”[70].

Dette er også et viktig tema i Nasjonal transportplan (NTP) [12]. Søker man på ordet ‘klimagass’ i den NTP-rapporten, får man hele 75 treff, og side 67 sier rett ut at *Nasjonal transportplan skal bidra til at Norges klima- og miljømål oppfylles.*

Bygging av ny vei er en stor kilde til utslipp, og grafene viser at Hordfast slett er ikke noe unntak. Høye utslipp i en tidlig fase vil forsterke klimautfordringene og gjøre at klimaendringene påvirker kloden i en lengre periode enn om tilsvarende utslipp kommer senere, og derfor haster det med å kutte utslipp raskt og mye. Kumulative utslippstall fra Hordfast ved oppstart (her år 2030) viser at netto CO<sub>2e</sub> utslipp fra 0,7 millioner (lavt alternativ) til 1,4 millioner tonn (høyt alternativ). Legger man på bygge- og arealutslipp fra Stord-Bokn i tillegg, blir netto utslipp opp mot 2,5 millioner tonn i ”høyt alternativ” (figur 17). Altså økning i nesten samme størrelsesorden som må kuttes i alle sektorer pr. år!. *Det er derfor hevet over enhver tvil at bygging av Hordfast (og andre arealkrevende veiprojekter; motorveier spesielt) er i sterk konflikt med våre ambisjoner for kutt i utslipp mot 2030 og*

<sup>19</sup> Skipsverftet Brødrene Aa i Gloppen har spesialisert seg på skrog i karbonfiber og kompositt som er betydelig lettere enn stål.

<sup>20</sup> En 5 meter dyp myr er omlag 5000 år gammel, se [61].



**Figur 23.** Kumulative CO2e utslipp over vanlig analyseperiode på 60 år fra åpning (2030), for "høyt alternativ". Her er SVV sine grafer (korrigert for feil) og Naturvernforbundet sine 'RSensKombinert' plottet sammen, og vi er enige: *Hordfast gir betydelig større utslipp enn fergealternativet over analyseperioden.*

videre mot 2050.<sup>21</sup>

## 9.4 Teknologisk utvikling over 100 år

Som nevnt før er 100 år en veldig lang analyseperiode; trolig altfor lang da sannsynligheten for banebrytende endringer innen teknologi, klima, demografi etc. er svært stor. For eksempel kan vi nevne at det for 100 år siden (1920) var det omlag 6700 personbiler i Norge, mens det i 2020 var 2 823 543 personbiler (over 2,8 millioner). Verdens befolkning i 1920 var om lag 1,91 milliarder, mens den i 2020 er nær 7,75 milliarder (firedobling på 100 år), og antibiotika som Penicillin var ukjent før 1928. Så mye kan skje på 100 år.

Av og til er selv 3 år frem i tid for langt for en transportanalyse. Et eksempel på det er et notat som Statens vegvesen ga ut i 2016 [72] om prognoser for fergedrift dersom Hordfast ikke blir realisert. På side 6 i dette notatet kan vi utlede at "Elektrisk drift (for prognoseperioden 2020-2050/2060) er neppe aktuelt for Halhjem – Våge på grunn av lengde på sambandet". Men bare 3 år senere var el-fergen "MF Kommandøren" [58] på plass i nettopp dette sambandet.

Hvilke transportteknologier har vi om 30 år, 60 år, 100 år? Dette er blant diskutert i Ekspertutvalget for transportinfrastruktur sin rapport[73], men også et viktig tema i NTP[12]. Teknologi kan endres raskt, og nyvinninger som Volocopter[74], elektriske sjøfly[75] og Hyperloop[76] er allerede lansert. Så kanskje motorveien og broen over Bjørnafjorden teknisk sett vil ha en levetid på 100 år - men vil den bli brukt om 100 år på samme måte som i dag? Det er det som er forskjellen mellom *teknisk levetid* og *funksjonell levetid* [77], og i transportanalyser er det sistnevnte som må gjelde etter vårt syn.

Minst usikkerhet i en slik analyse har de første kommende tiårene. Bruker vi 60 år som analyseperiode slik det gjøres i andre samferdselsprosjekter, så er Naturvernforbundet og SVV faktisk enige om at Hordfast gir kumulative klimagassutslipp som er langt større enn det vi kan forvente fra nullalternativet (beholde ferge), se figur 23.

## 10. Konklusjoner

Naturvernforbundet har gått grundig igjennom underlagsmaterialet fra Statens Vegvesen i forbindelse med rapporten om klimagassutslipp som følge av Hordfast [1], og finner i tillegg til noen tekniske regnefeil at noen sentrale forutsetninger er urimelige, som igjen gir feil konklusjon.

<sup>21</sup>I tillegg scorer Hordfast svært dårlig på flere av myndighetenes andre nasjonale miljømål: Naturmangfold, [71], kulturminner og friluftsliv.

- Naturvernforbundet er rimelig sikker på at den antatte energibruken for dagens ferger Halhjem-Sandviksvåg i SVV sin modell er altfor høyt, og vi mener at nivået skal ligge mellom 50 og 60 % av det SVV bruker. I tillegg må vi forvente videre energieffektivisering for fergene.
- Et annet svært følsomt element er inngangsdata for CO2e innhold i el-miksen over tid, som SVV har satt konstant over 100 år til verdier som viser at de har ingen tiltro til de politiske ambisjonene om karbonnøytralitet i Europa innen 2050. Når vi korrigerer til det Naturvernforbundet mener er mer realistiske LCA verdier basert på publiserte standarder og prognoser, så endres utfallet signifikant og Hordfast gir kumulativt større utslipp enn fergeløsningen over hele 100-årsperioden.
- Vi mener også at regnestykket må omhandle at Hordfast vil forsterke krav om videre motorveitbygginger mellom Bergen og Stavanger (Bokn-Stord etc.), som igjen vil gi ytterligere svært høye utslipp, inngrep og trafikkøkning. Uttrykt i antall flyreiser (med dagens flyteknologi) betyr det at bare bygge- og arealutslipp fra Hordfast alene tilsvarer hele 8000 årlige flyreiser Bergen-Stavanger de neste 60 årene, mens ytterligere utbygging Bokn-Stord tilsvarer 8000 årlige reiser i 120 år.
- Bygging av Hordfast og videre motorvei mellom Bergen og Stavanger er i sterk konflikt med Norges sine vedtatte klimamål som innebærer kraftige kutt mot 2030 og videre mot 2050, i tillegg til Norges mål om bevaring av naturmangfold.

I Nasjonal transportplan (NTP) [12, s. 67] er våre folkevalgte tydelige på at NTP skal bidra til halvere klimagassutslipp fra transportsektoren innen 2030, samt at NTP skal være forankret i handlingsplan for stans i tap av naturmangfold [78]. Den planlagte trafikkveksten legger også et betydelig økt press inn mot byene, og strider utvilsomt mot de vedtatte nullvekstmålene.

Oppsummert er det *garantert* at bygging av E39 Stord – Os, hvor ferge erstattes av bru og ny veg, gir en kraftig økning i utslipp av CO2-ekvivalenter de første tiårene etter bygging, og vi bidra svært negativt til Norges ambisiøse klimakur planer de neste tiårene. Det er også *overveiende sannsynlig* at kumulative utslipp over en hel hundreårsperiode vil være mye høyere med Hordfast enn ved å beholde dagens fergeløsning. Hordfast vil aldri bli noe "grønt" prosjekt, verken for klimagassutslipp eller naturmangfold, og gitt de alvorlige miljøutfordringene vi har både regionalt og globalt, så må den videre planleggingen av dette prosjektet stoppe umiddelbart.

## Referanser

- [1] Tore Askeland. *Studie - Beregning av klimagassutslipp for fast samband kontra ferjedrift*. Statens Vegvesen. 2022. URL: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2981972>.
- [2] SVV. *Vedlegg 1. Forutsetninger og delberegninger i rapporten*. Statens Vegvesen (sendt Naturvernforbundet). "Studie - Beregning Av Klimagassutslipp for Fast Samband Kontra Ferjedrift." 2022. URL: <https://drive.google.com/file/d/1pAcCV0pE99gnSZEmMjmolORMmioJVeeH/view?usp=sharing>.
- [3] Bergen Næringsråd. *Det nye Vestlandet*. Video fra 2020 konferansen. Okt. 2020. URL: <https://www.facebook.com/bergenchamber/videos/777197776457078>.
- [4] Bergen Næringsråd. *Det nye Vestlandet*. Video fra 2021 konferansen. Nov. 2021. URL: <https://vimeo.com/648477240/c5eae50e07>.
- [5] Inge Alsaker. *Utslepp CO2 Hordfast - (!) eller (?)* Nye Vestlandet, konferanse 2020. URL: <https://bergenchamber.no/media/3751/inge-alsaker-hordfast.pdf>.
- [6] Leif Rune Løland. *Fylkesmannen slaktar Hordfast-plan*. NRK. 2017. URL: <https://www.nrk.no/vestland/fylkesmannen-slaktar-hordfast-plan-1.13339064>.
- [7] NTB. *Statsforvalteren i Vestland bekymret for naturinngrep på E39*. Jan. 2022. URL: <https://www.bygg.no/statsforvalteren-i-vestland-bekymret-for-naturinngrep-pa-e-39/1487997!/>.
- [8] Tore Grønås. *Hordfast er så miljøvennlig at det fortjener Svanemerket*. Bergens Tidende. Okt. 2020. URL: <https://www.bt.no/btmeninger/debatt/i/39J2nM/hordfast-er-saa-miljoevennlig-at-det-fortjener-svanemerket>.
- [9] Jan Helge Nesse. *Hordfast gir store kutt i klimagassar*. Avis Sunnhordland. Jan. 2021. URL: <https://www.sunnhordland.no/meiningar/hordfast-gir-store-kutt-i-klimagassar/>.
- [10] Kjetil Gillesvik. *Mener klimavennlige ferger er sløsing med strøm*. Bergens Tidende. Mar. 2021. URL: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/7KmeLv/mener-klimavennlige-ferger-er-sloesing-med-stroem>.
- [11] Erik Fossen. *Gigantbroen vil gi en stor klimagevinst, mener tilhengerne. Nå er et nytt regnestykke klart*. Bergens Tidende. 2020. URL: <https://www.bt.no/nyheter/innenriks/i/dlJdjX/gigantbroen-vil-gi-en-stor-klimagevinst-mener-tilhengerne-naa-er-et-nytt-regnestykke-klart>.
- [12] Regjeringen. *Nasjonal transportplan 2022-2033 St.melding 20 (2020-2021) (NTP)*. 2021. URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab417af0b8e4b5694591450f7dc6969/no/pdfs/stm202020210020000dddpdfs.pdf>.
- [13] Inge Alsaker. *Klimakonsekvensar ved bygging av fast samband for ferje. Eksempel: Stord - Os*. Nye Vestland konferansen (foiler). Nov. 2021. URL: <https://www.bergenchamber.no/media/4420/1057-ppt-inge-alsaker.pdf>.
- [14] Statens vegvesen. *Statens vegvesen porteføljeprioritering*. Brev til Samferdselsdepartementet. Mai 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan-ntp/gjennomforingsplan-2022-2027/statens-vegvesens-portefoljeprioritering-.pdf>.
- [15] Erik Fossen. *Allerede i høst fikk politikere nye klimaargumenter for Hordfast. Først nå kan Naturvernforbundet peke på alt de mener er galt*. Bergens Tidende. Mar. 2022. URL: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/47J139/allerede-i-hoest-fikk-politikere-nye-klimaargumenter-for-hordfast-foerst-naa-kan-naturvernforbundet-peke-paa-alt-de-mener-er-galt>.
- [16] Leif Rune Løland. *Ny Hordfast-rapport frå Vegvesenet: – Motorvegbrua meir klimavenleg enn elferjer*. NRK. 2022. URL: [https://www.nrk.no/vestland/ny-hordfast-rapport-fra-vegvesenet-\\_-motorvegbrua-meir-klimavenleg-enn-elferjer-1.15886918](https://www.nrk.no/vestland/ny-hordfast-rapport-fra-vegvesenet-_-motorvegbrua-meir-klimavenleg-enn-elferjer-1.15886918).
- [17] SVV. *20211103 Trafikkdata modellkøyring*. Regneark som del-leveranse ifm Hordfast Klimarapport. 2022. URL: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/10\\_obPjJUiOOTRnsWm1RsByHienRBkuaQ/edit?usp=sharing&oid=114634363663360045563&rtppof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/10_obPjJUiOOTRnsWm1RsByHienRBkuaQ/edit?usp=sharing&oid=114634363663360045563&rtppof=true&sd=true).
- [18] Naturvernforbundet. *Modellkøyring NNV HFAST vs Ferge sensitiviteter*. Regneark. 2022. URL: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XhBerWrwWCZl1j3QHhMLEER9sIzdpS0a\\_9s6Q9Zb1-j4/edit#gid=915497544](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XhBerWrwWCZl1j3QHhMLEER9sIzdpS0a_9s6Q9Zb1-j4/edit#gid=915497544).
- [19] Tom Arne Moe. *Her blir det flere ulykker enn i dag*. 2016. URL: <https://www.nrk.no/vestland/her-blir-det-flere-ulykker-enn-i-dag-1.12880835>.
- [20] Otto Von Münchow. *Samstemte om at Hordfast er en dårlig idé*. TØI debatt. 2018. URL: <https://samferdsel.toi.no/nyheter-old/samstemte-om-at-hordfast-er-en-darlig-ide-article34072-2207.html?noredirect=1>.
- [21] DNV GL. *Notat om tilgjengelig ladeeffekt for samband*. Memo 18JL697-31/ AMJ. 2015. URL: [https://drive.google.com/file/d/1ZnV32jOR2TDsvksAlwF4u2B\\_-fOc49pP/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1ZnV32jOR2TDsvksAlwF4u2B_-fOc49pP/view?usp=sharing).
- [22] Paul André Sommerfeldt. *Fergene kommer i drift om kort tid*. Bergens Tidende. Mar. 2019. URL: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/6nmkMO/fergene-kommer-i-drift-om-kort-tid>.
- [23] A Goodwin og K H Storaker. *Hydrogen in the Maritime Sector*. Master thesis, Norwegian School of Economics. 2015. URL: <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/2383310/masterthesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [24] H Solberg og H Elsebutangen. *Multitjeneste ladestasjon ved el-fergekai og/eller stasjonært energilager – potensiale og lønnsomhet i et systemperspektiv*. Master thesis, NMBU. 2018. URL: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2565513/Elsebutangen%2c%20Solberg%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [25] J B Englund og H F Krattum. *Miljøvennlige fergeløsninger i Nordland fylke*. Master Thesis, NHH. 2021. URL: <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/2982501/masterthesis.PDF?sequence=1&isAllowed=y>.
- [26] M Nawrozi og A S Al-Mansoori. *Hydrogen som en av energibærerne ombord på ferje*. Bachelor prosjekt, Høgskolen på Vestlandet. 2017. URL: [https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/bitstream/handle/11250/2455808/Nawrozi\\_AlMansoori.pdf?sequence=1](https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/bitstream/handle/11250/2455808/Nawrozi_AlMansoori.pdf?sequence=1).
- [27] DNV-GL. *Elektrifisering av bilferger i Norge -kartlegging av investeringsbehov i strømmettet*. 2015. URL: <https://www.energinorge.no/contentassets/0ae3a2b651ae4e83a0487ad493c3270c/elektrifisering-av-bilferger-i-norge.pdf>.
- [28] Maritimt Magasin. *Flatøy*. Apr. 2019. URL: <https://maritimt.com/nb/batomtaler/flatoy-042019>.
- [29] Statens Vegvesen, Nye Veier, med flere. *Klimaeffekt av virksomhetenes prioriterte prosjekter i NTP 2022-2033*. Innspill til NTP 2022-2033. 2020. URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/5a0bb3ce451a491f9648322a33f19bfff/klimaeffekt-av-virksomhetenes-prioriterte-prosjekter-i-ntp-2022-2033-web.pdf>.
- [30] DNV-GL. *Maritime forecast to 2050 Energy transition Outlook*. 2019. URL: [https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/DNV-GL\\_2019\\_Maritime-forecast-to-2050-Energy-transition-Outlook-2019-report.pdf](https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/DNV-GL_2019_Maritime-forecast-to-2050-Energy-transition-Outlook-2019-report.pdf).
- [31] S A Caughtlan. *Energy efficiency white paper*. SHIP OPERATIONS COOPERATIVE PROGRAM. 2016. URL: [https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/2020-12/15099\\_01\\_%20SOCP%20Marine%20Vessel%20Energy%20Efficiency\\_Rev-\\_signed.pdf](https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/2020-12/15099_01_%20SOCP%20Marine%20Vessel%20Energy%20Efficiency_Rev-_signed.pdf).

- [32] Maritimt Forum. *Teknologi som reduserer energiforbruket på pendelferger*. Sep. 2019. URL: <https://www.maritimt-forum.no/nordvest/nyheter/2019/teknologi-som-reduserer-energiforbruket-pa-pendelferger>.
- [33] Paul Balcombe, James Brierley, Chester Lewis mfl. «How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies». I: *Energy Convers. Manage.* 182 (feb. 2019), s. 72–88. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890418314250>.
- [34] Bastø-Fosen. *Moss - Horten fergene blir elektriske*. 2022. URL: <https://basto-fosen.no/nyhetsarkiv/moss-horten-fergene-blir-elektriske>.
- [35] NVE. *Hvor kommer strømmen fra?* Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE). 2022. URL: <https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/hvor-kommer-strommen-fra/>.
- [36] *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe*. URL: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>.
- [37] European Environment Agency. *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe*. en. <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>. Accessed: 2022-6-24. URL: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>.
- [38] Energy outlook. *2050 projections for CO2 intensity of electricity generation*. 2022. URL: <https://eneroutlook.enerdata.net/forecast-world-co2-intensity-of-electricity-generation.html>.
- [39] Wikipedia contributors. *Life-cycle greenhouse gas emissions of energy sources*. 2022. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle\\_greenhouse\\_gas\\_emissions\\_of\\_energy\\_sources](https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_greenhouse_gas_emissions_of_energy_sources).
- [40] UNECE. *Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources*. 2022. URL: [https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA\\_3\\_FINAL%20March%202022.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf).
- [41] Standard Norge. *NS 3720 - Metode for klimagassberegninger for bygninger*. (Dokument ikke tilgjengelig, bak betalingstjeneste). 2018. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=992162>.
- [42] Carine Lausset, Vilde Borgnes og Helge Brattebø. «LCA modelling for Zero Emission Neighbourhoods in early stage planning». I: *Build. Environ.* 149 (feb. 2019), s. 379–389. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318307777>.
- [43] Stine B Torstensen. *Klimaregnskap for fjernvarme 2020 (Felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen - Oppdatering 2020)*. Fjernvarmebransjen. 2020. URL: [https://www.fjernkontrollen.no/uploaded/files/2020\\_06\\_01\\_klimaregnskap\\_for\\_fjernvarme\\_2020.pdf](https://www.fjernkontrollen.no/uploaded/files/2020_06_01_klimaregnskap_for_fjernvarme_2020.pdf).
- [44] Johs Bjørndal. *Renevo starter opp på Stord, vil bygge anlegg nummer to i Etne*. Kretsløpet. URL: <https://www.kretsløpet.no/vatorganisk/renevo-starter-opp-pa-stord-vil-bygge-anlegg-nummer-to-i-etne/>.
- [45] Statens Vegvesen. *E39 Stord Os*. Prosjektside. 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/europaveg/e39stordos>.
- [46] Terje Størksen. (+) «Råtaffell» og prisstigning kan sprengje Rogfast. URL: <https://www.h-avis.no/rataffell-og-prisstigning-kan-sprengje-rogfast/s/5-62-1324654>.
- [47] Tor Inge Jøssang. *Rogfast kan sprekke – igjen*. Stavanger Aftenblad. Mai 2022. URL: <https://www.aftenbladet.no/lokalt/i/7daVPv/rogfast-kan-sprekke-igjen>.
- [48] Samferdselsdepartementet. *Statsbudsjettet for 2019 - Supplerende tildelingsbrev nr. 23 - Statlig kommunedelplan for E39 Stord - Os - vedtak*. 2019. URL: <https://www.vegvesen.no/globalassets/vegprosjekter/utbygging/e39stordos/vedlegg/supplerende-tildelingsbrev-nr-23-2019-e39-stord-os.pdf>.
- [49] Pål Andreas Mæland, Ådne Lunde og Marie Bringslid. *Denne veien blir 1,4 milliarder dyrere. Her er de viktigste statsbudsjett-nyhetene for Vestland*. nb. Okt. 2020. URL: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/yR3EVg/denne-veien-blir-14-milliarder-dyrere-her-er-de-viktigste-statsbudsjett-nyhetene-for-vestland>.
- [50] Statens Vegvesen. *Tertialrapport for Statens Vegvesen per 30 april 2022*. 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/globalassets/om-oss/om-organisasjonen/arsrapporter/tertialrapport-for-statens-vegvesen-per-30-april-2022.pdf>.
- [51] Kjell Inge Davik. *Rogfast og Hordfast – slik skal det gjennomføres!* Statens Vegvesen. Foredrag “Det Nye Vestlandet”. 2021. URL: <https://bergen-chamber.no/media/4424/kid-rogfast-og-hordfast-bergen-23-nov-2021.pdf>.
- [52] Statens vegvesen. *Porteføljestyling av riksveiinvesteringer*. 2022. URL: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/gjennomforingsplan-2022-2027/kriterier-for-portefoljestyling-av-riksveiinvesteringer/>.
- [53] Sunnfast AS. *Sunnfast*. URL: <https://sunnfast.no/>.
- [54] TØI. *Ferjefri E39: Transport- og samfunnsøkonomiske beregninger*. 2020. URL: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=54362>.
- [55] Oslo Economics. *Tverrsektorielle analyser til Nasjonal transportplan 2022-2033*. Notat, Nasjonal Transportplan 2022-2033. 2021. URL: <https://osloeconomics.no/wp-content/uploads/2021/04/OE-rapport-2021-17-Tverrsektorielle-analyser-til-Nasjonal-transportplan-2022-2033-oppdatert-062021-1.pdf>.
- [56] TØI. *Framskrivinger for persontransport 2018-2050. Oppdatering av beregninger fra 2019*. 2021. URL: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=55526#page50>.
- [57] Statens Vegvesen, Bane Nor. *Klimagassiltak - forslag til videre arbeid*. Vossabanen E16 (Arna-Stanghelle). 2020. URL: [https://www.vegvesen.no/globalassets/vegprosjekter/utbygging/e16banearnastanghelle/vedlegg/fagrappporter/miljo/klimagassreduserende-tiltak---forslag-til-videre-arbeid\\_uas-01-q-00024.pdf](https://www.vegvesen.no/globalassets/vegprosjekter/utbygging/e16banearnastanghelle/vedlegg/fagrappporter/miljo/klimagassreduserende-tiltak---forslag-til-videre-arbeid_uas-01-q-00024.pdf).
- [58] Skipsrevyen. *M/F Kommandøren*. Jan. 2019. URL: <https://www.skipsrevyen.no/mf-kommandoren/1097350>.
- [59] Transport & Environment. *How clean are electric cars? T&E's analysis of electric car lifecycle CO2 emissions*. 2020. URL: <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2020/04/TEs-EV-life-cycle-analysis-LCA.pdf>.
- [60] Naturvernforbundet. *Skog og skogbruk*. URL: <https://naturvernforbundet.no/noa/skog-og-skogbruk/category2154.html>.
- [61] Sabima. *Myr er levested for mange arter, karbonlager og flomdemper*. Sabima. Okt. 2016. URL: <https://www.sabima.no/trua-natur/myr/>.
- [62] Erik Fossen. *Ifølge klimaregnskapet for Hordfast er myren 1,2 meter dyp*. *Naturvernerne fant noe helt annet*. Bergens Tidende. Mar. 2021. URL: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/eKq3Ey/ifoelge-klimaregnskapet-for-hordfast-er-myren-12-meter-dyp-naturvernerne-fant-noe-helt-annet>.
- [63] Av Øyvind, N Handberg, Elise Grieg mfl. *Bedre beslutningsgrunnlag i transportsektoren*. Menon publikasjon 103/2021. 2022. URL: <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-103-Bedre-beslutningsgrunnlag-i-transportsektoren.pdf>.
- [64] TØI. *Fremskyndet innfasing av elfly i Norge*. 2021. URL: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=71283>.
- [65] Kjetil Malkenes Hovland. *Slik vil IEA kutte globalt oljeforbruk*. <https://e24.no/olje-og-energi/i/Ea9dJ5/slik-vil-iea-kutte-globalt-oljeforbruk>. Accessed: 2022-8-19. Mar. 2022. URL: <https://e24.no/olje-og-energi/i/Ea9dJ5/slik-vil-iea-kutte-globalt-oljeforbruk>.

- [66] David J C MacKay. *File:Car fuel consumption (energy per distance) when driving at steady speed - David J.C. MacKay - Sustainable energy without the Hot Air page 259, 2009 - figure321.png*. Commons wikimedia. 2019.  
URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Car\\_fuel\\_consumption\\_%28energy\\_per\\_distance%29\\_when\\_driving\\_at\\_steady\\_speed\\_-\\_David\\_J.C.\\_MacKay\\_-\\_Sustainable\\_energy\\_without\\_the\\_Hot\\_Air\\_page\\_259,\\_2009\\_-\\_figure321.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Car_fuel_consumption_%28energy_per_distance%29_when_driving_at_steady_speed_-_David_J.C._MacKay_-_Sustainable_energy_without_the_Hot_Air_page_259,_2009_-_figure321.png).
- [67] Ina Andersen, Ellen Synnøve Viseth og Erik Martiniussen. *Ap og Sp lover klimakutt på 55 prosent innen 2030*. Teknisk Ukeblad. Okt. 2021. URL: <https://www.tu.no/artikler/ap-og-sp-lover-klimakutt-pa-55-prosent-innen-2030/514226>.
- [68] Kirsten Å Øystese. *Slik kan vi nå 2030-målet*. no. Jan. 2022. URL: <https://energilogklima.no/meninger-og-analyse/kommentar/slik-kan-vi-na-2030-malet/>.
- [69] Miljødirektoratet. *Klima - Miljøstatus*. Webside, aksessert Aug 17, 2022. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/>.
- [70] Miljødirektoratet. *Klimakur 2030*. 2022. URL: <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>.
- [71] Miljødirektoratet. *Naturmangfold - Miljøstatus*. Webside, aksessert Aug 17, 2022. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/naturmangfold/>.
- [72] Inge Alsaker. *Notat fergedrift: Vurdering framtidig ferjebehov dersom det ikke vert realisert ferjefritt samband over Bjørnafjorden*. Statens Vegvesen. 2016. URL: <https://www.vegvesen.no/siteassets/content/www.vegvesen.no/vegprosjekter/utbygging/e39stordos/vedlegg/kommunedelplan-med-ku/fagrapporatar---ku/notat-ferjedrift-20160224.pdf>.
- [73] Størdal et al. *Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet*. Rapport fra Ekspertutvalget - teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. 2019. URL: [https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget\\_web.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf).
- [74] Wikipedia. *Volocopter*. Jun. 2022. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Volocopter>.
- [75] Elflyportalen. *Elektriske sjøfly i rutetrafikk innen 2030?* en. 2021. URL: <https://www.elflyportalen.no/annenmedia/elektriske-sjofly-i-rutetrafikk-innen-2030/index.html>.
- [76] Thor Myklebust. *Hyperloop – lynrask reise for mennesker og varer*. TØI kronikk. URL: <https://samferdsel.toi.no/meninger/hyperloop-lynrask-reise-for-mennesker-og-varer-article34856-677.html>.
- [77] Multiconsult. *Levetider i praksis*. 2009. URL: [https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider\\_i\\_praksis.pdf](https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider_i_praksis.pdf).
- [78] Regjeringen. *Natur for livet. Norsk handlingsplan for naturmangfold*. Meld. St.14 (2015-2016). 2015. URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/902deab2906342dd823906d06ed05db2/no/pdfs/stm201520160014000dddpdfs.pdf>.