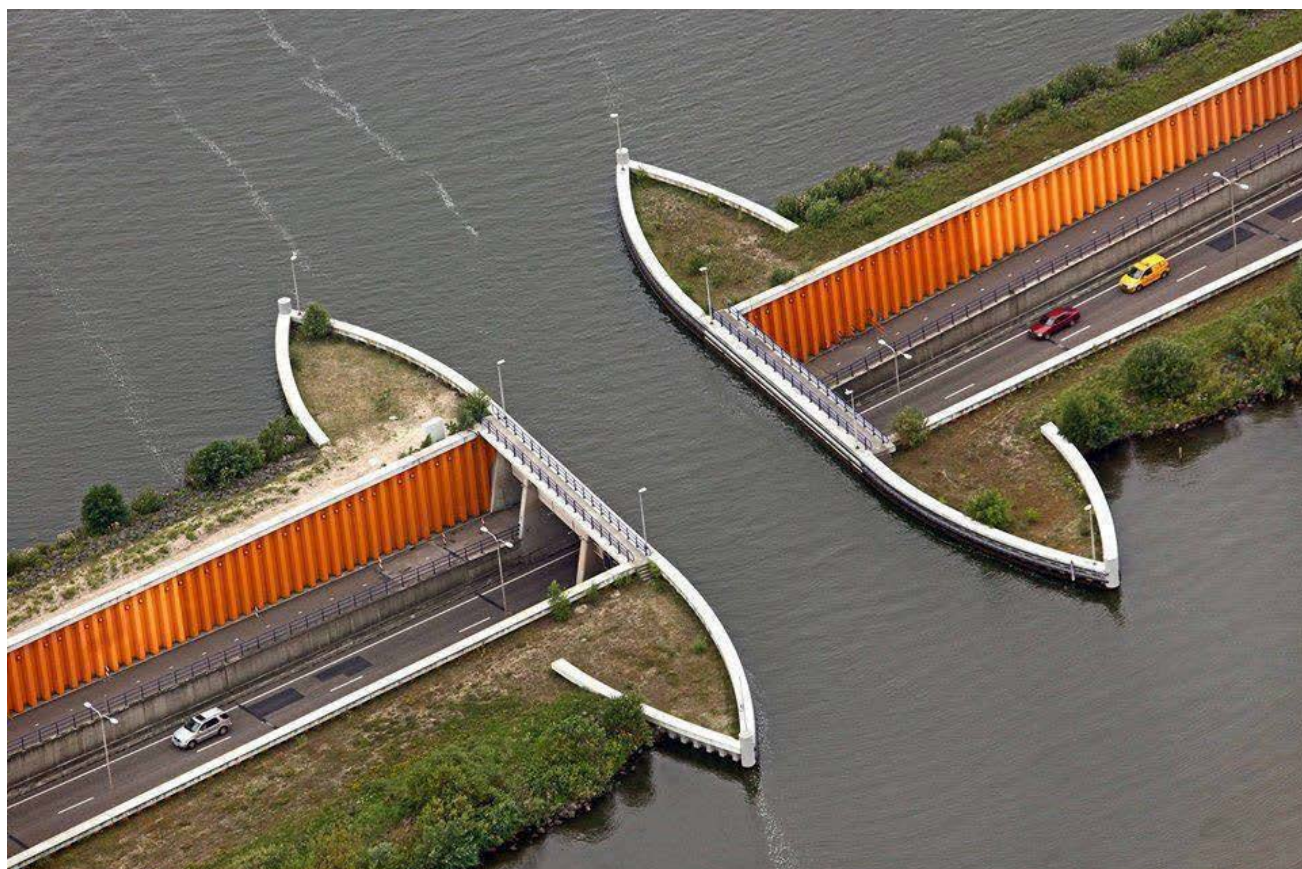


Ferjefri E39 - klimaeffekter



Ferjefri E39 - klimaeffekter



Statens vegvesen 22.6.2016

Sammendrag.

Denne rapporten utreder på et grovt nivå endring av CO₂-utslipp som følge av bygging av ferjefri E39 og ny veg med vegnormalstandard mellom ferjestrekningene i forhold til fortsatt drift på eksisterende veg. Beregningene summerer opp utslipp ved bygging, drift og vedlikehold av vegen over en 40-årsperiode, samt endret utslipp fra vegtrafikk (inkl. ferje) og fly- og hurtigbåttrafikk.

Hovedkonklusjonen i rapporten er:

Med de forutsetningene som er brukt i beregningene i denne rapporten, vil utslipp med en ny, ferjefri og oppgradert E39 over en 40-årsperiode bli nær identisk med utslippene vi får med fortsatt drift av dagens E39.

Resultatet er avhengig av hvilke antagelser en gjør om framtidig utvikling både innen teknologi, næringsliv, befolkning og trafikk, men følsomhetsberegninger viser at beregningene er relativt robuste.

Dersom ny, ferjefri E39 blir realisert ved bruk av bompenger, er det sannsynlig at utslipp av CO₂ vil gå noe ned i forhold til fortsatt drift av dagens E39.

Innhold

<i>Sammendrag</i>	2
FORORD	4
1. INNLEDNING	5
3. ANALYSER	7
3.1. Inndeling i analyseparseller.	9
3.2. Analyseforutsetninger.....	17
3.3. Beregning av utslipp ved bruk av verdier fra <i>EFFEKT</i>	18
3.4. Beregning av endrede utslipp fra ferje.	31
3.5. Beregning av endrede utslipp fra luftfart	35
3.6. Beregning av endrede utslipp fra hurtigbåt.	37
3.7. Vurdering av hvilken innvirkning veggeometri har på drivstofforbruk <i>Praktisk forsøk</i>	39
3.8. Beregning av utslipp fra bygging og drifting av fjordkryssingene.	42
4. SAMMENFATNING AV BEREGNING AV ENDREDE UTSLIPP AV KLIMAGASSER SOM FØLGE AV REALISERING AV «FERJEFRI E39»	47
DEL 2. RESULTAT FRA DELUTREDNINGER BRUKT I PROSJEKTET	49
1. <i>Forsøk med måling av utslipp fra kjøretøy med ulik veg-geometri og hastighet</i>	49
2. <i>Møreforskning Molde – flyplasstrukturen på Vestlandet</i>	49
3. <i>Transportmodell Dom Ferjefri E39. Resultat fra kjøring med RTM/NTM</i>	54
4. <i>Beregning av utslipp ved bygging og drifting av ny ferjefri E39</i>	56
Vedlegg 1. <i>Grunnlagsdata for beregning av utslipp fra ferje</i>	57
REFERANSER:	68

Forord

Denne rapporten gjør et *anslag* over CO₂-utslipp for en framtidig fullt utbygd, ferjefri E39 og for E39 hvis det ikke blir gjort større endringer i transportsystemet. Beregningene er gjort for en 40-årsperiode fra 2020 til 2060.

Dette er selvsagt umulig å gjøre med en rimelig sikkerhet, - til det er utvikling innen kjøretøy, ferje, fly og drivstoff alt for usikker. Det er derfor viet et eget kapittel til diskusjon om forutsetninger for beregningene samtidig som de konkrete forutsetningene som er brukt er presisert i et eget delkapittel.

I utgangspunktet er det brukt kjente verdier fra Statens vegvesen sine håndbøker, offentlig tilgjengelig statistikk, trendutvikling over de siste 15 – 20 år, trendanbefalinger fra SSB og andre statlige organ etc. som grunnlag for de utslippsverdier og de beregninger over framtidig utvikling som er gjort. Det er i tillegg gjort en del følsomhetsvurderinger for hvordan en endret utvikling vil slå ut på beregningene. Dette gir oss et godt grunnlag for å beregne hvilke utslipp en får ved dagens E39, samt hva en ville fått med en ferdig utbygd E39 dersom den hadde stått ferdig i dag. For å få et bilde av hvordan dette vil slå ut i en 40-årsperiode, må vi imidlertid spå om framtiden innen en rekke område:

- Trafikkutvikling og –sammensetning
- Utvikling i befolkningsstrømmer og næringsliv
- Utvikling i transportbehov i et framtidig samfunn både innen person- og godstransport
- Utvikling innen drivstoff/energibærer
- Utvikling innen motorteknologi
- Materialbruk i større konstruksjoner (fjordkryssingene)

Vi har god oversikt over trendutviklingen innen disse områdene de siste 20 – 30 år, og det har skjedd en forholdsvis jevn årlig effektivisering innen de fleste av områdene i denne perioden. Denne effektiviseringen er hovedsakelig drevet av økonomiske årsaker. Med de siste års fokus på globalt og lokalt klima, er det imidlertid mye som tyder på at vi innen flere av disse områdene står overfor trendsifter som er særdeles vanskelig å forutse. Slike trendsifter er ikke mulig å ta høyde for, og i denne rapporten har vi derfor beregnet en gradvis årlig effektivisering i samsvar med offentlige statistikker, og tilsvarende en gradvis økning i befolkning og transportbehov i samsvar med SSB sin MMMM.

Det er rimelig sikkert at med den utviklingen vi har sett over det siste tiåret, vil evt. trendsifter gå i retning av mindre CO₂-utslipp både for en framtidig fullt utbygd, ferjefri E39 og for E39 hvis det ikke blir gjort større endringer i transportsystemet. Slik sett er det som blir presentert i denne rapporten sannsynligvis et «verste scenario» for utslipp for hver enkelt transportform (selv om det er lagt inn en betydelig forbedring fram mot 2060 for alle transportformer).

Rapporten er utarbeidet av delprosjekt Samfunn i regi av prosjektet Ferjefri E39.

Inge Alsaker, Statens vegvesen Region vest er ansvarlig for innholdet i rapporten. I tillegg har også Børge Bang, Statens vegvesen Region midt deltatt i arbeidet.

1. Innledning

Bygging og bruk av transportinfrastruktur gir betydelige utslipp av klimagasser. Dette er en negativ faktor ved prosjektene som blir tatt inn i nytte-/kostnads-kalkylene, og veies opp mot de positive virkningene prosjektet ellers måtte ha. Prising av disse negative effektene er et omdiskutert tema, og mye tyder på at prisen på klimagassutslipp i framtiden vil bli vesentlig høyere enn i dag.

Tradisjonelt har Statens vegvesen benyttet EFFEKT-programmet til beregning av endring av utslipp og prissetting inn i N/K-kalkylen i forbindelse med bygging av vegprosjekt. «Ferjefri E39» er et så stort og komplisert prosjekt at dette imidlertid ikke er en tilfredsstillende metodikk:

- Det er en omfattende omfordeling av trafikk på nasjonalt nivå mellom fly, ferje, buss, tog og bil. Dette gir endringer i rutemønstre som ikke omfattes av transportmodellene.
- Det er betydelige vanskeligheter med å kjøre RTM/NTM og ikke minst EFFEKT på så omfattende modellområde som «Ferjefri E39» omfatter. Forenklinger som må gjøres i modellen, ikke minst på tungtransport, gjør beregninger med EFFEKT lite egnet.
- Utslipp ved bygging av ekstreme brukryssinger er ikke beregnet tidligere og dette må gjøres manuelt.

Målsettingen med denne rapporten er å gi et realistisk anslag på hvordan det er sannsynlig at bygging av en ferjefri E39 vil påvirke utslipp av klimagasser. Det er viktig å presisere at beregningene er gjort på et *grovt* nivå. Planene for «Ferjefri E39» er så langt på et svært overordnet nivå, og detaljerte beregninger kan ikke gjøres med det kunnskapsnivået en i dag har om prosjektet. Sammen med følsomhetsberegninger mener vi likevel at de grove beregningene vil gi en god pekepinn om utvikling av utslippsnivå for prosjektet. Det *ikke* gjort noe forsøk på å prissette disse virkningene opp mot nytteeffekter som prosjektet har.

Siden dette er et stort og omdiskutert felt, har vi vært nødt til å gjøre en del avgrensninger og forutsetninger i problemstillingen, både for å kunne beregne dagens utslipp og ikke minst i framtidig utvikling. Disse avgrensningene er beskrevet dels i kapittel 2. *Forutsetninger*, og dels under det enkelte beregningskapitlet. Det er også utarbeidet et eget kapittel som vurderer hvordan endrede forutsetninger på enkelte områder vil virke inn på beregningene.

Det er utført forsøk for beregning av utslipp fra personbil og tungtransport ved varierende vegstandard. Resultatene fra det praktiske forsøket er benyttet i beregningene. Oppsummering av metodikk og måleresultater fra forsøket er beskrevet i eget kapittel.

Det er også gjort en vurdering av «Ferjefri E39» sin påvirkning på fly- og hurtigbåttrafikk. Sammen med resultatene fra kjøring med NTM ligger denne til grunn for de antagelsene som ligger til grunn for endret rutemønstre/-frekvens for disse transportmidlene som er benyttet i beregningene i kap. 3.5. og kap. 3.6. Et sammendrag av rapporten er her tatt inn under Del 2 i denne rapporten. Det foreligger i tillegg en egen rapport fra Møreforsk.

2. Forutsetninger

Hovedforutsetningen som er gjort i rapporten er at det er gjort anslag på beregning av klimapåvirkningene av en *helt ny E39 fra Kristiansand til Trondheim*. Dette ligger til grunn både for beregning av utslipp i forbindelse med bygging og framtidig drift og vedlikehold, og i forhold til trafikk og utslipp fra trafikken.

I praksis er dette neppe en korrekt forutsetning: Deler av dagens E39 vil nok beholde dagens standard i mange år framover. Beregningene må derfor sees på som en teoretisk øvelse på hvordan et prosjekt av denne karakter påvirker utslipp av klimagasser.

Det er gjort en rekke forutsetninger for de beregningene som er gjort i denne rapporten. De viktigste er listet opp nedenfor:

- Strekningene fra Ålgård til Harestad i Stavanger og fra Hop til Vågsbotn i Bergen er unntatt fra beregningene. Dette er byområder som krever et litt annet fokus både i forhold til trafikk og klimautslipp, m.a. er lokal forurensning av NO_x viktig på disse strekningene. Strekningene er preget av rushtrafikk og vegutbyggingstiltak må her kombineres med restriksjoner på biltrafikk og tunge tiltak innen kollektiv, gange og sykkel for å lykkes med å løse trafikk- og utslippsproblemene. Utbygging av vegnettet og regulering av trafikken her blir styrt gjennom Nord-Jæren-pakka og Bergensprogrammet som er uavhengig av «Ferjefri E39». Regjeringen sitt mål om 0-vekst i personbiltrafikken byområdene skal være førende for trafikkutviklingen i disse områdene.
- For å begrense omfanget av beregningene, har vi brukt beregnede trafikk tall fra 2020 og 2060 som grunnlag for beregningene. Trafikkvolum mellom disse årene er direkte interpolert. Trafikken er beregnet *uten* bompenger både for dagens vegnett og for Ferjefri E39. Siden det er usannsynlig at prosjektet blir realisert uten bompengebetaling, gir en slik beregningsmetode en feilmargin med for høy trafikk (og for høye utslipp) for en ferjefri E39 fram til bompenger er nedbetalt. Det er gjort en enkel følsomhetsanalyse for å vise hvilke utslag på utslipp en gitt reduksjon av trafikk på grunn av bompengebetaling vil gi.
- I trafikkberegningene som prosjekt «Ferjefri E-39» har gjort, er det beregnet trafikale virkninger av en rekke ulike kombinasjoner av ferdig utbygging av strekningen. I klimavurderingene er det av kapasitetshensyn kun gjort beregning av alternativ 1: Full utbygging av ferjefri E39 (alle fjordkryssingene + vegutbedring/nybygging veg).
- «Ferjefri E39» vil ha konsekvens for rutevalg for en del trafikanter, noe vi ser gjennom kjøring av NTM. Dette medfører overført trafikk fra f.eks. E6 til E39. Nedgang i trafikk på alternative ruter utenfor E39 er *ikke* tatt med i regnestykket. Dette fører til for høye utslippsberegninger for «Ferjefri E39».
- En del mateveier til E39 (særlig noen viktige fylkesveier) vil få høyere trafikk ved etablering av «Ferjefri E39». Dette er *ikke* beregnet, og tilsier at utslippsberegninger blir for lave i forhold til totale effekter.
- Vi har bare vurdert utslipp av CO₂- ekvivalenter (i noen tilfeller også NO_x). Andre klimagasser vil også være aktuelle, men er altså ikke med i disse beregningene.

- «Ferjefri E39» vil virke inn på trafikkgrunnlaget for hurtigbåt- og flytrafikken i området. Denne virkningen er dels hentet fra NTM, men beregningene der er ikke detaljerte nok til å gi et sannsynlig bilde. De er derfor skjønnsmessig korrigert for de viktigste sambandene.
- Indirekte utslipp knyttet til bygging av veg, ferje etc. er fordelt på år etter følgende mønster:
 - Veg – konstruksjon (bru/tunnel): 60 år
 - Veg – øvrig: 40 år
 - Ferje: 20 år
 - Det er ikke beregnet utslipp for livsløpsbetraktninger (produksjon/vedlikehold/destruksjon) for hurtigbåt, fly eller kjøretøy.
- Det er regnet med nordisk EI-miks.
- Det er regnet med en årlig reduksjon i utslipp fra alle transportmidler:

	2014-20	2020-2040	2040-2060
Tungtrafikk (diesel)	1,0%	0,8%	0,5%
Lett bil (bensin)	1,5%	1,5%	0,5%
Hurtigbåt	1%	0,8%	0,5%
Ferje	1,5%	0,8%	0,5%
Fly	1%	0,5%	0,3%

Tabell 1: Årlig reduksjon i utslipp fra transportmidler

For alle transportmidler er dette små forbedringer i forhold til det vi faktisk har hatt. Data fra ulike kilder angir litt ulike verdier, men i perioden 1990 til 2013 har personbiler gjennomsnittlig redusert forbruket med 2 - 4% pr. år. For tunge kjøretøy er utslipp pr. km. bare sunket svakt, men dette kommer av at en har tatt i bruk større kjøretøy med tyngre last, - utslipp pr. tonnkilometer er derfor sterkt redusert i perioden. Tilsvarende forhold har vi for ferjer, der utslippet pr. utseilt km. har økt, men til gjengjeld er det vesentlig større ferjer og høyere fart.

Om en øker effektivitetsforbedringen, fører det til reduserte totale utslipp, men så lenge en ikke endrer det innbyrdes forholdet kraftig, har det lite å bety for resultatet ellers.

Det er altså ikke tatt høyde for trendbrudd i motor-/drivstoffteknologi som f.eks. elektriske ferjer, elektrisk-/hydrogen-/biodiesel-drevet bilpark eller annen teknologi som endrer utslipp fra en eller flere transportaktiviteter dramatisk.

Det er imidlertid gjort en test for å se hvordan elektrisk drevet ferjepark og en kjøretøypark som tilfredsstillers klimamålet om 40% reduksjon innen 2030, vil slå ut på beregningene.

Alle beregninger er gjort for en 40-årsperiode fra 2020 til 2060. Det er ikke tatt hensyn til utslipp etter 2060.

3. Analyser.

Det er i hovedsak to typer analyser som er gjennomført:

- Beregning av totalutslippsendringer med data fra EFFEKT. Dette skal i prinsippet være en totalvurdering av endring i utslipp på grunn tiltaket. «Data fra EFFEKT» betyr i denne sammenheng at grunnlagsdata for variasjon av utslipp fra kjøretøy ved endret hastighet, stigning etc. er benyttet. Det er ikke kjørt fulle EFFEKT-beregninger siden dette har vist seg vanskelig å gjennomføre teknisk på grunn av prosjektets størrelse og karakter.

- Beregning av utslippsendringer på grunn av deeffekter som kommer som en funksjon av tiltaket. De deeffektene som er forsøkt vurdert er:
 - Endrede utslipp fra ferje
 - Endrede utslipp fra hurtigbåt
 - Endrede utslipp fra flytrafikk
 - Endrede utslipp fra tungtrafikk
 - Endrede utslipp fra personbil
 - Utslipp fra bygging og vedlikehold av fjordkryssingene

I en egen oppsummering er det så gjort en sammenstilling av de ulike elementene for å anslå den totale effekten på klimagassutslipp ved realisering av «Ferjefri E39».

De gjennomførte beregningene forutsetter bygging av ny veg på hele strekningen Kristiansand – Trondheim. For Kristiansand – Bergen N. og Ålesund – Molde er det forutsatt bygging av firefelts motorveg med trafikkhastighet på 100 km/t. På de øvrige strekningene er det forutsatt 2/3-felts veg med midtdeler og trafikkhastighet på 90 km/t (tunneler med et løp).

Analysene er holdt på et overordnet nivå. En hovedårsak er selvsagt at prosjektet ikke er planlagt med et detaljnivå som gjør detaljerte analyser av f.eks. bygging og drift og vedlikehold mulig. Det har også vært viktig å holde arbeidsomfanget på et overkommelig nivå.

En metode for å vurdere rimelighet av de resultat som er beregnet, er å gjøre anslag på energiforbruk/utslipp med alternativ metodikk/datagrunnlag. Dette er gjort innen en del av temaene, og gir oss en god bakgrunn for å vurdere hvor robuste beregningene er.

På tross av det relativt overordnede nivået, gir analysene en god pekepinn på størrelsesordning av utslippsendringer som følger av «Ferjefri E39» på de viktigste områdene.

3.1. Inndeling i analyseparseller.

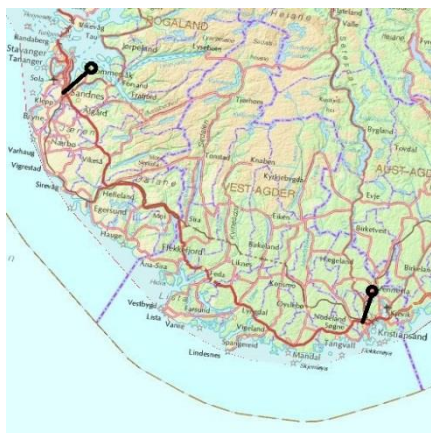
Gjennomgående i hele utredningen er strekningen E39 Kristiansand – Trondheim delt inn i delparseller der klimapåvirkningen er analysert for hver enkeltparsell. Parsellene er valgt på en måte som gir at summen av klimapåvirkningene for delparsellene er tilnærmet lik klimapåvirkningen for hele «Ferjefri E39». Det er noen unntak fra dette, hovedsakelig i forbindelse med endring i flytrafikk, og dette vil bli behandlet i et eget kapittel.

Byområdene er unntatt fra analysen. Hovedbegrunnelsen for dette er at det på grunn av trafikale hindringer i byområdene krever dybdeanalyser som det ikke har vært mulig å gjennomføre på dette stadiet. I tillegg har vi i denne analysen konsentrert oss om utslipp av CO₂. I by bør imidlertid *lokalklimaet* ha et annet fokus en på landevei. Det vil si at det må gjøres beregninger på utslipp av vesentlig flere skadelige faktorer (NO_x, NH₃, PM₂, PM₁₀ etc.).

Inndeling i analyseparseller er etter dette valgt som følger:

1. Kristiansand V. – Stavanger S.
2. Stavanger N. – Bergen S.
3. Bergen N. – Sognefjorden
4. Kryssing av Sognefjorden.
5. Sognefjorden – Byrkjelo
6. Byrkjelo – Moa
7. Moa – Molde
8. Molde - Klett

3.1.1. Kristiansand V. – Stavanger S.



Denne parsellen starter i Volleberg vest for Kristiansand (Hp 03, km 0.000) og slutter ved Vaule bru ved Ålgård (Hp 06, km 21.508).

Dagens E39 har variabel standard fra god tofeltsveg, delvis med middeler nær Kristiansand og Stavanger, til veg med +/- 7 m bredde og dårlig kurvatur på deler av strekningen fra Mandal til Helleland.

Noen parti som f.eks. ved Vikeså har stigninger som tidvis gir store problem særlig for tungtrafikken vinterstid.

Figur 1: Kart E39 Kristiansand V. - Stavanger S.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	
E39	10	Volleberg/Storenes	Dal(Lone sør)	9,3	100	5,6	9,4	61	9,2	3,7
E39	10	Dal(Lone sør)	Døle bru	5,4	100	3,2	6,7	64	6,3	3,1
E39	10	Døle bru	Vestre Skogf.	16,5	100	9,9	21,2	58	21,9	12,1
E39	10	Vestre Skogsfj.	Vigeland	5,8	100	3,5	5,8	64	5,4	2,0
E39	10	Vigeland	Udland	7,2	100	4,3	7,5	60	7,5	3,1
E39	10	Udland-Oseland	Lene-Oftedal	6,3	100	3,8	7,2	59	7,3	3,5
E39	10	Oftedal-Lyngdal	Hårikstad sør	6,6	100	4,0	8,1	62	7,8	3,9
E39	10	Hårikstad sør	Handeland	5,1	100	3,0	5,5	63	5,2	2,2
E39	10	Handeland	Feda	16,1	100	9,7	16,1	80	12,1	2,4
E39	10	Feda	Tjærland	4,3	100	2,6	4,3	77	3,4	0,8
E39	10	Tjærland	Flekkefjord	4,1	100	2,5	4,8	64	4,5	2,0
E39	10	Flekkefjord	Loga	4,2	100	2,5	4,2	77	3,2	0,7
E39	10	Loga	Eide	4,0	100	2,4	5,4	66	4,9	2,5
E39	10	Eide	Sirnes/Skjeggstad	3,0	100	1,8	3,0	71	2,5	0,7
E39	10	Sirnes/Skjeggstad	Tronvik	6,6	100	4,0	6,1	62	5,9	1,9
E39	11	Tronvik	Lindland	2,6	100	1,5	3,5	62	3,4	1,8
E39	11	Lindland	Moi sør	1,7	100	1,0	1,7	67	1,5	0,5
E39	11	Moi sør	Moi vest	2,8	100	1,7	2,6	60	2,6	0,9
E39	11	Moi vest	Drangsdalen oppe	5,0	100	3,0	7,8	68	6,9	3,9
E39	11	Drangsdalen oppe	Heskestad	4,3	100	2,6	7,7	63	7,3	4,7
E39	11	Heskestad	Helleren	7,2	100	4,3	7,2	71	6,1	1,8
E39	11	Helleren	Svelaodden	15,7	100	9,4	25,5	67	22,8	13,4
E39	11	Svelaodden	Storrsheia	3,5	100	2,1	4,4	57	4,7	2,6
E39	11	Storrsheia	Runaskar sør	1,7	100	1,0	1,7	72	1,4	0,4
E39	11	Runaskar sør	Buekrysset	2,4	100	1,4	2,5	68	2,2	0,8
E39	11	Buekrysset	Vaule bru	14,1	100	8,4	14,1	72	11,7	3,3
				165,1		99,1	193,6		183,7	81,5

Tabell 2: Nøkkeldata for strekningen Kristiansand V – Stavanger S

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 165,1 km mens vegen i dag er på 193,6 km.

3.1.2. Stavanger N. – Bergen S.



Figur 2: Stavanger N. - Bergen S.

Det er videre i dag to undersjøiske tunneler mellom Stavanger og Arsvågen på til sammen 7,2 km og med 7% stigning.

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 164,7 km mens vegen i dag er på 144,2 km (ekskl. ferjestrekninger). Den økte lengden kommer av de nye lange vegstrekningene som erstatter ferjene over Boknafjorden og Bjørnafjorden.

Parsellen starter ved Harestad (Hp 10, Km 0.000) nord for Stavanger og går til Hop (Hp 17, Km 2.000) sør for Bergen.

Det er to ferjestrekninger på denne parsellen: Kryssing av Boknafjorden (Rogfast) og kryssing av Bjørnafjorden (Hordfast). Selv om Rogfast trolig vil være under bygging i 2020, er denne tatt med i klimaregnskapet for denne strekningen.

Parsellen for øvrig har skiftende standard med bredder fra 6 til 8,5 meter.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort
E39	11	Harestad	Morteвик				23,1	76	18,3	
E39	11	Morteвик	Arsvågen				8,0	f+v	40,0	
E39	11	Harestad	Arsvågen	26,4	100	15,8				42,4
E39	11	Arsvågen	Mjåsund	18,2	100	10,9	19,8	78	15,2	4,3
E39	11	Mjåsund	Hetland skule	1,9	100	1,1	1,9	70	1,6	0,5
E39	11	Hetland skule	Apeland	3,7	100	2,2	4,5	62	4,4	2,2
E39	11	Apeland	Aksdal sør	6,2	100	3,7	6,3	75	5,0	1,3
E39	11	Aksdal sør	Grindesvingen	1,2	100	0,7	1,6	45	2,2	1,5
E39	11	Grindesvingen	Våg sør	3,9	100	2,4	4,0	62	3,9	1,5
E39	11	Våg sør	Sunfær bedeh.	1,5	100	0,9	2,6	61	2,5	1,6
E39	11	Sunfær bedeh.	Hordal.gr	3,2	100	1,9	3,6	77	2,8	0,9
E39	12	Hordal.gr	Haukås	7,7	100	4,6	7,7	75	6,2	1,5
E39	12	Haukås	Førde sør	4,9	100	3,0	4,9	74	4,0	1,0
E39	12	Førde sør	Førde nord	2,0	100	1,2	2,1	59	2,1	0,9
E39	12	Førde nord	Austvika	1,1	100	0,7	1,1	74	0,9	0,2
E39	12	Austvika	Liereid kr.	2,4	100	1,4	3,1	71	2,6	1,2
E39	12	Liahei kr.	Grønåsen	2,4	100	1,4	2,4	74	1,9	0,5
E39	12	Grønåsen	Ulvaråker	3,8	100	2,3	4,7	71	4,0	1,7
E39	12	Ulvaråker	Føyno bomp.st	9,3	100	5,6	9,3	73	7,7	2,1
E39	12	Føyno b.s.t.	Valvatnavågen	3,5	100	2,1	3,5	77	2,7	0,6
E39	12	Valvatnavågen	Heiane/Stord	1,4	100	0,9	1,4	77	1,1	0,3
E39	12	Heiane	Ådland nord	4,9	100	2,9	5,3	61	5,2	2,3
E39	12	Ådland nord	Jektevik	10,4	100	6,3	10,4	77	8,1	1,9
E39	12	Jektevik	Engjåvik	11,5	100	6,9	11,5	72	9,6	2,7
E39	12	Engjåvik	Sandvikvåg				1,4	77	1,1	
E39	12	Sandvikvåg	Halhjem				23,3	23,5	59,4	
E39	12	Halhjem	Halhjem nord				2,4	53	2,7	
E39	12	Engjåvik	Landøyro	4,6	100	2,8				
E39	12	Landøyro	Rekstern nord	12,7	100	7,6				
E39	12	Rekstern nord	Toreidpollen	5,8	100	3,5				
E39	12	Toreidpollen	Halhjem nord	4,4	100	2,7				
E39	12	KVU 4c								46,7
E39	12	Halhjem nord	Os sør	2,0	100	1,2	2,0	67	1,8	0,6
E39	12	Os sør	Ulven kr.	3,5	100	2,1	3,5	77	2,8	0,6
				164,7		98,8	144,2		219,7	120,9

Tabell 3: Nøkkeldata Stavanger N. - Bergen S.

3.1.3 Bergen N. – Sognefjorden



Figur 3: Bergen N - Sognefjorden

Parsellen starter i Knarvik (Hp 23, Km. 0.000, kryss med fv. 57) nord for Bergen, og slutter ved Sognefjorden (Hp 01, Km 16.610).

Parsellen har relativt dårlig standard med vegbredde hovedsakelig 5,5 – 7,5 m og mange bratte partier med stigning opp i 8 – 9%.

En tunnel fra Eikefet til Romarheim som ventelig er ferdig i 2020, er tatt med i Klimaregnskapet for denne parsellen.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort
E39	12	Knarvik	Neset	3,2	90,0	2,2	3,2	59	3,3	1,1
E39	12	Neset	Hellesvågen	3,2	90,0	2,1	4,7	69	4,1	2,0
E39	12	Hellesvågen	Hjelmåsen	2,2	90,0	1,4	2,2	69	1,9	0,4
E39	12	Hjelmåsen	Eikangervåg	2,3	90,0	1,5	4,7	66	4,2	2,7
E39	12	Eikangervåg	Vikaneset	11,5	90,0	7,7	11,5	72	9,6	1,9
E39	12	Vikaneset	Matre	23,0	90,0	15,3	23,0	75	18,4	3,1
E39	12	Matre	Sogn-Fjordane	9,6	90,0	6,4	9,6	72	8,0	1,6
E39	14	Sogn-Fjordane	Oppedal	16,8	90,0	11,2	16,8	73	13,8	2,6
				71,7		47,8	75,6		63,3	15,4

Tabell 4: Nøkkeldata Bergen N. - Sognefjorden

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 71,7 km mens vegen i dag er på 75,6 km. (ekskl. ferjestrekninger).

3.1.4 Sognefjorden

Kryssing av Sognefjorden er skilt ut som egen parsell. I NTP 2014-23 står: *Regjeringen legger i utgangspunktet til grunn at videre planlegging skal ta sikte på ferdigstilling av en ferjefri E39 i løpet av en tjuårsperiode.* Det er imidlertid sådd tvil om kryssing av Sognefjorden er med i denne ambisjonen med setningen: *Det er bl.a. ikke avklart om det er mulig å gjennomføre kryssing av Sognefjorden.*

I klimaberegningene har vi derfor beregnet denne som egen parsell, slik at det er enkelt å ekskludere den i totalregnskapet om ønskelig.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort
E39	14	Oppedal	Lavik	6,0	90,0	4,0	5,1	6,5	46,9	42,9
				6,0		4,0	0,0		46,9	42,9

Tabell 5: Nøkkeltall Sognefjorden

Kryssing av Sognefjorden er beregnet til 6 km lengde, der selve brospennet er i overkant av 3.500 m.

3.1.5 Sognefjorden - Byrkjelo



Parsellen går fra Sognefjorden (Hp 05, Km 0.000) til Byrkjelo (Hp 16, Km 0.000). Byrkjelo er valgt som delepunkt til parsellen siden det derifra går to alternative kryssinger av Nordfjorden (langs dagens E39 til Lote eller under Utvikfjellet til dagens rv. 15 ved Blakset). KVV for Skei – Ålesund er nå godkjent i Regjeringen og indre alternativ (tunnel under Utvikfjellet) er valgt.

Dagens veg på denne delparsellen er av svært varierende standard, med lange parti med bredde < 6m.

Figur 4: Sognefjorden – Byrkjelo

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	
E39	14	Lavik	Rå	7,1	90,0	4,7	8,1	65	7,5	2,7
E39	14	Rå	Hamneset	1,0	90,0	0,7	2,5	66	2,3	1,6
E39	14	Hamneset	Vadheim	14,8	90,0	9,9	15,2	71	12,9	3,0
E39	14	Vadheim	Gaular gr.	3,3	90,0	2,2	3,5	61	3,5	1,3
E39	14	Gaular gr./Høyanger	Grytåsen	5,1	90,0	3,4	5,2	61	5,1	1,7
E39	14	Grytåsen	Birkeland	2,0	90,0	1,3	2,0	67	1,8	0,5
E39	14	Birkeland	Sande	4,2	90,0	2,8	5,2	58	5,4	2,6
E39	14	Sande	Myrmel	3,8	90,0	2,5	3,8	63	3,6	1,1
E39	14	Myrmel	Lunde	1,6	90,0	1,0	1,7	62	1,6	0,6
E39	14	Lunde	Langeland/Myra	2,2	90,0	1,5	2,2	65	2,1	0,6
E39	14	Langeland/Myra	Moskog(B.l.b.)	14,5	90,0	9,7	22,9	59	23,2	13,6
E39	14	Moskog	Vassenden	9,0	90,0	6,0	9,0	61	8,9	2,9
E39	14	Vassenden	Bjørset	11,4	90,0	7,6	11,4	66	10,4	2,8
E39	14	Bjørset	Skei	11,7	90,0	7,8	11,7	62	11,3	3,5
E39	14	Skei	Byrkjelo	19,3	90	12,9	19,4	72	16,1	3,3
				111,0		74,0	123,8		115,6	41,6

Tabell 6: Nøkkeltall Sognefjorden – Byrkjelo.

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 111,0 km mens vegen i dag er på 123,8 km.

3.1.6 Byrkjelo – Ålesund



Figur 5: Byrkjelo - Ålesund

I Regjeringens sitt trasévalg for KVVU'en Skei – Ålesund, er det bestemt at framtidig E39 skal gå fra Byrkjelo – tunnel under Utvikfjellet – krysse Nordfjorden ved Faleide – videre Grodås – Volda – Hareid – Ålesund (Moa). Trafikkberegningene som er gjort (RTM/NTM) følger denne traséen fram til Volda, men går så vidare langs dagens veg til Festøya der den krysser Storfjorden og fortsetter til Ålesund (Moa).

I denne beregningen går 0-alternativet langs dagens E39 fra Byrkjelo (Hp 16, Km 0.000) via Lote, Grodås (Kvivsvegen), Volda, Festøya til kryss med E136 øst for Ålesund (Hp 14, Km 3.200).

Framtidig E39 går som vedtatt trasé Byrkjelo – Grodås – Volda – Hareid – Ålesund (Moa), men i mangel på nye trafikkberegninger, har vi har brukt trafikktallene fra den opprinnelige beregningen via Festøya. Parsellen har vekslende standard med bredde fra 5,5 m til 8,5 m.

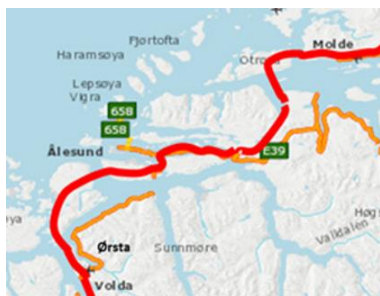
Det er en ferjestrekning på parsellen: Lote – Anda (over Nordfjorden). Med bro over Nordfjorden ved Blakset vil denne neppe legges ned, men fortsette som fylkesvegsamband med redusert frekvens. I disse beregningene er det beregnet at frekvensen (og med det utslippet) blir halvert ved bygging av bro over Nordfjorden. I tillegg er det ferje fra Folkestad til Volda. Denne kan brukes for trafikk fra ytre Nordfjord istedenfor den ca. 30 km lenger veien langs dagens E39 over Grodås. Utslipp fra denne ferjen er beregnet, men ikke inkludert i regnskapet.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort
E39	14	Byrkjelo	Grodås	31,9	90	21,3				
E39	14	Grodås	Volda	30,9	90	20,6				
E39	14	Byrkjelo	Anda				28,9	74	23,4	
E39	14	Anda	Lote				1,9	4,6	24,8	
E39	14	Lote	E39/Volda				79,0	68	69,7	76,1
E39	15	Volda	Festøya				46,0	63	43,8	
E39	15	Volda	Hareid	34,0	100	20,4				
E39	15	Hareid	Ålesund	24,0	100	14,4				
E39	15	Festøya	Ålesund				12,3		33,0	42,0
				120,8		76,7	168,1		194,7	118,1

Tabell 7: Nøkkeltal Byrkjelo - Ålesund

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 120,8 km mens vegen i dag er på 168,1 km.

3.1.7 Ålesund – Molde



Figur 6: Ålesund - Molde

Parsellen Ålesund – Molde går fra kryss med E136 øst for Ålesund (Hp 14, Km 3.200) til Årø (Hp 22, Km 4.000, kryss fv. 64 til Åndalsnes) øst for Molde.

Parsellen har vekslende standard med bredde fra 6 til 8,5 meter og går over Ørskogfjellet med høyde på ca. 350 m. Det er en ferjestrekning Vestnes – Molde som skal erstattes med undersjøisk tunnel under Romsdalsfjorden til Otrøya og videre med bro over Julsundet til Molde.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml.			Snitt	Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort	
E39	15	Moa(Ålesund)	Digernes(xFv661)	13,5	80	10,1	13,5	73	11,1	1,0	
E39	15	Digernes(xFv661)	Solnør	7,0	100	4,2	7,0	69	6,1	1,9	
E39	15	Solnør	Tomrefjord	8,0	100	4,8	12,1	60	12,1	7,3	
E39	15	Landtilknytning sør	Møreaksen	9,1	100	5,5	9,1	77	7,1	1,6	
E39	15	Tomrefjord	Julneset				15,7	63	15,0		
E39	15	Julneset	Kvam				8,0	8,7	55,2		
E39	15	Molde fk.	Årø(xFv64 Fræna)				4,9	48	6,1		
E39		KVAM	ÅRØ	41,3	100	24,8				51,5	
	105			78,9		49,4	70,3	398,7	112,6	63,3	

Tabell 8: Nøkkeltall - Ålesund - Molde

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 78,9 km mens vegen i dag er på 70,3 km.

3.1.8. Molde – Trondheim



Figur 7: Molde - Trondheim

Parsellen går fra Årø (Hp 22, Km 4.000, kryss fv. 64 til Åndalsnes) øst for Molde til Klett (Hp 01, Km. 0.000, kryss med E6) ved Trondheim.

Parsellen har varierende standard med bredde fra 6 m til 8,5 m.

Det er en ferjestrekning på parsellen fra Kanestraumen til Halså.

E39	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml. Snitt			Min
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	
E39	15	Årø	Lønset	6,6	80	5,0	6,6	58	6,8	1,9
E39	15	Lønset	Hjelset(xFv62)	7,8	100	4,7	7,8	66	7,1	2,4
E39	15	Hjelset	Bjerkeset	11,3	100	6,8	11,3	75	9,0	2,3
E39	15	Bjerkeset	Astad	5,2	100	3,1	5,2	62	5,0	1,9
E39	15	Astad	Høgset	10,2	100	6,1	10,2	76	8,1	1,9
E39	15	Høgset	Bergsøya(xRv70)	1,7	100	1,0	1,7	80	1,3	0,3
E39	15	Bergsøya	Øydegard(xRv70)	13,3	100	8,0	13,3	72	11,1	3,1
E39	15	Øydegard(xRv70)	Kanestraum				8,7	75	7,0	
E39	15	Ferge: Kanestraumer	Halsa				7,0	12	35,0	
E39	15	Halsa	Betna(xFv65)				7,3	73	6,0	
E39	15	Betna(xFv65)	Liabø				5,5	65	5,1	
E39	15	Øydegard(xRv70)	Liabø	29,0	90	19,3				33,7
E39	15	Liabø	Klettelva	2,9	90	1,9	3,7	67	3,3	1,4
E39	15	Klettelva	Hestneset	8,5	90	5,7	8,5	72	7,1	1,4
E39	15	Hestneset	Leirvika	3,5	90	2,3	3,5	70	3,0	0,7
E39	15	Leirvika	Renndalen	4,2	90	2,8	4,2	63	4,0	1,2
E39	15	Renndalen	Sør Trøndelag gr.	8,6	90	5,7	8,6	80	6,5	0,7
E39	16	Møre og Romsdal gr.	Staurset	6,0	90	4,0	6,0	80	4,5	0,5
E39	16	Staurset	Stormyra	7,9	90	5,3	7,9	59	8,0	2,8
E39	16	Stormyra	Høggjølen	28,2	90	18,8	28,2	76	22,3	3,5
E39	16	Høggjølen	Harangen	10,0	90	6,7	10,0	68	8,8	2,2
E39	16	Harangen	Bårdshaug	10,5	100	6,3	10,7	68	9,4	3,1
E39	16	Bårdshaug	Klett	26,8	100	16,1	26,8	80	20,1	4,0
				202,2		129,6	202,7		198,4	68,9

Tabell 9: Nøkkeltall Molde – Trondheim

Total lengde for ny vegtrasé er beregnet til 202,2 km mens vegen i dag er på 202,7 km.

Total lengde på ny E39 fra Kristiansand til Trondheim (ekskl. byområdene) blir etter dette 920.4 km, mens dagens E39 er på 978,3. Dette gir en innspart veglengde på 6,3% til tross for at 7 ferjesamband med en samlet lengde på ca. 55 km er erstattet med bru/undersjøisk tunnel.

3.2. Analyseforutsetninger.

Prosjektet tar ikke mål av seg å levere en detaljert analyse av klimautslipp som følge av bygging av ferjefri E39. Alle analyser er holdt på et overordnet nivå som gir størrelsesorden på de endringene som vil kunne skje innenfor de enkelte transportformene.

I en slik overordnet beregning vil de forutsetningene som er lagt til grunn ha stor betydning for det faktiske beregningsresultatet. Vi har derfor lagt stor vekt på å beskrive forutsetningene for de beregninger som er gjort i de enkelte delkapitlene, slik at en enkelt kan se hvordan en endring av disse forutsetningene vil slå ut på beregningene.

Ut over de spesifikke forutsetningene som er gjort for beregning av endret utslipp fra de enkelte transportformene, er det gjort en del generelle forutsetninger som gjelder hele analysen:

- Analyseperioden er satt til 40 år (60 år for analysen til Asplan viak for utslipp bygging/drift/-vedlikehold. I oppsummeringen er denne redusert til 40 år for vedlikeholdsfasen).
- I analysene er hele «Ferjefri E39» forutsatt realisert i 2020. Personbiltrafikk med og uten realisering av prosjektet er beregnet for 2020 og 2060 med RTM/NTM. Siden vi i dag ikke har en fungerende godstransportmodell, er tungtrafikk lagt til med et prosentvis påslag basert på dagens tungtrafikkandel, men med synkende andel etter hvert som trafikken øker. Det er for enkelthets skyld forutsatt en lineær vekst av trafikk over perioden.
- Alle engangsutslipp (bygging av veg/bro, bygging av ferjer etc.) er forutsatt å skje i 2020. Alle utslipp som pågår over hele perioden (trafikk, vedlikehold, ferje, fly etc.), er summert opp over 40 år.
Utslipp som skjer etter 2060 er ikke vurdert i analysen.
- Utslipp er gitt samme «verdi» uavhengig av når i perioden det skjer. (Det er altså ikke lagt inn noen «annuitetsvurdering» der framtidige utslipp har mindre verdi).
- Alle trafikk tall er vurdert uten bompenger både i 2020 og 2060. (Høye bompenger vil redusere trafikken vesentlig i bompengerperioden og gi mindre utslipp, men også mindre positiv effekt for næringslivet).

3.3. Beregning av utslipp ved bruk av verdier fra EFFEKT

I «Ferjefri E39»-prosjektet er det gjennomført transportmodellberegninger og EFFEKT-beregninger for *personbiltrafikken* på E39. Siden det så langt mangler gode beregninger for tungtrafikken, har vi ikke kunnet hente utslippsdata direkte ut fra tradisjonelle EFFEKT-beregninger. Vi har i stedet benyttet oss av en tilnærmet metodikk som bygger på de samme parameterne som EFFEKT. Det er nødvendigvis en rekke forenklinger og forutsetninger som ligger til grunn for beregningene. For å gjøre beregningene så transparente som mulig, er det derfor laget et eget delkapittel der vi gjennomfører følsomhetsberegninger med å variere parameterne suksessivt. Dette gir et bedre grunnlag for å vurdere hvor robuste disse beregningene er.

Forutsetninger benyttet ved beregningene:

- Vi har benyttet RTM-dataene for personbiltrafikk i Basis 2020 (personbiltrafikken slik denne vil være i 2020 dersom ingen fjordkryssinger blir bygd) og Basis 2060, samt personbiltrafikken for Alt.1. 2020 (alle fjordkryssingene og veien mellom ferdigbygd og ingen bompenger) og Alt.1. 2060. Trafikken er fordelt på parsellene beskrevet i 3.1.1. – 3.1.8. De enkelte parsellene er delt opp i mange delparseller. Vi har forutsatt konstant ÅDT over hver delparsell både i Basis og i Alt.1.
- For de tilfellene der beregnet personbiltrafikk i Basis 2020 er lavere enn ÅDT 2013, er trafikken i Basis 2020 satt lik ÅDT 2013. Basis 2060 er ikke korrigeret. Dette gir litt for lave utslippsberegninger for Basis 2020.
- E39 gjennom byområdene i Kristiansand, Stavanger og Bergen er ikke tatt med i beregningene. Det er et uttalt nasjonalt mål at trafikken i disse byområdene ikke skal vokse. Det betyr at det må tas i bruk restriktive virkemidler for å oppnå dette. Dersom dette gjennomføres, vil denne trafikken være uavhengig av realisering av «Ferjefri E39», og CO₂-utslippet vil være konstant (egentlig minkende siden en vil ha en viss teknologisk forbedring over perioden).
- Tungtrafikkandelen er antatt vil synke noe med øket trafikk. En har tatt utgangspunkt i dagens tungtrafikkandel og korrigeret i samsvar med følgende tabell:

	Basis 2020	Basis 2060	Alt. 1 2020	Alt.1 2060
Reduksjon av tungtrafikkandel	0,00	- 0,02	- 0,04	- 0,06

Tabell 10: Reduksjon av tungtrafikkandel

Forbruk på flat, rett veg er hentet fra EFFEKT og er satt til:

Forbruk jamn fart, flat veg i 2020 (liter/km)	50 km/t	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90 km/t	100 km/t
Lett (alle lette går på bensin)	0,068	0,066	0,071	0,076	0,082	0,089
Tung (alle tunge går på diesel)	0,248	0,261	0,287	0,326	0,370	0,422

Tabell 11: Forbruksvariasjon med ulik hastighet

Det er kun skilt mellom lett og tung bil og alle lette biler er forutsatt drevet med bensinmotor. Det er forutsatt en forbedring av drivstofføkonomi (bedre motorutnyttelse) på gjennomsnittlig 1,15% pr. år for personbiler (bensin) og 0,75% pr. år for diesalbiler. Dette er et gjennomsnitt av verdier i EFFEKT for effektivisert drivstofforbruk over tid.

- For eksisterende veg er hver delparsell vurdert med hensyn på gjennomsnittlig kurvatur, stigning, bredde og fart. Det samme er gjort for framtidig parsell av ny E39 med ny standard. Med bakgrunn i denne vurderingen er det hentet korreksjonsfaktorer på drivstofforbruk i forhold til jevn flat veg fra EFFEKT for lett og tung bil. Kurveradius og stigning i tabellen under må *ikke* forstås som bokstavelige verdier på traséen, men derimot et uttrykk for et bilde av det ekstra økte drivstofforbruket med å kjøre på en veg av lavere standard:

Korreksjon for kurvatur	< 100 m	100-200 m	200-300 m	300-400 m	> 400 m
Lett bil	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0
Tung bil	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0
Korreksjon for stigning ¹⁾	>7%	4% - 5%	2% - 3%	0% - 2%	
Lett bil	1,4	1,1	1,1	1,0	
Tung bil	3,6	2,8	1,5	1,0	
Bredde	B < 6m	6m – 7m	7m – 8m	Tre/fire felt	
Lett bil	1,2	1,1	1,0	1,0	
Tung bil	1,4	1,2	1,0	1,0	

1) *korreksjon for stigning er redusert siden halvparten av trafikken går med fall i kjøreretningen. Se vurderinger gjort av SINTEF og SSB i ref. 10 og 2.*

Tabell 12: Korreksjonsfaktorer for geometri

- Størrelsen på disse korreksjonsfaktorene har stor betydning for resultatet av utslippsberegningene. Som et ledd i å teste størrelsen på parameterne er det gjennomført målinger med praktisk kjøring i kap. 3.6. I kap. 3.9 er det gjort noen følsomhetsanalyser for å vurdere effekt av endringer av korreksjonsfaktorene.
- CO₂-utslipp er satt til 2,8 kg/l for bensin og 3,2 kg/l for diesel («well to wheel»).
- Det er beregnet samlet utslipp for alle kjøretøy i en førtiårsperiode fra 2020 til 2060. Det er ikke regnet med noen form for «diskonteringsfaktor» (at framtidig utslipp skal ha en annen vekt enn dagens utslipp). Det er heller ikke beregnet utslipp etter 2060.

Med disse forutsetningene er det gjennomført beregninger for delparsellene 3.3.1. – 3.3.8.

Som nevnt i innledningen er det noen opplagte metodiske mangler ved beregningene:

- «Ferjefri E39» vil nødvendigvis ha konsekvenser på det omliggende vegnettet. For noen strekninger vil det føre til redusert trafikk (f.eks. overført trafikk fra E6 til E39), andre steder vil en få mer trafikk (primært lokalt/regionalt vegnett i tiknytning til E39). Dette er faktorer som ikke er sett på i disse beregningene.

3.3.2. Stavanger N. – Bergen S.

Parsellen er ikke beregnet for byområdene i Stavanger og Bergen. Beregningsområdet er derfor satt til strekningen mellom Harestad ca. 7 km nord for Stavanger sentrum og Os (Ulvenkrysset) ca. 24 km sør for Bergen sentrum.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trendelag														Parsellis utslipp over 40 år gammel veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslepp gml. veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)	Utslepp ny veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)
			Ny		Gml.		Snitt		Min		ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt.1 2060	Lett bil	Tung bil	Lett bil	Tung bil		
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort										
E39	11	Harestad	Morteвик				23,1	76	18,3		5016	9408			473,8	1233,7				
E39	11	Morteвик	Årsvågen				8,0	74	40,0		5016	9408								
E39	11	Harestad	Årsvågen	26,4	100	15,8				42,4			13090	21816			1134,5	1819,0		
E39	11	Årsvågen	Mjåsund	18,2	100	10,8	19,8	78	15,2	4,3	5452	9804	13440	22000	286,6	455,3	708,8	559,1		
E39	11	Mjåsund	Hetland skule	1,9	100	1,1	1,9	70	1,6	0,5	6264	10260	10192	16170	28,5	45,0	55,0	43,5	1003,2	2209,5
E39	11	Hetland skule	Åpeland	3,7	100	2,2	4,5	62	4,4	2,2	6264	11400	10192	16170	80,0	137,2	107,2	84,7	1994,5	2603,9
E39	11	Åpeland	Aksdal sør	6,2	100	3,7	6,3	75	5,0	1,3	6944	11880	11124	17702	134,2	123,2	204,1	97,7	2997,7	4813,4
E39	11	Aksdal sør	Grindesvingen	1,2	100	0,7	1,6	45	2,2	1,5	9120	16240	12430	21924	37,5	32,9	46,1	23,0	129,0	196,9
																			156,7	123,8
E39	11	Grindesvingen	Våg sør	3,9	100	2,4	4,0	62	3,9	1,5	8550	16240	12430	21924	91,5	123,8	150,8	94,7	285,7	320,5
E39	11	Våg sør	Sunfær bedeh.	1,5	100	0,9	2,6	61	2,5	1,6	4756	9690	9184	16060	36,9	63,0	42,5	33,4		
E39	11	Sunfær bedeh.	Hordal gr	3,2	100	1,9	3,6	77	2,8	0,9	4756	9690	9184	15290	59,4	110,1	86,1	67,8		
E39	12	Hordal gr	Haukås	7,7	100	4,6	7,7	75	6,2	1,5	4292	8892	8736	16500	117,2	217,1	214,1	167,8		
E39	12	Haukås	Førde sør	4,9	100	3,0	4,9	74	4,0	1,0	8700	14934	12320	16500	134,4	250,6	156,3	124,5		
E39	12	Førde sør	Førde nord	2,0	100	1,2	2,1	59	2,1	0,9	8970	14803	12210	17440	49,6	78,9	64,1	45,8		
E39	12	Førde nord	Austvika	1,1	100	0,7	1,1	74	0,9	0,2	8280	14238	11988	17440	28,8	49,6	35,9	25,6		
E39	12	Austvika	Liereid kr.	2,4	100	1,4	3,1	71	2,6	1,2	8050	14238	12210	18530	75,1	121,9	81,8	58,2		
E39	12	Liahei kr.	Grønåsen	2,4	100	1,4	2,4	74	1,9	0,5	8050	14238	12432	19620	61,6	106,1	84,6	60,1		
E39	12	Grønåsen	Ulvaråker	3,8	100	2,3	4,7	71	4,0	1,7	8050	14238	12432	21473	114,6	165,9	142,9	101,0		
E39	12	Ulvaråker	Føyno bomp.st	9,3	100	5,6	9,3	73	7,7	2,1	8050	15029	12432	22345	283,1	756,1	359,8	253,9	1076,1	1521,2
E39	12	Føyno b.s.t.	Valvatnavågen	3,5	100	2,1	3,5	77	2,7	0,6	8625	15029	15540	29212	75,2	77,4	172,7	121,6	2036,2	1075,0
E39	12	Valvatnavågen	Heiane/Stord	1,4	100	0,9	1,4	77	1,1	0,3	12960	15900	18720	28560	40,3	19,6	80,4	15,3	3112,3	2596,2
E39	12	Heiane	Ådland nord	4,9	100	2,9	5,3	61	5,2	2,3	10005	13560	12210	18857	125,4	201,1	168,8	120,0		
E39	12	Ådland nord	Jektevik	10,4	100	6,3	10,4	77	8,1	1,9	5265	9200	11865	19203	156,6	232,7	353,2	307,4		
E39	12	Jektevik	Engjavik	11,5	100	6,9	11,5	72	9,6	2,7	4329	8165	11300	19536	126,8	204,2	386,8	335,7		
E39	12	Engjavik	Sandvikvåg				1,4	77	1,1		4248	8120			20,1	43,2				
E39	12	Sandvikvåg	Halhjem				23,3	23,5	59,4											
E39	12	Halhjem	Halhjem nord				2,4	53	2,7		9990	10900			47,0	48,7				
E39	12	Halhjem nord	Landøyro	4,6	100	2,8					0		11220	20088			161,2	101,1		
E39	12	Landøyro	Rekstern nord	12,7	100	7,6					0		11220	20088			443,4	278,1		
E39	12	Rekstern nord	Toreidpollen	5,8	100	3,5					0		11220	20304			205,6	128,9		
E39	12	Toreidpollen	Halhjem nord	4,4	100	2,7					0		11330	20304			156,7	98,3		
E39	12	Halhjem nord	KVU 4c						46,7		0								724,3	2282,5
E39	12	KVU 4c	Os sør	2,0	100	1,2	2,0	67	1,8	0,6	9990	13080	12840	21000	44,5	32,6	77,2	31,1	961,6	1527,2
E39	12	Os sør	Ulven kr.	3,5	100	2,1	3,5	77	2,8	0,6	13986	46761	19902	60900	203,9	139,1	329,5	126,4	1685,9	3809,8
				164,7		98,8	144,2		219,7	120,9									8081,6	11539,8

Tabell 14: Beregnet kjøretøyutslipp Stavanger - Bergen

Her ser vi at det totale utslippet fra kjøretøy har økt betydelig. Det er en vekst på 3,5 mill. tonn CO₂ over perioden 2020 til 2060 gjennom etablering av «Ferjefri E39». Dette skyldes primært at ferjestrekningene over Boknafjorden og Bjørnafjorden er erstattet med faste samband, men i tillegg er det en svært sterk trafikkøkning på strekningen som ikke blir fullt ut kompensert av den forbedrede linjeføringen. Beregninger i kap. 3.4 viser at ferjetrafikken på de samme strekningene vil i førtiårsperioden 2020 til 2060 slippe ut ca. 2,5 mill. tonn CO₂. Totalt sett ligger det altså an til en viss økning av utslipp på strekningen mellom Stavanger og Bergen som følge av «Ferjefri E39».

3.3.3. Bergen N – Sognefjorden.

Parsellen går fra Nordhordalandsbrua ca. 20 km nord for Bergen sentrum til Sognefjorden.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag															Parsellis utslipp over 40 år gamal veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslepp gml. veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)		Utslepp ny veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)			
				Ny				Gml.				Snitt	Min	ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt.1. 2060	Lett bil	Tung bil	Lett bil	Tung bil				
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort															
E39	12	Knarvik	Neset	3,2	90,0	2,2	3,2	59	3,3	1,1	7168	13200	12960	14840	68,3	82,3	102,5	50,3							
E39	12	Neset	Hellesvågen	3,2	90,0	2,1	4,7	69	4,1	2,0	4560	10864	10120	11880	79,6	117,3	72,5	44,4							
E39	12	Hellesvågen	Hjelmåsen	2,2	90,0	1,4	2,2	69	1,9	0,4	3420	8736	7700	9720	28,7	42,3	38,7	23,6							
E39	12	Hjelmåsen	Eikangervåg	2,3	90,0	1,5	4,7	66	4,2	2,7	3364	5130	5712	8910	44,6	140,1	33,6	25,3							
E39	12	Eikangervåg	Vikaneset	11,5	90,0	7,7	11,5	72	9,6	1,9	1856	3192	4480	6600	65,6	205,3	129,3	37,5							
E39	12	Vikaneset	Matre	23,0	90,0	15,3	23,0	75	18,4	3,1	1508	2508	3808	6050	141,5	475,7	252,2	482,5							
E39	12	Matre	Sogn-Fjordane	9,6	90,0	6,4	9,6	72	8,0	1,6	1508	2508	3808	5940	59,1	198,7	104,1	199,5			549,8	898,1			
E39	14	Sogn-Fjordane	Oppedal	16,8	90,0	11,2	16,8	73	13,8	2,6	1392	2166	3808	5940	62,3	106,9	165,3	124,4			1368,6	1047,4			
				71,7		47,8	75,6		63,3	15,4												1918,4	1945,5		

Tabell 15: Beregnet kjøretøyutslipp Bergen - Sognefjorden

Til tross for en relativt stor trafikkøkning (over 100% på de trafikkvake delene av strekningen), er det totale utslippet på parsellen tilnærmet konstant som følge av «Ferjefri E39». Dette skyldes at det er en parsell med mange og sterke stigninger og parti ellers med dårlig veg. Redusert forbruk gjennom kortere og bedre trasé og jevnere fart kompenserer altså for den økte trafikken.

3.3.4. Sognefjorden.

Sognefjorden er beregnet som egen parsell (se kap. 3.1.4.). Parsellen består bare av selve fjordkryssingen. Det er regnet med noe tilpasningslengde på begge sider av fjorden, så parsellen er noe lenger enn selve fjordkryssingen.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag															Parsellis utslipp over 40 år gamal veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslepp gml. veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)		Utslepp ny veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)		
				Ny				Gml.				Snitt	Min	ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt.1. 2060	Lett bil	Tung bil	Lett bil	Tung bil			
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml.lengde	Km/t	Gml.tid	Innkort														
E39	14	Oppedal	Lavik	6,0	90,0	4,0	5,1	6,5	46,9	42,9							3990	6160			60,5	55,0	0,0	60,5
				6,0		4,0	0,0		46,9	42,9													0,0	55,0
																							0,0	115,6

Tabell 16: Beregnet kjøretøyutslipp Sognefjorden

Utslipp fra ferjetrafikken over Sognefjorden i perioden er beregnet i kap. 3.4. til 390.000 tonn.

3.3.5. Sognefjorden – Byrkjelo

Ny E39 går i tunnel bak Førde. Dette er imidlertid regnet med også i Basis-beregningene. Utslipp fra lokaltrafikk i Førde-området er følgelig ikke med i noen av alternativene.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag										ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt. 1 2060	Parsellis utslipp over 40 år gammel veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslepp gml. veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)	Utslepp ny veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)	
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny			Gml.			Snitt					Min	Lett bil	Tung bil	Lett bil			Tung bil
				Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml. lengde	Km/t	Gml. tid												
E39	14	Lavik	Rå	7,1	90,0	4,7	8,1	65	7,5	2,7	1888	2320	3876	6048	34,3	49,2	70,1	63,6			
E39	14	Rå	Hamneset	1,0	90,0	0,7	2,5	66	2,3	1,6	1888	2320	3876	6160	8,8	10,8	9,8	8,9			
E39	14	Hamneset	Vadheim	14,8	90,0	9,9	15,2	71	12,9	3,0	1888	2436	3990	6160	68,9	146,0	149,4	135,7			
E39	14	Vadheim	Gaular gr.	3,3	90,0	2,2	3,5	61	3,5	1,3	2124	2900	4446	6384	20,8	50,2	35,5	32,4			
E39	14	Gaular gr./Høyanger	Grytåsen	5,1	90,0	3,4	5,2	61	5,1	1,7	2204	2850	4368	6490	29,5	43,3	56,0	42,3			
E39	14	Grytåsen	Birkeland	2,0	90,0	1,3	2,0	67	1,8	0,5	2204	3420	4368	6490	13,3	26,5	22,0	16,6			
E39	14	Birkeland	Sande	4,2	90,0	2,8	5,2	58	5,4	2,6	2850	3808	4950	7236	54,9	174,2	52,7	31,9			
E39	14	Sande	Myrnel	3,8	90,0	2,5	3,8	63	3,6	1,1	2912	3740	4968	7314	29,6	73,1	51,0	33,4			
E39	14	Myrnel	Lunde	1,6	90,0	1,0	1,7	62	1,6	0,6	2912	3960	4968	7314	17,9	26,4	20,0	9,2			
E39	14	Lunde	Langeland/Myra	2,2	90,0	1,5	2,2	65	2,1	0,6	4704	3960	4968	7420	21,6	27,6	29,1	13,3			
E39	14	Langeland/Myra	Moskogi(B.Lb.)	14,5	90,0	9,7	22,9	59	23,2	13,6	5040	6820	7020	9752	320,5	787,9	280,8	328,9			
E39	14	Moskogi	Vassenden	9,0	90,0	6,0	9,0	61	8,9	2,9	5040	4950	5724	7950	101,5	142,2	129,3	59,5			
E39	14	Vassenden	Bjørset	11,4	90,0	7,6	11,4	66	10,4	2,8	2990	3164	4218	6540	65,9	70,0	125,6	85,0	963,6	1365,2	
E39	14	Bjørset	Skei	11,7	90,0	7,8	11,7	62	11,3	3,5	2990	3051	4107	6431	80,7	110,5	126,1	85,3	1848,0	1086,6	
E39	14	Skei	Byrkjelo	19,3	90	12,9	19,4	72	16,1	3,3	2185	2599	4218	6322	95,5	110,1	207,7	140,8			
				111,0		74,0	123,8		115,6	41,6									2811,5	2451,9	

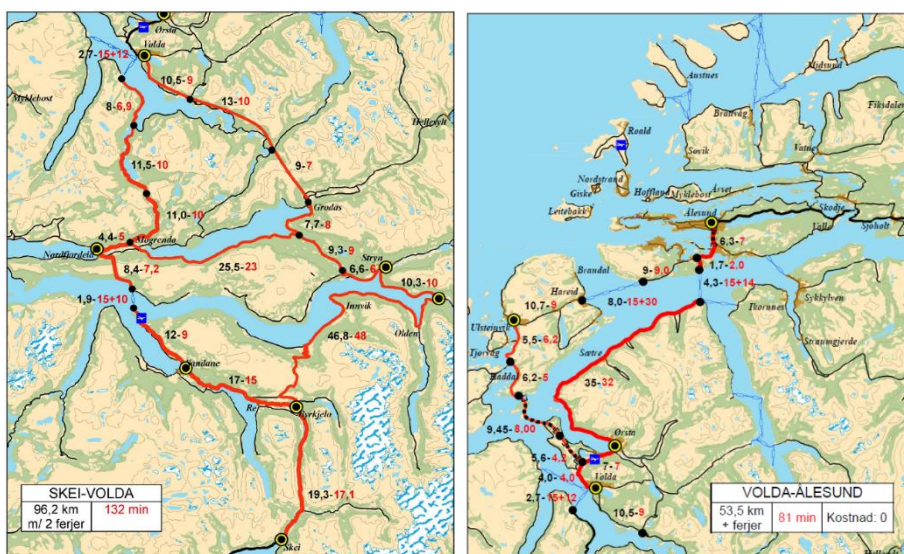
Tabell 17: Beregnet kjøretøyutslipp Sognefjorden - Byrkjelo

Dette er en parsell med til dels svært dårlig veg. Totalutslippet her går altså noe ned som følge av bygging av «Ferjefri E39». Dette skyldes at forbedring i trasé mer enn kompenseres for den økte trafikkveksten.

3.3.6. Byrkjelo – Ålesund

Denne parsellen er vanskelig å beregne. Dagens E39-trasé har to ferjestrekninger og går over Lote – Nordfjordeid – Grodås - Volda – Festøya – Moa (Ålesund). Alternativ trasé i dag (tidligere E39) var Lote – Nordfjordeid – Folkestad – Volda – Festøya – Moa (Ålesund). Denne traséen er 36 km kortere, men har til gjengjeld tre ferjestrekninger (se kartutsnitt hentet fra KVVU Skei – Ålesund).

Ny trasé er vedtatt Byrkjelo – Utvik – Grodås – Volda – Hareid – Sula – Moa (Ålesund). Dette er en



Figur 8: Kartutsnitt KVVU Skei - Ålesund viser ulike traséer E39

total omlegging av E39 som i tillegg til å fjerne ferjene, går i en trasé som gir en stor innsparing i lengde på strekningen Byrkjelo – Grodås, men som gir en økning på strekningen Volda – Moa (Ålesund). Også etter at ny trasé er bygd, vil det fortsatt gå en del trafikk på «gamle» E39. Det kreves imidlertid en

detaljert trafikkberegning av denne spesielle strekningen for å slå fast hvordan trafikken vil fordele seg. (I den delområdemodellen som er kjørt for «Ferjefri E39» er det forutsatt trasé Byrkjelo – Utvik – Grodås – Volda – Festøya – Moa (Ålesund)).

I klimaberegningene er det for enkelthets skyld beregnet endret klimautslipp dersom *dagens* E39 blir erstattet med brosamband og utbedret til god standard i samsvar med vedtaket i KVV (kryssing i indre Nordfjord ved Faleide). Trafikktallene er delvis hentet fra RTM/NTM-kjøringen og delvis stipulert ut fra rimelighetsbetraktninger ved endret trasé. I ferjeberegningene er utslipp fra ferja Volda – Folkestad beregnet, men ikke tatt med i beregningene, og utslipp fra ferja Lote – Anda er tatt med i summeringen med halv verdi, siden ferja trolig vil fortsette med redusert frekvens etter etablering av bro over indre Nordfjord. Selv om dette ikke er en fullgod måte å gjøre det på, burde det gi et brukbart bilde av konsekvensene av etablering av «Ferjefri E39» også på denne strekningen. Det er gjort egne følsomhetsbetraktninger for denne strekningen, der vi stipulerer konsekvensene av at en etablerer ny E39 langs en annen trasé enn der den går i dag.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag										Parsellvis utslipp over 40 år gammel veg (1000 tonn CO2)		Parsellvis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslepp gml. veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)		Utslepp ny veg pr. hovedparsell over 40 år (1000 tonn)				
			Ny		Gml.		Snitt		Min.		ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt. 1. 2020	ÅDT Alt. 1. 2060	Lett bil	Tung bil	Lett bil	Tung bil			
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde	km/t	Ny tid	Gml. lengde	Km/t	Gml. tid	Innkort											
E39	14	Byrkjelo	Grodås	31,9	90	21,3							4662	6431			361,3	246,0	0,0	721,6	
E39	14	Grodås	Volda	30,9	90	20,6							4662	6758			360,3	244,7	0,0	490,7	
E39	14	Byrkjelo	Anda				28,9	74	23,4		2760	2938	0	0	185,2	242,0				1212,3	
E39	14	Anda	Lote				1,9	4,6	24,8				0	0						475,0	0
E39	14	Lote	E39/Volda				79,0	68	69,7	76,1	1428	1872	0	0	289,9	1247,7				1489,7	0,0
E39	15	Volda	Festøya				46,0	63	43,8		2360	3132	6840	10080	290,9	672,1	0,0	0,0			
E39	15	Volda	Hareid	34,0	100	20,4							6840	10080			620,7	593,7		510,7	1117,2
E39	15	Hareid	Ålesund	24,0	100	14,4							8640	9540			496,5	244,3		845,5	838,0
E39	15	Festøya	Ålesund				12,3		33,0	42,0	8960	11000	8640	12720	219,8	173,3	0,0	0,0		1356,2	1955,2
				120,8		76,7	168,1		194,7	118,1										3320,9	3167,5

Tabell 18: Beregnet kjøretøyutslipp Byrkjelo – Ålesund

Med disse forutsetningene vil utslippet øke sterkt på strekningen Volda – Ålesund. Dette skyldes økt trafikk, men ikke minst at KVV-vedtaket om å legge E39 via Hareidlandet, fører til økt lengde i forhold til dagens E39. På strekningen Byrkjelo – Volda får vi imidlertid en dramatisk innkorting av lengden (fra 110 km til 63 km). Dette vil mer enn kompensere det økte utslippet på strekningen Volda – Ålesund. Totalt vil utslippet altså minke litt på strekningen Byrkjelo – Ålesund ved innføring av «Ferjefri E39».

I tillegg vil ferja Festøya – Solavågen bli lagt ned. Dette er beregnet til 294.000 tonn over en 40-årsperiode i kap. 3.4.

For ferja Lote – Anda er utslippene beregnet redusert med 66.000 tonn over 40-årsperioden.

3.3.7. Ålesund – Molde

Parsellen går fra Moa vest for Ålesund og gjennom Molde til Årø. Byområdet i Molde er her regnet med, selv om en ideelt sett burde ha 0-vekst i trafikken der.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag										ÅDT 2020 Basis				Parsellis utslipp over 40 år gammel veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslipp gml. veg pr. hoved-parsell over 40 år (1000 tonn)		Utslipp ny veg pr. hoved-parsell over 40 år (1000 tonn)	
			Ny		Gml.		Snitt		Min.		ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt.1 2060	Lett bil	Tungbil	Lett bil	Tungbil				
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde km	Ny tid	Gml.lengde km	Km/t	Gml.tid	Innkort													
E39	15	Moa(Ålesund)	Digernes(Fv661)	13,5	80	10,1	13,5	73	11,1	1,0	12960	15900	16432	21726	389,3	191,4	609,5	118,8				
E39	15	Digernes(Fv661)	Solner	7,0	100	4,2	7,0	69	6,1	1,9	4928	5060	9720	13674	74,0	65,7	186,6	90,1				
E39	15	Solner	Tomrefjord	8,0	100	4,8	12,1	60	12,1	7,3	4704	4620	7992	8374	122,1	270,3	149,0	73,6				
E39	15	Landtilknytning sør	Møreaksen	9,1	100	5,5	9,1	77	7,1	1,6	3472	4620	8964	12720	91,9	217,4	224,8	108,5				
E39	15	Tomrefjord	Julneset				15,7	63	15,0		4368	5940			144,9	269,4						
E39	15	Julneset	Kvam				8,0	8,7	55,2										869,4	2255,6		
E39	15	Molde Rk.	Årø(Fv64 Fraena)				4,3	48	6,1		6490	8100			67,2	39,7			1054,0	930,4		
E39		KVAM	ÅRØ	41,3	100	24,8				51,5			8798	12480			1085,8	539,4				
	105			78,9		49,4	70,3	398,7	112,6	63,3	36922	44240	51906	68974					1943,3	3186,0		

Tabell 19: Beregnet kjøretøyutslipp Ålesund – Molde

På denne parsellen er det beregnet en stor økning i CO2-utslipp på 1,2 mill. tonn som følge av ny E39. Dette overstiger den reduksjonen på ca. 700.000 tonn som en får ved å fjerne ferja Vestnes – Molde. Årsaken til dette er todelt:

- En får lenger trasé siden ny veglinje er lagt over Otrøya (Møreaksen). Det er mulig at framtidig trasé fra Storfjorden til Otrøya vil velge en kortere trasé enn dagens (via Skodje – Tomra), og det vil i så fall kompensere en del for merutslippet. Kryssingen av Moldefjorden skjer i tillegg med undersjøisk tunnel, som gir en del stigning også på ny trasé.
- Det er beregnet en relativt sterk vekst av trafikken gjennom Molde. Bytrafikken bør i følge nasjonale målsettinger ha 0-vekst, og det må i så fall settes i verk restriktive tiltak for å forhindre den beregnede veksten.

3.3.8. Molde- Trondheim.

Parsellen går fra Årø øst for Molde til Klett sør for Trondheim.

E39	Vest-Agder/Rogaland/Hordaland/Sogn-Fjordane/ Møre og Romsdal/Sør-Trøndelag										ÅDT 2020 Basis				Parsellis utslipp over 40 år gammel veg (1000 tonn CO2)		Parsellis utslipp over 40 år ny veg (1000 tonn CO2)		Utslipp gml. veg pr. hoved-parsell over 40 år (1000 tonn)		Utslipp ny veg pr. hoved-parsell over 40 år (1000 tonn)	
			Ny		Gml.		Snitt		Min.		ÅDT 2020 Basis	ÅDT 2060 Basis	ÅDT Alt.1. 2020	ÅDT Alt.1 2060	Lett bil	Tungbil	Lett bil	Tungbil				
	Fylke	Strekning frå	Strekning til	Ny Lengde km	Ny tid	Gml.lengde km	Km/t	Gml.tid	Innkort													
E39	15	Årø	Lenset	6,6	80	5,0	6,6	58	6,8	1,9	6372	7950	13208	18360	79,8	35,7	246,6	47,6				
E39	15	Lenset	Hjelset(Fv62)	7,8	100	4,7	7,8	66	7,1	2,4	5400	6784	13208	18360	86,3	39,4	291,4	56,3				
E39	15	Hjelset	Bjerkneset	11,3	100	6,8	11,3	75	9,0	2,3	2394	3584	9350	12744	68,5	70,0	279,2	177,9				
E39	15	Bjerkneset	Astad	5,2	100	3,1	5,2	62	5,0	1,9	1888	3596	8664	11648	29,4	103,6	113,9	109,4	345,6	1073,9		
E39	15	Astad	Hegset	10,2	100	6,1	10,2	76	8,1	1,9	1888	3712	4674	7392	67,7	258,9	122,4	111,1	537,8	520,8		
E39	15	Hegset	Bergsøya(Fv70)	1,7	100	1,0	1,7	80	1,3	0,3	2950	4292	4560	7504	13,9	30,1	20,4	18,5	883,4	1594,6		
E39	15	Bergsøya	Øydegard(Fv70)	13,3	100	8,0	13,3	72	11,1	3,1	2832	4176	5016	7280	98,4	200,9	162,6	148,1				
E39	15	Øydegard(Fv70)	Karnestrøm				8,7	75	7,0		2242	3248	4560	7280	54,0	117,0						
E39	15	Ferge: Karnestrøm	Halsa				7,0	12	35,0			0	4104	6496								
E39	15	Halsa	Bernal(Fv65)				7,3	73	6,0		2006	3016	4332	6720	39,3	88,4						
E39	15	Bernal(Fv65)	Liabe				5,5	65	5,1		2124	3016	3990	6720	25,2	46,2						
E39	15	Øydegard(Fv70)	Liabe	29,0	90	19,3				33,7			3990	6720			308,9	279,6				
E39	15	Liabe	Klettelva	2,9	90	1,9	3,7	67	3,3	1,4	1770	2784	3876	6160	15,4	20,1	28,9	26,3				
E39	15	Klettelva	Hestneset	8,5	90	5,7	8,5	72	7,1	1,4	1770	2784	3876	6048	35,4	46,3	63,9	76,2				
E39	15	Hestneset	Leivika	3,5	90	2,3	3,5	70	3,0	0,7	1770	2784	3648	5936	14,6	19,0	33,4	30,2				
E39	15	Leivika	Rennalden	4,2	90	2,8	4,2	63	4,0	1,2	1770	2784	3534	5824	17,5	22,9	39,1	35,4				
E39	15	Rennalden	Sør-Trøndelag gr.	8,6	90	5,7	8,6	80	6,5	0,7	1770	2668	3534	5824	49,3	214,5	80,0	72,5				
E39	16	Møre og Romsdal gr.	Staurset	6,0	90	4,0	6,0	80	4,5	0,5	1888	2900	3648	6048	37,1	161,4	57,9	52,4				
E39	16	Staurset	Stormyra	7,9	90	5,3	7,9	59	6,0	2,8	1888	3712	4332	6832	49,7	197,6	67,7	79,6				
E39	16	Stormyra	Hegljøten	28,2	90	18,8	28,2	76	22,3	3,5	3658	3596	3990	6608	219,9	788,3	312,1	403,9	1883,5	2660,6		
E39	16	Hegljøten	Harangen	10,0	90	6,7	10,0	68	8,8	2,2	3776	3248	3648	6272	107,2	468,6	98,7	89,2	3539,6	1812,1		
E39	16	Harangen	Bårdshaug	10,5	100	6,3	10,7	68	9,4	3,1	8960	9680	5940	8162	321,2	747,3	177,1	122,4				
E39	16	Bårdshaug	Klett	26,8	100	16,1	26,8	80	20,1	4,0	12540	18684	15264	22984	799,3	401,2	1190,5	396,3	5423,2	4472,7		
				202,2		129,6	202,7	198,4	68,9													
E39		Moa/Ålesund	Klett	562,2		357,9	546,0	622,1	284,3										6306,5	6067,4		
																			36535,0	39326,5		

Tabell 20: Beregnet kjøretøyutslipp Molde - Trondheim

Beregningene viser en reduksjon i utslipp på 230.000 tonn CO₂. Her ser en at de dårlige partiene opp fra Bårdshaug i Sør-Trøndelag gir store utslag på drivstofforbruket, særlig for tungtrafikken. Fjerning av ferja Halså – Kanestraumen vil etter beregningene i kapittel 3.4. gi en innsparing på 474.000 tonn CO₂.

3.3.9. Oppsummering av delstrekningene.

En oppsummering av endrede utslipp på de enkelte delstrekningene i kapittel 3.2.1. – 3.3.8., gir følgende oppsummerte kjøretøyutslipp for henholdsvis eksisterende E39 (uten utbedringer) og ny ferjefri E39 over en 40-årsperiode fra 2020 til 2060:

Strekning	CO ₂ -utslipp dagens E39 (1000 tonn)	CO ₂ -utslipp ny E39 (1000 tonn)	Endring i CO ₂ -utslipp
Kristiansand - Stavanger	12150	10850	-1300
Stavanger – Bergen	8080	11540	3460
Bergen – Ålesund	8050	7680	-430
Ålesund – Molde	1940	3190	1250
Molde - Trondheim	6310	6070	-240
Kristiansand - Trondheim	36500	39300	2800

Tabell 21 Totalt CO₂-utslipp fra trafikken ved ny og gammel E39

Med de forutsetningene som er beskrevet først i kap. 3.3., vil en beregningsmessig få en økning i *kjøretøyutslipp* i perioden 2020 til 2060 på ca. 2,8 mill. tonn CO₂ eller ca. 7,5% for hele E39 fra Kristiansand til Trondheim ved etablering av «Ferjefri E39». Med tanke på den sterke trafikkveksten og sett i lys av at utslipp fra ferjetrafikken i samme periode er beregnet til 4,5 mill. tonn, er dette overraskende resultater.

Det er strekningen Stavanger – Bergen som står for hoveddelen av økningen (3.500 tonn). Dette skyldes både sterk trafikkøkning og de lange ferjestrekningene som blir erstattet med ny veg. På den andre siden er det også på denne strekningen bortfall av utslipp fra ferjene utgjør mest (2.500 tonn).

Det er et gjennomgående trekk at personbiltrafikken øker utslippene mens de blir redusert for tungtrafikken. Dette kommer både av at personbiltrafikken øker vesentlig mer enn tungtrafikken på grunn av «Ferjefri E39», men også av at drivstofforbruket til tungtrafikken er vesentlig mer følsomt for tunge stigninger, stopp på grunn av smal veg, ujevn hastighet etc.

Det er viktig å se resultatet i lys av en del forhold:

- Beregningene er nødvendigvis grove. Ideelt skulle hver parsell være delt inn i svært små lengder der trafikk, bredde, kurvatur, stigning etc. var definert, med påfølgende beregning av drivstofforbruk. Ved beregning med EFFEKT vil en komme nærmere denne situasjonen, men innfører samtidig en del andre ulemper (mangler ved trafikkberegningene, feilkoding, feil i NVDB, manglende geometridata for ny veglinje, etc.) når beregningsområdet blir så komplisert som det er på denne strekningen. Manglende tilgang på prognoser for tungtrafikkkdata har dessuten ikke gjort dette mulig.

- Beregningsforutsetningene er alltid diskutabile. Det finnes ikke en entydig «rett» verdi på mange av de parameterne som ligger i beregningene. Det er derfor gjort en del følsomhetsanalyser i kap. 3.3.10. for å synliggjøre hvordan forbruket på gammel og ny veg endrer seg med konkrete endrede forutsetninger.

3.3.10 Følsomhetsberegninger

Det er gjort noen følsomhetsberegninger for å vise hvordan endrede forutsetninger virker inn. Vi vil imidlertid presisere at hovedusikkerhetsfaktoren er hvilken kjøretøypark vi vil ha i framtiden. Vi er inne i en tid der det tyder på at vi kan få et paradigmeskifte i forhold til energibærere for transport (hydrogen, elektrisitet, biodrivstoff, etc.). Hvordan teknologien utvikler seg, vil ha *avgjørende* innvirkning på framtidig CO₂-utslipp fra transport.

I følsomhetsberegningene er endret følgende faktorer:

1. Drivstofforbruk tunge kjøretøy (basisforbruk flat veg)
2. Drivstofforbruk lette kjøretøy (basisforbruk flat veg)
3. Drivstofforbruk tunge kjøretøy (forbruk i forhold til endrede stigningsforhold)
4. Drivstofforbruk lette kjøretøy (forbruk i forhold til endrede stigningsforhold)
5. Drivstofforbruk tunge kjøretøy (forbruk i forhold til endret geometri)
6. Drivstofforbruk lette kjøretøy (forbruk i forhold til endret geometri)
7. Energieffektivisering tunge kjøretøy
8. Energieffektivisering lette kjøretøy

Beregningene er satt inn i en tabell som henviser til nummereringen ovenfor, og der det er beskrevet i merknadsrubrikken hvilken endring som er gjort. Alt er sammenlignet med merutslippet som er beregnet i den parsellvise beregningen i kap. 3.3.1. til 3.3.8. (merutslipp på 2760 tonn CO₂ ved bygging av ferjefri E39). Alle verdier er beregninger i 1000 tonn CO₂-utslipp over en 40-årsperiode fra 2020 til 2060.

	Basisberegning kap. 3.1. – 3.8			Følsomhetsberegning			Merknad
	Gml. E39	Ny E39	Diff.	Gml. E39	Ny E39	Diff.	
1.	36600	39330	2730	39110	41090	1980	Økning med 10% i basisår (tunge kjøretøy)
1.	36600	39330	2730	34090	37580	3490	Minking med 10% i basisår (tunge kjøretøy)
2.	36600	39330	2730	37750	41520	3770	Økning med 10% i basisår (lette kjøretøy)
2.	36600	39330	2730	35440	37150	2210	Minking med 10% i basisår (lette kjøretøy)
3.	36600	39330	2730	37940	39550	1610	10% større følsomhet for stigning (tunge kjøretøy)
3.	36600	39330	2730	35260	39110	3850	10% mindre følsomhet for stigning (tunge kjøretøy)
4.	36600	39330	2730	36690	39360	2670	10% større følsomhet for stigning (lette kjøretøy)
4.	36600	39330	2730	36500	39310	2810	10% mindre følsomhet for stigning (lette kjøretøy)
5.	36600	39330	2730	37170	39330	2160	10% større følsomhet for dårlig geometri (tunge kjøretøy)
5.	36600	39330	2730	36020	39330	3310	10% mindre følsomhet for dårlig geometri (tunge kjøretøy)
6.	36600	39330	2730	36690	39330	2640	10% større følsomhet for dårlig geometri (lette kjøretøy)
6.	36600	39330	2730	36500	39330	2830	10% mindre følsomhet for dårlig geometri (lette kjøretøy)
7.	36600	39330	2730	34090	37580	3490	10% større energieffektivisering pr. år enn forutsatt (tunge kjøretøy)
7.	36600	39330	2730	39110	41090	1980	10% mindre energieffektivisering pr. år enn forutsatt (tunge kjøretøy)
8.	36600	39330	2730	35440	37150	1710	10% større energieffektivisering pr. år enn forutsatt (lette kjøretøy)
8.	36600	39330	2730	37750	41520	3770	10% mindre energieffektivisering pr. år enn forutsatt (lette kjøretøy)

Tabell 22 Følsomhetsberegning for endring av utslipp med endrede forutsetninger

Differansen mellom utslipp ved gammel veg og ny veg er relativt liten (bare en økning i utslipp på ca. 7% ved bygging av ny veg i basisberegningene). I følsomhetsberegningene varierer økningen i utslipp fra kjøretøyene mellom 2% og 10% av utslipp ved dagens E39. I alle tilfelle utgjør de reduserte utslippene fra ferjene mer enn økningen fra kjøretøyene, slik at det er en netto reduksjon av utslipp fra trafikken.

Som en ser ut fra følsomhetsberegningene, er det for de tunge kjøretøyene veg-geometrien (stigning, kurvatur, bredde) har størst betydning. For de lette kjøretøyene gir endringen av vekten vesentlig mindre utslag.

Når energieffektivisering av tunge kjøretøy slår sterkere ut på dagens E39, kommer det av at de tunge kjøretøyene her utgjør en vesentlig større del av utslippene, både på grunn av høyere tungtrafikkandel og på grunn av høyere forbruk pr. km.

Totalt sett viser følsomhetsberegningene at endring av parameterne innenfor en størrelsesorden på 10-20%, endrer ikke hovedtrendene i konklusjonen:

Bygging av ny ferjefri E39 vil ikke føre til stor utslippsøkning av CO₂ fra trafikken siden den sterke trafikkøkningen og høyere hastigheten langt på veg vil bli kompensert av kortere og flatere veg med mer jevn hastighet. Tar en med utslippene fra ferjene, vil transportutslippene som følge av bygging av ny ferjefri E39 synke, sett over en 40-årsperiode.

Dersom Ferjefri E39 blir bygd ut med bompenger, hvilket er overveiende sannsynlig, vil det redusere trafikken i bompengerperioden. Hvor stor reduksjonen vil være er avhengig av størrelsen på bompengene. Personbiltrafikken blir mest redusert. Dersom en konservativt antar at tungtrafikken blir redusert med 20% og personbiltrafikken med 40% i forhold til fri trafikk i bompengerperioden, er det beregnet å gi en reduksjon av utslippet for ny E39 i 40-årsperioden på ca. 4.500 tonn CO₂. Dette vil altså bedre CO₂-regnskapet ytterligere i forhold til eksisterende E39 med ferjebetaling (men det gjør naturligvis det samfunnsøkonomiske regnskapet dårligere).

Norske klimamål

Den norske Regjeringen har sluttet seg til EU sitt ambisjonsnivå om å redusere våre CO₂-utslipp med 40% innen 2030. For vegtrafikken virker det rimelig at det aller meste av denne reduksjonen må tas i de større byområdene. Det er der både trafikken og utslippene har desidert størst omfang, og det er i tillegg der den lokale forurensningen er et betydelig velferds- og helseproblem. I mer spredtbygde områder er faktisk privatbiltransport, fortrinnsvis med utstrakt samkjøring, den transportform som gir minst utslipp på lenger strekninger, på grunn av det tynne trafikkgrunnlaget for kollektive transportformer.

Som et tankeeksperiment har vi imidlertid sett på hvordan klimautslipp med en ferjefri E39 vil være i 2030 i forhold til dagens utslipp, og evt. hvilke tiltak som måtte settes inn i forhold til trafikken for at en skulle oppnå den ønskede effekten.

I en slik forenklet beregningsskisse er det gjort store forenklinger:

- Det er bare sett på utslipp fra *trafikken*. Alle utslipp i samband med bygging og vedlikehold av infrastruktur og transportmidler er holdt utenfor. (Det ville være meningsløst å belaste CO₂-regnskapet med utslipp fra bygging i så kort perspektiv, når en forutsetter en levetid på veg og konstruksjoner på 50 til 100 år).
- Ferjefri E39 med vegstrekninger av høy standard er etablert ferdig i 2030. Trafikken er beregnet *uten* bompenger (interpolert mellom 2020 og 2060 i Rambøll sine modellberegninger).
- Alle beregningsforutsetninger for øvrig i forhold til utslipp fra bil, ferje, fly og hurtigbåt et for øvrig identisk med forutsetningene i de øvrige beregningene i denne rapporten.

Utslipp i 2015 og 2030.

Med de samme forutsetningene som ellers i rapporten, får en følgende utslipp for dagens situasjon, 2015:

Tabell 23: CO₂-utslipp dagens situasjon (2015)

	Samlet CO ₂ -utslipp E39 i 2015 (1000 tonn CO ₂)	Merknad
Biltrafikk	704	
Ferje	106	
Fly	33	Dette er samlet utslipp av de rutene en forutsetter blir lagt ned ved bygging av Ferjefri E39. Se kap. 3.5.
Hurtigbåt	3	Dette er samlet utslipp av de rutene en forutsetter blir lagt ned ved bygging av Ferjefri E39. Se kap. 3.5.
Sum	846	

Dette skal altså reduseres med 40% i 2030 til 508 000 tonn CO₂, for å ta «sin del» av statens klimamål.

Uten tiltak ut over de forutsetningene som er gjort ellers i denne rapporten, får en følgende verdier for utslipp fra trafikken med ny, opprustet og ferjefri E39 i 2030:

Tabell 24: CO₂-utslipp ny E39 i 2030

	Samlet CO ₂ -utslipp E39 i 2015 (1000 tonn CO ₂)	Merknad
Biltrafikk	903	
Ferje	0	Alle ferjer er lagt ned
Fly	0	Dette er samlet utslipp av de rutene en forutsetter er lagt ned ved bygging av Ferjefri E39. Se kap. 3.5.
Hurtigbåt	0	Dette er samlet utslipp av de rutene en forutsetter er lagt ned ved bygging av Ferjefri E39. Se kap. 3.5.
Sum	903	

For å illustrere hvilke tiltak som skal til for få utslippene ned i 508.000 tonn, er det gjort beregninger med forbedret teknologi og reduksjon i trafikken gjennom bompengebelastning.

a) Forbedret teknologi:

En teknologiforbedring som gjennomsnittlig medfører et årlig redusert drivstofforbruk på 3,5% for bensinbiler og 2,5% for dieslbiler, vil gi et utslipp for ny opprustet, ferjefri E39 på ca. 900.000 tonn CO₂, det vil si omtrent den ønskede reduksjonen i forhold til nasjonale mål. Dette er ikke helt urealistisk. I perioden 1990 til 2013 har vi hatt en årlig reduksjon av forbruk for personbiler på 2 – 4%. HBEFA sin utslippsmodell for 2009 antar en reduksjon på 1% årlig for personbiler og 0,5% for dieslbiler i perioden 2010 - 2020. Ingen av disse beregningene tar imidlertid høyde for det trendsiftet som skjer i form av ny teknologi med lavutslippskjøretøy (elektriske kjøretøy, hydrogenbiler etc.). Antar en at dagens biler på fossilt brensel får en teknologiforbedring på 1% pr. år og at 35% av bilparken vil bestå av lavutslippskjøretøy (utslipp stipulert til 20% av et ordinært kjøretøy), vil dette tilsvare en årlig forbedring på 3,5%.

b) Redusert trafikk:

Den eneste realistiske måten å redusere trafikken på, er gjennom trafikantbetaling. I dette tilfellet må vi redusere trafikken med 44% i forhold til beregnet 2030-nivå for en ny utbedret og ferjefri E39 for å oppnå en reduksjon i utslipp på 40% i forhold til 2015-nivå (uten teknologiforbedringer). I NTP-sammenheng har vi kjørt beregninger på utvalgte prosjekt på E39 med bompengebelastning lik tre kroner pr. km + (ferjebillett + 40%) på de konkrete fjordkryssingene. Dette gir *beregningsmessig* en reduksjon i trafikken (og dermed også i den samfunnsøkonomiske nytten) på 20 - 40%.

c) En kan naturligvis også se for seg at en kombinasjon av teknologiforbedring ut over 1% pr. år kombinert med en viss trafikantbetaling som sum kan gi den samme reduksjonen i totalutslipp av CO₂.

Som tidligere bemerket er dette rene teoretiske betraktninger opp mot de nasjonale klimamålene. På transportsektoren er det i og rundt de store byområdene det både er størst potensiale og lettest å redusere de nasjonale transportutslippene.

3.4. Beregning av endrede utslipp fra ferje.

Generelt for ferjetrafikken

Ferjetrafikken er anbudsbasert. Det vanlige er å benytte åtte års kontrakter med mulig forlengelse i inntil fire år. Det kan være lagt inn økning av antall ferjer eller endring av ruteopplegg i løpet av kontraktperioden. Dette vil særlig være aktuelt for samband med stor trafikk som f.eks. Halhjem – Sandvikvåg og Mortavika – Arsvågen. I denne rapporten har vi regnet med en ti-års driftsperiode for hver kontrakt. Innen denne perioden har vi forutsatt at det ikke skjer noen endring av teknologien for sambandet.

I tillegg til teknologiendringer, vil økning i trafikk og behov for økt frekvens og/eller redusert overfartstid ville føre til endringer i ferjeflåten ved utlysning av ny kontrakt. I denne rapporten har en med bakgrunn i transportmodellberegninger og antatte behov for forbedringer basert på historisk utvikling, gjort en vurdering av ferjeflåten for hvert samband.

Transportfasen - trafikk

I transportmodellberegningene som Rambøll har gjort med RTM/NTM, har de beregnet trafikkvekst for personbiltrafikk for ferjestrekningene fra basis 2020 til 2060 (basis = uten tiltak ut over det som ligger inne i NTP 2014-17). Tungbilandelen på ferjestrekningene ligger i dag på ca. 15 - 20%. Det er lagt til 15% til beregningene for å få ÅDT:

Tabell 25 Trafikkvekst ferje 2020 -2060 (RTM/NTM)

Strekning	Beregnet ÅDT 2020	Beregnet ÅDT 2060	Beregnet gj.sn. vekst 2020-2060	Faktisk gj.sn. vekst 1990 - 2011
Mortavika – Arsvågen	4 140	8 280	1,7%	5,8%
Halhjem – Sandvikvåg	3 680	7 475	1,8%	4,5%
Lavik – Oppedal	1 265	2 070	1,2%	4,5%
Lote – Anda	1 150	1 725	1,0%	3,6%
Volda – Folkestad	1 150	1 725	1,0%	4,2%
Festøya – Solavågen	1 265	1 955	1,1%	2,4%
Molde – Vestnes	2 070	2 760	0,8%	3,0%
Halsa - Kanestraum	1 495	2 415	1,2%	5,5%

Som en ser er den beregnede trafikkveksten for alle samband *vesentlig* lavere enn den faktiske trafikkveksten vi har hatt i de siste 20 årene. RTM/NTM har vist seg å undervurdere trafikk på ferjesamband. Dette skyldes trolig at en får en avvisning av trafikk på grunn av kostnaden ved ferjebillett (økning i generaliserte kostnader) i beregningene som ikke gjenspeiles i virkeligheten. Selv om en ikke kan forvente samme vekst som har vært de siste 20 årene, må vi anta at trafikken vil øke raskere enn modellberegningene tilsier. Dette vil igjen gi et høyere utslipp for fortsatt ferjedrift enn beregnet.

Det er to hovedfaktorer som er drivende for bedret ferjetilbud. Dels er det behov for kapasitet for å unngå igjenstående biler og økte kostnader for trafikantene. Dels er det et krav om økt frekvens for å minske ulempene med en ferjestrekning. Kravet om økt frekvens gjelder også på nattetid da næringslivet har mye transport. På E39 har vi hatt en gradvis, jevn forbedring av rutetilbudet over mange år, og vi regner med at dette vil fortsette dersom det ikke blir bygget en ferjefri E39. I denne beregningen ser vi for oss at økt trafikk blir tatt gjennom bedre frekvens (dels flere overfarer med eksisterende materiell, dels mer ferjemateriell). En slik økning i frekvens betyr i realiteten nedgang i reisetiden for trafikantene, noe som igjen genererer økt trafikk. Dette er ikke lagt inn i modellforutsetningene for beregnet trafikk, og virker i retning av at trafikktallene er noe lave.

Utslipp fra ferjeflåten

Hovedutslippene som blir generert fra ferje, kommer fra selve transportfasen. Utslippene omfatter en rekke ulike gasser som CO₂, NO_x, SO_x, CO, C_xH_y (hydrokarbonforbindelser inkl. metan) o.a. I denne rapporten fokuserer vi imidlertid på CO₂-utslipp, selv om størrelsesorden på utslipp også av andre gasser i noen tilfelle vil bli anslått. I forhold til totalt utslipp i CO₂-ekvivalenter, er CO₂ dominerende, men siden metan ikke er medregnet, vil utslippene være litt underestimert.

I tillegg til transportfasen, generer ferjedrift utslipp i bygge- og vedlikeholdsfasen.

Byggefasen:

- Bygging av ferjekai og kaianlegg for øvrig. Levetid er satt til 40 år
- Bygging av ferje. Levetid er satt til 40 år

Vedlikehold:

- Vedlikehold av ferjekai og kaianlegg for øvrig
- Elektrisitetsforbruk
- Vedlikehold av ferje (bunnstoff, skrog for øvrig, maskin og teknisk utstyr).

Transportfasen - energibærer

Ferjetrafikken benytter ulike typer drivstoff. Energiforbruk pr. km. avhenger sterkt av hastighet på ferjen, installert motorkraft og hvilken energibærer som er benyttet. Siden framtidig trafikk på sambandene er avhengig av de rammebetingelser som blir gitt i anbuds-betingelsene i forhold til frekvens, type fartøy (energibærer og størrelse), vil det ikke være mulig å beregne sikkert framtidig utslipp fra ferjer. I våre beregninger har vi tatt utgangspunkt i en estimert utvikling som er beskrevet for det enkelte samband i vedlegg til denne rapporten.

Beregningsfaktorer som er benyttet for utslipp ved de forskjellige typene drivstoff, er gjengitt i tabellen under. En nærmere diskusjon av disse verdiene er tatt inn i vedlegg til denne rapporten.

Tabell 26 Drivstofforbruk og utslipp

Drivstoff	CO ₂ +CH ₄ (Klimagassekvivalenter)	NOx	Gjennomsnittlig drivstofforbruk *)	Merknad
Diesel	3200 g/kg drivstoff	50 g/kg drivstoff	15 - 20 kg/km	Omfatter alle typer marine gassoljer
Biodiesel	760 g/kg drivstoff	60 g/kg drivstoff	15 - 20 kg/km	Inneholder ikke svovel og NOx er derfor lettere å rense.
LNG	2750 g/kg drivstoff	13 g/kg drivstoff	14 - 35 kg/km	LNG slipper ut en god del del CH ₄ (ammoniakk). For CO ₂ er utslipp ca. 2300 g/kg drivstoff.
Elektrisitet **)	200 g/kWh	0 (lokalt)	50 kWh/km	Nordisk El-miks.
Biogass	55 g/kWh	0 (lokalt)		Ikke vurdert
Brenselcelle	Avh. av energikilde	0 (lokalt)		Ikke vurdert

*) Gjennomsnittlig drivstofforbruk er sterkt avhengig av hastigheten på det enkelte samband.

Kilder: Statens vegvesen (2000 og 2011), Det Norske Veritas (2011 og 2015), Fjord1, Siemens Norge as

***) Kilde: Klimakalkulator utviklet av CICERO Senter for klimaforskning, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU), MISA og Netlife Research

Antatt utvikling for de enkelte samband i perioden 2020 – 2040.

Anbudslengde og –oppstart av periode varierer for de ulike sambandene. Det vanlige er åtte års anbudsperiode med opsjon på forlengelse i fire år, men med overgang til ny teknologi er det viktig å ha relativt lange anbudsperioder for å ikke få for høye kostnader. I denne rapporten har vi antatt anbudsperioder på 10 år med oppstart 2020. For 2020 er det tatt utgangspunkt i det vi vet om de siste tilbudene som blitt inngått nå. Det er gjort vurderinger av utvikling av ferjeflåten for de enkelte samband. For Halhjem – Sandvikvåg og Mortavika – Arsvågen er det kapasitetsbehovet som bestemmer utviklingen. For de øvrige sambandene har vi antatt en utvikling mot bedret frekvens som bestemmende. Det er naturligvis antall turer som er bestemmende for utslipp. For de mest trafikkerte sambandene er imidlertid antall ferjer en kritisk faktor, siden en ikke greier å avvikle dette på dagens ferjeleier. Særlig Halhjem – Sandvikvåg er kritisk med lang og trang innseiling, men også Mortavika – Arsvågen er problematisk med veldig høy trafikk.

I tillegg til de riksvegferjesambandene som blir direkte avløst av faste samband ved etablering av ferjefri E39, vil det også påvirke en del andre samband:

Ferjesamband	Status	Merknad
Mortavika – Arsvågen	E39	Sambandet blir lagt ned
Halhjem – Sandvikvåg	E39	Sambandet blir lagt ned
Halhjem – Våge	Fv. 49	Sambandet forbinder Os og Tysnes i dag og blir lagt ned
Jektevik – Hodnaneset	Fv. 49	Sambandet mellom Stord og Tysnes blir lagt ned, men det må opprettholdes mellom Tysnes og Huglo. Antar at det blir 1/3 av dagens utslipp.
Lavik – Oppedal	E39	Sambandet blir lagt ned
Anda – Lote	E39	Sambandet forbinder Gloppen og Eid vil bli opprettholdt med redusert kapasitet når E39 blir flyttet til Byrkjelo – Grodås. Antar at det blir halvdelen av dagens utslipp.
Festøya – Solavågen	E39	Sambandet går i dag også til Fv. 71. Antar at det blir opprettholdt et trekantsamband med halvdelen av dagens utslipp.
Hareide – Sulesund	Fv. 61	Sambandet forbinder Hareidlandet med Ålesund i dag og blir lagt ned
Molde – Vestnes	E39	Sambandet blir lagt ned
Mordalsvågen – Solholmen	Fv. 668	Sambandet forbinder Otrøya og Molde i dag og blir lagt ned
Halsa - Kanestraum	E39	Sambandet blir lagt ned

I vedlegg 1 er det beskrevet forutsetningene for det enkelte samband og den turproduksjonen disse forutsetningene gir. Der er også beskrevet endret utslipp med alternative forutsetninger for drivstoff på de ulike sambandene.

Med de gitte forutsetningene, vil en få følgende utslipp fra ferjene i perioden 2020 – 2060:

Tabell 27 Stipulert utslipp pr. samband i 2020 - 2060

Strekning	Lengde (km)	2020-2030		2030-2040		2040-2050		2050-2060		Sum CO2-utslipp (1000 tonn)
		Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	
Mortavika – Arsvågen	9,240	LNG	283 000	Biodiesel	200 000	Biodiesel	286 000	Biodiesel	286 000	1 055 000
Halhjem – Sandvikvåg	21,700	LNG	679 000	Biodiesel	467 000	Biodiesel	467 000	Biodiesel	584 000	2 199 000
Halhjem - Våge	12,500	LNG/EI	79 000	Bio/EI	68 000	EI	32 000	EI	32 000	211 000
Jektevik - Hodnaneset	2,400	Hybrid	19 000	Hybrid	27 000	Hybrid	27 000	Hybrid	27 000	100 000
Lavik – Oppedal	5,100	Diesel/EI	83 000	EI	28 000	EI	34 000	EI	34 000	178 000
Lote – Anda	2,100	EI	9 000	EI	11 000	EI	14 000	EI	14 000	48 000
Festøya – Solavågen	4,440	Biodiesel	58 000	Biodiesel	36 000	EI	29 000	EI	29 000	153 000
Hareide - Sulesund	7,700	Biodiesel	80 000	Biodiesel	50 000	Biodiesel	126 000	Biodiesel	151 000	408 000
Molde – Vestnes	11,520	LNG	220 000	Biodiesel	170 000	Biodiesel	269 000	Biodiesel	269 000	928 000
Mordalsv. -Solholmen	2,800	EI	6 000	EI	8 000	EI	9 000	EI	9 000	32 000
Halsa - Kanestraum	5,430	Biodiesel	45 000	Biodiesel	31 000	EI	21 000	EI	24 000	121 000
Sum utslipp			1 562 000		1 096 000		1 314 000		1 459 000	5 433 000

Siden noen av sambandene vil måtte eksistere med redusert frekvens også etter at ferjefri E39 er realisert, vil total reduksjon av CO2-utslipp fra ferjene bli noe lavere:

Strekning	Sum CO2-utslipp uten realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)	Sum CO2-utslipp med realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)	Sum reduksjon CO2-utslipp med realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)
Mortavika – Arsvågen	1 055 000	0	
Halhjem – Sandvikvåg	2 199 000	0	
Halhjem - Våge	211 000	0	
Jektevik - Hodnaneset	100 000	34 000	
Lavik – Oppedal	178 000	0	
Lote – Anda	48 000	24 000	
Festøya – Solavågen	153 000	77 000	
Hareide - Sulesund	408 000	0	
Molde – Vestnes	928 000	0	
Mordalsv. -Solholmen	32 000	0	
Halsa - Kanestraum	121 000	0	
Sum utslipp	5 433 000	135 000	5 298 000

Effekten av bruk av biodrivstoff på reduksjon av CO2-utslipp er svært omdiskutert. Tilgangen på andregenerasjons biodrivstoff er svært liten i dag, og det er usikkert om og evt. når dette vil bedre seg. Førstegenerasjons biodrivstoff har relativt høye utslipp (ikke bare for palmeolje som har store sekundære negative effekter, men også for f.eks. raps som er kilde til stor andel av europeisk biodiesel), og om det faktisk i det hele gir nedgang i CO2-utslipp i forhold til tradisjonell diesel.

I et scenario der biodrivstoff ikke blir aktuelt for ferjeflåten, har vi antatt at LNG er det mest aktuelle drivstoffet for lange ferjesamband med krav om relativt høy fart, mens vi for øvrig har antatt at sambandene etter hvert blir elektrifisert.

I et slikt scenario vil en få følgende utslipp fra ferjene i perioden 2020 – 2060:

Strekning	Lengde (km)	2020-2030		2030-2040		2040-2050		2050-2060		Sum CO2-utslipp (1000 tonn)
		Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	Drivstoff	CO2-utslipp (1000 tonn)	
Mortavika – Arsvågen	9,240	LNG	283 000	LNG	360 000	LNG	514 000	LNG	514 000	1 671 000
Halhjem – Sandvikvåg	21,700	LNG	881 000	LNG	1 090 000	LNG	1 090 000	LNG	1 363 000	4 425 000
Halhjem - Våge	12,500	LNG	122 000	LNG	169 000	El	32 000	El	32 000	356 000
Jektevik - Hodnaneset	2,400	Hybrid	19 000	Hybrid	27 000	Hybrid	27 000	Hybrid	27 000	100 000
Lavik – Oppedal	5,100	El	22 000	El	28 000	El	34 000	El	34 000	117 000
Lote – Anda	2,100	El	9 000	El	11 000	El	14 000	El	14 000	48 000
Festøya – Solavågen	4,440	LNG	102 000	El	24 000	El	29 000	El	29 000	184 000
Hareide - Sulesund	7,700	LNG	140 000	LNG	176 000	LNG	220 000	LNG	264 000	800 000
Molde – Vestnes	11,520	LNG	220 000	LNG	297 000	LNG	470 000	LNG	470 000	1 457 000
Mordalsv. -Solholmen	2,800	El	6 000	El	8 000	El	9 000	El	9 000	32 000
Halsa - Kanestraum	5,430	El	15 000	El	21 000	El	21 000	El	24 000	80 000
Sum utslipp			1 819 000		2 212 000		2 461 000		2 780 000	9 273 000

Siden noen av sambandene vil måtte eksistere med redusert frekvens også etter at ferjefri E39 er realisert, vil total reduksjon av CO2-utslipp fra ferjene bli noe lavere:

Strekning	Sum CO2-utslipp uten realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)	Sum CO2-utslipp med realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)	Sum reduksjon CO2-utslipp med realisering av ferjefri E39 (1000 tonn)
Mortavika – Arsvågen	1 671 000	0	
Halhjem – Sandvikvåg	4 425 000	0	
Halhjem - Våge	356 000	0	
Jektevik - Hodnaneset	100 000	34 000	
Lavik – Oppedal	117 000	0	
Lote – Anda	48 000	24 000	
Festøya – Solavågen	184 000	92 000	
Hareide - Sulesund	800 000	0	
Molde – Vestnes	1 457 000	0	
Mordalsv. -Solholmen	32 000	0	
Halsa - Kanestraum	80 000	0	
Sum utslipp	9 273 000	150 000	9 123 000

3.5. Beregning av endrede utslipp fra luftfart

Det er konkurransesituasjonen som vil avgjøre hvordan en ferjefri E39 vil slå ut på flytrafikken. Som Møreforskning peker på i sin rapport (*ref. 5*), vil det trolig gi sterkest utslag på strekningen Bergen – Stavanger og Bergen – Haugesund, men vil også kunne påvirke konkurranseforholdet mellom småflyplassene på Vestlandet og mellom Haugesund lufthavn og Sola lufthavn.

I denne utredningen har vi gjort følgende forutsetninger:

- Flytrafikken mellom Bergen og Haugesund blir lagt ned (15 mil, ned mot 1 ½ time med ekspressbuss)
- Flytrafikken mellom Bergen og Stavanger blir lagt ned (20 mil, under 2 ½ time med ekspressbuss)
- Flytrafikken mellom Bergen og Førde blir lagt ned (15 mil, under 2 timer med ekspressbuss)

De øvrige flyrutene er forutsatt upåvirket av utbygging av ferjefri E39.

Det finnes en rekke alternative kilder for beregning av utslipp fra fly. M.a. på grunn av forskjeller i flytype og flydistanse er det ikke enkelt å sammenligne dataene direkte. I denne utredningen er vi bare interessert i utslipp på de tre distansene som er listet opp ovenfor, og vi har beregnet gjennomsnittsforkbruk for Boeing 737 og Dash 8 som går i disse rutene. Dataene har vi hentet fra Vestlandsforskning sin rapport «Flypassasjertransport – Utslipp» som oppgir utslipp til henholdsvis 13,9 kg/km og 6,1 kg/km. Siden en Boeing bruker en vesentlig del av drivstoffet for å komme opp i marsjhøyde og Stavanger – Bergen er en svært kort flyrute, har vi økt antatt utslipp pr. km for denne ruten med 20% til 16,7 kg/km.

Det er benyttet en teknologiforbedring på 1% pr. år fram til 2020. Videre er benyttet 0,5% pr. år 2020 - 2040 og 0,3% pr. år 2040 – 2060. Vi har beregnet en trafikkvekst på 1,5% pr. år i hele perioden.

Tabell 28 Utslipp fra flyruter som forutsettes nedlagt i perioden 2020 – 2060 (beregnet med utslipp pr. flykm)

Rute	Flykm. pr. år	Flytype	Utslipp CO ₂ pr. km (kg)	Utslipp CO ₂ 2014 (tonn)	Utslipp CO ₂ 2020 - 2060 (tonn)
Bergen - Haugesund	25 000	Dash-8 *)	6,1	150	7 000
Bergen - Stavanger	1 800 000	Boeing 737	16,7	30 060	1 413 000
Bergen - Førde	32 000	Dash-8 *)	6,1	200	10 000
Sum utslipp CO₂				30 410	1 430 000

*) 50-seters Dash-8

Som en kontrollberegning har vi også beregnet utslipp med SAS sin miljøkalkulator med et passasjerbelegg på 70%. Dette er også brukt på reiser til Førde med et skjønnsmessig tillegg p.g.a. lenger distanse (setebelegget her er reelt sett lavere, noe som gjør at våre beregninger blir litt lave).

Tabell 29 Utslipp fra flyruter som forutsettes nedlagt i perioden 2020 – 2060 (beregnet med utslipp pr. pass.km)

Rute	Passasjerer pr. år	Flytype	Utslipp CO ₂ pr. pass (kg)	Utslipp CO ₂ 2014 (tonn)	Utslipp CO ₂ 2020 - 2060 (tonn)
Bergen - Haugesund	15 600	Dash-8 *)	35	550	29 000
Bergen - Stavanger	610 000	Boeing 737	46	28 060	1 320 000
Bergen - Førde	13 500	Dash-8 *)	40	540	28 000
Sum utslipp CO₂				28 000	1 377 000

*) 50-seters Dash-8

Det er en rekke ulike miljøkalkulatorer med forholdsvis stort spekter i resultatene. SAS sin miljøkalkulator er blant de som gir forholdsvis lave utslippstall for flytrafikk. Når de stemmer så godt overens med utslippsberegningene gjort med utgangspunkt i fly-km., kan vi anta at beregningene sannsynligvis er relativt konservative i forhold til utslippsvolum.

Konklusjon:

Ved nedlegging av flyrutene Bergen – Stavanger, Bergen – Haugesund og Bergen – Førde, vil vi redusere utslipp av CO₂ med 1,5 mill. tonn over en 40-årsperiode fra 2020 til 2060.

3.6. Beregning av endrede utslipp fra hurtigbåt.

Det går en rekke hurtigbåtruter langs kysten fra Stavanger til Trondheim. Som Møreforskning peker på (ref. 5), er imidlertid de fleste rutene lite berørt av en ferjefri E39 siden de i hovedsak har anløp som ligger forholdsvis langt fra E39.

Det er i hovedsak kommersielle vurderinger som ligger til grunn for når hurtigbåtruter blir etablert eller lagt ned. De viktigste hurtigbåtrutestrekningene som vil være i konkurranse med «Ferjefri E39» er:

Rute	Km (veg)	Frekvens (turer/uke)	Reisetid båt	Reisetid «Ferjefri E39»	Merknad
Trondheim - Kristiansund	197	6	215	200	Billetten er dyr i forhold til en bussbillett og reisetiden vesentlig lenger enn med ekspressbuss. Båten besøker en del steder underveis som har dårlig forbindelse til E39.
Molde - Vestnes	15	17	20	20	Ruten går parallelt med dagens ferjerute. Det vil ikke være grunnlag for fortsatt drift av ruten etter åpning av «Ferjefri E39».
Bergen – Leirvik	84	10	145	65	Billetten er dyr i forhold til en bussbillett og reisetiden vesentlig lenger enn med ekspressbuss. Båten besøker en del steder underveis som har dårlig forbindelse til E39.
Stavanger - Haugesund	82	10	140	75	Ruten har langt høyere reisetid og pris enn «Ferjefri E39» og det er lite passasjergrunnlag underveis. Det vil ikke være grunnlag for fortsatt drift av ruten etter åpning av «Ferjefri E39».

Stavanger – Bergen (tidl. «Flaggruten») er ikke i drift pr. d.d., men er en strekning som kan være aktuell for framtidig drift igjen. Det er ikke regnet med i denne rapporten. Etter at beregningene i denne rapporten er utført, er heller ikke Stavanger – Haugesund i drift. Den er imidlertid fortsatt med i beregningene.

Særlig Kristiansund – Trondheim og Leirvik – Bergen er vanskelig å spå skjebnen for etter åpning av «Ferjefri E39». Begge rutene har en god del trafikkgrunnlag undervegs som har lite konkurranse fra ny veg, mens ende-til-ende-trafikken må en anta vil forsvinne tilnærmet fullstendig.

I denne beregningen har vi valgt følgende forutsetninger:

- Ruten Kristiansund – Trondheim vil bli lagt ned og erstattes av personbil-/busstrafikk.
- Ruten Vestnes – Molde vil bli lagt ned og erstattes av personbil-/busstrafikk.
- Ruten Leirvik – Bergen vil bli opprettholdt
- Ruten Stavanger – Haugesund vil bli lagt ned og erstattes av personbil-/busstrafikk.

De andre hurtigbåtrutene på Vestlandet/Trøndelagskysten er det forutsatt ikke vil bli påvirket av etablering av «Ferjefri E39».

Utslipp fra hurtigbåt er ekstremt avhengig av fart. Det varierer i tillegg en god del mellom ulike typer båter. Vi har sett på noen typiske ruter, og der varierer forbruket mellom 280 og 350 l diesel pr. time.

I våre beregninger har vi gått ut fra et forbruk på 300 l/time i 2014 og med en reduksjon i forbruk over tid som for fly (1% pr. år fram til 2020, 0,5% pr. år fra 2020 til 2040 og 0,3% pr. år 2040 – 2060).

Vi har regnet fast rutetilbud over hele beregningsperioden. Det er altså regnet konservativt og ikke beregnet økt trafikk som funksjon av økt befolkning/behov i 40-årsperioden.

Med disse forutsetningene får vi totalt 684.000 tonn innspart CO₂-utslipp fra hurtigbåter i perioden 2020 – 2060.

Tabell 30: Innspart CO₂-utslipp fra hurtigbåt

Rute	Km båtrote	Frekvens (turer/uke)	Reisetid	Drivstoff-forbruk pr. år (tonn)	Utslipp CO ₂ 2014 (tonn)	Utslipp CO ₂ 2020 - 2060 (tonn)
Trondheim - Kristiansund	175	6	215	2 359	8491	297 000
Molde - Vestnes	12	17	20	521	1876	66 000
Stavanger - Haugesund	62	10	140	2552	9185	321 000
Sum						684 000

Konklusjon:

Ved nedlegging av hurtigbåtruter som følge av etablering av ny E39, vil vi redusere utslipp av CO₂ med ca. 700 000 tonn over en 40-årsperiode fra 2020 til 2060.

3.7. Vurdering av hvilken innvirkning veggeometri har på drivstofforbruk Praktisk forsøk.

3.7.1. Generelt

I tillegg til beregning av utslipp på dagens/ny E39, har vi gjort drivstoffmåling med enkeltkjøretøy langs dagens E39 og på motorvegstreknings på E18 og E6. I praksis har prosjektet kjørt hele E39 (det mangler data for noen strekninger på grunn av målefeil) med to kjøretøy som er utstyrt med måleutstyr for å måle drivstofforbruk pr. lengdeenhet avhengig av parametre som fart, stigning og kuravatur:

- En Volvo V70 personbil med bensinmotor.
- En Volvo FH16 750 lastebil med 50 tonns last.

Hensikten med målingene var primært å finne ut hvordan drivstofforbruket på disse to kjøretøyene varierte med fart og vegens geometri, og i hvilken grad dette samsvarer med de variasjonskurvene som er grunnlag for Klima-EFFEKT og beregningene i kap. 3.3. i denne rapporten.

Det er en rekke feilkilder og ikke minst metodiske betenkeligheter en må ha i mente når en gjør denne type tester, og resultatene kan kun sees på som en tilleggsinformasjon til øvrig materiale:

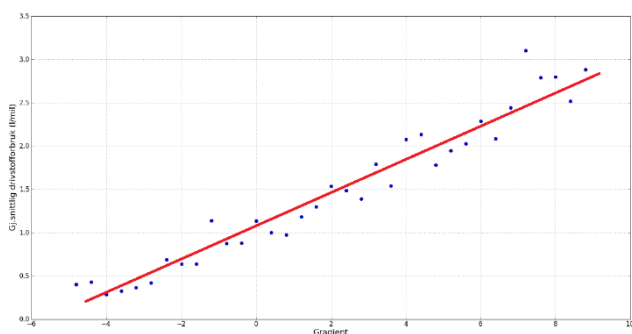
- Siden dette bare er to kjøretøy som på ingen måte kan antas å representere et gjennomsnitt av kjøretøyparken, er det kun variasjon i drivstofforbruk som er interessant, - ikke totalforbruket.
- Drivstofforbruk for et kjøretøy er *svært* avhengig av kjøremåte. Dette gjelder også variasjon i forbruk på grunn av veggeometri. Som eksempel kan nevnes at vi har opplysninger fra Tenden transport at forbruket kan variere så mye som 30% på samme rute E39 Bergen – Stryn mellom to sjåførere med ulikt kjøremønster.
- Særlig for tunge kjøretøy er kjøretøyetets motorkraft viktig: På god motorveg bruker en trailer med svak motor mindre drivstoff enn en med sterk motor. På dårlig veg med mye stigninger og mye aksellerasjon/retardasjon vil en trailer med sterk motor kunne bruke mindre drivstoff enn en med svak motor, forutsatt god kjøreteknikk og rett bruk av «utrulling».

I utgangspunktet ønsket en å beregne drivstofforbruk som funksjon av geometriske parametre for de to aktuelle kjøretøyene. Dette viste seg å være vanskelig, siden det forutsetter at en kjører en veg med jevne parametre (kurvatur, stigning) over en viss strekning med konstant fart. I praktisk kjøring forekommer dette imidlertid sjelden. Med disse forbeholdene har SINTEF likevel beregnet variasjon i forbruk for personbil og tungbil som funksjon av stigning og kurvatur.

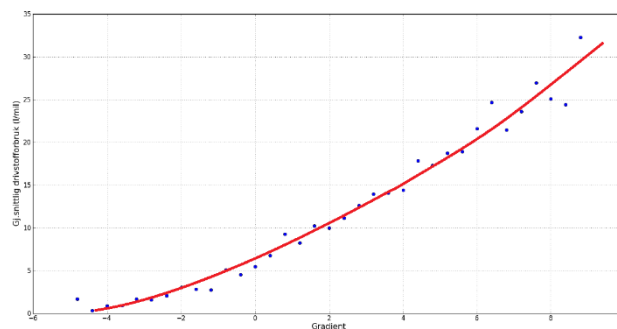
Videre er endring i gjennomsnittsforbruk over tid for de to kjøretøyene interessant siden det gir en pekepinn om sannsynlig endring av totalt drivstofforbruk ved gammel/ny veg.

3.7.2. Måleresultat

Stigningsforholdene på veg er den klart viktigste faktoren for drivstofforbruk. Dette gjelder særlig for tungbil. Ved bruk av dataene fra de to kjøretøyene, har SINTEF beregnet kurver for drivstofforbruk avhengig av stigning for kjøring på dagens E39.



Figur 10: Endring av drivstofforbruk ved stigning på E39, personbil



Figur 9: Endring av drivstofforbruk ved stigning på E39, tungbil

Som vi ser, har personbilen en tilnærmet lineær stigning i forbruk med økende gradient, mens tungbilen er mer følsom for stigning. Dette samsvarer godt med kurvene som er brukt som grunnlag for EFFEKT.

For personbil er kurven nesten identisk med tilsvarende kurve i EFFEKT ved 70 km/t. For tungbil er det imidlertid tydelige forskjeller ved at forbruket i unnabakke er noe høyere for testkjøretøyet, men først og fremst er forbruket ved store stigninger *vesentlig* høyere. Mens testkjøretøyet altså brukte 25 – 30 liter pr. km i stigninger på 8 – 10%, ligger kurvene i EFFEKT på ca. det halve. Litt av forskjellen ligger åpenbart i at mens testkjøretøyet var fullastet (50 tonn), er gjennomsnittlig last på et vogntog i størrelsesorden 35 – 37 tonn, men det er likevel en indikasjon på om en burde undersøke om tunge kjøretøy er enda mer følsomme for stigning enn det dagens beregningsgrunnlag tilsier.

Målingene viser også en betydelig økning i drivstofforbruk ved høy andel krappe svinger. Som for stigning, er drivstofforbruket for det tunge kjøretøyet vesentlig mer følsomt for skarp kurvatur enn personbilen. Både verdiene og følsomheten som ble målt, stemmer godt overens med kurvene som er utarbeidet for EFFEKT.

Som illustrasjon på hvordan vegforholdene påvirker drivstofforbruket for tunge kjøretøy, har vi sammenlignet drivstofforbruk på et parti på E39 fra Sande til Vadheim der det er smal, svingete veg, men uten vesentlige stigninger, med kjøring på motorvegen Kristiansand – Grimstad:

	E39 Vadheim - Sande		E18 Kristiansand - Grimstad		E39 Kristiansand - Trondheim	
	Gj. sn. fart (km/t)	Forbruk (l/mil)	Gj. sn. fart (km/t)	Forbruk (l/mil)	Gj. sn. fart (km/t)	Forbruk (l/mil)
Vogntog	48	6,08	80	3,78	Ca. 65 km/t	5,54

Som vi ser er drivstofforbruket over 60% høyere på den dårlige vegstrekningen enn på motorvegen, selv om farten er nesten 70% høyere på motorvegen. Vi har ikke beregnet tilsvarende data for personbilen, men ut fra eksisterende erfaringsdata vil en få samme tendensen, men med et vesentlig mindre utslag.

I 2009 gjennomførte Karl Sigurd Fredriksen tilsvarende målinger med enkeltkjøretøy på ny/kontra gammel E18 mellom Grimstad og Kristiansand:

	Gammel E18 Kristiansand - Grimstad			Ny E18 Kristiansand - Grimstad		
	Lengde (km)	Gj. sn. fart (km/t)	Forbruk (l/mil)	Lengde (km)	Gj. sn. fart (km/t)	Forbruk (l/mil)
Vogntog	34,6	55	4,39	30,6	78	3,3
Lastebil	34,6	59	2,79	30,6	80	2,3
Personbil (diesel)	34,6	65	0,53	30,6	100	0,51

Gammel E18 mellom Kristiansand og Grimstad har bedre standard og først og fremst mye mindre stigninger enn store deler av E39 nord for Bergen, men tendensen er den samme, og verdiene er relativt like.

Konklusjon

Praktiske målinger med enkeltkjøretøy tyder på at en for tyngre kjøretøy oppnår en betydelig reduksjon i drivstofforbruk ved ombygging fra dagens E39 til ny veg med høgverdig standard. Som et gjennomsnitt for hele strekningen kan en antyde en reduksjon i drivstofforbruk på 30 – 40% (fra ca. 5,5 l/mil til ca. 3,5 l/mil i gjennomsnittsforbruk). Samtidig vil gjennomsnittsfarten øke fra dagens 45 – 50 km/t (inkl. ferjer) til 80 – 90 km/t.

For personbiler er det også en tilsvarende gevinst, men den er mindre enn for tunge kjøretøy.

3.7.3. Semba

Sintef har prøvd å beregne totalt drivstofforbruk på E39 med utgangspunkt i de to kjøretøyene. Dette er gjort ved at en beregner drivstofforbruk for to kjøretøy som tilsvarer testkjøretøyene i en utslippsmodell (SEMBA) som inneholder utslippsfunksjoner for de fleste brukte kjøretøytyper. Med basis i kjente trafikk tall kan en da anslå totalt drivstofforbruk for hele kjøretøyflåten siden det relative forbruket mellom de ulike kjøretøykategoriene er kjent.

Beregningene viser *ikke* tilsvarende reduksjon ved etablering av ny, høgstandard veg som de konkrete måleresultatene, og samsvarer slik dårlig med resultatene for enkeltkjøretøyene. For 2020 får de ved en slik flåteberegning en økning i utslipp på i overkant av 70% ved bygging av ny veg. I lys av at transportmodellberegningene som blir brukt som underlag for flåteberegningene gir en økning i det totale transportarbeidet (summert tunge og lette) på E39 i 2020 på 69% ved etablering av ny høgstandard veg med ferjefrie samband betyr det at hvert kjøretøy slipper ut *mer* pr. km på ny veg enn på dagens veg. Dette står i sterk motstrid både mot de praktiske målingene vi har foretatt, mot dataene som ligger til grunn for EFFEKT og andre forskningsresultat.

SINTEF har tidligere (*Knudsen m.fl. 2009*) påvist at utslipp og drivstofforbruk påvirkes sterkt av stigningsgradienten, og at redusert forbruk i nedoverbakke langt fra kompensere økt forbruk i stigning. SSB har i rapport 22/2015 beregnet økningen i drivstofforbruk ved 6% stigning til 15-20% for lette kjøretøy og 40 – 60% for tungekjøretøy.

Hvorfor misforholdet oppstår mellom Semba-beregningene og andre beregnede og målte forbruksmønster, må en se nærmere på før en evt. tar i bruk data fra kjøring med Semba-modellen.

3.8. Beregning av utslipp fra bygging og drifting av fjordkryssingene.

Asplan viak har beregnet utslipp i forbindelse med bygging og drift og vedlikehold av ny E39. Rapporten er tilgjengelig på prosjekt «Ferjefri E39» sine nettsider.

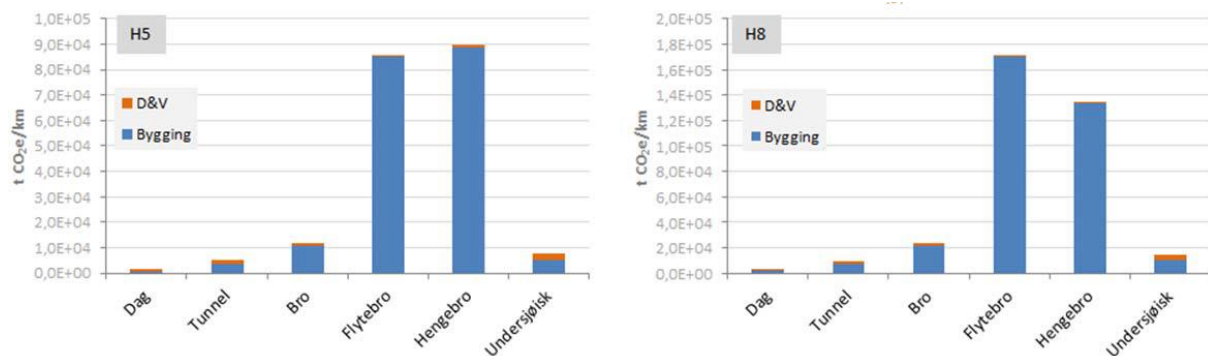
Beregningene er nødvendigvis grove siden hverken brotype eller endelig trasé er bestemt på store deler av strekningen. Hele E39 er forutsatt bygget ny (bystrekningene gjennom Stavanger og Bergen er unntatt fra beregningene). Beregningsperioden er satt til 60 år.

Det er gjort følgende forutsetninger i forhold til teknologi for fjordkryssingene og prosentvis lengde bro/tunnel på vegstrekningene:

Tabell 31 Forutsetninger for beregning av utslipp ved bygging av ny E39

	Fjordkryssing, teknologi	Lengde veganlegg	Standard veganlegg	% bru (ekskl. fjordkryssingane)	% tunnel (ekskl. fjordkryssingane)
Kristiansand - Stavanger	Ingen	165 km	H8	4 %	14%
Stavanger – Bergen	Boknafjorden. Undersjøisk tunnel, 2 x 25 km	164 km	H8	6%	25%
	Langenuen. Hengebru 1200 m				
	Bjørnafjorden, Flytebru 5 km				
Bergen – Ålesund	Sognefjorden. Hengebru 3,7 km	319 km	H5	1%	24%
	Nordfjorden. Hengebru 2 km				
	Vartdalsfjorden. Flytebru 2,5 km				
	Sulafjorden. Flytebru 5 km				
Ålesund – Molde	Moldefjorden. Undersjøisk tunnel, 2 x 13 km	79 km	H8	1%	22%
	Julsundet. Hengebru 1,8 km				
Molde - Trondheim	Halsafjorden. Hengebru 2 km	202 km	H5	1%	5%

Beregningene viser at utslippene fra drift og vedlikehold av borene over beregningsperioden er nærmest neglisjerbare i forhold til utslippene ved bygging. For tunneler, særlig de undersjøiske, og for veg i dagen er imidlertid drift og vedlikehold en viktig kilde til CO₂-utslipp.



Figur 11 Beregnet utslipp fra ulike element

3.9.1. 0-alternativet.

Asplan viak har beregnet utslipp ved et referansealternativ, 0-alternativet. Det er utslipp en ville fått over en 60-årsperiode fra drift og vedlikehold (inkl. ferjedrift) hvis ingen ting blir bygd.

Ferjetrafikken er den absolutt største bidragsyteren til CO₂-utslipp i driftsfasen av vegen. I denne grove beregningen har Asplan viak tatt utgangspunkt i at gjennomsnittlig utslipp pr PBE-km (personbilenhetkilometer) for alle ferjestrekninger på landsbasis, er 1,85 kg/PBE-km.

Det er brukt følgende trafikk tall i beregningene:

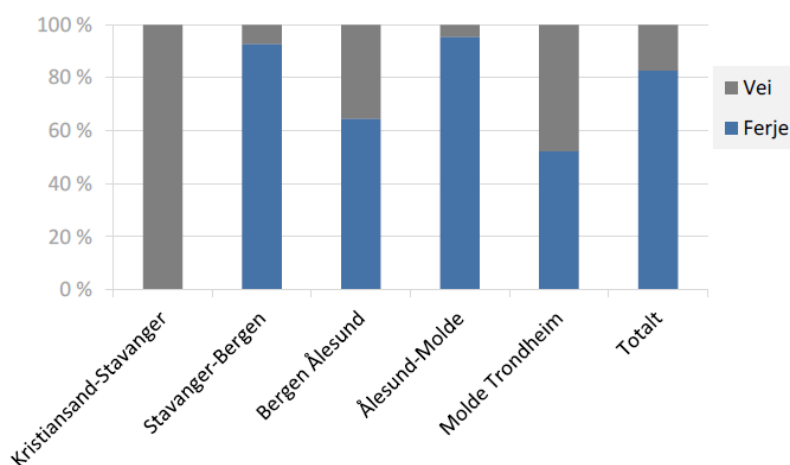
Ferjesamband	Lengde [km]	PBE/dag	PBE-km/år	Delstrekning
Boknafjorden	9,2	6 605	22,2 mill	Stavanger-Bergen
Bjørnafjorden	21,4	4 548	35,5 mill	Stavanger-Bergen
Sognefjorden	5,6	2 633	5,38 mill	Bergen-Ålesund
Nordfjorden	2	2 230	1,63 mill	Bergen-Ålesund
Voldafjorden	3,3	1 970	2,37 mill	Bergen-Ålesund
Storfjorden	4,3	2 745	4,31 mill	Bergen-Ålesund
Moldefjorden	11,5	3 871	16,2 mill	Ålesund-Molde
Halsafjorden	5,6	1 560	3,19 mill	Molde-Trondheim
Totalt	62,9	26 162	90,8 mill	

Tabell 32 PBE-km/år for ferjestrekningene på E39

I beregningene av totalt utslipp over en 60-årsperiode, er det ikke beregnet trafikkvekst. Dette gir åpenbart for lave utslippstall. I motsatt retning virker at de heller ikke har regnet med at det over tid vil skje en teknologiutvikling på ferjeflåten som sannsynligvis vil redusere utslippene pr. utkjørt km. Totalt sett ligger en utslippsberegning etter denne metoden noe over den mer detaljerte beregningen som er utført i kapittel 3.4.

Dette gir følgende utslippsfordeling for 0-alternativet (ikke bygging av noen fjordkryssinger og bare drift/vedlikehold av eksisterende veg):

Figur 12 Fordeling mellom utslipp fra ferje og drift/vedlikehold i 0-alternativet

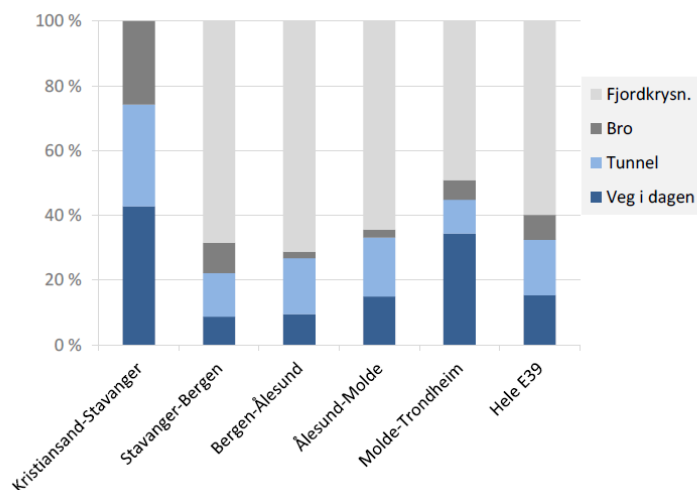


3.9.2. Fullt utbygd E39.

Asplan viak har også beregnet utslipp ved fullt utbygd E39 i samsvar med oppstillingen i tabell 23.

Ikke overraskende viser fjordkryssingene seg å ha en dominerende del av utslippene i samband med bygging av ny E39.

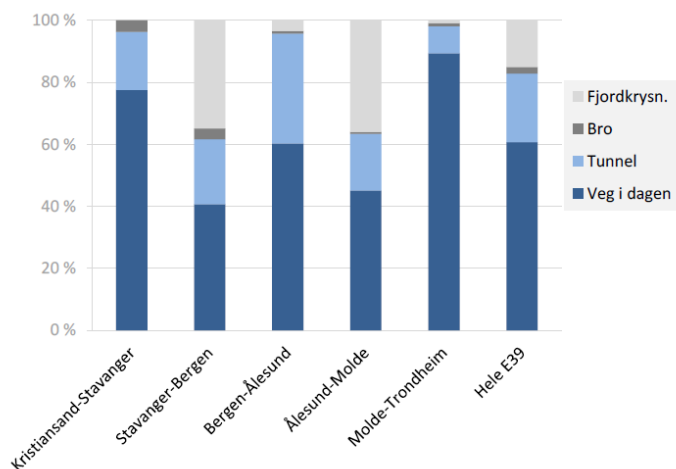
Figur 13 Utslipp fordelt på element ved bygging av ny E39



For drift og vedlikehold av ny E39, forholder utslippsfordelingen seg noe annerledes.

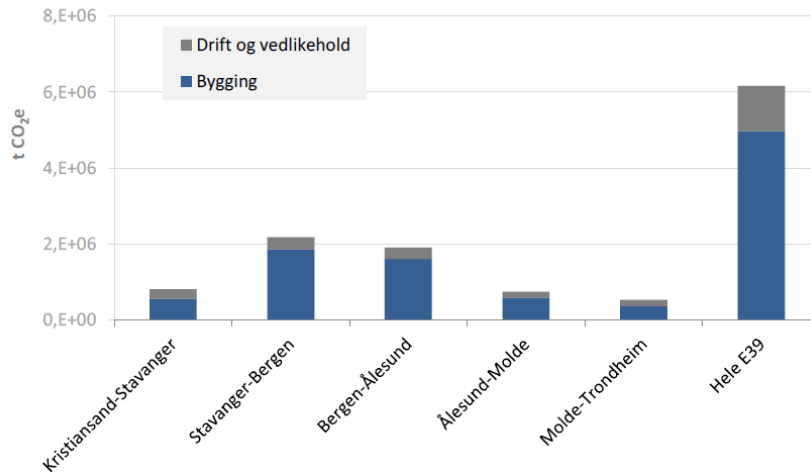
Her ser vi at for strekningene Stavanger – Bergen og Ålesund – Molde har fjordkryssingene bortimot 40% av utslippene i forbindelse med drift og vedlikehold. Dette kommer først og fremst av at det på disse strekningene er lange undersjøiske tunneler (Rogfast og Moldefjorden) som er både kostbare og svært energikrevende å drifte. For de øvrige strekningene er det primært veg i dagen (og i noe grad drifting av tunneler) som har den største andelen av utslipp.

Figur 14 Utslipp ved drift og vedlikehold av ny E39 fordelt på element



Totalt utslipp ved bygging an ny E39, fordelt på hovedparsellene:

Figur 15 Totalutslipp ved bygging og drifting av ny ferjefri E39

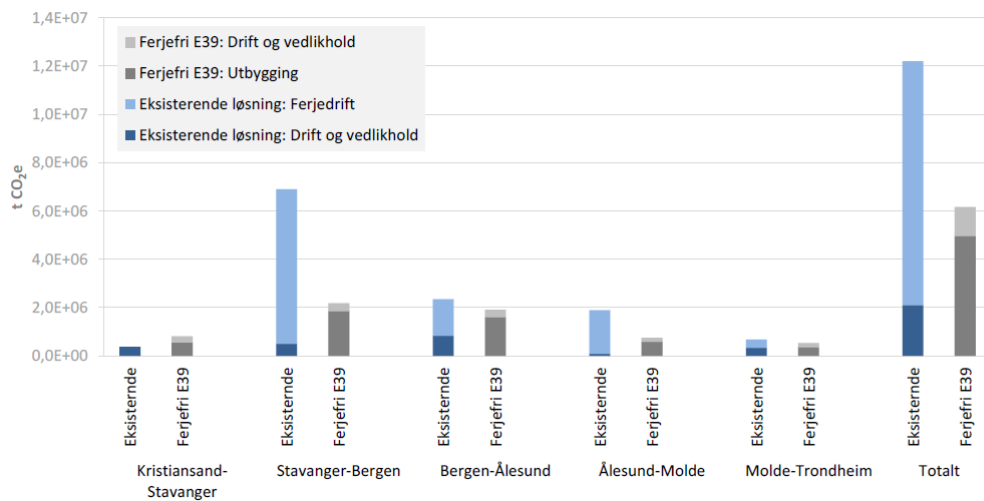


3.9.3. Sammenfatning.

En sammenstilling av totale utslipp over en 60-års-periode ved bygging og drifting av ny E39 kontra drifting av eksisterende E39, blir etter disse beregningene som følger:

Sammenstilling (60 år)	Nullalternativ (eksisterende E39)			Ny E39		
	D&V, veg [t CO ₂ e]	Ferjedrift [t CO ₂ e]	Totalt [t CO ₂ e]	Bygging [t CO ₂ e]	D&V [t CO ₂ e]	Totalt [t CO ₂ e]
Kristiansand-Stavanger	0,37 mill	-	0,37 mill	0,56 mill	0,25 mill	0,81 mill
Stavanger-Bergen	0,50 mill	6,4 mill	6,9 mill	1,8 mill	0,32 mill	2,2 mill
Bergen-Ålesund	0,83 mill	1,5 mill	2,3 mill	1,6 mill	0,30 mill	1,9 mill
Ålesund-Molde	0,87 mill	1,8 mill	1,9 mill	0,59 mill	0,16 mill	0,74 mill
Molde-Trondheim	0,32 mill	0,35 mill	6,8 mill	0,36 mill	0,17 mill	0,53 mill
Totalt	0,211 mill.	10,1 mill.	12,2 mill.	4,97 mill.	1,20 mill.	6,17 mill.

Tabell 33 Utslipp ny E39 kontra 0-alternativet



Figur 16 Utslipp eksisterende kontra ny E39 fordelt på delstrekninger

Som en ser er det kun for strekningen Kristiansand – Stavanger en totalt får øket utslipp for bygging/drift og vedlikehold ved etablering av ny E39. Alle de andre strekningene får reduserte utslipp, og for de fleste strekningene er utslippene mer enn halvert.

Konklusjon:

Utslippene av CO₂ i forbindelse med bygging og drifting av ny ferjefri E39 er vesentlig lavere enn om vi fortsetter med ferjedrift og eksisterende veg. Utslippene totalt vil bli i størrelsesorden halvparten ved å bygge ut hele E39 med ny, ferjefri veg, i forhold til å fortsette med dagens veg.

4. Sammenfatning av beregning av endrede utslipp av klimagasser som følge av realisering av «Ferjefri E39».

Denne rapporten har på et overordnet nivå beregnet endring i CO₂-utslipp som følge av bygging av ny ferjefri E39 med vegnormalstandard.

Det er en rekke faktorer ved et slikt prosjekt som fører til øket/minsket utslipp av klimagasser. I denne rapporten har vi anslått størrelsesorden av følgende faktorer:

- Økt trafikk Fører til *økning* i utslipp
- Bedre geometri Fører til *minking* i utslipp
- Jevnere hastighet Fører til *minking* i utslipp
- Høyere hastighet Fører til *økning* i utslipp
- Bruk av bompenger Fører til *minking* i utslipp
- Bygging + drift og vedlikehold av fjordkryssingene Fører til *økning* i utslipp
- Bygging + drift og vedlikehold av veg Fører til *økning* i utslipp
- Fjerning av ferjer Fører til *minking* i utslipp
- Fjerning av flytrafikk Fører til *minking* i utslipp
- Fjerning av hurtigbåttrafikk Fører til *minking* i utslipp

Ved å stipulere effekten av de enkelte faktorene over 40 år systematisk gjennom kapittel 3.1. – 3.9., får vi følgende tabell (avrundede tall):

Faktor	Stipulert utslipp (1000 tonn CO ₂)		Merknad
	Dagens E39	Ny E39	
Økt trafikk	36500	39300	Kap. 3.3.
Bedre geometri			
Jevnere hastighet			
Bygging + d/v av fjordkryssingene	1400	5800	Asplan viak har beregnet over 60 år. I denne tabellen er drift og ved-likehold redusert til 40 år for å kunne sammenligne med øvrige data.
Bygging + d/v av veg			
Fjerning av ferjer	5300	0	Asplan viak har også beregnet ferjeutslipp. Verdien ligger høyere enn de mer detaljerte beregningene i kap. 3.4. Verdien som ligger inne forutsetter stor overgang til andregenerasjons biodiesel. Dersom dette ikke skjer, vil utslippene bli en god del høyere.
Fjerning av flytrafikk	1500	0	Kap. 3.5.
Fjerning av hurtigbåttrafikk	700	0	Kap. 3.6.
Sum	45400	45100	

Tabell 34 Beregnet utslipp E39 2020 til 2060

Totalt sett viser beregningene at dersom en tenker seg ferdig utbygd ferjefri bli bygd i 2020, vil en *med disse forutsetningene* i 40-årsperioden fram til 2060 ha omtrent samme utslipp av CO₂ i forhold til om en fortsetter med dagens E39 i samme perioden. Dersom det blir brukt bompenger i en 15-årsperiode etter at prosjektene er realisert, vil utslipp fra ny E39 bli i størrelsesorden 10% lavere enn for dagens E39.

Dette samsvarer med tidligere resultater fra SINTEF (*ref. 10*), der de mener at utslipp generert av økt trafikk ved bygging av ny veg bli mer enn kompensert av reduserte utslipp på grunn av jevnere hastighet og mindre stigning.

For E39 medfører bygging av ny veg ekstra store utslipp ved at fjordkryssingene har et høyt forbruk

av stål og betong. Dette blir imidlertid mer enn kompensert ved at ferjene, som kontinuerlig slipper ut betydelige mengder CO₂, blir fjernet.

Disse tallene må sees på som regneeksempler, der endring i forutsetningene vil skyve resultatet i den ene eller andre retningen. Det er imidlertid noen hovedfaktorer som blir kraftig poengtert gjennom disse beregningene og som det kan være viktig å framheve:

- Det er det *daglige* utslippet fra transporten som utgjør den absolutt viktigste faktoren i et slikt regnskap. Med transporten menes her både personbil og tungtransport, ferje, fly og hurtigbåt.
- Selv for så store byggeprosjekt som det her er snakk om, utgjør utslipp fra byggeprosessen et forholdsvis lite bidrag, sett over levetiden til prosjektet (det er her sett på 40 års basis, men i praksis vil levetiden være vesentlig lenger). Det samme gjelder for f.eks. ferjer.
- Det har skjedd en gradvis energieffektivisering for alle transportmidler gjennom mange år. Denne utviklingen kjenner vi, og det er i denne rapporten lagt til grunn en videre utvikling i den retningen. Det er imidlertid mange signal i tiden om at vi i løpet av de neste 20 årene vil kunne få trendbrudd i hvilke utslipp vi vil få fra transportvirksomhet. Elektrisk-, hydrogen-, ulike typer gassdrift etc. etc. er på full fart inn både for bil og ferje, og det blir lagt ned betydelig forskningsinnsats fra industrien på å finne mer miljøvennlige energiformer.
- Til slutt: Det finnes ikke noen form for «nullutslipps» transportform hverken for farkoster på veg eller sjø. *All* energibruk fører med seg negative miljøvirkninger, og samtidig som vi naturligvis skal ha fokus på hvilke energibærere vi bruker (de har som kjent ulike ulemper), er det aller viktigste å redusere *energibruken* til transport, samtidig som vi skal opprettholde gode og levedyktige samfunn i hele landet.

Del 2. Resultat fra delutredninger brukt i prosjektet.

1. Forsøk med måling av utslipp fra kjøretøy med ulik veg-geometri og hastighet.

RTM/NTM kjøres med grunnlag i vegnettet hentet fra Elveg. Dette tar i en viss utstrekning hensyn til stigningsforhold og geometri ved beregning av trafikkhastigheter og drivstofforbruk. Både på grunn av at dataene er alt for lite detaljerte og fordi vi i dag ikke er i stand til å simulere faktisk oppførsel til et kjøretøy med endret geometrisk utforming av vegen (særlig ikke når vegstandarden blir så dårlig som det er tilfelle på deler av E39), har prosjektet gjort praktisk måling med en personbil og en trailer i samarbeid med SINTEF.

Hovedresultatene fra kjøringene er presentert i kapittel 3.7.

SINTEF har også gjort et forsøk på å overføre resultat fra drivstoffmålinger med disse to kjøretøyene til totalforbruk for en kjøretøyflåte. Resultatene her samsvarer ikke med de faktiske målingene og må derfor utredes nærmere.

2. Møreforskning Molde – flyplasstrukturen på Vestlandet.

Møreforskning Molde har, med TØI som underleverandør, utført en analyse av hvordan det er sannsynlig at fly- og hurtigbåttrafikk vil utvikle seg ved en fullt utbygd ferjefri E39. Som en del av analysen har de sett på hvordan endret trafikkgrunnlag for de ulike flyrutene kan tenkes å påvirke flyplasstrukturen totalt på Vestlandet. Det er imidlertid *ikke* vurdert en totalt ny flyplasstruktur med evt. omlokalisering/samløkalisering av dagens flyplasser.

Oppsummering av trafikkdata:

Flyplass	Flyplass -kode	Befolkning i influensområde		Total flytrafikk for influensområdet 2011		Andel på lokal lufthavn		Flyturer innenlands pr. innbygger/år	
		2012	2040	Innland	Utland	Innl.	Utl.	Totalt	Lokal flypl.
Kr.sund	KSU	45 793	55 521	205 916	91 819	85 %	0 %	4,5	3,8
Molde	MOL	70 437	82 496	380 037	142 552	93 %	0 %	5,4	5
Ålesund	AES	96 688	123 080	573 732	235 321	98 %	18 %	5,9	5,8
Ørsta/Volda	HOV	41 622	50 703	172 830	77 022	40 %	0 %	4,2	1,7
Sandane	SDN	28 874	32 305	51 152	43 373	59 %	0 %	1,8	1
Florø	FRO	16 396	18 032	104 168	19 379	85 %	0 %	6,4	5,4
Førde	FDE	32 436	36 746	86 600	10 077	78 %	0 %	2,7	2,1
Bergen	BGO	435 846	580 533	2 570 652	302 463	99 %	78 %	5,9	5,8
Haugesund	HAU	137 618	177 807	400 781	1 455 015	86 %	23 %	2,9	2,5
Stavanger	SVG	353 233	488 635	1 984 870	1 287 618	98 %	80 %	5,6	5,5

Tabell 3.1.

Funn de kommer med kan oppsummeres slik:

- De minste flyplassene har størst lekkasje av passasjerer fra sitt naturlige influensområde. Vi må anta at det også er disse flyplassene som vil ha størst problem med å opprettholde rutetilbudet når reisetidene til større flyplasser blir kuttet ned ved bygging av Ferjefri E39.
- Noen av de minste flyplassene har veldig liten befolkningsmengde i sitt influensområde. Særlig Florø lufthavn kompenserer dette med stor oljeretta trafikk.

Ferjefri E39 vil utvide influensområdet som ligger innenfor 45 minutt reisetid fra flyplassen for alle lufthavnene med unntak av Florø og Kristiansund (svak økning).

Det er naturlig å dele konkurranseflaten mellom lufthavnene inn i tre soner:

1. Lufthavnene i Møre og Romsdal. Her er konkurranseflaten mellom nabolufthavner spesielt interessant. Konkurransen mot Værnes er mindre interessant også etter bygging av Ferjefri E39.
2. Lufthavnene i Sogn og Fjordane + Hovden. Her er konkurranseflaten mellom nabolufthavner spesielt interessant. Siden det ikke er noen lufthavner som er store nok til å ta større fly/chartertrafikk med unntak av Florø, er også konkurranse mot Ålesund og Bergen interessant.
3. Lufthavnene Stavanger – Bergen. Konkurransen er i hovedsak om fordeling av trafikken mellom Stavanger og Bergen. Haugesund (og Stord lufthavn) kan komme til å tape i denne konkurransen.

1. Møre og Romsdal

Flyplass	Avstand til før (minutt)			Avstand til etter (minutt)					
	Ålesund	Molde	Kr.sund	Ålesund		Molde		Kristiansund	
				min.	%	min.	%	min.	%
Vigra	22	127	192	22	0	76	-40 %	136	-29 %
Årø	119	9	55	67	-44 %	9	0	52	-5 %
Kvernberget	172	62	13	119	-31 %	57	-9 %	13	0 %
Værnes	343	233	215	264	-23 %	202	-13 %	183	-15 %
Hovden	105			55/75*)	-48/-29 %				

Tabell 3.2.

*) avhengig av valg av trasé

Det er til dels store reduksjoner på reisetider til en del flyplasser, og influenssonene mellom alle naboflyplassene i Møre og Romsdal vil overlape hverandre etter realisering av ferjefri E39.

Det er sannsynlig at Vigra vil ekspandere på utenlandstrafikk på bekostning av Molde på grunn av økt befolkningsgrunnlag. Det vil også kunne bli en viss reduksjon i innenlandstrafikk på lufthavnene i Kristiansund og særlig i Molde. Det er usikkert om lekkasjene her er tilstrekkelig til å øke flytilbudet fra Vigra til Bergen, Trondheim og Oslo.

2. Lufthavnene i Sogn og Fjordane + Hovden

Flyplass	Avstand til før (minutt)				Avstand til etter (minutt)							
	Ålesund	Ørsta/Volda	Sandane	Førde	Ålesund		Ørsta/Volda		Sandane		Førde	
	min.	min.	min.	min.	min.	%	min.	%	min.	%	min.	%
Ålesund		105					75/85*)	-29/-19 %				
Hovden	105		115		75/85*)	-29/-19%			65/75*)	-48/-35%		
Sandane		115		85			65/75*)	-48/-35%			70	-12 %
Førde			85						70	-12 %		
Florø				45							45	0 %

Tabell 3.3.

*) avhengig av valg av trasé

Reisetid Førde – Florø er ikke påvirket av Ferjefri E39, men er alt i dag nede i ca. 45 minutt.

Lekkasjer av trafikk mellom influensområdene til disse flyplassene er altså sannsynlig, men uavhengig av ferjefri E39.

Avstanden til Bergen er så stor at Bergen lufthavn neppe vil overta noe innenlands trafikk fra Førde. Derimot vil en måtte gå ut fra at ruten Bergen – Førde vil bli svekket som funksjon av kortere reisetid med Ferjefri E39.

For flyplasser som Førde og Sandane vil det uansett være politiske retningslinjer som avgjør om de fortsatt skal kunne eksistere. Begge flyplassene har 800 m rullebane uten mulighet for forlengelse, og det gjør dem sårbare i et framtidsperspektiv.

3. Lufthavnene ved Bergen, Haugesund og Stavanger

I tillegg til de tre nevnte lufthavnene er det en privat/interkommunal lufthavn på Stord. Denne har liten trafikk og betjener primært trafikk knyttet til verftsindustri på Stord. Lufthavnen er ikke omtalt i rapporten, men vi antar at grunnlaget for denne vil falle bort ved etablering av Ferjefri E39.

Reisetid mellom Stavanger og Bergen er i dag på nærmere 5 timer for drøye 200 km og bortimot halvparten av persontrafikken går i dag med fly i følge RVU. Dette vil trolig bli sterkt endret med etablering av Ferjefri E39. I tabellen under er reisetider til Bergen fra noen utvalgte steder.

	Flytid inkl. tilbringertid	Reisetid bil (dagens)	Reisetid bil (ny E39)	Differanse bil/buss - fly	
				Dagens E39	Ny E39
Stavanger	136	288	178	152	42
Sandnes	135	304	194	174	64
Haugesund	135	191	131	56	-4

Tabell 3.4.

Det er regnet fartsgrense 80 km/t på ny E39. I de seneste beregningene er det lagt opp til 100 km/t på strekningen Kristiansand – Bergen og Ålesund – Molde, og med 90 km/t på resten av E39. Med høyere vegstandard vil differansen mellom fly og bil/buss bli enda mindre.

Det er sannsynlig at grunnlaget for ruten Bergen – Haugesund vil falle helt bort og at grunnlaget for ruten Bergen – Stavanger vil bli vesentlig svekket. Dette kan også påvirke rutetilbudet for Bergen –

Trondheim og Stavanger – Trondheim siden Stavanger – Bergen er en delstrekning på Stavanger – Trondheim i dag.

Influensområdene til Stavanger – Lufthavn og Bergen lufthavn vil utvide seg kraftig mot hverandre. På grunn av vesentlig bedre rutetilbud på disse, vil det kunne gjøre konkurransen vanskelig for Haugesund lufthavn også på de andre rutene.

Haugesund lufthavn har etablert seg godt på chartermarkedet gjennom lavprisruter. Dersom de greier å utvikle dette videre, vil Ferjefri E39 gi dem tilgang på et vesentlig større marked mot Stavanger og Bergen innen dette segmentet.

Konklusjon

Møreforskning sine kjøring med NTM viser en nedgang i antall flyturer på landsbasis på ca. 0,7 % med fullt utbygd Ferjefri E39 på 940 reiser pr. virkedøgn. En må anta at hovedtyngden av dette vil være fra kystrutene på Vestlandet. Turer fra flyplassene på Vestlandet til Oslo er neppe påvirket i særlig grad, men en kan få en viss omfordeling særlig fra de mindre flyplassene mot de større på grunn av endret tilbringertid og bedring i rutetilbud på de største flyplassene.

Utenlandstrafikk vil trolig konsentreres enda sterkere til Sola, Flesland og Vigra med et mulig unntak for Haugesund hvis de greier å videreutvikle en nisje mot lavprisselskap.

Om de minste flyplassene fortsatt vil greie seg i konkurransen, er i første rekke opp til politiske myndigheter, men kundegrunnlaget blir trolig noe svekket i forhold til i dag.

Kortbaneflyplassene på Hovden (Ørsta/Volde), Sandane og Førde har alle rullebaner med lengde 800 meter i dag, og forlenging av rullebanen er vanskelig/umulig. Ved utfasing av dagens flytyper på disse flyplassene legger dette en del begrensninger på framtidige muligheter som en må ha et sideblikk til og som kan redusere flyplassene sine muligheter til å overleve dersom også andre faktorer reduserer passasjergrunnlaget.

Hurtigbåttrafikken

Møreforskning har gått gjennom alle hurtigbåtrutene mellom Trondheim og Stavanger.

Det mangler detaljerte billettdata for noen av rutene, men konklusjonen er at det for de fleste rutene er det lite ende-til-ende-trafikk. Mange av destinasjonene underveis går ytterst på kysten og ligger i forholdsvis stor avstand fra E39. Det er ikke sannsynlig at denne trafikken vil bli vesentlig påvirket av kortere reisetid langs E39.

Ruter som sannsynligvis vil bli påvirket av Ferjefri E39:

1. Fra nyttår legges Flaggruten mellom Stavanger og Bergen ned. Dette er den ruten som har et klare konkurranseforhold til bil/buss-trafikk langs E39. Ruten mellom Haugesund og Stavanger blir opprettholdt. Reisen tar 140 minutt, mens den med Ferjefri E39 vil være nede i 78 minutt med bil/buss. Det er ikke sannsynlig at det da vil være trafikkgrunnlag for ruten.
2. Det går i dag hurtigbåt mellom Ålesund og Hareid. Dersom ny trasé for E39 blir valgt over Hareid, vil grunnlaget for denne ruten falle bort. Med E39 over Storfjorden er det ikke sannsynlig at passasjergrunnlaget blir påvirket av Ferjefri E39.

3. Det går i dag hurtigbåt mellom Molde og Vestnes. Det er lite trolig at denne vil fortsette med bygging av Ferjefri E39.

Konklusjon

Store deler av dagens hurtigbåt trafikk langs Vestlandskysten er trafikk som ikke vil bli særlig påvirket av bygging av Ferjefri E39. For noen ruter vil det bli betydelig konkurranse med bil/buss og det er lite trolig at disse rutene vil opprettholdes.

Rapporten ligger på: http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Samfunn/e39-en-nasjonal-regional-og-lokal-veg?fast_title=E39+%E2%80%93+en+nasjonal%2C+regional+og+lokal+veg

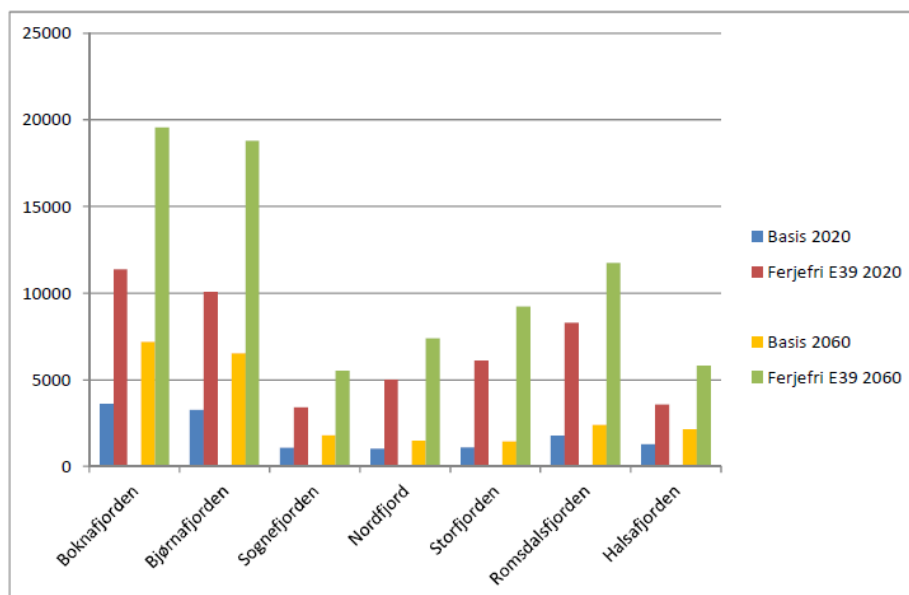
3. Transportmodell Dom Ferjefri E39. Resultat fra kjøring med RTM/NTM.

Rambøll har gjennomført transportmodellberegninger med RTM/NTM med delområdemodell som dekker hele analyseområdet (E39 fra Kristiansand til Trondheim). Beregningene er kjørt for en rekke alternative utbygginger og med og uten bompenger. I denne rapporten er det resultatene fra to hovedkjøringer som er benyttet:

- Basis 2020 og 2060. Dette er beregnet personbiltrafikk for E39 i 2020 og 2060 hvis ingen tiltak ut over vedtatte prosjekt i NTP 2014-17 blir gjennomført. Det er med andre ord trafikk på dagens E39, med ferjer på alle strekninger der det i dag går ferje.
- Alt. 1 2020 og 2060. Dette er beregnet personbiltrafikk i 2020 og 2060 hvis alle ferjestrekningene er erstattet med faste samband, og vegen mellom ferjestrekningene er bygget med vegnormalstandard i forhold til disse trafikkberegningene. Det vil i praksis si firefelts veg med hastighet 100 km/t mellom Kristiansand og Bergen, og to-/trefeltsveg med midtdele og 90 km hastighet på den øvrige delen (det er noe firefelts veg rundt Ålesund og Molde i tillegg). Siden standard ikke var bestemt på det tidspunktet rapporten ble laget, er det beregnet med noe lavere standard og hastighet på en del strekninger. Det vil medføre at trafikk tallene blir beregnet konservativt.

I rapporten fra Rambøll, er det *personbiltrafikken* som er beregnet. Godstrafikken skal beregnes med en egen godstransportmodell som er under utvikling, men denne er ikke ferdig ennå.

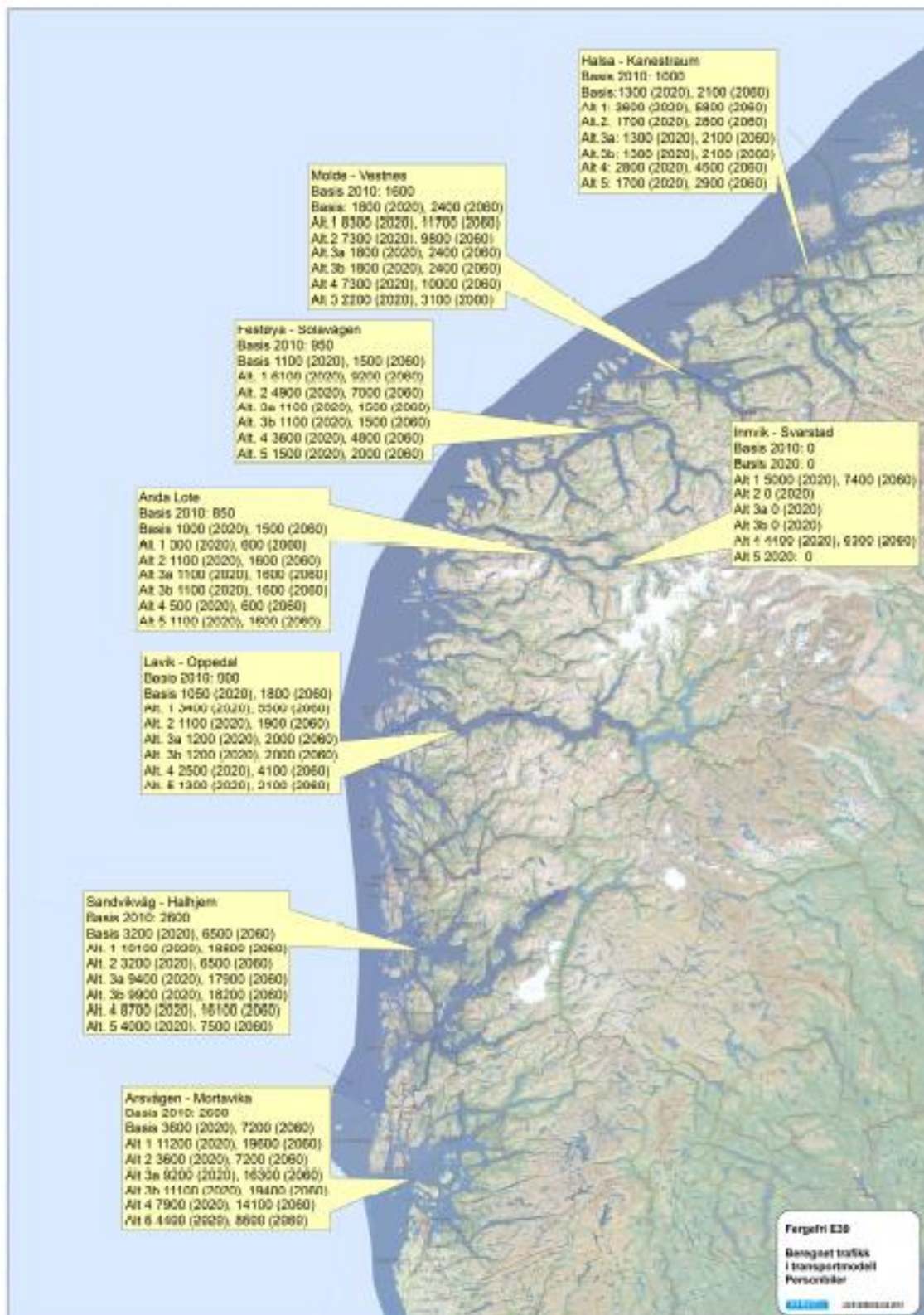
Rapporten viser ikke uventet en veldig stor økning i trafikken ved full utbygging. Selv på de mest trafikksvake strekningene (over Sognefjorden, mellom Grodås og Volda) vil personbiltrafikken ligge på rundt 6000 pr. døgn i 2060:



Trafikktall 2020 og 2060 ved full utbygging av Ferjefri E39 (Konsept 1)

Transportmodellen tar ikke høyde for mer langsiktige endringer som endring av arbeidsplasskonsentrasjoner og bosettingsmønster. Dette gjør at trafikkberegningene fra transportmodellen i forbindelse med rapporten er konservative i forhold regional utvikling.

Beregnete trafikktall for fjordkryssingene er vist i figur. I denne rapporten er det altså tallene for *Basis* og *Alt. 1.* som er benyttet.



Rapporten ligger på http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Samfunn/e39-en-nasjonal-regional-og-lokal-veg?fast_title=E39+%E2%80%93+en+nasjonal%2C+regional+og+lokal+veg

4. Beregning av utslipp ved bygging og drifting av ny ferjefri E39.

Asplan Viak har på oppdrag fra prosjektet på et overordnet nivå utredet utslipp i forbindelse med bygging og drift av ny ferjefri E39 holdt opp mot 0-alternativet (fortsatt ferjedrift og bruk av eksisterende veg).

Hovedinnholdet og resultatene i rapporten er summert opp i kap. 3.9.

Rapporten ligger på http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Samfunn/e39-en-nasjonal-regional-og-lokal-veg?fast_title=E39+%E2%80%93+en+nasjonal%2C+regional+og+lokal+veg

Vedlegg 1. Grunnlagsdata for beregning av utslipp fra ferje.

1. Drivstoff – utvikling 2020 - 2060

Beregningsfaktorer som er benyttet for utslipp ved de forskjellige typene drivstoff, er gjengitt i tabellen under.

Drivstofforbruk og utslipp

Drivstoff	CO ₂ +CH ₄ (Klimagassekvivalenter)	NO _x	Gjennomsnittlig drivstofforbruk *)	Merknad
Diesel	3200 g/kg drivstoff	50 g/kg drivstoff	15 - 20 kg/km	Omfatter alle typer marine gassoljer
Biodiesel	1760 g/kg drivstoff	60 g/kg drivstoff	15 - 20 kg/km	Inneholder ikke svovel og NO _x er derfor lettere å rense.
LNG	2750 g/kg drivstoff	13 g/kg drivstoff	14 - 35 kg/km	LNG slipper ut en god del del CH ₄ (ammoniakk). For CO ₂ er utslipp ca. 2300 g/kg drivstoff.
Elektrisitet **)	200 g/kWh	0 (lokalt)	50 kWh/km	Nordisk El-miks.
Biogass	55 g/kWh	0 (lokalt)		Ikke vurdert
Brenselcelle	Avh. av energikilde	0 (lokalt)		Ikke vurdert

*) Gjennomsnittlig drivstofforbruk er sterkt avhengig av hastigheten på det enkelte samband.

Kilder: Statens vegvesen (2000 og 2011), Det Norske Veritas (2011 og 2015), Fjord1, Siemens Norge as

***) Kilde: Klimakalkulator utviklet av CICERO Senter for klimaforskning, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU), MiSA og Netlife Research

Diesel

Fram til 2010 har diesel/lett fyringsolje vært det dominerende drivstoffet i ferjeflåten. Regnet fra «well to wheel» regner en med et utslipp av ca. 3.200 g CO₂-ekvivalenter pr. kg. drivstoff. Effekten av diesel som drivstoff er på ca. 11.900 kWh/tonn. Forbruket pr. km varierer fra ferje til ferje avhengig av motorutrustning, skrogform etc. Viktigste er imidlertid hastigheten, - økt hastighet, gir sterkt økt forbruk. Et typisk gjennomsnittlig forbruk ved 12 knops fart er 15 – 16 kg/km.

Biodiesel

Biodiesel brukes i dag som innblanding i vanlig diesel. Dersom innblandingen er lav (typisk 5%) krever det ingen ombygging av motoren. Dersom biodiesel skal brukes som eneste drivstoff, må motoren tilpasses dette. Effekten ved bruk av biodiesel er ca. 10% lavere enn vanlig diesel, ca. 10.700 kWh/tonn.

Utslipp av CO₂-ekvivalenter fra biodiesel er sterkt avhengig av produksjonsmåte. Publisert forskningsmateriale viser sprikende resultat. En av hovedgrunnene til dette er at en tar utgangspunkt i ulikt råmateriale, og at en del publikasjoner ikke regner inn utslipp i forbindelse med endret bruk av areal. Dersom det blir produsert fra avfall, er det bare selve produksjonen og transporten av drivstoffet som gir ekstra CO₂-utslipp. Det er imidlertid veldig begrenset hvor store volum en kan produsere på denne måten.

Hvor stor CO₂-gevinst en får ved overgang til biodrivstoff er veldig forskjellig mellom førstegenerasjons og andregenerasjons biodrivstoff.

Førstegenerasjons biodrivstoff.

Nesten alt biodrivstoff som produseres i verden i dag, er såkalt førstegenerasjons biodrivstoff. Typiske råstoffer her er raps (Europa), soya, mais (USA), sukkerrør og –roer (Sør-Amerika). Disse råstoffene dyrkes på vanlig måte og omdannes til drivstoff gjennom gjærings- og destillasjonsprosesser. Selv om det i prinsippet er den samme mengde CO₂ som blir opptatt gjennom veksten av planten som blir frigjort ved forbrenningen, har førstegenerasjons biodrivstoff betydelige utslipp. Produksjon av biodrivstoff er mer energikrevende enn produksjon av fossil olje. Både i dyringsfasen, i transport- og distribusjonsfasen, og ikke minst i foredlingsfasen er det en betydelig energibruk. Denne energibruken gir normalt CO₂-utslipp. Videre vil bruk av kunstgjødsel kunne gi utslipp av lystgass. (% reduksjon av førstegenerasjons biodrivstoff i tabellen nedenfor).

Tabell 3.1. Gjennomsnittlig anslått reduksjon i bruk av fossil energi og utslippsreduksjon ved overgang til biodrivstoff i de studier som er gjennomgått i Menichetti og Otto (2009).¹ Utslipp fra arealendringer og indirekte virkninger er ikke medregnet

	Reduksjon i bruken av fossil energi	Reduksjon i utslipp av drivhusgasser
Mais	38	14
Oljepalme	36	38
Soyabønner	49	46
Raps	61	52
Hvete	51	53
Sukkerroer	64	53
Sukkerrør	87	86

¹ Der studiene gjennomgått i Menichetti og Otto (2009) gir et intervall i stedet for et punktestimat, er middelveien av laveste og høyeste verdi valgt.
Kilde: Menichetti og Otto (2009).

Mrk. at i denne tabellen er ikke arealendringer og indirekte virkninger med. I tillegg vil produksjon av råvaren skje på tradisjonelt jordbruksland og fortrenge produksjon av mat. Beregninger for total gevinst i CO₂-utslipp ved overgang til førstegenerasjons biodrivstoff, varierer i hovedsak fra 0 til opp mot 50%.

I en analyse fra Vestlandsforskning (2010) har de satt opp følgende verdier for førstegenerasjons biodrivstoff:

Type biodrivstoff	CO ₂ (g/liter)
Raps	2 100
Solsikker	1 500
Dyrefett	1 700
Palmeolje	1 800
Vanlig diesel	3 200

Andregenerasjons biodrivstoff.

Ved produksjon av andregenerasjons biodrivstoff (skog o.l.), vil utslipp i forbindelse med produksjonen stige noe, og produksjonen er kostbar. Det vil ikke i dag ikke være mulig med storskala produksjon av andregenerasjons biodiesel uten betydelig støtte fra myndighetene.

I den grad en kan nytte avfall fra skogbruk, halm o.l. som råstoff, er det imidlertid en betydelig gevinst i form av redusert CO₂-utslipp i forhold til fossil diesel (over 90%).

Tilveksttid for skog og frigiving av karbon lagret i jord og torvlag, medfører imidlertid at skog som blir

hugget med produksjon av biodrivstoff som formål, vil ha en «tilbakebetalingstid» før gevinsten ved minsket utslipp ved bruk av drivstoffet oppveier utslipp ved hugging og produksjon. Denne tilbakebetalingstiden vil være avhengig av både jordsmonn/skogbunn, tilvekst og evt. annen bruk av arealene.

Som eksempel er vist verdier fra data publisert av Fargione m.fl.

Tabell 3.2. Tilbakebetalingstid for karbondioksid i ulike biodrivstoffprosjekter.

Type biodrivstoff	Opprinnelige økosystem	Land	Tilbakebetalings- tid (år)
Biodiesel fra palmeolje	Tropiske regnskog	Indonesia og Malaysia	86
Biodiesel fra palmeolje	Torvland i regnskog	Indonesia og Malaysia	423
Biodiesel fra soyabønner	Tropisk regnskog	Brasil	319
Etanol fra sukkerrør	Skogledd savanne	Brasil	17
Biodiesel fra soyabønner	Gressledd savanne	Brasil	37
Etanol fra mais	Sentral gresslette	USA	93
Etanol fra mais	Forlatt jordbruksland (nå skog)	USA	48
Etanol fra biomasse	Forlatt jordbruksland	USA	1
Etanol fra biomasse	Marginalt dyrkbar jord	USA	0

Kilde: Fargione m fl (2008)

Det er gjort analyser av IEA som anslår at andregenerasjons biodiesel vil utgjøre 90% av biodrivstoff i 2050 og at biodrivstoff totalt kan dekke inntil 25% av drivstoff til transportbehov. De presiserer at det forutsetter at teknologien gjør store fremskritt de neste tiårene. SINTEF (2010) anslår at norske råvarer vil kunne dekke 20 – 30% av energibruken i vegtrafikken når teknologien er utviklet og økonomisk drivverdig.

Siden CO₂-utslipp fra biodrivstoff er så sterkt avhengig av opphav og produksjonen av drivstoffet, er det veldig vanskelig å sette en spesifikk verdi for utslipp. I denne rapporten har vi satt gjennomsnittlig utslipp fra biodiesel lik 50% av fossil diesel i perioden 2020 til 2060. For første del av perioden er dette alt for lavt. Storskala produksjon av andregenerasjons diesel er etter alt å dømme en god del år unna. I første omgang vil innblanding av førstegenerasjons biodiesel i fossilt drivstoff være det mest sannsynlige, og dette gir vesentlig mindre nedgang i CO₂-utslipp enn overgang til LNG. I siste del av perioden kan imidlertid gevinsten bli godt over 50%, dersom en får teknisk og økonomisk gjennombrudd for produksjon av andregenerasjons biodiesel. Det forutsetter i så fall en overoppfylling av IEA sitt anslag for produksjon i 2050.

LNG

LNG er i dag i bruk på de lengste sambandene (Mortavika – Arsvågen, Halhjem – Sandvikvåg, Molde – Vestnes og en ferje på Halhjem – Våge). LNG er beregnet til å slippe ut 2750 g CO₂-ekvivalenter pr. kg drivstoff. Dette er inklusive utslipp av metangass.

Biogass

Biogass er et mulig drivstoff i liten skala. Den mest aktuelle produksjonsmetoden er produksjon fra avfall (jordbruk, rensaneanlegg, avfallsplasser). Det er et begrenset produksjonspotensiale for biogass fra slike kilder, og det er i denne rapporten ikke regnet med at en vil kunne bruke dette til ferjedrift.

Hydrogen

Hydrogen kan brukes som drivstoff også på de lange ferjestrekningene. Dette er i dag uprøvd teknologi, men en antar at det vil være teknisk mulig i framtiden. Hydrogen er ikke en energikilde i seg selv, men en energibærer som overfører energi produsert fra andre kilder. I dag blir halvparten av hydrogen i verden produsert med naturgass som energikilde og bare ca. 4% bruker elektrisitet. Både produksjon av hydrogen, omdanning av hydrogen fra gass til flytende form og lagring og distribusjon av hydrogen krever omfattende energi. Beregnet effektivitet grid-to-wheel (fra start produksjon til forbrukt energi i brenselcellen), er på ca. 23%. I praksis betyr det at selv om en benytter elektrisitet til energikilde for produksjonen, vil en vanskelig komme ut med lavere CO₂-utslipp enn for biodrivstoff i kapittelet ovenfor. Selv om hydrogen kan være en aktuell energibærer også for ferjedrift i framtiden, har vi derfor ikke gjort egne beregninger for dette.

2. Antatt utvikling for de enkelte samband i perioden 2020 – 2040.

Anbudslengde og –oppstart av periode varierer for de ulike sambandene. I denne rapporten har vi antatt anbudsperioder på 10 år med oppstart 2020. For ferjestrekninger der en forutsetter ny teknologi eller større investeringer i infrastruktur, er det særlig viktig at anbudsperiodene har stor lengde. Det er gjort vurderinger av utvikling av ferjeflåten for de enkelte samband. For Halhjem – Sandvikvåg og Mortavika – Arsvågen er det kapasitetsbehovet som bestemmer utviklingen. For de øvrige sambandene har vi antatt en utvikling mot bedret frekvens som bestemmende. Både bedre frekvens på dagtid og et godt tilbud på nattetid er viktig siden dette er den eneste hovedvegen nord-sør på Vestlandet.

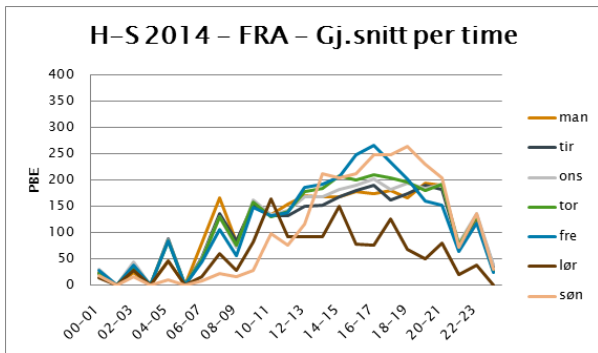
Halhjem - Sandvikvåg

Framtidig trafikkutvikling er beregnet med transportmodell (Tabell 27). Det er i tillegg sammenlignet med historisk utvikling. Transportmodellberegningene tilsvarer en gjennomsnittlig trafikkøkning på ca. 1,8% pr. år. Gjennomsnittlig økning de siste 20 årene har vært på i overkant av 4% pr. år, men en antar at dette vil flate ut.

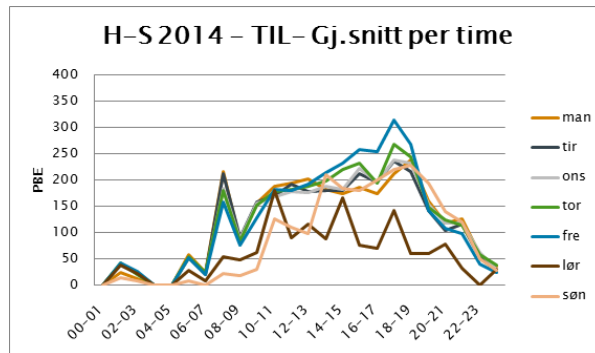
I 2015 er det tre 212-bilersferjer (personbilenheter) i sambandet. Det kan tenkes at en kan øke ferjestørrelsen opp mot 240 PBE (d.v.s. ca. 13% økning i kapasiteten pr. ferje), men større enn det er ikke aktuelt på innenriks samband. I den nye kontrakten som skal lyses ut, tar en sikte på at det skal være 4 ferjer i sambandet (fra 2020). Det blir vurdert om det kan være aktuelt å kombinere ulike ferjestørrelser i anbudet, men i det følgende har vi bare tatt utgangspunkt i ferjer med kapasitet 212 – 2040 pbe.

Økning i hastighet krever veldig mye energi. Halhjem – Sandvikvåg er en ferjestrekning på hele 23 km, og det er behov for høy hastighet for å få reisetiden ned på et akseptabelt nivå. Dagens ferjer har overfartstid på 40 minutt og 5 minutt terminaltid. Framtidige ferjer vil neppe få kortere overfartstid. Det blir vurdert å øke den med fem minutt (til 45 minutt) for å spare drivstoff. Samfunnsøkonomisk tap for trafikantene må veies opp mot redusert drivstofforbruk.

Trafikken fordeler seg over døgnet i topper, som på figuren nedenfor:



Døgnavariasjon Halhjem - Sandvikvåg

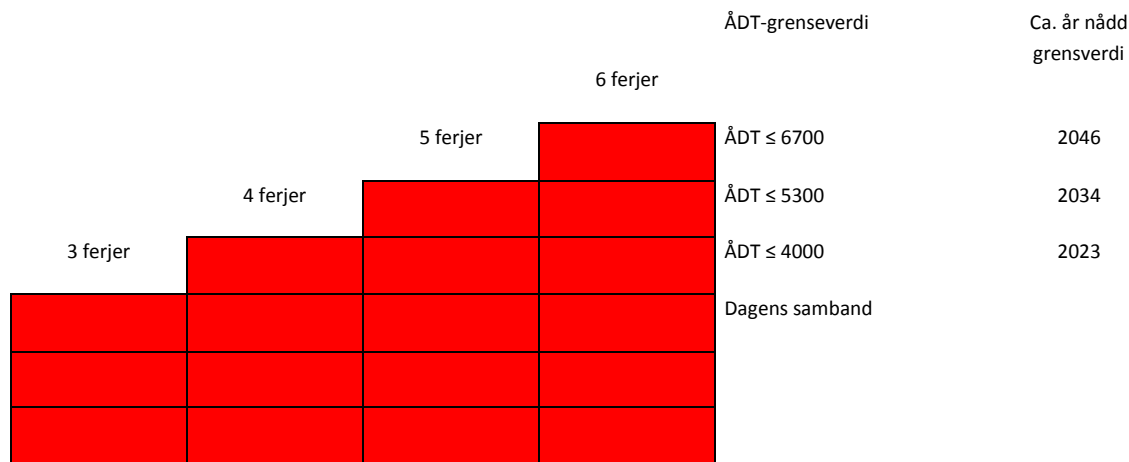


En kan ikke dimensjonere sambandet ut fra at en konsekvent skal få gjenstående biler i de mest belastede timene på døgnet. Følgelig må altså sambandet dimensjoneres ut fra trafikktoppen som er ettermiddag fra ca. 15.00 – 18.00. Grovt regnet vil rundt 30% av PBE måtte transporteres i disse tre timene og hver ferje kan gjennomføre 4 turer. Regner vi med gjennomsnittlig belegg på 200 PBE pr. tur over året (vi må m.a. ta høyde for at juni/juli-trafikken er ca. 15% høyere enn gjennomsnittet), vil en ferje teoretisk kunne transportere ca. 800 PBE i løpet av disse tre timene.

For Halhjem – Sandvikvåg er forholdet mellom ÅDT og PBE på ferjene:

$$\text{ÅDT} \times 1,95 = \text{PBE}$$

Med den trafikkfordelinga en har på dette sambandet, kan en da *grovt* sette opp følgende sammenheng mellom trafikk og tallet på ferjer:



Figur 17: Ferjebehov Halhjem - Sandvikvåg

Ved 6 ferjer går det en kapasitetsgrense for sambandet. På grunn av trange seglingsløp både på Halhjem og i Sandvikvåg, vil det ikke være forsvarlig å trafikere sambandet med flere samtidige ferjer. På Halhjem går dessuten ferjene Halhjem – Våge som skal gjennom samme seglingsløpet. Det vil i praksis si at dersom en kommer over ca. 8.000 i ÅDT (kanskje også før, avhengig av utviklingen på Halhjem – Våge), vil en enten måtte bygge nye ferjeleier en annen plass, eller akseptere gjenstående biler i ettermiddagstid (alle dager). I følge prognosene vil dette da skje ut på 2050-talet.

Dette vil si at vi ser for oss følgende behov for utvikling av ferjeflåten i sambandet:

- 2015 – 2023: 3 ferjer
- 2023 – 2034: 4 ferjer
- 2034 – 2046: 5 ferjer
- 2046 – 2060: 6 ferjer

På 2050-tallet vil vi etter dette nå en kapasitetsgrense for sambandet som fordrer nye ferjeleier, dersom en skal unngå systematisk gjenstående biler på ettermiddagstid. Dersom trafikken utvikler seg med samme gjennomsnittlige vekst i

framtida som den har hatt i perioden 1990 til 2015 (4,1% pr. år), vil en nå grensa for dagens ferjesamband ca. 2040.

Øvrige samband

Det er gjort tilsvarende vurderinger som for Halhjem – Sandvikvåg for de øvrige sambandene der kapasiteten er styrende for ferjebehovet. For de øvrige ferjestrekningene er det primært behovet for bedret ferjetilbud gjennom høyere frekvens som vil være drivende for ferjebehovet og antall turer blir gitt av frekvens.

I utgangspunktet er antall turer beregnet som:

$$60 \text{ (minutt)} * 16 \text{ (timer)} * 2 \\ \text{-----} + 30 \text{ (ferjer 22.00-16.00)} * 0,94 \text{ (Reduksjonsfaktor for lørdag/søndag)} \\ \text{Frekvens (minutt)}$$

men det er gjort noen tilpasninger ut over dette for det enkelte samband.

Det er et stort spekter av drivstoff som i framtiden vil være aktuelt på de fleste sambandene. DNV har gjort en vurdering av mulighet for elektrifisering av ferjesamband og denne er benyttet som grunnlag for å vurdere om det enkelte samband er egnet for elektrifisering eller ikke. De lengste sambandene er ikke aktuelle for elektrisk drift med dagens teknologi. I første tiårsperiode vil fortsatt LNG-drift være mest aktuell. Senere kan biodiesel eller ulike hybridløsninger være aktuelle. For hvert samband er det nedenfor beskrevet hvilket drivstoff en forutsetter i hver tiårsperiode.

Mortavika – Arsvågen

Overfartstiden er i dag 25 minutt. Vi forutsetter denne konstant i hele perioden. Sambandet går i dag på LNG og en viss innblanding a biogass (LBG) kan være aktuelt i framtida. Det kan også tenkes at sambandet vil benytte biodiesel, evt. innblandet i fossil diesel. Oppgitt frekvens tar utgangspunkt i utlysning for ny kontrakt 2020 – 2030 og er forutsatt konstant på dagtid, med noe mindre på nattetid.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	10 minutt	10 minutt
Antall turer pr. døgn	118	150	214	214
Energibærer	LNG	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel
Antall ferjer	4	5	6	6

Halhjem - Sandvikvåg:

Overfartstiden er i dag 45 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Sambandet går i dag på LNG og en viss innblanding a biogass (LBG) kan være aktuelt i framtida. Det kan også tenkes at sambandet vil benytte biodiesel, evt. innblandet i fossil diesel. Oppgitt frekvens tar

utgangspunkt i utlysning for ny kontrakt 2020 – 2030 og er forutsatt konstant på dagtid, med noe mindre på nattestid.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	20 minutt	20 minutt	15 minutt
Antall turer pr. døgn	97	120	120	150
Energibærer	LNG	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel
Antall ferjer	4	5	5	6

Halhjem - Våge:

Overfartstiden er i dag 35 minutt. Vi forutsetter denne konstant i hele perioden. Det går i dag en 120-bilers gassferje i sambandet som går 24 enkelturer pr. døgn. Sambandet kan være mulig med omlegging til elektrisk drift, men det er krevende. Da må det betjenes med min. to ferjer.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	gj. sn. 45 min.	30 minutt	30 minutt	30 minutt
Antall turer pr. døgn	24	36	36	36
Energibærer	LNG	LNG/Elekt.	Elektrisk	Elektrisk
Antall ferjer	1	2	2	2

Jektevik - Hodnaneset:

Overfartstiden er i dag 10 minutt. Vi forutsetter denne konstant i hele perioden. Strekningen blir trafikkert av en plug-in-hybrid-ferje med batteripakke om bord som lades med landstrøm/-dieselaggregat om bord. Ferja har noen turer som går til Huglo, og det er derfor trolig hensiktsmessig med en slik teknologi framfor rent elektrisk. Vi forutsetter at det fortsetter i hele perioden.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	gj. sn. 45 min.	30 minutt	30 minutt	30 minutt
Antall turer pr. døgn	26	30	30	30
Energibærer	Diesel/El	Diesel/El	Diesel/El	Diesel/El
Antall ferjer	1	1	1	1

Lavik - Oppedal:

Overfartstiden er i dag 20 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Fram til dagens kontrakt går ut i 2025, vil det være to dieselferjer og en elektrisk ferje i sambandet. Deretter forutsetter vi at det kan gå over til heielektrisk drift.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	15 minutt	15 minutt
Antall turer pr. døgn	120	150	180	180
Energibærer (MGO til 2025)	2 MGO 1 EI	4 EI	5 EI	5EI
Antall ferjer	3	4	5	5

Anda – Lote:

Overfartstiden er i dag 10 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Det går nå ut anbud med elektrifisering av sambandet og vi forutsetter at det blir elektrisk i hele perioden 2020 - 2060. Ved etablering av ferjefri E39, vil Anda – Lote bli et fylkesvegsamband med redusert frekvens i forhold til om det fortsatt skal være E39. Vi antar at sambandet får halv produksjon i forhold til fortsatt E39.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	15 minutt	15 minutt
Antall turer pr. døgn	120	150	180	180
Energibærer	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk
Antall ferjer	2	2	3	3

Festøya – Solavågen

Overfartstiden er i dag ca. 20 minutt. Vi forutsetter denne konstant i hele perioden. Sambandet trafikkeres av to 116-bilers ferje drevet med dieselmotor. I disse beregningene er det forutsatt biodiesel for dette sambandet i hele perioden.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	15 minutt	15 minutt
Antall turer pr. døgn	104	136	136	136
Energibærer	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel
Antall ferjer	4	5	5	6

Hareide - Sulesund

Overfartstiden er i dag 25 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Sambandet trafikkeres av to 120-bilers ferjer, og frekvensen er 30 minutt på dagtid. Sambandet er viktig for trafikken mellom industrikyngen på Hareidlandet og Ålesund, og har relativt stor trafikk. Sambandet er værutsatt og det er viktig med robuste ferjer. Det brukes i dag dieselferjer på sambandet, og vi har forutsatt overgang til biodiesel i hele perioden.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	10 minutt	10 minutt
Antall turer pr. døgn *)	95	120	150	150
Energibærer	LNG	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel
Antall ferjer	3	4	6	6

Molde – Vestnes

Overfartstiden er i dag 35 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Denne ferja går med ca. 11 knops fart på et relativt langt samband. En av grunnene til dette er krav til lav fart i Molde havnebasseng. Vi antar likevel at det her vil bli krav om noe redusert overfartstid (økt hastighet). Sambandet trafikkeres av fire ferjer. Det brukes i dag i hovedsak gassferjer på sambandet. Det har vi også forutsatt for neste utlysning, og deretter overgang til biodiesel for resten av beregningsperioden.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	20 minutt	15 minutt	10 minutt	10 minutt
Antall turer pr. døgn	105	135	214	214
Energibærer	LNG	Biodiesel	Biodiesel	Biodiesel
Antall ferjer	4	5	6	6

Mordalsvågen - Solholmen

Overfartstiden er i dag ca. 15 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Strekningen blir i dag trafikkert av en 72-bilers ferje som bruker diesel som drivstoff. Vi antar at sambandet i hele perioden er helelektrisk.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	30/45 minutt	30 minutt	20 minutt	20 minutt
Antall turer pr. døgn	60	75	90	90
Energibærer	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk
Antall ferjer	1	2	2	3

Halsa – Kanestraum

Overfartstiden er i dag ca. 20 minutt. Vi forutsetter at det er konstant over hele perioden. Strekningen blir i dag trafikkert av to dieselferjer (70 og 87 pbe). Sambandet har hatt sterk vekst over en del år på grunn av at E39 har gått fra elendig til akseptabel standard på størstedelen av strekningen til Trondheim. Vi har her antatt at sambandet går over til biodiesel i første del av perioden og deretter blir helelektrisk.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050	2050 - 2060
Ca. frekvens dagtid pr. time	30 minutt	20 minutt	20 minutt	15 minutt
Antall turer pr. døgn	76	105	105	120
Energibærer	Biodiesel	Biodiesel	Elektrisk	Elektrisk
Antall ferjer	2	3	3	4

Drivstoff-forbruk

Data for forbruk på ferjene er innhentet fra ulike kilder. For Halhjem – Sandvikvåg (LNG) og Mortavika – Arsvågen (LNG) er brukt DNV sine beregninger i forbindelse med nytt anbud fra 2018 på disse strekningene. Bruttotall fra selskapene i 2013 er noe lavere, men ruteproduksjonen er justert litt fra 2013 til 2018. Ved overgang til biodiesel har vi beregnet forbruk pr. km forutsatt at ferjene skal produsere det samme brutto kWh som de i dag gjør med LNG.

For Halhjem – Våge (LNG) er data hentet fra DNV sin utredning for Hordaland fylkeskommune av 15.12.2015.

For el-ferjer er benyttet erfaringstall fra Ampère (Lavik – Oppedal) samt data fra anbudet på Lote – Anda.

Det er lite erfaring med elektriske ferjer hittil. 25. januar 2015 ble den første elektriske ferja i Norge satt i drift på sambandet Lavik – Oppedal. Siden det var et pionérprosjekt var en i overkant opptatt av å senke energiforbruket, noe som har gitt noen uheldige løsninger. Det er videre gjort en del spesialtilpasninger på denne ferja for å minske energiforbruket, m.a. aluminiums- og katamaranskrog. Dette øker kostnadene, men minker energiforbruket. Slike tilpasningene vil også kunne gjøres på ordinære ferjer, noe som vil minske differansen i energibruk noe mellom elektriske ferjer og ferjer drevet med tradisjonelle drivstoff.

Erfaringene fra Lavik – Oppedal er tatt inn i anbudene for sambandet Lote – Anda som skal settes i drift med elektriske ferjer fra 1.1. 2018. Data fra dette anbudet er her benyttet for å beregne energiforbruket på et slikt samband. Forbrukte kWh pr. utseilt km er så benyttet til å stipulere utslipp fra alle elektriske ferjestrekninger ved bruk av nordisk el-miks som utslippsfaktor. Forsterkning av el-infrastruktur og produksjon og destruksjon av batteri, er ikke tatt med i beregningene.

Jektevik – Hodnaneset bygger på faktisk målt forbruk i dag. Sambandet har noen turer til Huglo og beregnet forbruk pr. kilometer er justert i forhold til dette.

For de øvrige ferjene som forutsettes å gå på biodiesel er det tatt utgangspunkt i gjennomsnittlig dieselforbruk pr. kilometer i dag, justert for overgang til biodiesel med 10%.

Referanser:

1. «Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT», flere versjoner, siste februar 2015, Statens vegvesen.
2. «Utslipp fra veitrafikken i Norge» - Rapport 22/2015, SSB
3. «Tidligfase klimautredning for ny E39», 22.4.2015, Rapport fra Asplan viak utarbeidet for Statens vegvesen, Region midt.
4. «Klimagassutslipp i Norge» – 3.12.2012, Kristine E. Kolshus, SSB.
5. «Ferjefri E39 og mulige virkninger for lufthavnstruktur og hurtigbåtruter», 22.11.2013, Rapport utarbeidet av Møreforskning på oppdrag fra Statens vegvesen, Region midt.
6. «Alternativ fremdriftsteknologi for miljøvennlige ferjer» – 20.10.2011, Rapport utarbeidet av DNV på oppdrag for Hordaland fylkeskommune. 13FB1SB-7.
7. «Måling av energiforbruk for ulike kjøretøytyper på gammel og ny E18 Grimstad-Kristiansand. Sammenstilling.» - Notat av Karl Sigurd Fredriksen, Statens vegvesen, Region sør.
8. «Energibruk og utslipp fra godstransport på vei. En livsløpsanalyse», 14.1.2010, Morten Simonsen, Vestlandsforskning.
9. «Ferjefri E39 – Estimering av energiforbruk og CO2-utslipp», - 17.6.2015, Prosjektnotat N-09-15, SINTEF på oppdrag fra Statens vegvesen, Region midt..
10. «Miljømessige konsekvenser av bedre veier», februar 2007, SINTEF
11. «Gir bedre vei mindre klimagassutslipp?» - TØI-rapport 1027/2009
12. «Miljøsammenligning av bro, tunnel og ferge», 2.4.2000, Statens vegvesen.
13. «Levetid og lengde for vei og jernbane», 10.1.2010, Morten Simonsen, Vestlandsforskning
14. «Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp», desember 2009, Statens vegvesen.
15. «Hydrogen», 21.1.2010, Notat av Morten Simonsen, Vestlandsforskning
16. «Klimakalkulator for beregning av klimagassutslipp fra husholdninger», desember 2012, Oppdatert av Cicero, Misa og Østlandsforskning.
17. «Utslipp av klimagasser 1990 – 2010 – Trender og drivkrefter» - Klima- og forurensningsdirektoratet.
18. «Miljørapport for innenriks ferjetrafikk» - 12.11.2012, Statens vegvesen, NHO Sjøfart, Sjøfartsdirektoratet.
19. «Reisevaner på fly 2011», mai 2012, TØI
20. «Passasjertransport med fly», 25.8.2010. Morten Simonsen, Vestlandsforskning.