

CONCRETE REPORT

Morten Welde, Eivind Tveter og James Odeck

Trafikkprognoser og trafikkutvikling i ferjeavløsningsprosjekter

Arbeidsrapport

Forord

Å erstatte ferjer med faste vegforbindelser har vært en viktig del av norsk transportpolitikk i flere tiår. Målet med broer og tunneler har blant annet vært å opprettholde spredt bosetting og å oppnå økonomisk utvikling i områder med naturressurser, men hvor tilgjengeligheten til nasjonale og internasjonale markeder har vært mindre god. De fleste korte ferjesamband er allerede erstattet av bro eller tunnel, men også i dag planlegges det flere store ferjeavløsningsprosjekter.

Trafikkprognoser er en viktig del av plan- og beslutningsgrunnlaget for nye veger. Å estimere trafikk er krevende, spesielt der hvor endringene i reisetid er store. Denne studien ser på hvor treffsikre trafikkprognosene i ferjeavløsningsprosjekter har vært samt hvordan trafikkutviklingen har vært etter åpning. Vi beskriver og kommenterer hva som har skjedd, men går ikke langt i å analysere årsakene.

Studien er gjennomført av Morten Welde fra forskningsprogrammet Concept ved NTNU i Trondheim; Eivind Tveter fra Høgskolen i Molde; og James Odeck fra Statens vegvesen Vegdirektoratet og NTNU.

Trondheim, desember 2017.

Gro Holst Volden, Forskningssjef

Ansvar for informasjonen i rapportene som produseres for Concept-programmet ligger hos forfatterne. Synspunkter og konklusjoner står for forfatterens regning og er ikke nødvendigvis sammenfallende med Concept-programmets syn.

1 Innledning

Dette er en studie av trafikk i ferjeavløsningsprosjekter. Det er en type prosjekt som har vært benyttet for å binde landet sammen og som Norge har brukt store ressurser på. Også i dag planlegges det store bro- og tunnelprosjekter. Derfor er det viktig å ha kunnskap om hvilke trafikale effekter slike prosjekter kan ventes å ha. Problemstillingen er imidlertid ikke bare begrenset til hva som skjer når en ferje blir erstattet av en fast forbindelse, men i like stor grad hva som skjer når et transportprosjekt fører til store reduksjoner i reisetid.

Tidligere kunne en ny veg eller jernbane redusere reisetiden mellom landsdeler med timer og endog dager, men i dag vil de fleste forbedringer i veg- og jernbanenettet være relativt marginale. Det er imidlertid fortsatt prosjekttyper som, hvis bygget, fortsatt kan medføre store endringer i reisetid og som kan binde sammen regioner. Et ferjeavløsningsprosjekt er eksempel på en slik prosjekttipe. Tunneler og broer over fjorder og fra øyer til fastlandet kan gi bedre utnyttelse av naturressurser som ikke kan flyttes; åpne opp nye områder for utvikling; og muliggjøre økt økonomisk samkvem mellom regioner med komplementært næringsliv. Det kan gi store endringer i trafikken.

Om lag 80 prosent av alle nordmenn bor mindre enn 10 kilometer fra sjøen. Det er ikke tilfeldig. Kysten er rik på naturressurser og har et kraftfullt næringsliv. Selv om det i et internasjonalt perspektiv bor få mennesker i disse områdene, er den økonomiske aktiviteten betydelig. Norge er den største eksportøren av olje og gass i Vest-Europa. Vi er verdens nest største eksportør av fisk og sjømat og vi har verdens tiende og Europas fjerde største handelsflåte. Disse industriene er avhengige av transportinfrastruktur for tilgang til nasjonale og internasjonale markeder og for tilgang til lokale tjenester og arbeidskraft. Fjorder og havområder kan imidlertid utgjøre barrierer for videre utvikling. Eksempelvis er reisetiden mellom Molde og Ålesund beregnet til to timer forutsatt at man ikke må vente på ferjen (deler av døgnet går ferjen kun hvert 90. minutt). Avstanden mellom de to byene er om lag som strekningen mellom Oslo og Minnesund hvor reisetiden er den halve. I andre deler av landet er ferjetilbudet dårligere og det kan gi usikkerhet for næringsliv som er avhengig av rettidig levering til kunder i Norge og andre land.

Den økonomiske aktiviteten langs kysten er også noe av årsaken til at det har vært brukt store offentlige midler på å avløse ferjesamband med faste forbindelser de siste tiårene. Samtidig har utviklingen i ingeniørvitenskap og vegteknologi muliggjort lengre broer og dypere tunneler enn det som tidligere var mulig.

Å erstatte ferjer med broer og tunneler blir stadig mer krevende. Det skyldes at de fleste ferjer med høy trafikk og/eller der hvor det har vært relativt enkelt å bygge bro eller tunnel allerede er erstattet av faste forbindelser. Det har likevel vært gjennomført noen ferjeavløsningsprosjekter de siste 15 årene. Av de 86 vegprosjektene som per november 2017 har vært gjennom ekstern kvalitetssikring av kostnadsoverslag og styringsunderlag, KS2, har åtte vært klassiske ferjeavløsningsprosjekter (Rv653 Eiksundsambandet, Rv519 Finnfast, Rv64 Atlanterhavstunnelen, Rv7 Hardangerbrua, Fv616 Bremangersambandet 2, Rv13 Ryfast, Rv609/Rv57 Dalsfjordsambandet og Fv 659 Nordøyvegen) hvor hovedhensikten har vært å

erstatte ferjer med fast forbindelse mens ett (E10 Lofast) har muliggjort nedleggelse av et ferjesamband på grunn av forbedrede omkjøringsmuligheter.

Utbyggingskostnaden ved ferjeavløsningsprosjekter kan være stor og minst halvparten delfinansieres normalt av trafikantene selv gjennom bompenger (eksempelvis finansieres om lag 90 prosent av Rv13 Ryfast av bompenger). Store investeringer krever omfattende utredninger og særlig viktig er det å utarbeide gode prognoser på trafikken som vil benytte vegen hvis den blir bygget. Ved siden av utbyggingskostnaden er trafikknivået den viktigste parameteren i finansieringsanalysen som ligger til grunn for vedtak om bompengefinansiering. Blir trafikken lavere enn beregnet kan dette gi økonomiske konsekvenser for bompengeselskapet, og resultatet kan bli høyere takster, lengre nedbetalingstid eller endog konkurs. Det var blant annet det som skjedde i Ålesundstunnelene. Prosjektet ble realisert på 1980-tallet i en tid med stor optimisme og banker som var mer enn villig til å låne ut penger. Kort tid etter åpningen i 1987 steg renten og samtidig ble trafikken, og med det bompengeinntektene, lavere enn forventet. Bompengeselskapet klarte etter hvert ikke å betale rentene. I 1990 var tunnelselskapet nær konkurs. Det endte i stedet med en gjeldsavtale med bankene samme år. De store taperne var trafikantene som måtte betale høye bompenger i hele 22 år, sju år lenger enn normal maksimal bompengeperiode, og bankene som måtte ta tap på nærmere 1,5 milliarder kroner.

Trafikkprognoser er en viktig del av plan- og beslutningsgrunnlaget for alle vegprosjekter. Ferjeavløsningsprosjekter gir store reisetidsbesparelser og sammen med stor trafikkøkning kan dette gi stor nytte i form av såkalt nyskapt trafikk, det vil si endringer i reiseadferd som følge av endringer i reisehyppighet, endringer i reisemål og/eller endring av transportmåte. Utviklingen i trafikantnytte er også knyttet til trafikkutviklingen gjennom analyseperioden. Dette betyr at trafikkprognosene som legges til grunn i den samfunnsøkonomiske analysen vil ha stor betydning for den estimerte lønnsomheten av prosjektet. Hvis man legger for optimistiske trafikkprognoser til grunn, kan man overestimere nytten og motsatt – hvis man er for pessimistisk med hensyn til trafikknivå så kan man underdrive den gevinsten som samfunnet kan få ved å realisere prosjektet. Ferjeavløsningsprosjekter kan være omdiskuterte og være drevet frem av lokale ildsjeler. Det kan føre til at optimistiske prognoser for kostnader og nytte legges til grunn for å fremstille prosjektet i et positivt lys. Overestimering av trafikken kan derfor være et tegn på at overoptimisme eller taktisk estimering har gjort seg gjeldende.

Til sist har trafikkprognosene betydning for dimensjonering av vegen. Tunneler med et forventet trafikkvolum på 10.000 kjøretøy per døgn skal ha to separate tunnellop. Hvis trafikken overstiger dette etter åpning, kan dette medføre behov for store ekstrainvesteringer.

I denne studien ser vi på i hvilken grad trafikkprognosene i ferjeavløsningsprosjekter har vært presise. Slike prosjekter er teknisk krevende og krever store investeringer. Det er derfor viktig at man har god kunnskap om hvordan trafikken har utviklet seg når man planlegger nye prosjekter. Vi ser på prognosene som har vært lagt til grunn ved beslutning om gjennomføring av et prosjekt og vi ser også på hvordan trafikken har utviklet seg siden åpning av den nye forbindelsen. Det siste er viktig siden trafikken gjerne speiler den økonomiske utviklingen i et område. Statens vegvesen utreder for tiden hvordan ferjesambandene på E39 langs vestlandskysten kan erstattes av faste forbindelser til en kostnad på opp mot flere hundre milliarder kroner. I Danmark skal man snart i gang med å bygge en fast forbindelse mellom Rødbyhavn i Lolland og Puttgarten i

Tyskland – den såkalte Femern-forbindelsen. I Finland utreder man tunnel mellom Helsinki og Tallinn i Estland og i Italia har man ennå ikke forlatt planene om en bro mellom fastlandet og Sicilia. Det finnes til og med planer for en tunnel mellom Skottland og Nord-Irland som jevnlig blir gjenstand for ny diskusjon. Erfaring fra norske ferjeavløsningsprosjekter kan derfor være relevant for fremtidige prosjekter i flere land.

Rapporten er organisert som følger: Kapittel 2 beskriver kort ferjetrafikken i Norge. Kapittel 3 gjennomgår noen tidligere studier av samme tema. Kapittel 4 beskriver data og metode brukt i studien. I Kapittel 5 viser resultatene og Kapittel 6 oppsummerer og diskuterer noen av funnene. Trafikkmengde er en viktig del av lønnsomhetsberegninger for nye vegprosjekter. I Vedlegg 1 ser vi på beregning av trafikantnytte i ferjeavløsningsprosjekter og konsekvenser av over- eller underestimert trafikk

Vi går ikke dypt inn i årsakene til eventuelle avvik og vi diskuterer heller ikke eventuelle negative virkninger av prosjektene. Det vil kunne bli en del av en eventuell oppfølgende studie.

2 Ferjetrafikk i Norge

Historisk sett har sjøtransport vært den dominerende transportformen innad i og mellom landsdeler. I takt med utbyggingen av vegnettet tok bilen over båtens rolle og mange av de store passasjerbåtrutene ble nedlagt, men bilferjer over fjorder og ut til øyer ble etablert for å knytte vegnettet sammen.

Etter oppheving av bilrasjoneringsen i 1960, økte behovet for nye og bedre veier. Samtidig gjorde teknologien for bygging av broer og driving av tunneler store fremskritt. Bruk av glideforskallinger og fritt-frem bygg gjorde det relativt sett billigere å bygge broer, noe som førte til bygging av et stort antall broer på 1970-tallet. Etter hvert gjorde tunnelteknologien tilsvarende fremskritt og fra åpningen av Norges første undersjøiske vegtunnel, Vardøtunnelen i 1982, ble et stort antall ferjesamband erstattet av tunneler på 1980- og 90-tallet (Knutsen og Boge, 2005). Det skyldtes dels rene distriktpolitiske hensyn, men samtidig er kysten og transporttilbudet der en viktig del av landet.

Antall ferjesamband har gradvis gått ned de siste 20 årene. Det skyldes i hovedsak en sterk satsing på ferjeavløsningsprosjekter. I 1986 var det over 162 ferjesamband langs kysten (samt et par i innlandet). Rundt 40 av disse er nå avløst av faste forbindelser.

Ferjene utgjør fortsatt en viktig del av det norske vegnettet. Årlig frakter ferjene over 20 millioner kjøretøy. Det er nesten like mye som trafikken på E6 mellom Oslo og Gardermoen. Det største ferjefylket er Møre og Romsdal, med over seks millioner kjøretøy på ferjene årlig, fulgt av Hordaland og Rogaland. Det er store forskjeller i trafikken på ferjesambandene. Sambandet Moss-Horten over Oslofjorden frakter over 5.000 kjøretøy per døgn. Deretter følger E39 Mortavika-Arsvågen over Boknafjorden med over 4.000; og E39 Halhjem-Sandvikvåg over Bjørnafjorden med litt under 3.000 kjøretøy per døgn. Bodø-Røst er landets lengste ferjestrekning med 109 km, mens Svelvik-Verket er med 184 meter landets korteste¹.

Flåten i innenlands ferjedrift består i dag av 200 ferjer på riks- og fylkessambandene. 21 av disse er LNG-ferjer og én er batteridrevet. Det kontraheres nå mange nye ferjer med ny teknologi, både fullelektriske ferjer og hybridferjer (Solem, 2016).

I henhold til vegloven er ferjesambandet en del av vegnettet. Statens vegvesen har ansvaret for drift og forvaltning av riksvegfergene. I forbindelse med regionreformen ble de fleste riksvegferjesambandene overført til fylkene.

¹ Ifølge Statens vegvesens ferjestatistikk tilgjengelig fra <https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/Trafikkdata/Ferjestatistikk>

Fastlandsforbindelser er kostbare investeringer, men ferjedrift medfører også kostnader for det offentlige. Kostnadene til drift av ferjer betales dels av trafikantene gjennom ferjebillett (prisen for et vogntog over Moldefjorden, en strekning på om lag 12 kilometer, er eksempelvis 1.055 kroner per desember 2017) og delvis gjennom offentlige tilskudd (kjøp av ferjetjenester). Tidligere ble tilskuddene gitt som rammetilskudd til ruteområder etter forhandlinger, men fra 2004 har de aller fleste ferjesambandene blitt lyst ut på anbud.

Forvaltningsreformen har redusert statens direkte utgifter til ferjedrift, men kostnadsveksten har fortsatt. I dag er de samlede tilskuddene til ferjedrift på riks- og fylkesvegene over 3.100 millioner kroner. Annenhver krone er offentlige tilskudd, og kostnadene har økt mye de siste årene. Det er bekymring for konkurransen i markedet. I tillegg er ferjeflåten gammel, og det må skje mye nybygging i årene framover (Solem, 2016).

Siden de offentlige utgiftene til drift av ferjesamband kan være store, vedtok Stortinget i St.prp. nr. 67 (2002-2003) at en årlig sum tilsvarende statens utgifter til drift av ferje i 15 år etter åpning av et fast vegsamband kan brukes i finansieringen av ferjeavløsningsprosjekter. Gjennom Stortingets behandling av St.meld. nr. 16 (2008-2009) Nasjonal transportplan 2010-2013 ble maksimal lengde for utbetaling av innsparte ferjetilskudd økt til 30 år. Det kan legges til grunn innsparte kapitalkostnader på 3,5 millioner årlig, tilsvarende gjennomsnittlige kapitalkostnader i ferjedriften den gangen ordningen ble innført.

3 Litteraturgjennomgang

Mens et økende antall studier har sett på kostnadskontroll og forekomsten av kostnadsoverskridelser i transportprosjekter, er studier av trafikkprognoser og trafikkutvikling mer sjeldne. Den mest omfattende studien er sannsynligvis Nicolaisen og Driscoll (2014) som gjennomgikk 12 studier av veg- og jernbaneprosjekter i ulike land fra 1970-tallet og fant at trafikken i vegprosjekter gjennomgående ble høyere enn planlagt. Tilsvarende fant Flyvbjerg m.fl. (2005) at blant 183 vegprosjekter var trafikken i gjennomsnitt underestimert med om lag 9 prosent.

Welde og Odeck (2011) studerte trafikkprognoser i norske vegprosjekter finansiert med og uten bompenger. De fant at trafikken i ordinære vegprosjekter (uten bompenger) i gjennomsnitt ble om lag 20 prosent høyere enn planlagt det første året etter åpning. Trafikkprognosene i bompengeprosjekter var mer treffsikre idet trafikken i gjennomsnitt kun ble 2,5 prosent lavere enn planlagt. Variasjonen var imidlertid stor – reell trafikk varierte fra kun 65 prosent av prognose til 45 prosent over. Selv om underestimering av trafikken kan ha negative økonomiske konsekvenser for bompengeselskapet på kort sikt, så oversteg trafikken prognosene i de fleste prosjektene etter fem år. At trafikken i ordinære vegprosjekter blir høyere enn planlagt er i tråd med funnene i de fleste internasjonale studier, men det at trafikken i norske bompengeprosjekter i gjennomsnitt blir om lag som planlagt skiller seg fra internasjonale funn. Både JP Morgan (1997), Vasallo (2007), Bain (2009), Li og Hencsher (2009) og Baeza og Vasallo (2012) fant at trafikken i bompengeprosjekter gjennomgående var overestimert. Overestimering av trafikken i bompengeprosjekter har ført til flere tilfeller av konkurs blant bompengeselskaper og for et par år siden ble konsulentselskapet AECOM, som hadde utarbeidet transportprognosene for flere australske bompengeprosjekter, dømt til å betale AUD 200 millioner til bompengeselskapenes kreditorer (Stacey, 2015). Odeck og Welde (2017) gjorde en oppfølgende og utvidet studie av Welde og Odeck (2011) med bruk av trafikkdata fra 68 norske bompengeprosjekter, hvorav en del ferjeavløsningsprosjekter. De fant at trafikken i første hele driftsår var 4 prosent over prognosen og at avviket økte over tid.

Trafikkprognoser i ferjeavløsningsprosjekter kan være mer krevende å utarbeide enn prognoser i andre typer prosjekter. Det har ulike årsaker. For det første så er transportmodellene, som ofte brukes, basert på en rekke forutsetninger – en av disse er uendret arealbruk. Det er problematisk da ferjeavløsningsprosjekter gjerne har som mål å øke tilgangen på areal for bolig- og næringsutvikling. Endret arealbruk kan føre til økt trafikk, men også bety at man bytter reisetidsgevinster mot tilgang til bedre boliger, økt mobilitet etc. For det andre kan store endringene i reisetid være vanskelig å forutse effektene av. Mens vanlige vegprosjekter gjerne gir reisetidbesparelser på 5-15 minutter eller mindre, kan ferjeavløsningsprosjekter redusere reisetiden på opp mot én time hver veg hvis såkalt skjult ventetid inkluderes. Skjult ventetid er kostnadene man har ved at det er såpass lenge til neste avgang at en kunne ha benyttet ventetiden til noe annet. En annen grunn til at trafikkprognoser for ferjeavløsningsprosjekter kan være krevende å utarbeide er de såkalte ulempekostnadene. En ferje innebærer en risiko for at en reise ikke kan gjennomføres når man selv ønsker det. Trafikanter kan ha en betalingsvillighet for å

unngå denne ulempen som overstiger verdien av selve reisetidsbesparelsen. Bråthen og Hervik (1997) studerte ulempekostnader i fem ferjesamband før og etter åpning av en fast forbindelse og fant et skift i etterspørselen ved åpning av fast forbindelse. Det indikerte en betalingsvillighet høyere enn det man tidligere hadde lagt til grunn. I fire av de fem prosjektene var økningen i trafikanntytte 20-60 prosent høyere enn det som hadde blitt lagt til grunn på beslutningstidspunktet.

Det finnes også eksempler på ferjeavløsningsprosjekter utenfor Norge. En av de prosjektene hvor effektene er best dokumentert er Øresundsforbindelsen mellom Sverige og Danmark. Den kombinerte veg- og jernbanebroen åpnet i 2000 og knyttet sammen to geografiske områder som hadde hatt kontakt i tusenvis av år, men med dårlig transporttilkobling. Etter åpning ble trafikken om lag 20 prosent lavere enn forventet, men tre år etter hadde trafikken tatt seg opp og oversteg prognosene. På litt lengre sikt forventer man at trafikken vil være dobbelt så høy som planlagt. Et liknende prosjekt er Storebæltsbroen mellom Skjælland og Fyn som åpnet i 1997. Allerede ett år etter åpning var trafikken over 70 prosent høyere enn planlagt (Knowles og Matthiesen, 2009). COWI (2002) fant at trafikkøkningen i hovedsak skyldtes nyskapt trafikk som følge av økt økonomisk aktivitet som følge av broen. Selv om begge disse store broprosjektene opplevde høyere trafikk enn planlagt så har trafikkøkningen hatt ulike årsaker. Storebæltsbroen har muliggjort lengre og mer fritids- og næringstrafikk internt i Danmark. Øresundsbroen har langt mindre fritidstrafikk, men har et stort antall pendlere som utnytter forskjeller i bo- og lønnskostnader mellom Sverige og Danmark. Resultatene når det gjelder trafikk tall er altså like, men årsakene forskjellige.

Mens Øresundsbroen har ført til økt sosial og økonomisk integrasjon mellom to land, har kanaltunnelen mellom Storbritannia og Frankrike ikke helt levd opp til forventningene. Trafikken var hele 80 prosent lavere enn forventet ett år etter åpning og Anguera (2006) antydte at den britiske økonomien ville klart seg bedre uten tunnelen.

At det er krevende å utarbeide gode trafikkprognoser for ferjeavløsningsprosjekter ble også vist av Skamris og Flyvbjerg (1997) som dokumenterte at forskjellen mellom prognose og faktisk trafikk i Lillebæltbroen, Sallingsundbroen og Farøbroen var fra 32 prosent under prognosene til 27 prosent over. De konkluderte at på grunn av stor usikkerhet med hensyn på kostnader, gjennomføringstid og trafikk var analyser av samfunnsøkonomisk lønnsomhet for slike prosjekter høyst usikre.

4 Data og metode

Datagrunnlaget for denne studien er hentet fra til sammen 38 ferjeavløsningsprosjekter åpnet i perioden 1970 til 2013. Dette utgjør over 80 prosent av alle ferjeavløsningsprosjektene i denne perioden og bør således betraktes som representativt. Alle prosjektene har vært delvis finansiert med bompenger. I de fleste prosjektene er bompengene innkrevningen avsluttet, mens den pågår fortsatt i seks av prosjektene. Utvalget er ubalansert idet vi kun har trafikkprognoser for 23 prosjekter, mens vi har reell trafikk for alle. Vedlegg 2 viser prosjektene i utvalget.

Trafikkdata er hentet fra ulike kilder. Trafikkdata før og ved beslutningstidspunktet er hentet fra Stortingsproposisjoner som danner Stortingets beslutningsgrunnlag for å finansiere med bompenger. Alle prosjekter som skal bompengefinansieres må godkjennes av Stortinget spesifikt. Alle forutsetninger som ligger til grunn for finansieringen (trafikk i åpningsåret, trafikk- og prisvekst, innkrevingskostnader med mer) presenteres i stortingsproposisjonen. Dersom disse dataene var mangelfulle, som de gjerne var i prosjekter bygd på 1970- og tidlig 1980-tallet, ble data hentet/konstruert fra ferjestatistikken som utarbeides av Statens vegvesen hvert år og som viser trafikk på sambandsnivå. Dette er en rimelig tilnærming fordi det er ferjestatistikken som danner grunnlaget for trafikkprognoser som brukes i de finansielle og de samfunnsøkonomiske analysene og som legges fram for Stortinget ved preposisjonene. Det bør nevnes her at siden prosjektene er bompengefinansiert legges det i beslutningene stor vekt på trafikkanalyser hvor målet er å sikre at trafikknivået vil være stor nok til å dekke bompengedelen av kostnadene innen rimelig tid.

Faktisk trafikk og trafikkutvikling etter at prosjektene ble åpnet for trafikk er hentet fra 1) betalende trafikk gjennom bompengestasjonene i henhold til årsrapporter fra bompengeselskaper; 2) kontinuerlige (nivå 1) tellepunkt på vegnettet; og/eller 3) fra Nasjonal vegdatabank (NVDB) som beregner trafikken på alle vegstrekninger basert på faste registre². Sammenlikninger av reell trafikk basert på trafikkregistreringer og beregnet trafikk i NVDB viser små forskjeller.

Gitt tilgjengelig data, undersøker vi følgende:

- 1) I hvilken grad treffer trafikkprognosene som ble fremlagt beslutningstakere i forhold til faktisk trafikk i åpningsåret? Her sammenlikner vi prognosene mot de faktiske tallene i første hele år etter at anlegget er åpnet for trafikk.
- 2) Hvor lang tid tar det før trafikkprognosene for åpningsår inntreffer? Her tar vi høyde for at prognosene kan ta opptil tre til fem år før de inntreffer. I litteraturen kalles dette for ramp-up effekt, se for eksempel Bain (2009).

² Tilgjengelig fra <http://www.vegdata.no/>

- 3) Hva har endringen i trafikk vært fra siste hele driftsår med ferje til første hele driftsår med fast forbindelse?
- 4) Hva er trafikken i dag sammenliknet med siste år med ferje og hva har den årlige trafikkveksten vært?

Bakgrunnen for at vi bruker trafikk (målt i årsdøgntrafikk) i første hele driftsår fremfor åpningsåret er at åpningsåret kan være preget av sightseeing-trafikk og sesongmessige variasjoner. Vi ser også på utvikling i årene etter åpning. Den internasjonale litteraturen har vist litt ulike resultater om hvorvidt trafikken tar seg opp over tid. Mens Bain og Polakovik (2005) ikke fant noen slike effekter, fant George m.fl. (2003) klare tegn på såkalt ramp-up.

Trafikkendringen fra siste år med ferje er viktig. Siden en ferje normalt begrenser reisetterpørselen forventes det normalt en sterk økning. På den annen side er praksis i Norge å legge på bompenger tilsvarende ferjebilletten og ytterligere 40 prosent og den samlede effekten på trafikken kan derfor være vanskelig å anslå.

Trafikkutviklingen på lang sikt fanger opp endringer som kan være vanskelig å si noe om på kort sikt slik som endringer i arealbruk, befolkning, næringsstruktur med mer. Laird (2011) fant trafikkøkninger på opp mot 22 ganger ferjetrafikken i en gjennomgang av ferjeavløsningsprosjekter verden over.

For å sammenlikne trafikken før og etter bruker vi det uttrykket som er vanligst i tilsvarende internasjonale studier, det vil si, gjennomsnittlig prosentvis avvik:

$$Y_i = \frac{(x_i - \hat{x}_i)}{\hat{x}_i} * 100 \quad (1)$$

I (1) er \hat{x}_i trafikkprognose i prosjekt i og x_i reell trafikk i prosjekt i . Hvis Y_i er negativ innebærer det at trafikken har vært overestimert, mens det motsatte er tilfelle hvis Y_i er positiv.

Tendensen til under- eller overestimering av trafikken i en portefølje av prosjekter kan uttrykkes med det gjennomsnittlig avviket:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad (2)$$

\bar{Y} vil normalt ha en lav verdi ettersom små og store verdier vil utlikne hverandre. Det er likevel et godt egnet mål på prognosenøyaktighet på porteføljenivå ettersom det vil avdekke systematisk skjevhet (bias). I den internasjonale litteraturen har planleggere blitt beskyldt for å systematisk produsere uriktige trafikkprognoser for å fremstille prosjektene i et så godt lys som mulig. Trafikkprognoser vil alltid være usikre og vi skal derfor til en viss grad alltid akseptere unøyaktigheter. Generell unøyaktighet vil tilsi at gjennomsnittet vil være rundt null. En sterk venstre eller høyreskjevhet kan imidlertid være en indikasjon på systematiske feil for hele sektoren.

I tillegg vil vi beregne ytterligere ett mål på prognosenøyaktighet som er vanlig i litteraturen, nemlig absolutt gjennomsnittlig prosentavvik:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad (3)$$

Fordelen med absolutt gjennomsnittlig prosentavvik er at det gir et mål på den absolutte størrelsen på avviket fra prognosene. Forutsatt en relativt lik fordeling av over- og underestimat vil \bar{Y} være relativt nære null. Det kan gi et overdrevent positivt bilde idet både over- og underestimering kan gi uheldige konsekvenser. \bar{Y} balanseres ikke av store avvik til hver side – tvert imot, jo mer unøyaktige våre estimater har vært jo større vil \bar{Y} være.

Tabell 1 viser deskriptiv statistikk for utvalget brukt i studien.

Tabell 1: Deskriptiv statistikk

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Standard-avvik
Åpningsår	38	1970	2013	1990	13
Ferjetrafikk siste hele driftsår (ÅDT)	38	107	2 783	644	616
Trafikkprognose (ÅDT) År 1	23	195	5 000	1 351	1 339
Reell trafikk År 1	23	276	5 583	1 411	1 338
Trafikk i dag (2015)	38	199	19 990	3 609	4 332

Den første forbindelsen åpnet i 1970 (Rv 555 Sotrabrua utenfor Bergen) og den siste i 2013 (Rv13 Hardangerbrua). Trafikken i det siste året med ferjedrift varierte fra så lite som 107 kjøretøy per dag til nærmere 2.800 kjøretøy. Trafikkprognosene har generelt vært basert på en antakelse om en sterk trafikkøkning da ferjen ble nedlagt. I dag er trafikken betydelig høyere.

5 Resultater

I det følgende presenterer vi resultatene gruppert etter forskningsspørsmålene presentert i Kapittel 4.

5.1 Hva er avviket mellom trafikkprognosene i åpningsåret og reell trafikk?

Først ser vi avviket mellom trafikkprognosene i åpningsåret og reell trafikk målt ved gjennomsnittlig avvik og absolutt gjennomsnittlig avvik som beskrevet i kapittel 4. Dette er vist i henholdsvis Tabell 2 og Tabell 3.*

Tabell 2: Gjennomsnittlig prosentavvik mellom reell trafikk og trafikkprognoser

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt*	Standard-avvik
År1	23	-32 %	59 %	13 %	4 %	26 %

* Vektet etter trafikkmengde

Tabell 3: Absolutt gjennomsnittlig prosentavvik mellom reell trafikk og trafikkprognoser

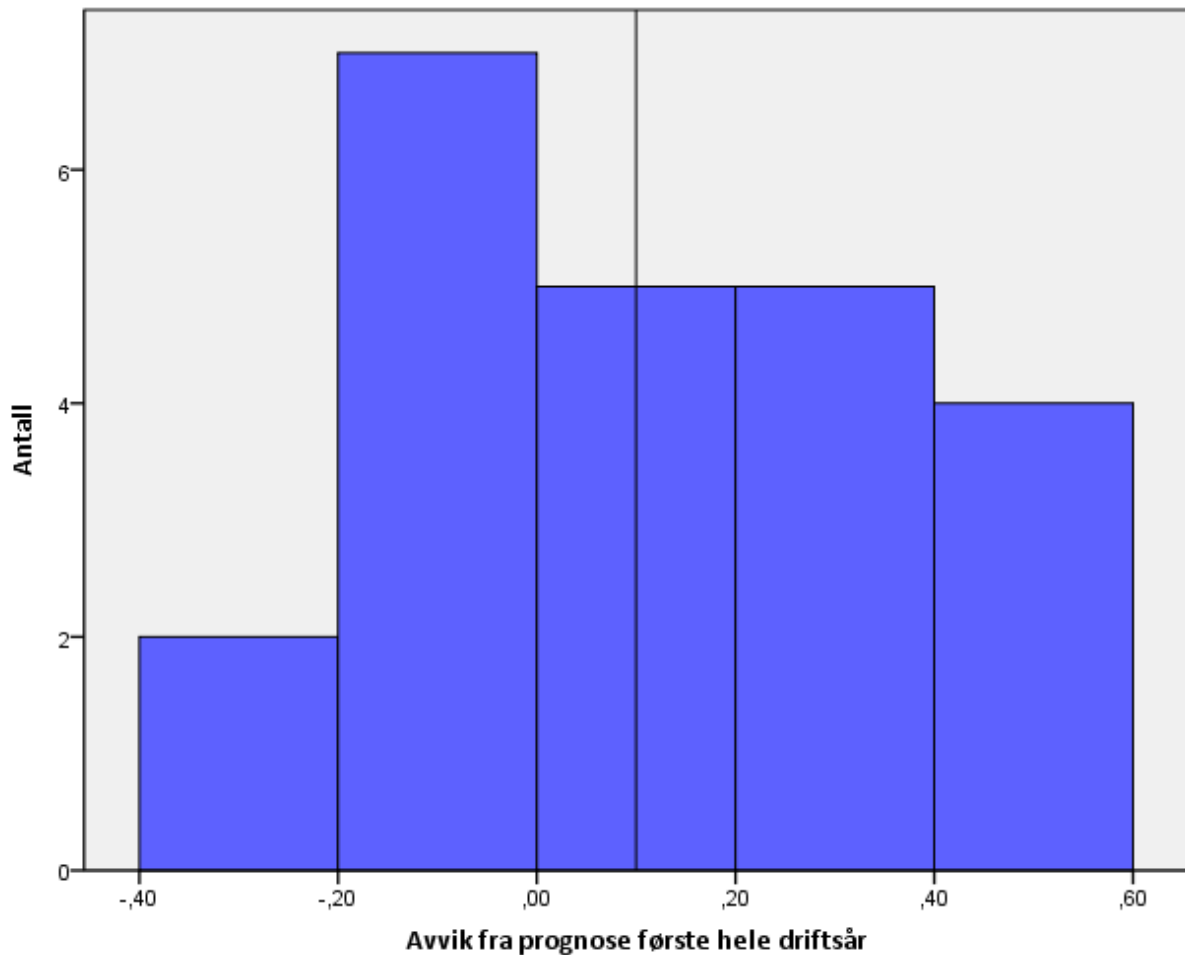
	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt	Standard-avvik
ABS År 1	23	1 %	59 %	23 %	21 %	17 %

Trafikkprognosene har underestimert trafikken. I gjennomsnitt har reell trafikk det første hele året etter åpning vært 13 prosent høyere enn prognosene. Dette vil i de fleste tilfellene innebære at nytten ved disse prosjektene har vært underestimert, alt annet likt.

Det er stor variasjon i nøyaktigheten til prognosene. Dette ser vi tydelig ved at standardavviket er dobbelt så stort som gjennomsnittet. Det skyldes at det er stor forskjell i hvor nøyaktige prognosene har vært. Det betyr også at ekstreme verdier kan ha stor innvirkning på resultatet. Vektet gjennomsnitt etter trafikkmengde er 4 prosent. Hvis man betrakter prosjektene som en portefølje av prosjekter så har ikke risikoen vært unødig stor.

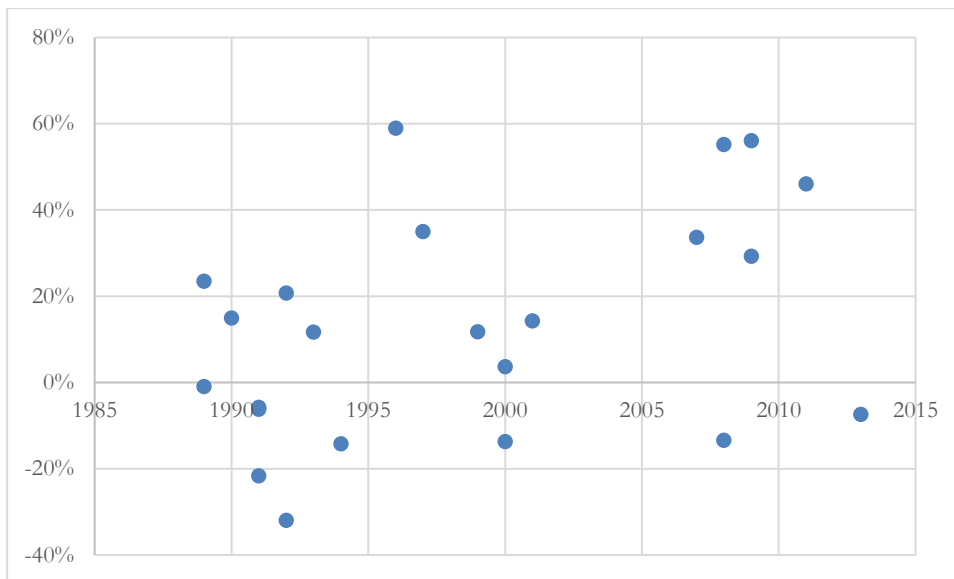
Resultatet avviker fra en del av de som har blitt presentert i internasjonale studier. Mens trafikken i bompengeprojekter i mange andre land har vært overestimert, har det i mindre grad vært tilfelle i norske ferjeavløsningsprosjekter. Det kan tilsa at Statens vegvesen generelt ikke har lagt overoptimistiske prognoser til grunn i sine analyser av slike prosjekter finansiert med bompenger. Odeck og Welde (2017) pekte på at mens bompengefinansiering i for eksempel Australia er basert på at private selskaper konkurrerer om muligheten til å bygge ut og finansiere nye veier, er trafikkrisikoen holdt utenfor tilsvarende ordninger i Norge. Det kan ha gitt mindre insentiv til å overdrive trafikken.

Figur 1 viser fordelingen av avviket mellom prognose og reell trafikk (gjennomsnitt markert med en vertikal strek). Vi ser at trafikken i et lite flertall (60 prosent) av prosjektene har vært underestimert og at om lag halvparten av prosjektene har hatt reell trafikk som har vært innenfor +/- 20 prosent av trafikkprognosene. Variasjonen er stor – konfidensintervallet er -37 prosent til +64 prosent.



Figur 1: Histogram med fordeling av prosjekter med over- og underestimering

Over tid har erfaringen med hvilke trafikale effekter man kan forvente av ferjeavløsningsprosjekter økt. I tillegg har det skjedd forbedringer i modellverktøy og datakraft. Det kan tilsi at trafikkprognosene burde bli mer nøyaktige over tid. Figur 2 viser derimot at det ikke er noe som tyder på at det har ført til bedre prognosenøyaktighet.



Figur 2: Forskjell mellom reell trafikk og prognose fordelt på åpningsår

Et interessant spørsmål er om trafikkprognoser for ferjeavløsningsprosjekter er mer eller mindre nøyaktige enn trafikkprognoser brukt i ordinære vegprosjekter som ikke er finansiert med bompenger. Welde og Odeck (2011) sammenliknet gjennomsnittlig avvik fra trafikkprognoser for bompengeprosjekter og ikke-bompengeprosjekter og fant at prognosene for bompengeprosjekter var mer presise enn for ordinære vegprosjekter. Forskjellen mellom de to kategoriene var statistisk signifikant. Deres utvalg viste at mens trafikken i bompengeprojekt i gjennomsnitt ble 2,5 prosent lavere enn prognosene ble trafikken i vegprosjekter ikke finansiert med bompenger i gjennomsnitt 19 prosent høyere. En ny sammenlikning med bruk av de 25 bompengefrie vegene brukt i Welde og Odeck og vårt utvalg med ferjeavløsningsprosjekter viser at det ikke er noen forskjell i gjennomsnittet til disse to gruppene ($t(51) = -0.601, p = 0.550$). Basert på disse utvalgene, kan vi derfor konkludere med at underestimering av trafikk er om lag like vanlig i ferjeavløsningsprosjekter som i prosjekter uten bompenger.

En svakhet med å bruke gjennomsnittlig prosentavvik som suksesskriterium for prognosenøyaktighet er at store avvik begge veger kan jevne ut gjennomsnittet.

Tabell 3 viser derfor absolutt gjennomsnittlig prosentavvik som illustrerer den generelle prognoseunøyaktigheten. I gjennomsnitt avviker trafikken 23 prosent fra trafikkprognosene. Det illustrerer den usikkerheten som denne viktige variabelen er omfattet av. Siden trafikken er avgjørende for beregning av nedbetalingstid og for trafikantnytte i de samfunnsøkonomiske analysene viser dette at disse analysene er omfattet av relativt stor usikkerhet.

5.2 Hva er avviket mellom trafikkprognosene og reell trafikk henholdsvis tre og fem år etter åpning?

Odeck (2013) fant at det ikke bare var trafikken i vegprosjekter som var underestimert, men at trafikkutviklingen i prosjekter implementert mellom 1996 og 2008 var underestimert med over én prosent per år. Tabell 4 viser at trafikkutviklingen i ferjeavløsningsprosjekter også har vært høyere enn det som ble lagt til grunn på beslutningstidspunktet. Mens trafikken i gjennomsnitt var

underestimert med 13 prosent ett år etter åpning var omfanget av underestimering doblet i År 3 og nærmere tredoblet i År 5. Det er betydelig. Det ligger utenfor omfanget til denne studien å dokumentere hvorfor, men vi kan tenke oss ulike årsaker. Det kan eksempelvis skyldes at den økonomiske veksten har vært høyere enn forutsatt eller at den nye forbindelsen har ført til endret arealbruk, økt befolkning eller ny næringsvirksomhet. Tvetter m.fl. (2017) fant at et flertall av øyer som hadde fått fastlandsforbindelse hadde opplevd større befolkningsøkning enn sammenliknbare områder i årene etter åpning. Det vil normalt gi mer trafikk. Alle disse forholdene er deler av en ønsket utvikling, men som åpenbart har vært krevende å modellere. Det synes imidlertid klart at Statens vegvesen har lagt nøkterne, kanskje for nøkterne, forutsetninger til grunn i sine økonomiske analyser av ferjeavløsningsprosjekter.

Tabell 4: Gjennomsnittlig prosentavvik mellom reell trafikk og trafikkprognoser tre og fem år etter åpning

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt	Standardavvik
År3	23	-28 %	91 %	25 %	22 %	35 %
År5	21	-19 %	133 %	39 %	37 %	45 %

Figur 1 viste at i det første hele året etter åpning hadde et lite flertall av prosjektene trafikk høyere enn prognosene. I det tredje og femte året etter åpning er andelen prosjekter hvor trafikken har vært mindre enn planlagt redusert til om lag 30 prosent. Tabell 4 viser også at minimum, det vil si det største negative avviket fra trafikkprognosene, blir redusert over tid. Det er med andre ord klart at trafikken i norske ferjeavløsningsprosjekter opplever såkalt demand ramp-up som det har vært noe diskusjon om internasjonalt om er et reelt fenomen.

5.3 Hva har endringen i trafikk vært fra siste hele driftsår med ferje til første hele driftsår med fast forbindelse?

Ferjeavløsningsprosjekter er blant annet basert på at det eksisterer et latent reisebehov som blir undertrykket av ferjer med dårlig regularitet, kort åpningstid og/eller liten kapasitet. I de økonomiske analysene av slike prosjekter blir det derfor lagt til grunn en til dels sterk trafikkøkning fra ferje til fast forbindelse. Denne økningen, som normalt antas å være flere titalls prosent, kan være vanskelig å anslå – mye mer krevende enn å modellere endringer i trafikk som følge av marginale reisetidsforbedringer. Vi har allerede, i Tabell 2, vist at trafikken gjennomgående blir noe høyere enn anslått. Tabell 5 viser at den gjennomsnittlige økningen fra ferje til fast forbindelse er betydelig. I snitt blir trafikken over doblet fra ferje til bru eller tunnel.

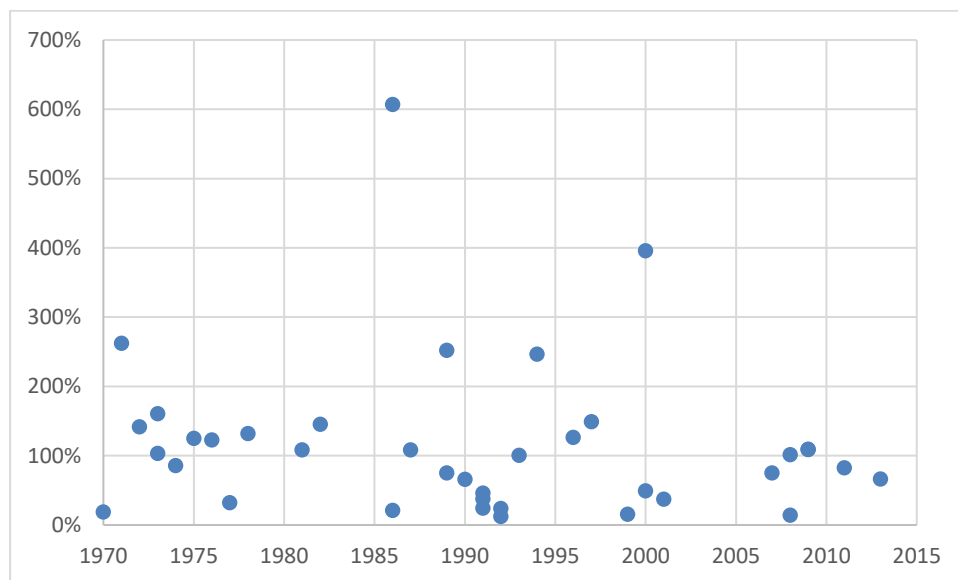
Tabell 5: Engangsøkning fra ferje til fast forbindelse

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt	Standardavvik
Engangsøkning	38	12 %	607 %	116 %	131 %	113 %

Variasjon er imidlertid stor – fra en beskjeden økning på 12 prosent i E39 Rennfast til hele 396 prosent i Rv23 Oslofjordforbindelsen og 607 prosent da broene ut til og internt i Øygarden åpnet. For Oslofjordforbindelsen er det imidlertid grunn til å anta at en stor del av

trafikkøkningen skyldes endret rutevalg ved at kjøretøy som tidligere kjørte via Oslo nå heller tar den sørlige ruten fra Follo og over Hurum.

Trafikkveksten er nært knyttet til den makroøkonomiske utviklingen. Når realveksten i økonomien er positiv fører det til at bilholdet øker og at både næringsliv og privatpersoner reiser oftere og lengre. Siden 1970 har Norge opplevd både perioder med stagnasjon og sterk vekst, men som Figur 3 viser så synes engangsveksten å ha variert omtrent like mye i hele perioden.



Figur 3: Engangsvekst fordelt på åpningsår

5.4 Hva er trafikken i dag sammenliknet med siste år med ferje og hva har den årlige trafikkveksten vært?

De siste tiårene har det vært en betydelig økning i transportarbeidet i Norge, det vil si turer mellom steder i Norge med norske transportmidler. Fra 1990 til 2014 økte antall millioner passasjerer med norske transportmidler med til sammen 47 prosent, eller nærmere 2 prosent per år i gjennomsnitt. Økningen i millioner passasjerkilometer har vært nesten like stor. Vegtransport utgjør om lag 90 prosent av all innenlands persontransport i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2017). Det er derfor å forvente at trafikkøkningen fra siste år med ferje (som varierer fra 1972 til 2012) og frem til i dag også har vært stor.

Tabell 6 viser trafikkøkning fra siste hele driftsår med ferje og frem til 2016. Siden trafikkveksten er målt fra forskjellige tidspunkt, og ikke minst siden det kan variere om prosjektet er nedbetalt eller om det fortsatt er bompenger, så gir dette kanskje ikke så stor mening statistisk sett, men det gir uansett et bilde av utviklingen. Mange steder er trafikken mangedoblet. Eksempelvis har trafikken til Flekkerøya økt med nærmere 1700 prosent fra den gang man var avhengig med ferje til i dag hvor man kan kjøre gratis gjennom en undersjøisk tunnel. Trafikken fra Sotra og Øygarden og til Bergensområdet har økt enda mer. Fra øyene, som ikke ligger mer enn 30-45 minutter fra Bergen, ble bundet sammen og til fastlandet på 1970- og 1980-tallet har trafikken økt

med flere tusen prosent. Ikke overraskende er det trafikken på veger rundt byer som har økt mest. Det vektete gjennomsnittet er nesten dobbelt så høyt som gjennomsnittet. Det viser at det er trafikken i områder med mest trafikk som har økt mest.

Tabell 6: Trafikkøkning fra siste hele driftsår med ferje til 2016

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt	Standardavvik
Trafikkøkning	38	157 %	4399 %	975 %	1783 %	956 %



Bilde 1: Den 1 236 meter lange Sotrabraua over Knarresundet mellom Lillesotra og Bergen. Siden broen åpnet i 1971 har befolkningen på øyene utenfor mer enn tredoblet seg og trafikken har vokst fra drøye 600 kjøretøy per døgn til nærmere 30 000. De tre kommunene Sund, Fjell og Øygarden har i dag over 35 000 innbyggere og har vedtatt å slå seg sammen.

Tabell 7 viser at den gjennomsnittlige årlige veksten fra første hele år med fast forbindelse og frem til i dag har vært stor, fra 5 til 80 prosent med et gjennomsnitt på 20 prosent. Det er langt mer enn den generelle trafikkutviklingen på andre norske veger.

Tabell 7: Gjennomsnittlig årlig trafikkøkning fra første hele år med fast forbindelse

	N	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Vektet gjennomsnitt	Standardavvik
Trafikkøkning	38	5 %	80 %	20 %	19 %	15 %

Trafikkveksten på broer og tunneler i pendlingsavstand til større byer reflekterer dels en ønsket utvikling. Mange øykommuner har opplevd stor befolkningsvekst, noe som er i tråd med

politiske mål om opprettholdelse av spredt bosetting, og næringsutviklingen i mange øysamfunn har også vært stor. Stotra/Øygarden har eksempelvis opplevd en befolknings- og næringsvekst som har vært blant de høyeste i hele landet. Men økt trafikk inn mot byer gir også utfordringer i form av trengsel og forurensing, noe som illustrerer en vanlig målkonflikt i transportpolitikken.

6 Avsluttende merknader

For å anslå nytten av et vegprosjekt, samt nedbetalingstiden og andre relevante forhold, er det nødvendig å vite hvor stor betydning prosjektet har for eksisterende trafikk samt å anslå eventuelt nyskapt trafikk som følge av prosjektet. I denne studien har vi sett på treffsikkerheten for trafikkprognoser for fastlandsforbindelser bygget i Norge de siste fire tiårene. Vi har både sett på treffsikkerheten det første hele året med fast forbindelse samt hvordan dette har utviklet seg over tid.

Hovedresultatet er at trafikken i gjennomsnitt er blitt høyere enn lagt til grunn, men variasjonen er stor og om lag halvparten av prognosen bommer med mer enn +/- 20 prosent. En slik underprediksjon av trafikken er motsatt av resultatene fra andre land, hvor trafikkprognosene i bompengeprojekter gjennomgående har vært for optimistiske. Når vi studerer trafikken de første årene etter åpningen, ser vi at avstanden mellom predikert og faktisk trafikk øker - underprediksjonen av trafikken øker altså de første årene. Denne studien har ikke analysert årsaker til de observerte avvikene, men det kan synes som om den viktigste årsaken til avviket er knyttet til usikkerhet om engangsøkningen fra ferje til fast forbindelse. I gjennomsnitt doubles trafikken når en ferje erstattes av en bro eller en tunnel. Det er ikke ny kunnskap. I «Håndbok for beregning av kjørekostnader på veg» utgitt i 1962 (Transportøkonomisk utvalg, 1962) pekte man på at når en veg erstattes med ferje kan trafikkøkningen komme opp i 100 prosent eller mer. Enkelte prosjekter opplever likevel nesten ingen trafikkøkning mens andre prosjekter gir en mangedobling av trafikken. I de påfølgende årene fortsetter trafikken å øke og har økt klart mer enn den generelle trafikkveksten i samfunnet.

Noe overraskende finner vi heller ingen tegn til at treffsikkerheten på trafikkprognosene har bedret seg de siste 40 årene – til tross for forbedringer i beregningsverktøy og regnekraft. Vi finner heller ikke at prognosene for ferjeavløsningsprosjekter er mer treffsikre enn for ordinære veger uten bompengesøkningsproving. Dette til tross for at avvik i prognosen har større betydning for prosjekter finansiert med bompenger, siden denne prognosen er viktig for om prosjektet faktisk er finansielt bærekraftig og for anslaget på hvor lenge trafikantene må betale bompenger.

Datagrunnlaget for denne studien er relativt omfattende og har tatt tid å sammenstille. Det omfatter imidlertid ikke alle ferjeavløsningsprosjekter og utvalget er i tillegg ubalansert, det vil si at vi ikke har observasjoner for alle prosjekter for alle de forholdene vi har undersøkt. Det vil derfor kunne være verdifullt, både for å dokumentere en viktig del av norsk veghistorie, men også for å forsterke representativiteten av funnene om vi kan supplere datagrunnlaget med de manglende observasjonene. Med et mer komplett datagrunnlag, kan det ligge til rette for mer utfyllende studier med fokus på hva de viktigste årsakene til trafikkvekst er slik at man bedre kan forutse effektene av prosjekter som medfører store endringer i generaliserte reisekostnader. Det vil være nyttig kunnskap, ikke bare i ferjeavløsningsprosjekter, men alle prosjekter med tilsvarende endringer i reisetid.

Referanser

- Anguera, R., 2006. The Channel Tunnel – an ex post economic evaluation. *Transportation Research Part A*, 40 (4), 291-315.
- Baeza, M.A og Vassallo, J.M., 2012. Traffic uncertainty in toll motorway concessions in Spain. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*. Transport 165, (TR2), 97-105.
- Bain, R., 2009. Error and optimism bias in toll road traffic forecasts. *Transportation*, 36 (5), 469-482.
- Bain, R. og Polakovic, L., 2005. *Traffic Forecasting Risk Study Update 2005: Through Ramp-Up And Beyond*. Standard & Poor's, McGraw-Hill International (UK) Ltd.
- Bråthen, S. og Hervik, A., 1997. Strait crossings and economic development. Developing economic impact assessment by means of *ex post* analyses. *Transport Policy*, 4 (4), 193-200.
- Bråthen, S. og Lyche, L., 2004. *Konsekvensanalyser i ferjesektoren. Gjennomgang av noen kostnadskomponenter*. Arbeidsnotat. Møreforskning Molde AS.
- COWI AS, 2002. *Storebæltforbindelsens Trafikale Effekter*. København: Sund & Bælt Holding AS.
- Flesjå, J.A., 2016. *Finnfast nedbetalt i 2024* [online]. Tilgjengelig fra: <http://www.oyposten.no/>
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M.K. og Buhl, S.L., 2005. How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? *Journal of the American Planning Association*, 71 (2), 131-146.
- George, C., Streeter, W. og Trommer, S., 2003. *Bliss, Heartburn and Toll Road Forecasts. Fitch Ratings Project Finance Special Report*.
- Knowles, R.D. og Matthiesen, C.W., 2009. Barrier effects of international borders on fixed link generation: the case of Øresundsbron. *Journal of Transport Geography*, 17 (3), 155-165.
- Knutsen, S. og Boge, K., 2005. *Norske vegpolitikk etter 1960 – stykkevis og delt?* Oslo: J.W. Cappelens Forlag.
- Laird, J., 2011. *Shetland Fixed Links Strategy: Socio Economic Study*.
- Li, Z., og Hensher, D.A., 2010. Toll Roads in Australia: An Overview of Characteristics and Accuracy of Demand Forecasts. *Transport Reviews*, 30, 541-569
- Morgan, J.P., 1997. Examining toll road feasibility studies. *Municipal Finance Journal*, 18, 1-12.
- Nicolaisen, M.S. og Driscoll, P.A., 2014. Ex-Post Evaluations of Demand Forecast Accuracy: A Literature Review. *Transport Reviews*, 34 (4), 540-557.
- Odeck, J. og Bråthen, S. 2008. Travel demand elasticities and user attitudes: A case study of Norwegian toll projects. *Transportation Research Part A*, 42 (1), 77-94.

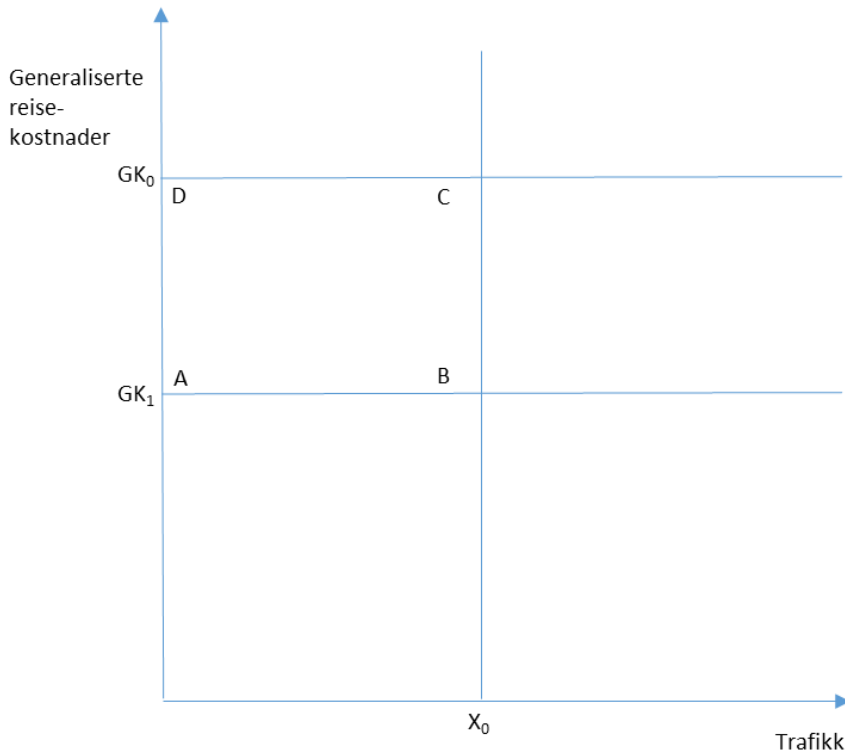
- Odeck, J. og Welde, M., 2017. The accuracy of toll road traffic forecasts: An econometric evaluation. *Transportation Research Part A*, 101, 73-85.
- Skamris, M.K. og Flyvbjerg, B., 1997. Inaccuracy of traffic forecasts and cost estimates on large transport projects. *Transport Policy*, 4 (3), 141-146.
- Stacey, D., 2015. *AECOM Unit Pays \$201 Million to Settle Australia Toll-Road Lawsuit* [online]. Tilgjengelig fra: <http://www.wsj.com/articles/aecom-unit-pays-us-201-million-to-settle-australia-toll-road-lawsuit-1442826365>
- Statens vegvesen, 2015. *Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6*. Statens vegvesens rapporter nr. 358.
- Statens vegvesen, 2016. Ny rapport viser at det vil være et stort behov for ferjetjenester frem mot 2050 [online]. Tilgjengelig fra: <https://vegnett.no/2016/09/ny-rapport-viser-at-det-vil-vaere-et-stort-behov-for-ferjetjenester-frem-mot-2050/>
- Statistisk sentralbyrå, 2017. *Innenlandske transportytelser* [online]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/transpinn>
- Solem, K., 2016. *Ny rapport viser at det vil være et stort behov for ferjetjenester frem mot 2050* [online]. Tilgjengelig fra: <http://vegnett.no/2016/09/ny-rapport-viser-at-det-vil-vaere-et-stort-behov-for-ferjetjenester-frem-mot-2050/>
- Transportøkonomisk utvalg, 1962. *Håndbok for beregning av kjørekostnader på veg*. Oslo: Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd.
- Tveter, E., Welde, M. og Odeck, J., 2016. Do Fixed Links Affect Settlement Patterns: A Synthetic Control Approach. *Research in Transportation Economics*, 63, 59-72.
- Vasallo, J.M., 2007. *Why traffic forecasts in PPP contracts are often overestimated*. EIB University Research Sponsorship Programme. Luxemburg: European Investment Bank.
- Welde, M. og Odeck, J., 2011. Do Planners Get it Right? The Accuracy of Travel Demand Forecasting in Norway. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11 (1), 80-95.
- Williams, H.C.W.L. og Yamashita, Y., 1992. Travel Demand Forecasts and the Evaluation of Highway Schemes Under Congested Conditions. *Journal of Transport Economics and Policy*, 26 (3), 261-282.

Vedlegg 1: Beregning av trafikantnytte i ferjeavløsningsprosjekt

Samfunnsøkonomiske analyser av ferjeavløsningsprosjekter følger dels samme metodikk som andre vegprosjekter, men med noen viktige forskjeller.

Ved nedleggelse av et ferjesamband vil ferjeselskapets kostnader og inntekter bortfalle og normalt oppstår det kostnader og inntekter for et bompengeselskap isteden. Vi går ikke nærmere inn på metodikken for det her (se Statens vegvesen, 2015, for flere detaljer).

Siden ferjene ikke går kontinuerlig vil trafikantene oppleve ventetid. Ventetiden er avhengig av avgangstid og andelen trafikk som ikke kommer med på ønsket avgang. Videre vil det å være bundet av avgangstider i et ferjesamband oppleves av trafikantene som en ekstra ulempe utover ventetiden. Dette er påvist ved undersøkelser i enkelte ferjesamband (Bråthen og Lyche, 2004). De samme undersøkelsene danner også grunnlag for å klarlegge trafikantenes betalingsvillighet for å unngå disse ulempene.



Figur 4: Endring i trafikantnytte ved uelastisk etterspørsel

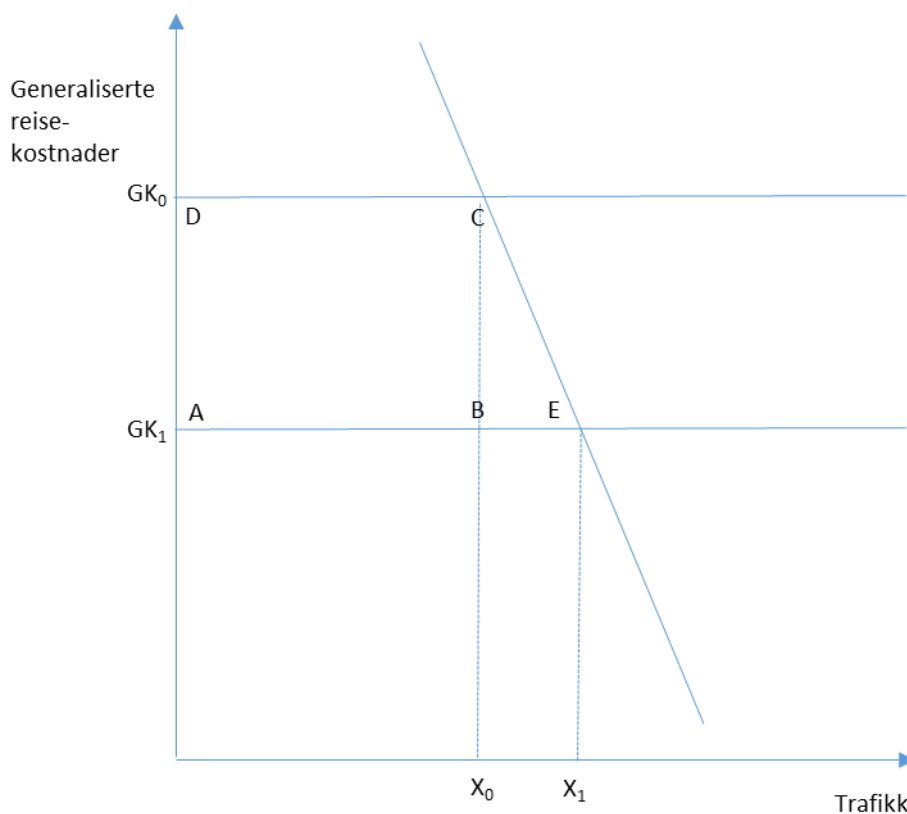
Trafikantenes betalingsvillighet uttrykkes ved deres etterspørselskurve som normalt antas å være en funksjon av den enkeltes inntekt, prisen eller de samlede kostnadene ved å gjennomføre en reise og prisen på alternative goder. Hvis trafikantene er ufølsomme for endringer i de generaliserte reisekostnadene kan endringen i trafikantnytte uttrykkes som i Figur 4. Hvis en ny forbindelse fører til at kostnadene ved å gjennomføre en reise reduseres fra GK_0 til GK_1 så vil trafikantnyttet uttrykkes ved arealet ABCD, tilsvarende $(GK_0 - GK_1) \cdot X_0$. Hvis trafikken er uelastisk vil ikke trafikken endre seg selv om de generaliserte reisekostnadene går ned. Vi ser her

for enkelhets skyld bort fra bompenger som fører til at deler av trafikantenes reduserte reisekostnader overføres til et bompengeselskap i form av penger.

I realiteten er etterspørselen etter ytterst få, om noen, goder fullstendig uelastisk. Studier av trafikantens følsomhet for endringer av de generaliserte reisekostnadene har indikert en elasticitet på om lag -0,5 (Odeck og Bråthen, 2004). Det vil si at en reduksjon i de generaliserte reisekostnadene på 10 prosent gir en trafikkøkning på fem prosent. Det innebærer at endringen i trafikantnytte er en funksjon av a) endringen i de generaliserte reisekostnadene og b) trafikantenes prisfølsomhet uttrykt ved helningen på etterspørselskurven.

Det kan uttrykkes som i Figur 5. Vi ser at forskjellen i trafikantnytte utgjør arealet BEC. Dette er nytten for den nyskapte trafikken som følge av den nye forbindelsen. Til sammen kan endringen i konsumentoverskudd (ΔKO), eller trafikantnytten, uttrykkes gjennom den såkalte trapesformelen:

$$\Delta KO = \frac{1}{2} (X_1 + X_0)(GK_0 - GK_1)$$



Figur 5: Endring i trafikantnytte ved «normal» etterspørselastisitet

Tradisjonelt har beregning av trafikantnytte i vegprosjekter vært basert på såkalte faste matriser eller uelastisk etterspørsel. Det vil si at man har antatt at et prosjekt kan føre til endret vegvalg, men ikke endret reisemiddelbruk eller reisehyppighet. Man har imidlertid i økende grad erkjent at nye veger også kan føre til reell nyskapt trafikk – særlig i tilfeller med store endringer i de generaliserte reisekostnadene. Tidligere antok man at størrelsen på den nyskapte trafikken var

neglisjerbar, men forskning har vist at nyskapt trafikk kan føre til over- eller underestimering av trafikantnytt. Williams og Yamashita (1992) hevdet eksempelvis at modeller som ikke tar hensyn til økt reisehyppighet i områder med køproblemer kan overvurdere nytten av økt kapasitet i vegprosjekter med 50 prosent eller mer. I Norge er køproblemer begrenset til områder i og rundt de større byene. For ferjeavløsningsprosjekter vil størrelsen på den nyskapede trafikken være en nyttevirkning som det er viktig å estimere av både samfunnsøkonomiske og finansielle årsaker. I Figur 5 uttrykker arealet BEC størrelsen på nytten av den nyskapede trafikken³.

Statens vegvesen beregner effektene av nyskapt trafikk. I versjon 6.5 av EFFEKT, som kom i 2013, ble det implementert en helt ny modul for beregning av den samfunnsmessige nytten av nyskapt trafikk, både positiv og negativ. Denne erstattet modulen for nyskapt trafikk i tidligere versjoner.

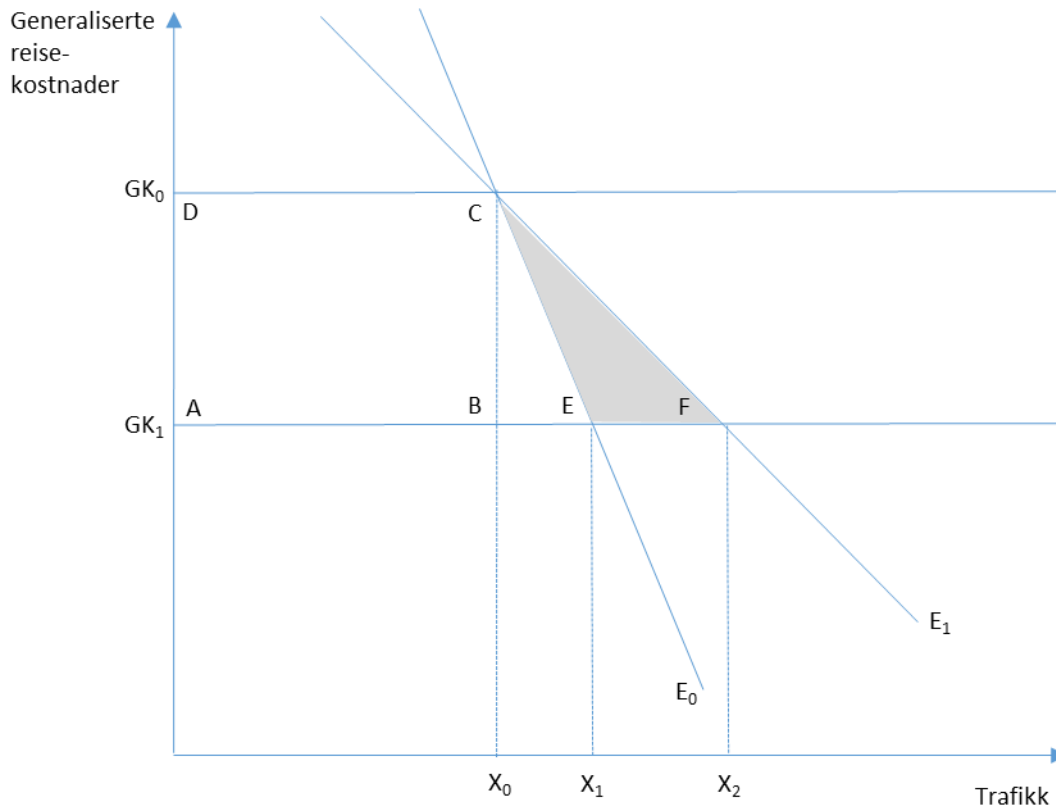
Selv om man benytter variable matriser og beregner endringer transportetterspørselen i en transportmodell eller andre dataverktøy er det likevel usikkerhet knyttet til estimatene. Priselastisiteten kan variere fra person til person og mellom ulike grupper av personer. Ved beregningene i EFFEKT blir trafikantene gruppert og inndelt i reisehensikter på denne måten:

- Biltrafikanter (lette kjøretøy): Tjeneste, Til/fra arbeid og Fritid
- Godstransport (tunge kjøretøy): Tjeneste
- Kollektivtrafikanter (busser): Tjeneste, Til/fra arbeid og Fritid

I EFFEKT legges det til grunn en priselastisitet på -0,4 for reiser i tjeneste og til/fra arbeid og -0,7 for fritidsreiser (Statens vegvesen, 2015). Det innebærer at hvis priselastisiteten er høyere eller lavere, for eksempel på grunn av ulike anslag for ulempeskostnadene, kan anslaget for størrelsen på den nyskapede trafikken bli feil. Dette illustreres i Figur 6. Hvis vi legger til grunn en priselastisitet som gir en etterspørselskurve tilsvarende E_0 , vil nytten av den nyskapede trafikken tilsvare arealet BEC. Hvis derimot trafikken er mer følsom for endringer i de generaliserte reisekostnadene (har en større betalingsvillighet), så vil etterspørselskurven være flatere og uttrykkes ved E_1 . Da vil nytten av den nyskapede trafikken øke til arealet BFC. Forskjellen i nytte ved å underestimere elastisiteten vil dermed bli $BFC - BEF = EFC$. Sammenliknet med nytten for den eksisterende trafikken (uttrykt ved arealet ABCD) kan dette oppfattes som en relativt begrenset endring, men det er viktig å merke seg at dette er årlige trafikkstrømmer. Over en analyseperiode på 40 år kan dette innebære en relativt stor underestimering (eller overestimering hvis elastisiteten er overestimert) av nytten. En praktisk konsekvens av dette kan også være en raskere avslutning av bompengerekravet. Fastlandsforbindelsen til Finnøy i Rogaland skal etter planen være nedbetalt i 2029, men de siste anslagene tilsier at tunnelprosjektet kan være nedbetalt i 2024, til tross for at bompengetakstene er satt ned (Flesjø, 2016). Det samme skjedde i

³ Det er verdt å merke seg at helningen på etterspørselskurven også er viktig for *økninger* i de generaliserte reisekostnadene. Hvis man ønsker å innføre restriktive tiltak, er det viktig å kunne anslå effektene.

Eiksundsambandet på Sunnmøre. Prosjektet skulle etter planen være nedbetalt i 2022, men ble nedbetalt allerede i 2014. Underestimering av trafikken er positivt for bilistene slipper å betale bompenger like lenge som planlagt, men alternativet er at det statlige bidraget kunne vært mindre og heller vært brukt til å finansiere andre prosjekter.



Figur 6: Underestimering av trafikantnytte ved bruk av for lav priselastisitet

Vedlegg 2: Prosjektene i utvalget

Nr.	Ferjesamband	Veg	Siste hele driftsår ferje	Åpningsår veg
1	Tangen-Revholmen	Fv 108 Hvalerbruene	1970	1971
2	Alvøen-Brattholmen	Rv 555 Sotrabrua	1971	1972
3	Gibostad-Bjorelvnes	Rv 86 Gisundbrua	1972	1973
4	Grindnes-Kvaløysletta	Rv 862 Sandnessundbrua	1973	1974
5	Deknepollen-Måløy	Rv 15 Måløybrua	1973	1974
6	Dragnes-Risøyhamn	Rv 82 Andøybrua	1974	1975
7	Sortland-Strand	Rv 19 Sortlandbrua	1975	1976
8	Røyra-Stokksund	Rv 654 Herøybrua	1976	1977
9	Kvalsund-Stallogargo	Rv 94 Kvalsundbrua	1977	1978
10	Sandnes-Stokmarknes	Rv 19 Hadselbrua	1978	1979
11	Lyngvær-Smorten-Sundklakk	E10 Gimsøystraumbua	1981	1982
12	Frekhaug-Salhus	Rv 565 Hagelsundbrua	1982	1983
13	Solsvik-Rongesund	Rv 562 Rongesundbrua	1986	1987
14	Sommerset-Bonåsjoen	E6 Leirfjordvegen	1986	1987
15	Ellingsøy-Valderøy	Rv 658 Valderøytunnelen	1987	1988
16	Møvig-Lindebøkilen	Rv 457 Flekkerøytunnelen	1988	1989
17	Skipstadsand-Korshavn	Fv108 Hvalertunnelen	1988	1989
18	Lilleidet-Napp	E10 Nappstraumen	1989	1990
19	Leinesodden-Sandnessjøen	Fv17 Helgelandsbrua	1990	1991
20	Molde-Bolsøya og Lønset-Grønnes	Rv 54 Skålavegen	1990	1991
21	Vangshylla-Kjerringvik	Rv 755 Skarnsundbrua	1990	1991
22	Flere	E39 Rennfast	1991	1992
23	Angvik-Tingvoll, Kvalvåg-Kvisvik og Kvitnes-Høgset	Rv70/E39 Krifast	1991	1992
24	Kleppestø-Nøstet	Fv562 Askøybrua	1992	1993
25	Hella-Fjærland	Rv 5 Fjærlandsvegen	1993	1994
26	Alvøen-Bjørøyhamn	Fv 207 Bjørøy	1995	1996
27	Garnes-Haus	Fv566 Osterøybrua	1996	1997
28	Kåfjord-Honningsvåg	E 69 FATIMA	1998	1999
29	Kjerringvåg-Flatval	Fv714 Hitra-Frøya	1999	2000
30	Drøbak-Storsand	Rv23 Oslofjordforbindelsen	1999	2000
31	Valevåg-Skjersholmane, Valevåg-Mosterhamn, Sagvåg-Siggjarvåg og Skjersholmane-Utbjoa	E39 Trekantsambandet	2000	2001
32	Aukan-Vinsternes	Fv680 Imarsundforbindelsen	2006	2007
33	Sunde-Ranavik	Fv544 Halsnøysambandet	2007	2008
34	Eiksund-Rjåneset	Fv652 Eiksundsambandet	2007	2008
35	Hanasand-Ladstein	Fv519 Finnfast	2008	2009

Nr.	Ferjesamband	Veg	Siste hele driftsår ferje	Åpningsår veg
36	Kristiansund-Bremsnes	Fv64 Atlanterhavstunnelen	2008	2009
37	Vikran-Larseng	Fv858 Ryaforbindingen	2010	2011
38	Bruravik-Brimnes	Rv13 Hardangerbrua	2012	2013