

Etterprøving av transportmodeller

En utforskende undersøkelse

Magne Fossum

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2018

Hovedveileder: Trude Tørset, IBM

Medveileder: James Odeck, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2018 som avslutning av mastergraden min innen bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU). Den utgjør 30 studiepoeng som tilsvarer 30 ECTS-credits. Oppgaven er skrevet som en tradisjonell masteroppgave. I tillegg er det skrevet en kortfattet versjon i form av en vitenskapelig artikkel. Den er vedlagt i Vedlegg 3.

Jeg vil benytte anledningen til å rette en stor takk til mine to veiledere Trude Tørset og James Odeck som har hjulpet meg gjennom arbeidet med denne oppgaven. Videre ønsker jeg å rette en stor takk til Tor Vorraa og miljøet i Citilabs som har hjulpet meg med programvare når det har vært nødvendig. En stor takk rettes også til alle som har bistått med data, kunnskap og som har besvart ulike spørsmål som har dukket opp underveis i prosessen. Disse er Tore Moan (Statens Vegvesen), Erik Johannessen (Statens Vegvesen), Vidar Rugset (Statens Vegvesen), Farid Esam (Statens Vegvesen), Henrik Vold (Statens Vegvesen), Anne Kjerkreit (Statens Vegvesen), Marie Aarestrup Aasness (Statens Vegvesen), Tom Normann Hamre (Numerika AS), Olav Kåre Malmin (SINTEF) og Terje Vidar Fordal (COWI). Uten deres hjelp ville ikke denne masteroppgaven vært mulig å gjennomføre. Alle eventuelle feil eller mangler er derimot jeg alene ansvarlig for.

Trondheim, juni 2018

Magne Fossum

Magne Fossum

Abstract

Transport models are regarded as one of the most important decision-making tools in the transportation sectors of economies/countries. Transport models are used to infer what will happen with the traffic level and/or traffic redistribution across modes if a transportation project e.g., a road project is realized. Secondly, the results of transport models are the major inputs in Benefit-Cost Analyses (BCA) used to judge the economic merits of projects. Without transport models, the quality of BCAs would be severed.

Despite that transport models play a key role in transportation decision-makings, ex-post studies that address the accuracy of transport models are scarce in the literature of transportation. This is unfortunate because ex-post studies may: (i) identify weaknesses that should be improved, (ii) reveal to the decision-makers the extent to which what was promised ex-ante is being delivered and, (iii) enhance the credibility of transport modelling as a decision-making tool.

The purpose of this master thesis is an exploratory attempt to fill the knowledge gap discussed above. Specifically, we conduct ex-post evaluations of some transport models that were used to estimate traffic levels and traffic distribution on Norwegian road projects that have been built and opened for traffic for about five years. We use a relatively simple, yet insightful procedure for the reason that the study is exploratory and that transport models are complex hence a full-fledged ex-post evaluation is almost impossible at this stage. The procedure used is a re-run of the models used ex-ante i.e, before projects were realized, but using actual data compiled after the projects have been in operation for four to five years. In particular and for simplicity and exploratory purposes, the focus is on the key assumptions made ex-ante with regards to macro data such as population growth, traffic growth rate and economic growth. To infer the magnitudes of inaccuracies, we compare the ex-ante versus the ex-post results.

The results show that the analyzed models forecast ex-ante were accurate, with a slight underestimation of the actual traffic. Correct values on key input variables leads to a slightly higher overestimation of the traffic forecast in the ex-post evaluation. Based on this and the fact that Norwegian transport models in general underestimates the traffic, we can infer that key assumptions made in transport models ex-ante are most often imprecise to the extent that underestimations of traffic levels occur more often than overestimations. Notwithstanding, potentials for conducting similar and full-fledged ex-post evaluations are also discussed.

Sammendrag

Transportmodeller er ansett som et av de viktigste redskapene for beslutningstakere i transportsektorene i flere land. Transportmodeller brukes for å undersøke hva som skjer med trafikkmengden og/eller trafikkfordelingen for ulike reisemidler dersom f.eks. et veiprojekt blir realisert. Videre er resultatene fra transportmodellene den viktigste inngangsdataen i nytte-kostnadsanalyser (NKA) som brukes for å vurdere de økonomiske konsekvensene av samferdselsprosjekter. Uten transportmodeller vil kvaliteten av NKA bli lidende.

Selv om transportmodeller spiller en nøkkelrolle i beslutningsprosesser i transportsektoren er etterprøvningsanalyser for å teste modellenes treffsikkerhet relativt sjeldne i transportlitteraturen. Dette er synd siden etterprøvningsanalyser kan: (i) avdekke svakheter som bør forbedres, (ii) vise beslutningstakere om det som loves før prosjektet blir realisert blir levert, (iii) forbedre kredibiliteten til transportmodeller som et redskap i beslutningsprosesser.

Hensikten med denne masteroppgaven er en utforskende undersøkelse for å fylle noe av kunnskapshullet diskutert over. Mer spesifikt vil det bli gjennomført etterprøving av transportmodellene som ble brukt til å predikere framtidige trafikkmengder for noen norske veiprojekter som har vært åpnet for trafikk i 4-5 år. Metoden som benyttes er relativt enkel – men samtidig innsiktsfull – siden studien er utforskende og transportmodeller er komplekse. På grunn av dette er fullverdige etterprøvinger omtrent umulige å gjennomføre på dette stadiet. Metoden som benyttes er en re-kjøring av modellene brukt før prosjektene ble realisert, men der data for sentrale inngangsvariabler er endret til sine faktiske verdier for beregningsårene. Mer spesifikt og for enkelhets skyld og pga. de utforskende hensiktene er det fokusert på antagelser gjort ex-ante med hensyn på makrodata som demografisk utvikling, trafikkutvikling og økonomisk utvikling. For å antyde størrelsene i avvik sammenlignes resultatene fra trafikkprognosene med de nye trafikkberegningene modellert ex-post.

Resultatene viser at de analyserte modellenes trafikkprognose beregnet ex-ante var nøyaktige, med en svak underestimering av den faktiske trafikken. Riktige verdier på noen sentrale inngangsvariabler leder til en noe høyere overestimering. Basert på dette og det faktum at norske transportmodeller generelt underestimerer trafikken, kan vi anta at nøkkelantagelser gjort i transportmodellene ex-ante oftere er upresise i den forstand at de leder til underestimeringer av trafikkmengden heller enn overestimeringer. Etterprøving vil også bli diskutert mer generelt, og hvordan analyser som denne og mer komplekse analyser kan gjennomføres i fremtiden.

Innhold

Forord	i
Abstract	ii
Sammendrag	iii
Tabell- og figurliste	vi
1.0 Introduksjon	1
2.0 Litteraturstudium	2
3.0 Teori	3
3.1 Transportmodellenes rolle i beslutningsprosesser	4
3.2 Etterprøving av punktestimater	5
3.3 Norsk praksis	6
3.4 Årsaker til avvik.....	7
3.5 Veien videre	9
3.6 Implikasjoner for denne studien.....	9
4.0 Beskrivelse av transportmodellen (RTM)	11
4.1 Hva er en transportmodell?.....	11
4.2 Kort om RTM	12
4.3 Kort om kalibreringer og valideringer av modellen.....	14
4.4 Hvilke relevante variabler inngår i RTM og NTM?	15
4.4.1 Gjennomsnittlig inntekt.....	15
4.4.2 Populasjon.....	15
4.4.3 Drivstoffpriser	15
4.4.4 Bileierskap	16
4.4.5 Annet.....	16
5.0 Data	16
5.1 Kort beskrivelse av prosjektene	18
5.1.1 Rv 7 Sokna - Ørgenvika.....	19
5.1.2 E6 Minnesund-Labbdalen	20
5.1.3 E18 Sky – Langangen	20
5.1.4 E16 Vangstunnelen	21
5.2 Faktiske verdier for sentrale inngangsvariabler	23
5.2.1 Inntektsutvikling og bensinprisutvikling.....	23
5.2.2 Befolkningsutvikling i perioden.....	25
6.0 Forskningsspørsmål	27
7.0 Metode	28

7.1 Gjenskaping av beregningene	29
7.2 Endring av inngangsvariabler	31
7.2.1 Demografidata.....	32
7.2.2 Sonedata	33
7.3 Re-kjøring av modellene.....	36
8.0 Resultat	38
8.1 Sokna-Ørgenvika	38
8.2 Vangstunnelen.....	40
9.0 Diskusjon	42
9.1 Hva viser resultatene?	42
9.2 Utfordringer knyttet til etterprøvingsanalyser.....	44
9.2.1 Innhenting av data.....	44
9.2.2 Dokumentasjon av trafikkberegninger.....	45
9.2.3 Arkiveringsprotokoller.....	48
9.2.4 Modellenes kompleksitet	48
9.3 Veien videre	49
10.0 Konklusjon.....	50
Litteratur	52
Vedlegg.....	56
Vedlegg 1: Oppgaveteksten	56
Vedlegg 2: Endringer som ble gjort i soneinndelingen for å lage ny demografi- og sonedatafil	56
Vedlegg 3: Vitenskapelig artikkel.....	59

Tabell- og figurliste

TABELL 1 OVERSIKT OVER NORSKE VEGPROSJEKTER MED ÅPNING I 2012.....	17
TABELL 2 TRAFIKKMENGDE FRA TELLEPUNKT VED VASSBOTNBRUA E18.....	21
TABELL 3 TRAFIKKMENGDE FRA TELLEPUNKT I VANGSTUNNELEN.....	22
TABELL 4 NØKKELINFORMASJON OM PROSJEKTENE.....	23
TABELL 5 INNHOLD I SONEDATAFILENE FOR DET GAMLE FORMATET.....	33
TABELL 6 INNHOLD I SONEDATAFILENE FOR DET NYE FORMATET.....	34
TABELL 7 BEREGNET OG FAKTISK TRAFIKK FOR RV 7 SOKNA – ØRGENVIKA.....	39
TABELL 8 BEREGNET OG FAKTISK TRAFIKK FOR E16 VANGSTUNNELEN.....	41
FIGUR 1 FELLES MODELLKONSEPT FOR DE REGIONALE TRANSPORTMODELLENE I NORGE.....	13
FIGUR 2 OVERSIKTSKART OVER DE ULIKE PROSJEKTENES BELIGGENHET.....	18
FIGUR 3 KART OVER RV 7 SOKNA - ØRGENVIKA.....	19
FIGUR 4 KART OVER E6 MINNESUND - LABBDALEN.....	20
FIGUR 5 KART OVER E18 SKY – LANGANGEN.....	21
FIGUR 6 KART OVER E16 VANGSTUNNELEN.....	22
FIGUR 7 ENDRING I GJENNOMSNIITTLIG MÅNEDSLØNN FOR ALLE ANSATTE.....	24
FIGUR 8 BEFOLKNINGSENDNINGER I NORGE.....	26
FIGUR 9 FORMATERING AV NÆRINGSKATEGORIER FRA NYTT TIL GAMMELT FORMAT.....	35
FIGUR 10 BILNETTVERK RUNDT SOKNA - ØRGENVIKA.....	37

1.0 Introduksjon

Transportmodeller spiller en helt sentral rolle i transportplanlegging. Resultatene fra modellene blir brukt som beslutningsgrunnlag når beslutninger om prioriteringer av infrastrukturprosjekter foretas av politikere og andre beslutningstagere. Trafikkmengden er en av de viktigste enkeltvariablene i nytte-kostnad-beregninger, konsekvensanalyser og andre samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturprosjekter. Trafikkmengden påvirker reisetider og køer, viser hvor mange som nyter godt av en eventuell tidsbesparelse som et veiprojekt medfører, bestemmer kapasiteten man må dimensjonere for, eller kan påvirke levetiden til asfalter. Derfor vil nøyaktigheten til transportmodellene være svært viktig for at beslutninger skal tas på riktig grunnlag. Korrekt anslag på nytte og kostnader krever et riktig anslag på framtidige trafikkmengder. Til tross for viktigheten av temaet er det gjort relativt få studier av nøyaktigheten til transportmodellene (Hartgen, 2013; Arge m.fl., 2000).

Tendensen i Norge har vært at transportmodellene generelt har underestimert trafikkmengden (Welde og Odeck, 2011), men forklaringene på hvorfor er manglende. Mulige årsaker er at antagelser om de generelle nasjonale trafikkprognosene har vært for lave, eller at nyskapt trafikk ikke har vært tatt hensyn til på en korrekt måte (Welde og Odeck, 2011). For å forbedre transportmodellene, og sikre at fremtidige beslutninger om investeringer i infrastrukturprosjekter foretas på et mer opplyst grunnlag enn i dag, kreves kunnskap om årsakene til avvik mellom beregnet og faktisk trafikkmengde. Noen av de mulige årsakene til usikkerhet som blir fremhevet i litteraturen vil bli testet i denne studien.

Hovedårsaken til at slike studier har vært relativt sjeldne er hovedsakelig manglende data som gjør slike studier mulige (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Det kan være at viktige antagelser som er gjort i modellen ikke er eksplisitt redegjort for slik at å gå tilbake å etterprøve resultatene flere år etter ikke er mulig. Det kan også skyldes at data blir borte eller mistet underveis ettersom tiden går. Dette impliserer at denne studien har to mulige overordnede utfall:

1. Tilgjengelige data er **for dårlige** til at grundige før-etter-analyser er mulige.
2. Tilgjengelige data er **gode nok** til at grundige før-etter-analyser er mulige.

Det vil vises at begge disse utfallene gjelder for veiprojektene som analyseres i denne studien.

En annen årsak til manglende systematiske etterprøvningsstudier er at trafikkberegningene ofte blir utført lenge før implementeringen av prosjektene, noe som gjør at inngangsverdier i

modellen blir for unøyaktige til å beskrive tiden ved prosjektstart (West m.fl., 2016). En tredje mulig årsak er at etterprøvinger ikke etterspørres. Siden trafikkberegningene inngår som en del av grunnlaget til beslutninger om investeringer i infrastrukturprosjekter kan de sies å ha utspilt sin rolle i det beslutningene er tatt. Det kan hvert fall tenkes at de som bestiller utredningene tenker slik. For dem er det ikke like interessant hvor god modellen er, gitt at den er god nok til å ta disse beslutningene. Slik blir etterprøving og videreutvikling av transportmodellene kun av akademisk interesse. Men slik burde det ikke være. Det er store beløp av fellesskapets ressurser som skal bevilges basert på resultatene fra trafikkberegningene. Da bør det være et krav at de beskriver virkeligheten godt.

Oppbyggingen av denne studien er som følger. Først vil det gjennomgås hvordan litteraturen som danner basis for teoridelen av denne studien ble funnet. Deretter vil det teoretiske grunnlaget gjennomgås og diskuteres. Dette baseres i hovedsak på tidligere forskning på området. Videre vil den regionale transportmodellen (RTM) drøftes, med hovedvekt på det som er direkte relevant for denne studien. Det neste som vil redegjøres for er prosjektene som etterprøves, samt data som benyttes i analysedelen. Videre vil forskningsspørsmålene redegjøres for, før metoden gjennomgås. De siste delene består av resultatene av analysen, samt diskusjon av resultatene. Til slutt vil etterprøving bli diskutert mer generelt basert funnene fra denne studien og tidligere forskning på området.

2.0 Litteraturstudium

Teorikapittelet er basert på et litteraturstudium av det som er skrevet innenfor fagfeltet tidligere.

Litteratursøket startet med tre artikler om etterprøving som ble gitt av veiledere. Disse var Odeck (2012), Andersson m.fl. (2017) og Odeck og Welde (2017). Fra Odeck og Welde (2017) ble Nicolaisen (2012) funnet som igjen ledet til Nicolaisen og Driscoll (2014). Fra disse nevnte artiklene ble resten av litteraturen som omhandler etterprøving av transportmodeller funnet. For å være sikker på at viktige bidrag ikke ble glemt gjennom denne metoden ble søk i «google scholar» gjennomført med følgende søkeord:

- *Evaluation transport model*
- *Ex-post transport model*
- *Ex-post evaluation transport model*

- *Ex-post evaluation traffic model*
- *Verification transport model*
- *Verification traffic forecast*
- *Replication study transport*
- *Replication study traffic*
- *Accuracy transport model*
- *Accuracy traffic forecast*
- *Accuracy transport forecast*

Ingen av disse søkene ledet til ytterligere litteratur på fagfeltet som ikke allerede var funnet som beskrevet over.

Litteraturen som omhandler den regionale transportmodellen, konsulentrapporter og annen litteratur har blitt henvist til fra veiledere og personer som det har vært kontakt med i Statens Vegvesen, eller gjennom søk på konkrete problemstillinger som har oppstått underveis i prosessen.

3.0 Teori

Etterprøving av transportmodeller er et tema som blir mye diskutert innen fagfeltet, dette tross for at det er gjort relativt lite inngående forskning på området. Generelt betyr etterprøvbarehet at en studie kan gjennomføres med samme metode og lede til likt resultat for en gitt analyse som er utført. For modeller vil det også være viktig å produsere andre resultater ved bruk av samme metode, men der antagelser og parameterverdier er endret (Arge m.fl., 2000). En etterprøving av en transportmodell kan mer spesifikt være en sammenligning av faktisk trafikk tall med beregnet trafikk tall noen år etter at trafikkberegningen ble gjennomført. Hensikten er å undersøke hvor godt modellen treffer i sin prognose, og forklare eventuelle avvik eller hvorfor modellen treffer virkeligheten. En ønsker å kunne bruke lærdommen fra etterprøvingen til å videreutvikle og forbedre modellene. I denne forstand er etterprøving et virkemiddel for en læringsprosess, der vi ønsker å bygge bedre modeller etter hvert som vår kunnskap om dem øker. Videre er systematiske etterprøvningsstudier viktige for å få rede på styrker og svakheter ved trafikkberegningene. Ved å kjenne til dette vil tolkningen av modellresultatene kunne gjøres på et bedre grunnlag (West m.fl., 2016). Et annet moment etterprøvinger kan bidra med er å avdekke om rutinene rundt databehandlingen i

modellberegningene er tilfredsstillende. Altså kan systematiske forsøk på etterprøving bidra med kunnskap om hva som må til for å gjøre selve etterprøvingen enklere. Det siste poenget bør ikke undervurderes siden reproduserbarhet av resultater ved bruk av samme metode er et hovedkrav til all vitenskap. Flere fagfelt og en del vitenskapelig arbeid sliter med at replikasjonsstudier ikke lar seg gjennomføre, den såkalte «replikasjonskrisen» er et utstrakt problem (Schooler, 2014).

3.1 Transportmodellenes rolle i beslutningsprosesser

Samfunnsøkonomiske analyser er en mye brukt metode for å vurdere konsekvenser og effekter av samferdselsprosjekter. Nytte-kostnadsanalyser er en underkategori av de mer overordnede samfunnsøkonomiske analysene. I nytte-kostnadsanalysene blir alle effektene av et prosjekt så godt det lar seg gjøre verdsatt i et kronebeløp. Når man vurderer konsekvensene av et prosjekt sammenligner man forventet tilstand en gang i framtiden dersom prosjektet blir gjennomført med en forventet tilstand på samme tidspunkt dersom prosjektet ikke blir gjennomført (Welde m.fl., 2013). I begge tilfeller må man gjøre antagelser og prediksjoner om framtidige tilstander. Summen av beregnet nytte og beregnet kostnad viser om prosjekter er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke. Disse analysene er en viktig del av beslutningsgrunnlaget for investeringer i samferdselsprosjekter, og muliggjør en redelig sammenligning av ulike prosjekter og alternativer opp mot hverandre. I de fleste samferdselsprosjektene som inngår i Nasjonal transportplan av en viss størrelse er de samfunnsøkonomiske analysene i stor grad basert på resultatene fra transportmodeller (Minken, 2012).

For samferdselsprosjekter vil den viktigste nytteeffekten av et prosjekt være dets innvirkning på transportetterspørselen. Derfor er endringer i antall reisende og prosjektets påvirkning på dem den viktigste enkeltfaktoren for vurdering av prosjektets nytteverdi. Transportmodellene brukes for å forutsi endringene i antall reisende og kan derfor ses på som den meste sentrale delen på etterspørselssiden i nytte-kostnadsberegningene. I tillegg gir modellene tall på hva man må forvente å måtte dimensjonere for i framtiden når det gjelder veier, kollektivtilbud osv.

I statsbudsjettet for 2018 er det fra regjeringen foreslått en bevilgning på 67,5 milliarder kroner til samferdselsformål (Finansdepartementet, 2018). Av disse skal 35,9 milliarder til veiformål. Totalt vil ca. 5 % av det totale statsbudsjettet brukes på samferdsel. De høye beløpene, samt at de samfunnsøkonomiske analysene i stor grad baserer seg på resultatene fra

transportmodellene, gjør modellenes nøyaktighet helt sentralt for at beslutninger om investeringer skal tas på riktig grunnlag.

3.2 Etterprøving av punktestimater

Den vanligste metoden for etterprøving av nøyaktigheten i trafikkprognoser er den såkalte «økonometriske metoden» (Odeck og Welde, 2017). Her beregnes den prosentvise feilen (PE_i) mellom beregnet og faktisk trafikk tall på følgende måte:

$$PE_i = \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{\hat{y}_i} * 100$$

Der \hat{y}_i er estimert verdi for prosjekt i, og y_i er den faktiske verdien.

Dersom $PE_i > 0$ har modellen underestimert trafikktallet, dersom $PE_i < 0$ har modellen overestimert trafikktallet, og dersom $PE_i = 0$ er estimert og faktisk trafikk tall like. Metoden egner seg til å etterprøve individuelle prosjekter. Dersom man etterprøver n prosjekter, vil det være n feil og derfor kreves en form for aggregering for å måle den totale feilen for alle prosjekter (Odeck og Welde, 2017). To metoder for dette er den gjennomsnittlige prosentvise feilen (MPE) og den gjennomsnittlige absolutte prosentvise feilen (MAPE), som regnes ut med følgende formler:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PE_i$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |PE_i|$$

Felles for metodene er at de har punktestimater som inngangsverdier, og gir ut en enkeltverdi på feilen.

Tendensen i Norge har vært at transportmodellene generelt har underestimert trafikken for nye veiprojekter (Welde og Odeck, 2011). En underestimering vil si at trafikktallet ex-post er større enn beregnet ex-ante. At flere trafikanter bruker veien enn antatt medfører at nytteverdien av prosjektet er større enn man beregnet, gitt at den økte trafikken ikke medfører økte forsinkelser. Dette er under norske forhold sjeldent tilfellet. Derfor generer norske veiprojekter ofte høyere samfunnsøkonomisk nytte enn beslutningsgrunnlaget ved prosjektutvelgelsen tilsa. Dette gjelder også for bompengefinansierte veiprojekter, men for

disse er tendensen svakere (Odeck og Welde, 2017). En annen konsekvens av større trafikkmengde er at CO₂-utslippene fra biltrafikken vil være større enn beregnet.

3.3 Norsk praksis

I Norge har Samferdselsdepartementet satt krav om at det skal gjennomføres systematiske etterundersøkelser på store veiprosjekter. Siden 2006 er det derfor gjennomført ca. 5 etterprøvinger hvert år av prissatte konsekvenser på prosjekter med anleggskostnader på 200 mill. NOK eller mer. I etterprøvingerveilederen står det at avvikene i nytte mellom bevilgningstidspunktet og 4-5 år etter driftsfasen startet skal forklares (COWI, 2017). Men hva menes med forklares? Betyr dette at dersom trafikkveksten ved beslutningstidspunktet var forutsatt å være 5 %, men den i virkeligheten ble 9 %, vil en god nok forklaring være å påpeke denne forskjellen? Eller betyr det at man skal forsøke å forklare hvorfor trafikkveksten var en annen enn forutsatt? Det første er det riktige. Man ser kun på selve trafikkallet, og trafikkveksten som var forutsatt ved bevilgningstidspunktet og de faktiske verdiene 4-5 år etter åpningen av anlegget. Det samme gjøres for andre variabler som trafikkulykker, reisetider og framkommelighet. Det er forutsatt at metoden for etterprøving skal være enkel å gjennomføre, og det «[legges] opp til en etterprøving metode uten bruk av transportmodell» (COWI, 2017). Dette er forståelig med tanke på ressursbruk, omfanget og målsetningen med etterprøvingen som er forutsatt. I Samtidig er det begrenset hva man får ut av en slik etterprøving på etterspørselssiden. Man kan gi svar på om transportmodellen og den brukte metoden treffer, og hvor godt den treffer, men man kan ikke forklare avvik utover å peke på at trafikkmengden var større, lavere eller lik det som var beregnet. For å forbedre transportmodellene er man i tillegg helt avhengig av kunnskap om hvorfor eventuelle avvik oppstår. Uten slik kunnskap vil ethvert forsøk på forbedring av modellene basere seg på spekulasjoner og forhåpentligvis godt begrunnet gjetning. Lærdommen er at til tross for at det blir gjennomført systematiske etterprøvinger av trafikkberegninger i Norge, er det rom for forbedringer som kan gi enda større innsikt i transportmodellene. Denne innsikten kan igjen bidra til å skape bedre modeller, og derfor bedre utnytting av knappe ressurser.

3.4 Årsaker til avvik

Hva sier litteraturen om årsakene til feil i trafikkberegningene? Ifølge Andersson m.fl. (2017) konsentrerer forklaringene seg rundt politisk-økonomiske og psykologiske faktorer. Ulike kilder til feil kan være (Andersson m.fl., 2017):

1. *Modellmangler*. Modellen har ikke tatt hensyn til alle relevante variabler. Det kan altså eksistere viktig forklaringskraft utenfor modellen.
2. *Ulikheter mellom tverrsnitts- og intertemporale forhold*. Med dette menes at forholdet mellom uavhengige og avhengige variable er likt over tid. Det er ikke opplagt at det er slik.
3. *Endringer i preferanser eller oppførsel*. Når man modellerer framtiden antar man at preferanser og oppførsel er konstant over tid. Eksempelvis at reisetiden betyr det samme – er tillagt lik verdi – i dag som om 10 år. Det er heller ikke opplagt at dette er tilfellet.¹
4. *Feil antagelser*. Trafikkprognoser baserer seg på en rekke antagelser (reisetider, kostnader, økonomisk vekst, populasjonsvekst, andel av befolkningen med førerkort osv.) Er antagelsene feil blir trafikkprognosene mest sannsynlig også feil.

Av disse er det feil antagelser man tror kan forklare en rekke feil i trafikkberegningene (de Jong m.fl., 2007; Nicolaisen og Driscoll, 2014). De variablene som blir fremhevet av Andersson m.fl. (2017) som de viktigste variablene i så måte er gjennomsnittlig inntekt, befolkningsvekst, drivstoffpriser, bileierskap og «vehicle fuel economy». En forklaring på hvorfor man ikke greier å predikere verdiene på disse variablene ble av Ascher (1981) kalt «assumption drag». I tillegg er det heftet stor usikkerhet knyttet til framskivingene av framtidig økonomisk utvikling, befolkningsutvikling og andre verdier på inngangsvariabler. Viktige variabler det gjøres antagelser for i modellen kan også være de som er vanskeligst å etterprøve. Et problem ved etterprøving av inngangsvariablene eller antagelsene i modellene er at forutsetningene som ble lagt til grunn ved beregningene ikke er gitt i rapportene, eller de er fremstilt på en måte som gjør dem umulig å bruke (Andersson m.fl., 2017; Nicolaisen og Driscoll, 2014). Dersom det har gått flere år siden trafikkberegningen ble laget – og antagelsene som ble gjort ikke er skrevet ned – er det heller ikke sikkert de som utførte beregningene selv husker hvilke antagelser som ble gjort. Et lignende problem som blir omtalt som en mulig feilkilde er modellspesifikasjoner (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Dette har sjeldent blitt brukt

¹ Se Cohen-Blankshtain og Rotem-Mindali (2016) for en gjennomgang av hvordan IKT-løsninger forandrer vår oppfatning av reisetider og reisekostnader.

som en forklaring i tidligere studier, grunnet mangel på data for å kunne bekrefte eller avkrefte at feilen skyldes nettopp dette.

En annen feilkilde er endringer i prosjektet underveis (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Dersom prosjektet endrer karakter underveis, og blir annerledes enn forutsatt da beregningen ble utført vil dette kunne lede til usikkerhet. Dette gjelder dersom endringene har innvirkning på trafikketterspørselen. Et eksempel kan være et jernbaneprosjekt som over tid utvikler seg til også inkludere økt veikapasitet. Dersom etterspørselen etter togreiser ble beregnet før prosjektet også inkluderte den nye veien vil antall togreisende mest sannsynlig ha blitt overestimert.

Videre påpekes endringer i nettverk og arealbruk som en mulig feilkilde (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Infrastrukturprosjekter kan medføre endret arealbruk (Adserø, 2017). Fortetting rundt kollektivknutepunkter, økt bosetning og nye arbeidsplasser langs en vei med god kapasitet er mulige konsekvenser av slike prosjekter. Men endringene trenger heller ikke å skyldes prosjektet direkte. Nicolaisen (2012) viser til et jernbaneprosjekt der det ble forutsatt fortetting rundt en spesifikk jernbanestasjon som aldri ble realisert. Dette resulterte i at antall reisende kun ble 10 % av hva beregningene tilsa. Dette er feilkilder det kan være vanskelig å gardere seg mot, men gjenbruk av gamle datasett, samt dårlig intern kommunikasjon mellom areal- og transportplanleggere blir pekt på som mulige årsaker til slike feil (Nicolaisen og Driscoll, 2014).

En siste kilde til unøyaktighet mellom trafikkberegninger og faktisk trafikk som blir fremhevet i litteraturen knytter seg til politikk og kommunikasjon. Slike feil kan relateres til feiltolkning av resultater fra personer uten kjennskap til hvordan trafikktallene er produsert (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Det kan være dårlig kommunikasjon av bakenforliggende antagelser i modellen, som bidrar til å underminere tilliten til resultatene og kan lede til misbruk av prognosene (Nicolaisen, 2012). På grunn av kamp om investeringsmidler og knappe ressurser er også bevisst manipulasjon av data for å tjene bestemte formål blitt lansert som en mulig årsak til feil (Flyvbjerg m.fl., 2006; Bain, 2009). Samtidig kan det være slik at trafikkberegningene bidrar til endret oppførsel. Det kan tenkes at aktørene endrer sin oppførsel som en følge av beregningene, nettopp for å unngå at utviklingen skal bli slik modellen sier. F.eks. kan en beregning som viser vekst i biltrafikken på en gitt vei dersom x , føre til at politikere innfører tiltak y nettopp for å unngå vekst i biltrafikken.

3.5 Veien videre

Som Nicolaisen og Driscoll (2014) påpeker er årsakene til unøyaktighetene i trafikkberegningene et av de viktigste temaene å undersøke videre dersom fremtidige prognoser skal forbedres. Dette skyldes at inngående empiriske analyser av nøyaktigheten til etterspørselsmodellene er relativt sjeldne (Nicolaisen og Driscoll, 2014; Hartgen, 2013). Videre lanserer disse forfatterne tre områder å se på for framtidige studier for å øke kunnskapen innen fagfeltet:

For det første anbefaler de å se på større trafikknettverk heller enn enkeltlenker. Årsaken til at dette er viktig er at avvikene beskrevet over ikke nødvendigvis er feil beregning av den overordnede trafikketterspørselen, men skyldes feil i nettverksfordelingen. Denne feilen vil være mest fremtredende der det er flere mulige naturlige rutevalg for trafikantene. For det andre anbefaler de flere dybdestudier av enkeltprosjekter heller enn overordnede analyser av mange prosjekter. Slike dybdestudier mener de kan bidra til å teste forklaringskraften til gale antagelser om inngangsvariabler i modellen. Kain (1990) blir fremhevet som et eksempel på en studie som metodisk bør etterfølges i framtidig forskning. Grunnen til at de anbefaler å se på færre prosjekter er at datamengden blir svært stor, slik at storskala-analyser blir umulige. Med andre ord går økt dybde i analysen på bekostning av bredde, og motsatt. For det tredje peker de på datamangel som en begrensning på utviklingen av etterspørselsanalyser. Selv for internrevisjoner er det vanskelig å innhente tilstrekkelig data grunnet dårlige arkiveringsprotokoller (Nicolaisen og Driscoll, 2014). For å imøtekomme dette anbefaler de at systematisk arkivering av nødvendig informasjon for å muliggjøre systematiske før-etter-analyser bør bli en institusjonalisert praksis. Dette er ikke nødvendigvis et ansvarsområde for forskere, men bør ligge hos dem som bestiller og utfører trafikkberegningene.

3.6 Implikasjoner for denne studien

Det mangler ikke på forklaringer på avvik mellom beregnet og faktisk trafikkmengde. Grunnet årsaksforklaringenes varierende natur og innhold er det potensielt mange retninger en studie som skal prøve å forklare årsaker til avvik kan ta, og mange faktorer som må tas hensyn til.

Et naturlig sted å starte er der litteraturen fremhever at usikkerhetene oftest ligger. Dette er funnet til å være feil antagelser for sentrale inngangsvariabler. Dette vil være et naturlig startpunkt for en analyse som ser på årsaker til usikkerhet i trafikkberegningene.

Dersom resultatet av analysen viser at avvik mellom beregnet og faktisk trafikk ofte skyldes feil antagelser angående framtidig inntektsutvikling blir spørsmålet «hva så»? Neste gang man skal beregne framtidige trafikkmengder vil framskrivingen av inntektsutviklingen være like usikker som nå, så hvilken forskjell gjør det fra eller til om man vet at avvik ofte skyldes feil antagelser om dette? Denne kunnskapen kan styrke innvendingen mot å presentere trafikkberegningene som punktestimater. Som Odeck (2012) påpeker bør estimatene legges fram med konfidensintervaller nettopp for å understreke at trafikkberegninger er heftet med usikkerhet. Kunnskap om at inntektsutviklingen ofte er den største usikkerhetsfaktoren kan også indikere at trafikkberegningene bør gjøres med ulike anslag på denne variabelen. Der ulike sannsynligheter er knyttet opp til de forskjellige anslagene.

Når det gjelder endringer i prosjektene underveis vil dette problemet være størst der trafikkberegningene ble gjort lenge før selve prosjektet ble startet. Derfor vil en sammenligning av beregningstidspunkt og prosjektstart kunne indikere om dette bør ses nærmere på. Dersom det er gjort endringer i prosjektene underveis bør dette finnes dokumentert hos oppdragsgiver, som for de aktuelle prosjektene er Statens Vegvesen.

Til tross for at Nicolaisen og Driscoll (2014) understreker viktigheten av å se på større nettverk heller enn enkeltlenker er det i utgangspunktet enkeltlenker som skal ses på i denne studien, se kapittel 5. I det ene prosjektet som er analysert, Rv7 Sokna – Ørgenvika viser beregningen at 79 % av all trafikk på lenka er langdistansetrafikk. For dette prosjektet har langdistansetrafikken blitt beregnet på nytt, dette kan ses på som en form for nettverksanalyse. Det andre punktet de anbefaler framtidig forskning å gjøre – dybdestudier av enkeltprosjekter – er nettopp det denne studien vil forsøke. I denne studien er det fire prosjekter som skal analyseres, se kapittel 5. Disse vil bli analysert med fokus på reproduserbarhet og hvordan antagelser om verdier på sentrale inngangsvariabler påvirker resultatet, se kapittel 7. Det tredje punktet de anbefaler for framtidige arbeider ligger mer i hendene på bestillere og utførende av transportberegningene enn på forskere. Men denne studien kan bidra til å avdekke om problemer knyttet til manglende data for å utføre systematiske før-etter-analyser også er gjeldende for prosjektene som ses på her spesielt, og i norsk praksis generelt.

4.0 Beskrivelse av transportmodellene RTM og NTM

I dette kapittelet vil en overordnet beskrivelse av den regionale transportmodellen (RTM) og den nasjonale transportmodellen (NTM) gis, med vekt på det som er direkte relevant for denne studien. For en uttømmende beskrivelse av hvordan RTM fungerer vises det til Tørset m.fl. (2013) og Malmin (2013).

4.1 Hva er en transportmodell?

En modell er generelt en forenkling av virkeligheten. Ved å forenkle virkeligheten i modeller kan man fokusere på det viktigste i forklaringen av aspekter og utelukke mindre viktige aspekter ved det man ser på. Generelt vil nøyaktigheten i det man studerer øke med hvor stor eller sofistikert modellen er. Men det er mange grunner til at kompliserte modeller ikke nødvendigvis er å foretrekke framfor relativt enklere modeller. Kjøretiden til modeller øker med datamengden, innsamlingstiden av data øker, kostnadene øker, datamengden kan gjøre modellen ubrukelig, det blir vanskeligere å lokalisere de sentrale årsakssammenhengene osv. Et lite eksempel kan illustrere dette: Kart er en form for modell. De er en forenkling av virkeligheten med fokus på det som er viktigst for et kart, nemlig å muliggjøre orientering i byer og landskap. Dersom man f. eks. øker informasjonen på kartet ved å inkludere alle trær og kumlokk i kartet er det nå en nærmere beskrivelse av virkeligheten. Til tross for dette kan denne informasjonen og den økte datamengden være overflødig i de fleste tilfeller og gjøre at kartet blir langt vanskeligere å orientere seg etter, noe som var kartets funksjon i utgangspunktet. På den annen side må kartet inneholde nok informasjon til at orientering er mulig.

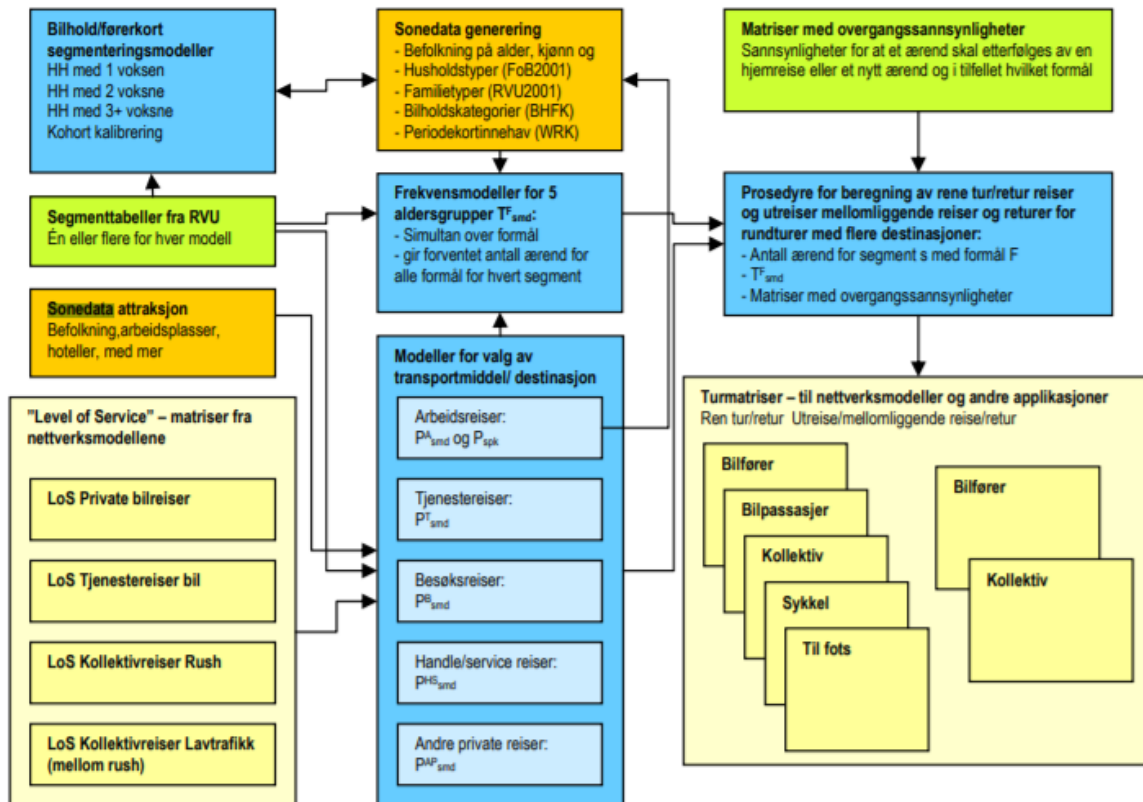
Transportmodeller er en forenkling av sammenhengen mellom transporttilbudet og etterspørselen etter transport (Tørset m.fl., 2013). Med fokus på de aspektene som tenkes å forklare denne sammenhengen kan man se hva endringer i transporttilbudet gjør med etterspørselen. Det er kompleksiteten i transportsystemet som gjør at modeller for å beskrive det er nødvendig (Eliasson m.fl., 2013). Modellen kan besvare spørsmål som hva skjer med etterspørselen på en gitt veglenke dersom bomprisen øker med 10kr? Eller, hva skjer med etterspørselen etter bussreiser på linje 5 i Trondheim dersom antall avganger i timen øker med et gitt antall? Utfra diskusjonen rundt kart bør det være klart at ikke alle aspekter som kan ha en forklaringskraft på disse spørsmålene er inkludert i modellen, men kun de vesentligste.

Resultatene fra trafikkberegningene inngår som regel i nytte- og kostnadsbetraktninger, konsekvensanalyser og andre samfunnsøkonomiske analyser. Siden viktige beslutninger med høye innsatser om investeringer i framtidige infrastrukturprosjekter blant annet baserer seg på beregningene fra transportmodellene, er et viktig spørsmål om de kan stoles på til et slikt formål. For at de skal kunne brukes som grunnlag for viktige beslutninger bør det være en forutsetning at de er forholdsvis presise.

4.2 Kort om RTM

RTM er en etterspørselsmodell som beregner etterspørselen etter reiser på under 70 km i Norge. Hver av Statens Vegvesens regioner har etablert én regional modell til seg, såkalte delområder. RTM er bygd opp etter 4-stegsmetodikk. Det vil si at modellen på ulike nivå gjør beregninger for om en reise finner sted, hvor reisen går, hvilket reisemiddel som benyttes, og hvilken reiserute som brukes. I tillegg til persontransport beregner man godstrafikk i modellen. Dette blir gjort ved at man beregner antall godsførende kjøretøy på ulike deler av veinettet, og videre beregner hvordan disse endrer sine ruter basert på endringer og tiltak som blir gjort på veinettet.

Figur 1 viser en skjematisk framstilling av RTM. En modellkjøring starter med en beregning av «level of service»-matriser. Disse matrisene inneholder informasjon om avstander, reisetider og andre reisekostnader mellom soner for ulike reisemidler (Rekdal, 2007). Videre inngår disse matrisene som inngangsdata til etterspørselsmodellen som beregner reisemiddelvalg og hvor reisene går. I etterspørselsmodellen inngår også data fra reisevaneundersøkelser, demografi- og sonedata. Data om bilhold og demografi slås så sammen med informasjonen om reisemiddelvalg for å lage lister over reisegenerering for ulike aldersgrupper. Når dette er gjort lages matriser for reisehensikter. Til slutt blir alle disse reisene fordelt i nettverket gjennom nettverksmodellen i henhold til reisehensikten (Odeck, 2013).



Figur 1 Felles modellkonsept for de regionale transportmodellene i Norge (Rekdal, 2007)

I RTM er Norge inndelt i ca. 14 000 soner (Tørset m.fl., 2008). Sonene er geografiske enheter som bør være av homogen størrelse. Hver sone er identisk med en grunnkrets etter SSBs inndelinger. Alle reiser i transportmodellen går mellom soner, det vil si at sonene både er start- og slutt punkt for trafikk i modellen. Reiser genereres i soner og attraheres i soner. Avhengig av reisehensikt på turen vil hva som er attraheringsvariabel variere (Tørset m.fl., 2013). Antall turer som genereres og attraheres i sonene bestemmes av sonedata. Dette er data om antall bosatte fordelt på alder, kjønn, andel med førerkort, antall elever, antall arbeidsplasser, osv. Generelt vil derfor en sone med flere bosatte generere flere turer enn en sone med mindre antall bosatte, og en sone med mange arbeidsplasser vil attrahere flere arbeidsreiser enn en sone med færre arbeidsplasser.

Reiser som inngår i RTM er de med reiselengde opp til 70 km. Reiser over 70 km blir beregnet i den nasjonale transportmodellen NTM6 og disse reisene inngår som en egen matrise i RTM. Utenlandsturer inngår også som en fast matrise, det dreier seg da hovedsakelig om Sverige-turer. Derfor gir RTM-beregningene totaltrafikken. For eldre modeller av RTM – som er de som etterprøves i denne studien – beregner den regionale modellen trafikk på reiser opp til 100

km. Reiser med lengde lengre enn 100 km beregnes i den nasjonale transportmodellen NTM5. NTM5-beregningene inngår også her som egne matriser i RTM.

4.3 Kort om kalibreringer og valideringer av modellen

Det som er vanlig når man utfører beregninger med RTM er at modellen kalibreres for å treffe «dagens situasjon» (Tørset m.fl., 2013). Med «dagens situasjon» menes tidspunktet når beregningene utføres. Som verktøy til kalibreringen benyttes trafikktegninger og reisevaneundersøkelsene. Modellen kalibreres til det er samsvar mellom antall reiser, korrekt reisemiddelfordeling og riktig antall reisende på forskjellige veilenker for dagens situasjon. Når beregnet og faktisk trafikk samsvarer for dagens situasjon antar man at modellen kan brukes til å beregne endringer i antall reiser, destinasjon, reisemiddelfordeling og rutevalg som følger av endringer i nettverket. Generelt er det rimelig å anta at usikkerheten i framskrivingene av trafikken øker med omfanget av endringene i nettverket, siden store endringer vil avvike mer fra dagens situasjon.

I tillegg til at modellen kalibreres for å skape samsvar mellom beregnet og observert trafikk er det vanlig at den valideres. Validering av modellen vil si at den kontrolleres ved å benytte andre data enn dem som ble brukt ved modellestimeringen (Tørset m.fl., 2013). Hensikten med validering er å teste modellens evne til prediksjon. Prosessen med kalibrering og validering er en iterativ prosess.

Et vanlig mål på når samsvaret mellom beregnet og observert trafikk er godt nok i en kalibreringsprosess er GEH. GEH er et statistisk estimat som brukes for å angi samvariasjon mellom observert og beregnet trafikk i trafikkmodellering (Rambøll, 2014). Det har fått sitt navn fra Geoffrey E. Havers. Formelen er som følger:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(B - O)^2}{B + O}}$$

der B er beregnet trafikkmengde, og O er observert trafikkmengde.

En GEH-verdi < 5 er ansett som et godt samsvar mellom observert og beregnet tilstand, mens en GEH-verdi < 10 er ansett som et akseptabelt samsvar (Rambøll, 2014).

4.4 Hvilke relevante variabler inngår i RTM og NTM?

Gjennom redegjørelsen av teorien ble det lagt vekt på noen vesentlige variabler som tenkes å forklare mye av avviket mellom estimert og faktisk trafikkmengde. For å vite hvordan disse kan endres på i en før-etter-analyse må man vite hvordan de inngår i transportmodellene.

4.4.1 Gjennomsnittlig inntekt

Inntekt inngår i RTM som inngangsdata til beregning av bilholdmodellen. Sammenhengen mellom dem er at når inntekten i befolkningen øker, øker antall biler per hushold (Tørset m.fl., 2008). I NTM inngår inntektsutvikling som en egen indeks. Dette er det redegjort for i kapittel 5.2.1.

4.4.2 Populasjon

Populasjon, demografidata eller befolkning inngår som sonedata i RTM og NTM. Det er en egen demografidatafil for befolkning som inneholder antall bosatte i de ulike sonene (Tørset m.fl., 2013). Befolkningsutviklingen i modellen baserer seg på prognoser fra statistisk sentralbyrå (SSB). Disse prognosene blir produsert med jevne mellomrom. Her er SSBs forutsetninger om befolkningsutviklingen basert på antagelser om middels fruktbarhet, middels levealder, middels mobilitet og middels nettoinnvandring (Tørset m.fl., 2013). Det er laget prognosedata helt fram til 2060, og det bør være opplagt at usikkerheten i dataene øker med hvor lang framskrivingen er. Som nevnt tidligere kan også infrastrukturtiltak i seg selv endre bosettingsmønstre, slik at forutsetningene for framskrivingene endres som følge av de gjennomførte prosjektene. I RTM inngår det ikke prognoser for endringer i attraheringsvariabler (Tørset m.fl., 2013). Det vil si at det er forutsatt at næringsaktiviteten i framtiden er lik eller følger samme mønster som når beregningene blir gjort.

4.4.3 Drivstoffpriser

Drivstoffpriser inngår ikke i RTM, men kilometeravhengige kostnader inngår til dels i beregningene av rutevalg. I NTM inngår drivstoffpris som en egen indeks. Dette er det redegjort for i kapittel 5.2.1.

4.4.4 Bileierskap

I RTM inngår det en egen bilholdmodell. Til bilholdmodellen inngår demografidata og husholdningsdata fra SSB (Tørset m.fl., 2013). Det vil si at bilholdet er en avhengig variabel av populasjon og inntekt. Prognosene for framtidig bileierskap i modellen har i tillegg til demografidata og husholdningsdata datagrunnlag som sammensetning av husholdningene og reisekostnader mellom sonene i rushtiden (Tørset m.fl., 2013).

4.4.5 Annet

Kjøretøyenes hastighet beregnes i modellen sekvensielt ved å ta hensyn til veiens geometriske utforming, trafikkvolumet, geometrisk utforming av kryss og trafikk i kryss (Levin m.fl., 2015). Denne metoden beregner en gjennomsnittshastighet på veilenkene som brukes til å beregne tidsbruk og avstander mellom soner (Levin m.fl., 2015). Veiens geometriske utforming hentes fra nasjonal vegdatabank (NVDB), mens fartsnivået gitt trafikkbelastningen beregnes utfra volum-hastighetskurver. Kurvene baserer seg på observerte trafikkteillinger. Dette er en relativt ny metode for å beregne fartsnivået, og slik det er tenkt at fart og framkommelighet skal inngå i RTM. Da beregningene som analyseres i denne studien ble gjort var metoden å «[bruke] volum-hastighetskurver for å avgjøre fartsnivået på veglenkene, og disse tar utgangspunkt i en fartsutvikling hvor fartsgrensen holdes ved lite trafikk og farten nedskrives gradvis i forhold til økning i trafikkvolumet på lenkene» (Levin m.fl., 2015).

5.0 Data

For å finne prosjektene som har blitt etterprøvd ble det satt opp tre utvalgsriterier:

1. Prosjektene bør ha hatt en driftsfase på ca. 5 år.
2. Det må foreligge beregninger for dem.
3. Beregningene må ha blitt gjort med RTM.

I tillegg ble et sekundærkriterium satt opp:

4. Prosjektet bør ikke ligge i en by.

Grunnen til kravet om at prosjektene ikke bør ligge i en by er at kompleksiteten blir så stor dersom de gjør dette. Det er hovedsakelig kollektivreiser – som er vanskelige å modellere – og rushtidstrafikk som gjør trafikken i byer utfordrende å modellere (Econ Pöyry, 2009). Samtidig

vil utfordringene knyttet til nettverksdistribusjon og rutevalg som nevnt tidligere være vanskeligere å kontrollere for i byer. Dette gjør at mulige forklaringer på avvik vil være større og at det da blir langt vanskeligere å isolere effekter og årsakssammenhenger.

Tabell 1 Oversikt over norske vegprosjekter med åpning i 2012.

Strekning	Antall km
E18 Sky – Langangen i Vestfold	10,4
Rv 510 Solasplitten i Rogaland	4,0
E39 Torvund – Teigen i Sogn og Fjordane	5,5
E39 Kvivsvegen i Sogn og Fjordane/Møre og Romsdal	17,2
Rv 706 Dortealyst – Stavne i Sør-Trøndelag	0,8
Rv 70 Brunneset – Øygarden i Møre og Romsdal	4,9

I Tabell 1 finnes en oversikt over Statens Vegvesen sine prosjekter som åpnet i 2012. Disse prosjektene har hatt en driftsfase på 5 år og tilfredsstillende derfor utvalgs-kriterium (1). Det foreligger beregninger for E18 Sky – Langangen og E39 Torvund – Teigen², derfor tilfredsstillende disse utvalgs-kriterium (2). Beregningene for disse prosjektene er gjort i RTM, derfor tilfredsstillende det utvalgs-kriterium (3). De resterende prosjektene foreligger det ikke RTM-beregninger for. For å utvide søket har Statens Vegvesens regionskontorer blitt kontaktet for å bistå med aktuelle prosjekter som har hatt en driftsfase på 5 år. Det var overraskende vanskelig å få tak i prosjekter som kan ses på. Det skyldes at det tilsynelatende ikke er tilfredsstillende arkiveringsprotokoller. Dette gjør at prosjekter blir nært knyttet opp til personene som jobbet med prosjektene. Når disse slutter, eller glemmer, blir informasjonen om prosjektene glemt, samt om data fra prosjektene er tilgjengelige. Denne problematikken vil diskuteres mer inngående i kapittel 9. Siden det er så få prosjekter som tilfredsstillende utvalgs-kriterium 1 ble det avgjort at også noe nyere prosjekter kunne inngå. Dette for å få flere enheter å analysere. I region sør ble prosjektet Rv 7 Sokna – Ørgenvika funnet. Denne veien hadde åpning i 2014. Trafikkberegningene som er etterprøvd for prosjektet ble utført i 2011. E6 Minnesund – Labbdalen var et prosjekt som ble funnet i region øst. Dette prosjektet hadde åpning i 2011. Fra region vest ble prosjektet E16 Vangstunnelen funnet. Dette prosjektet var

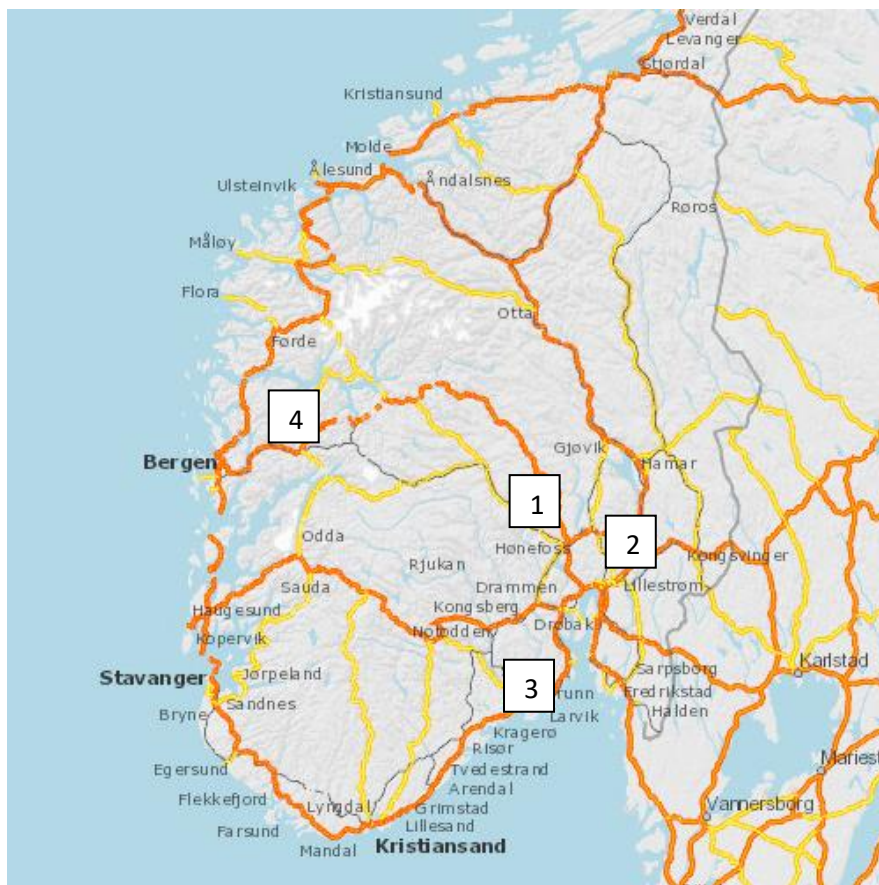
² Dette prosjektet har blitt forsøkt etterprøvd, men det oppsto feilmeldinger underveis i beregningen som ikke lot seg løse. Derfor har dette prosjektet blitt utelatt i det videre arbeidet, til tross for at transportmodellen som ble brukt har vært testet.

ferdig bygd i 2013. Trafikkberegningene ble gjort i 2008/09. Disse prosjektene foreligger det trafikkberegninger for som ble gjort med RTM. De ligger heller ikke i byområder, men i det som kan betraktes som bynære områder. Oppsummert er det disse prosjektene som analyseres nærmere:

- Rv 7 Sokna – Ørgenvika
- E6 Minnesund – Labbdalen
- E18 Sky – Langangen
- E16 Vangstunnelen

5.1 Kort beskrivelse av prosjektene

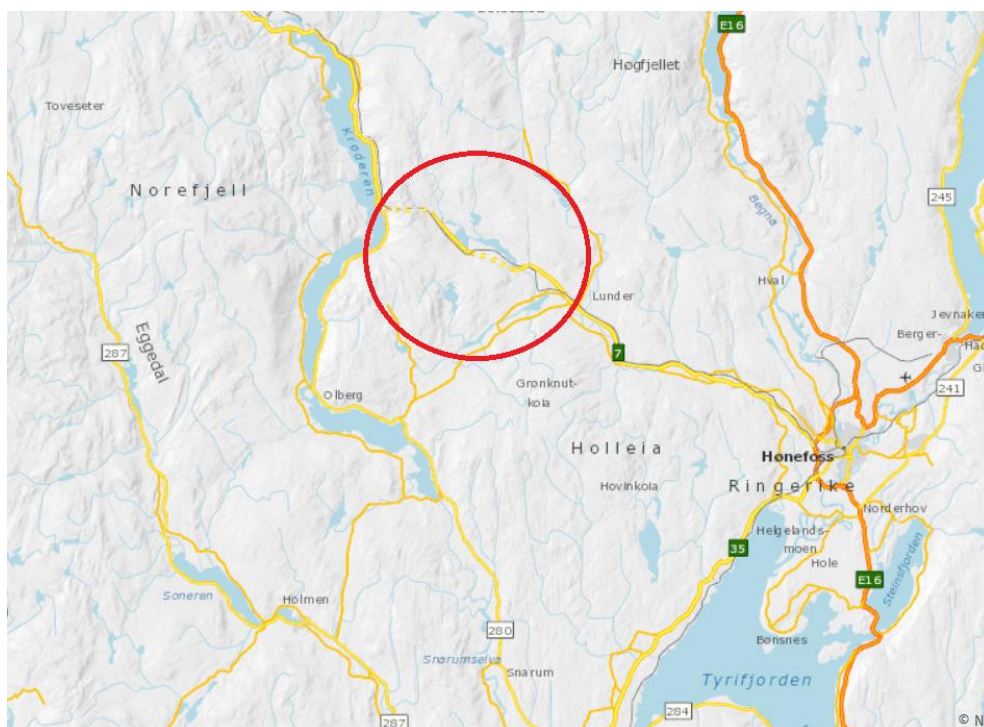
Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av de aktuelle prosjektene med vekt på hvilket formål prosjektene var tenkt å tjene, samt registrerte trafikkmengder. De ulike prosjektenes beliggenhet er vist i Figur 2.



Figur 2 Oversiktskart over de ulike prosjektenes beliggenhet. 1 = Rv7 Sokna - Ørgenvika, 2 = E6 Minnesund-Labbdalen, 3 = E18 Sky – Langangen, 4 = E16 Vangstunnelen.

5.1.1 Rv 7 Sokna - Ørgenvika

Rv 7 Sokna – Ørgenvika var en ny vei som gjorde reisen mellom Sokna og Ørgenvika 21 km kortere enn den da eksisterende Rv 7 via Noresund (Statens Vegvesen, Rv 7 Sokna – Ørgenvika). Strekningen er delvis bompengefinansiert, der trafikantene betaler 70kr for lette kjøretøy, og 175kr for tunge kjøretøy. Hensikten med prosjektet var i hovedsak å korte ned strekningen mellom Oslo/Hønefoss-området og Hallingdal. Fartsgrensen langs strekningen er 80 km/t. Strekningen ble åpnet for trafikk i 2014. Et kart over området er vist i Figur 3.



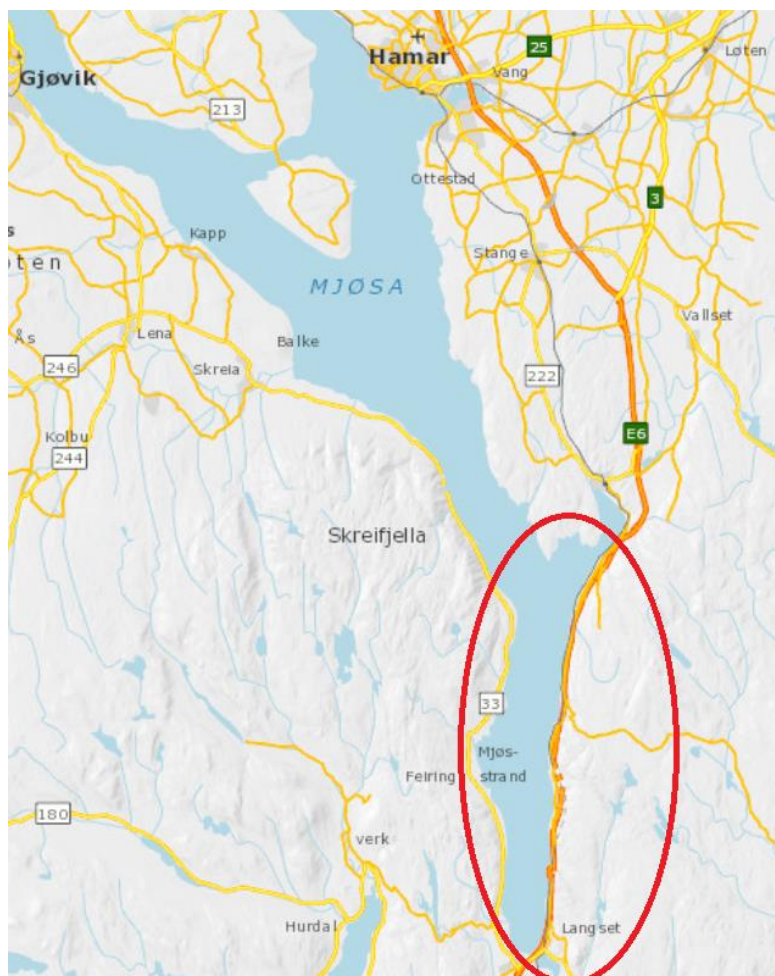
Figur 3 Kart over Rv 7 Sokna - Ørgenvika

Det foreligger ikke nivå 1-registreringer³ for den aktuelle veilenken. Basert på data fra vegkart er ÅDT = 4000 i 2017. Andelen tunge kjøretøy ligger på 13 %. Mer nøyaktige trafikkregistreringer kan finnes på bompengeselskapet som krever inn penger på veien sine hjemmesider (Vegfinans Hallingporten). Der er ÅDT for 2017 oppgitt å være 3515.

³ Med nivå 1-registreringer menes kontinuerlige trafikkregistreringer. De teller trafikk døgnet rundt, hele året. Dette gjør at kvaliteten på data er bedre enn for lavere registreringsnivå, og man kan generelt sette stor lit til at ÅDT registrert i disse er riktig.

5.1.2 E6 Minnesund-Labbdalen

Minnesund-Labbdalen var en del av fellesprosjektet E6-Dovrebanen. Prosjektet består av firefelts motorvei med parallelle jernbanespor. Strekningen er 22 km lang, med en fartsgrense på 110 km/t. Strekningen var før utbygging svært ulykkesutsatt (Regjeringen, 2014). Bedre trafikksikkerhet og bedre framkommelighet var årsakene til at prosjektet ble initiert. Figur 4 viser et kart over området.

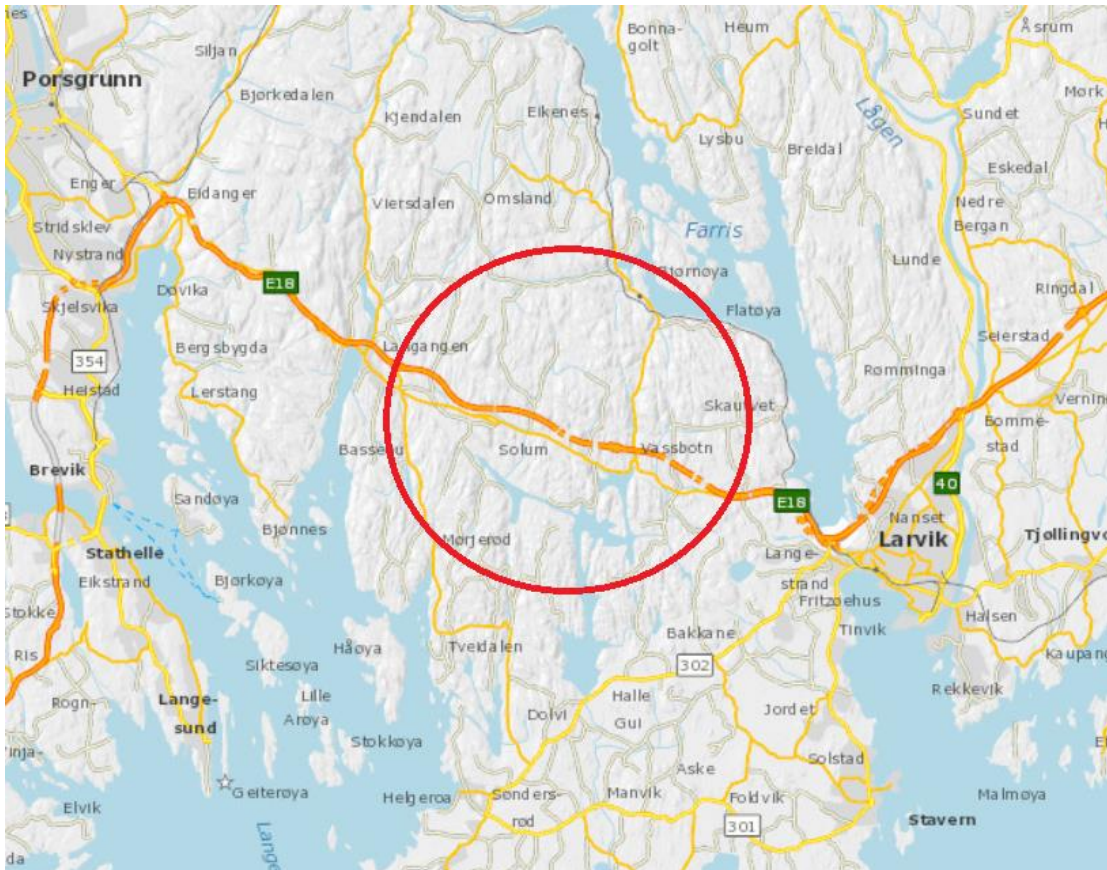


Figur 4 Kart over E6 Minnesund - Labbdalen

Trafikkmengden for 2017 er registrert til å være 13 779 basert på vegkart.no.

5.1.3 E18 Sky – Langangen

E18 Sky – Langangen er en del av utvidelsen av E18 gjennom Vestfold og Telemark fra to- til firefelts motorvei. Prosjektet er 11 km langt med en dimensjonerende hastighet på 110 km/t. Begrunnelsene for å starte prosjektet var å bøte på problemer knyttet til trafikksikkerhet, trafikkavvikling og miljøulemper (Statens Vegvesen, E18 Sky – Langangen). Spesielt var den gamle veien svært ulykkesutsatt, med mye kø i rushtiden. Figur 5 viser et kart over området.



Figur 5 Kart over E18 Sky – Langangen

Det er nivå 1-registreringer av trafikken på strekingen. Trafikktellinger fra tellepunkt langs veien er gitt i Tabell 2. For 2017 var ÅDT = 17 177 med en tungbilandel på 18,1 %.

Tabell 2 Trafikkmengde fra tellepunkt ved Vassbotnbrua E18 (nivå 1-målepunkt) (Statens Vegvesen, 2017).

År	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	ÅDT	ÅDT tunge	% tunge
2012							20819	17772	15266	14793	13729	11890	14877	2658	17,9 %
2013	11934	13082	13402	14400	15838	17667	20490	17696	15369	15127	14144	12911	15187	2731	18,0 %
2014	12029	13496	14001	15505	16313	18751	21316	18393	15008	15206	13766	12959	15577	2712	17,4 %
2015	12123	12483	13566	14052		16462	19368	18707	17024	15664	15363	12768	15282	2545	16,7 %
2016	12182	14799	13881	15146	17628	19486	22706	19608	17524	16770	15373		16647	2961	17,8 %
2017	13789	14898	15566	16598	17423	19794	22505	19903	17477	17105	16151	14735	17177	3111	18,1 %
2018	14062	15197	15719												

5.1.4 E16 Vangstunnelen

E16 Vangstunnelen ble bygd for å lede trafikken utenfor Voss sentrum. Tunnelen var et miljøprosjekt som i tillegg til å få trafikken vekk fra sentrum har bedret framkommeligheten og trafikksikkerheten (Statens Vegvesen, E16 Vangstunnelen). Fartsgrensen på veien er 80 km/t. Strekingen ble åpnet for trafikk i 2013. Figur 6 viser et kart over området.



Figur 6 Kart over E16 Vangstunnelen

Det foreligger nivå 1-registreringer for den aktuelle veilenken. Basert på trafikk i tellepunktet er ÅDT = 4039, med andel tunge kjøretøy på 19 % for 2017. Trafikkregistreringene er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Trafikkmengde fra tellepunkt i Vangstunnelen (nivå 1-målepunkt) (Statens Vegvesen, 2017).

AR	JAN	FEB	MARS	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DES	ÅDT	ÅDT tunge	% tunge	Vegident: EV 16 HP 4 km.10,769
2013												2917				
2014	2655	2904	2473	3219	2680	3610	3953	3865	3200	2903	2529	2743	3061	603	20 %	
2015	2871	3266	3447	3389	2673	3812	4459	4154	3746	3470	2862	2910	3422	678	20 %	
2016	3104	3392	3755	3217	3285	3939	4898	4659	3858	3553	2886	2930	3626	708	20 %	
2017	3240	3604	3843	4149	3829	4703	5392	5219	4269	3848	3140	3195	4039	785	19 %	
2018	3418	3706	4274													

En oppsummering av de viktigste detaljene om prosjektene er gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Nøkkelinformasjon om prosjektene

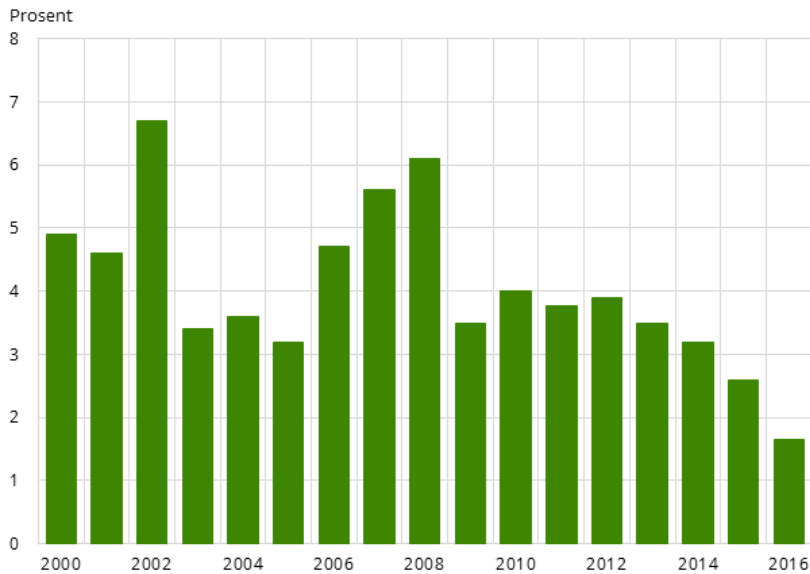
	Beregnet i RTM [år]	Åpnet for trafikk [år]	Modell brukt til beregning	Beregnet trafikk (2018)	Faktisk trafikk (2017)
Rv 7 Sokna - Ørgenvika	2011	2014	Regmod_v2.1.133	3717	3515
E6 Minnesund - Labbdalen	2010	2014	Regmod_v2.1_110110	Varierer med ulike bomkostnader	13779
E18 Sky – Langangen	2011/12	2012	Regmod_v2.1.126 og Regmod_v2.1.133	-	17177
E16 Vangstunnelen	2008/09	2013	Regmod_v2.0_3april09	4343	4039

5.2 Faktiske verdier for sentrale inngangsvariabler

Antagelsene som er gjort i modellen, og verdier på inngangsvariablene beskrevet i kapittel 4.4 må sammenlignes med sine faktiske verdier.

5.2.1 Inntektsutvikling og bensinprisutvikling

Gjennomsnittlig lønnsvekst i Norge har falt hvert år siden 2012 som man kan se i Figur 7. Fallet i lønnsveksten fra 2008 til 2009 skyldes mest sannsynlig finanskrisen. Fra 2009 – 2012 var lønnsveksten forholdsvis stabil før den har hatt en lavere vekst enn i 2012 de neste årene fram til i dag. Dersom denne utviklingen ikke var regnet med i prognosene som ble framstilt i 2012 – eller året transportmodelleringen for prosjektene som ses på ble foretatt – vil dette være en mulig feilkilde i beregningene.



Figur 7 Endring i gjennomsnittlig månedslønn for alle ansatte (SSB, 2017a)

Det kan tenkes at det er store regionale forskjeller i inntektsutviklingen. Spesielt nedgang i oljeprisen i perioden kan tenkes å slå negativt ut på Vestlandet der mange jobber er i oljenæringen.

I RTM inngår inntekt som en del av sonedata. Der er det for hver grunnkrets/sone gitt de bosattes gjennomsnittlige bruttoinntekt. I NTM5 inngår inntekt som en inntektsindeks, der 1998 er basisår for beregningen av indeksen (Hamre, 2002). Denne er trolig definert som:

$$IncomeIndex = \frac{Gjennomsnittlig\ bruttoinntekt\ i\ befolkningen\ (beregningsår)}{Gjennomsnittlig\ bruttoinntekt\ i\ befolkningen\ (1998)}$$

Tilsvarende inngår det en indeks for drivstoffpris:

$$CostCarFuelIndex = \frac{Bensinpris\ (beregningsår)}{Bensinpris\ (1998)}$$

I NTM5-beregningen for Sokna-Ørgenvika var det i gjenskapingen av beregningen antatt en $IncomeIndex = 1,676$, og en $CostCarFuelIndex = 0,989$. Hva som faktisk ble brukt ex-ante er noe usikkert. Denne verdien på inntektsindeksen er funnet i et excel-dokument på vegvesenets e-room. I dokumentet er det listet opp ulike årstall med prognoser på inntektsindeksen for ulike år. Under 2018 er indeksen oppgitt til 1,676. Derfor antas det at det var denne verdien som ble brukt i modellen ex-ante. Det kommer ikke klart fram gjennom rapporter som er lest hvilke tall som er basis for utregningen av disse indeksene. Gjennom SSBs nettsider er det forsøkt å finne verdier som kan danne basis for den faktiske utviklingen av inntekt og drivstoffpriser i perioden. Gjennomsnittlig bruttoinntekt i befolkningen i 1998 er funnet å ha vært 206 800 kr

(Statistisk Sentralbyrå, Skattestatistikk for personer). Bruttoinntekten for 2017 blir ikke tilgjengelig før i slutten av 2018. Siste beregning er for 2016. Da var gjennomsnittlig bruttoinntekt i befolkningen 447 000 kr. Ved bruk av SSBs priskalkulator (Statistisk Sentralbyrå, 2018c) tilsvarer dette 308 499 kr målt i 1998-kr. Dette gir en *IncomeIndex* på:

$$IncomeIndex(1998 - 2016) = \frac{308\,499\text{ kr}}{206\,800\text{ kr}} = 1,492$$

Endringen i gjennomsnittlig bruttoinntekt fra 2015 til 2016 var på -0,2 %. Hvis vi antar at endringen fra 2016 til 2017 vil være tilsvarende liten kan vi bruke 1,492 som verdi på inntektsindeksen for 2017.

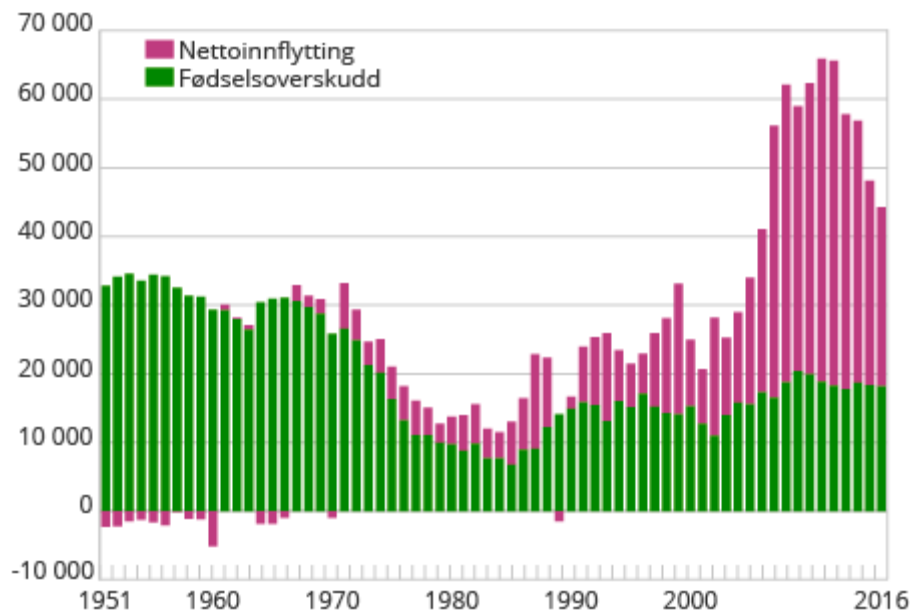
Gjennomsnittlig bensinpris i 1998 var 8,392 kr/liter, mens den for 2017 var 14,636 kr/liter (Statistisk Sentralbyrå, Sal av petroleumsprodukt). 14,636 kr/liter omgjort til 1998-kr ved bruk av samme priskalkulator fra SSB gir 9,92 kr/liter. Dette gir en *CostCarFuelIndex* på:

$$CostCarFuelIndex(1998 - 2017) = \frac{9,92 \frac{\text{kr}}{\text{liter}}}{8,392 \frac{\text{kr}}{\text{liter}}} = 1,182$$

Det er noe usikkerhet knyttet til disse indeksene fordi det ikke kommer klart fram hvilke tall de skal baseres på. I den videre analysen er det forutsatt at denne forståelsen av indeksene er riktig.

5.2.2 Befolkningsutvikling i perioden

Befolkningsutviklingen i perioden 2012-2017 følger samme trend som inntektsutviklingen. Befolkningsveksten hadde et toppunkt rundt 2012, mens veksten i de senere år har vært lavere enn det, se Figur 8. Som for inntekt kan dette være en potensiell feilkilde avhengig av hvilke framskrivinger man benyttet da trafikkberegningene ble gjort. Det kan også være regionale forskjeller å snakke om her.



Figur 8 Befolkningsendringer i Norge (SSB, 2017b)

I RTM inngår som nevnt populasjonsdata i modellen som en egen demografidatafil og til dels gjennom en egen sonedatafil. En fullstendig gjennomgang av forskjellene i befolkningsdata mellom prognosene som ble brukt i modellene som her er analysert og de oppdaterte dataene som modellen testes mot kan ikke gis grunnet størrelsen på datafilene. Derimot er de overordnede forskjellene enkle å lese, og disse er som følger.

I modellene som er testet ble det på beregningstidspunktet brukt befolkningsprognoser for 2018 basert på SSBs MMMM-framskrivinger⁴ fra omkring 2001. Det totale befolkningstallet er her for 2018 antatt å være 5 236 507.

Ved re-kjøringen av modellen har demografidataen blitt oppdatert med SSBs siste prognoser fra 2016. 2017-prognosen viser en totalbefolkning på 5 270 727.

SSBs befolkningsstatistikk viser at det i Norge 1.kvartal 2017 bodde 5 258 000 personer i Norge, og i 1.kvartal 2018 er befolkningstallet 5 295 619 (Statistisk Sentralbyrå, 2018a). Prognosene for befolkningstallet som ble brukt i modellene underestimerer populasjonen med 59 112 individer, eller 1,1 %. Prognosen som i denne analysen har blitt brukt som riktig tall på befolkning ligger mellom befolkningstallet 1.kvartal 2017 og 1.kvartal 2018. Dette er altså riktig befolkningstall en gang i 2017, og kan derfor brukes som data på faktisk befolkningsmengde.

⁴ Dette er en antagelse om middels fruktbarhet, middels levealder, middels mobilitet og middels nettoinnvandring.

6.0 Forskningsspørsmål

Oppgavens overordnede mål er å undersøke om systematiske før-etter-analyser av veiprosjekter i Norge er mulige å gjennomføre eller ikke. En slik innledende analyse har to mulige utfall:

1. Tilgjengelige data er **for dårlige** til at grundige før-etter-analyser ved bruk av re-kjøring av transportmodellen er mulig.
2. Tilgjengelige data er **gode nok** til at grundige før-etter-analyser ved bruk av re-kjøring av transportmodellen er mulig.

Dersom det viser seg at (1) er korrekt, altså at grundige før-etter-analyser ikke er mulige å gjennomføre for norske veiprosjekter er dette i seg selv et interessant funn. En forklaring av årsakene til hvorfor dette ikke lar seg gjøre må nødvendigvis bli gitt. Mulige årsaker kan være at resultatene ikke er mulige å gjenskape siden viktige antagelser som ble gjort ikke er redegjort for. At kalibreringer av modellen som ble gjort ikke er tatt vare på. At de faktiske verdiene på viktige bakgrunnsvariabler ikke er mulige å innhente. Eller at modellen i seg selv er for kompleks til at variabler kan isoleres i en usikkerhetsanalyse. Dette leder til følgende forskningsspørsmål:

- i. Hvorfor er grundige før-etter-analyser ikke mulige å gjennomføre?
- ii. Hva kan gjøres for å sikre at grundige før-etter-analyser blir mulige å gjennomføre i framtiden?

Dersom det derimot viser seg at (2) er korrekt, altså at grundige før-etter-analyser er mulige å gjennomføre ved bruk av re-kjøring av transportmodellen for norske veiprosjekter leder dette til følgende forskningsspørsmål:

- i. Hvor godt treffer man i beregningene?
- ii. Hvordan endres beregnet trafikkmengde med endringer til riktige verdier på nøkkelantagelser i modellen?
- iii. Får man det man prøver å oppnå?

Hvor nøyaktige må beregningene være før man kan si at de er ok? Ifølge Odeck (2013) er det visse grenser for hvor nøyaktig en prognose kan være. Dette skyldes at verden i seg selv er usikker, og derfor vil et hvert forsøk på modellering av verden mest sannsynlig være forbundet med usikkerhet (Bain, 2009). Det vil med andre ord alltid være en forskjell mellom

prognostisert trafikkmengde og faktisk trafikkmengde. Hvor nøyaktig beregningene må være vil avhenge av bruken av dem. Dersom de skal brukes som fasit på framtidige trafikkmengder bør de være presise. Men modellene kan tjene et annet formål, de kan påpeke relative sammenhenger mellom variabler og fungere som en diskusjonspartner når det gjelder virkninger av tiltak. Til et slik bruk er det ikke sikkert at selve trafikkallet er det viktigste, men at mekanismene og drivkreftene som styrer transportetterspørselen er riktige i modellen. Derfor kan en transportmodell være nyttig til tross for unøyaktigheter dersom den brukes riktig. Spørsmålet blir da hvordan modellen ble brukt, og om den tjente det formålet den var satt til å gjøre i de aktuelle prosjektene som ses på i denne studien.

7.0 Metode

For å kunne etterprøve trafikkberegningene må de kunne gjenskapes. Første steg i denne etterprøvningsstudien har derfor vært å forsøke å reprodusere resultatene som ble beregnet ex-ante da trafikkframskrivingene til de forskjellige prosjektene ble estimert. På grunn av tid og endring av formatet på filene hvor variabler som inntekt, befolkning, sysselsetting, arbeidsplasser etc. inngår, har neste steg vært å produsere nye filer med oppdatert data som kan brukes i modellene som her har blitt analysert. Etter at disse filene ble produsert har modellene som lot seg gjenskape blitt re-kjørt med riktige verdier på sentrale inngangsvariabler. Beregningene ex-ante har deretter blitt sammenlignet med beregningene ex-post og trafikkregistreringer på strekningene.

En alternativ metode til den som er brukt her kunne vært å beregne trafikketterspørselen til prosjektene med ny modell. Med andre ord å sammenligne beregnet trafikk ex-ante med beregnet trafikk ex-post i nyeste modellversjon. Problemet med denne framgangsmåten er at det vil være vanskelig å bestemme hvilke endringer som skyldes selve modellen, og hvilke endringer som skyldes endret inngangsdata. Siden det i denne studien er inngangsdataenes påvirkning på resultatet som analyseres er den benyttede metoden å foretrekke. Dette til tross for at den er mer utfordrende grunnet endringer i format på datafiler fra de eldre til de nyere modellversjonene, og det ikke lengre produseres nye datafiler til de gamle formatene.

7.1 Gjenskaping av beregningene

Alle de fire vegprosjektene som er sett på i denne studien ble beregnet med versjoner av den regionale transportmodellen (RTM) som ikke lenger er i bruk. De ble beregnet med ulike versjoner av RTM 2, se Tabell 4. I dag er det RTM 3.12 som brukes som standardmodell, men det finnes testversjoner av RTM 4 som vil være neste standardmodell for trafikkberegninger i Norge. Det skjer altså fortløpende endringer av modellsystemet. Modellen kjøres i et program som heter CUBE (Citilabs, 2018). Modellene som her er sett på ble i sin tid beregnet i CUBE 5.11. I dag er CUBE 6.4.3 den seneste tilgjengelige versjonen. På samme måte som selve modellen endres med jevne mellomrom, gjør programvaren det samme. Alle modellsystemene er ikke kompatible med alle programvarene. Andersson m.fl. (2017) fant i sin studie at transportmodellene de etterprøvde ikke lot seg gjenskape ved re-kjøring av modellene fordi de ikke lengre var kompatible med Sampers som er transportmodellen som i dag benyttes i Sverige (Trafikverket, 2018). De så på trafikkberegninger i perioden 1975-2009. Modellene som ses på i denne undersøkelsen ble benyttet mellom 2008-2011, og er av en eldre versjon av samme modell som i dag er i bruk i Norge.

Til CUBE 5.11 fulgte et tilleggsprogram kalt TRIPS, som egentlig er et beregningsprogram pre-cube. Dette tilleggsprogrammet fulgte med fram til versjon 6.1. De gamle modellene spør etter ressursfiler i tilknytning til TRIPS, derfor må programvaren som brukes for disse modellene kjøres med dette programmet. Av denne årsak kan ikke de nyeste programmene (CUBE 6.4.3) brukes sammen med modellversjonene av RTM 2. Til alle gjenskapingene av trafikkberegningene som er gjort i denne studien har derfor CUBE versjon 6.1 blitt benyttet. Det er kun mulig å ha én versjon av CUBE installert på samme PC, i tillegg krever de eldre CUBE-versjonene egen lisens som ikke fungerer på de seneste versjonene.

Etter at prosjektene som skulle analyseres var valgt ut ble tilgjengelig data til prosjektene innhentet. Prosjektet Vangstunnelen ble hentet hos Vegvesenets region vest. Minnesund-prosjektet ble hentet hos Vegvesenets region øst. Data til Sokna – Ørgenvika ble hentet hos SINTEF i Trondheim. Data til prosjektet Sky – Langangen ble hentet hos COWI avdeling Vestfold.

Av prosjektene lot tre av RTM-beregningene seg gjenskape. Disse var Sokna-Ørgenvika, Sky-Langangen og Vangstunnelen. Prosjektet Minnesund-Labbdalen lot seg ikke gjenskape. Årsaker til dette og mulige løsninger vil bli diskutert nærmere i kapittel 9. Prosjektet Sky-Langangen lot seg gjenskape, men modellen ble aldri brukt for framskrivninger av

trafikkmengder, derfor har ikke denne blitt videre analysert annet enn å slå fast at modellen er etterprøvbart. Det som skiller dataene som ble gitt til de ulike prosjektene er at hele modelloppsettet var tilgjengelig i modellene som lot seg gjenskape. Til Minnesund-Labbdalen-prosjektet ble det ikke gitt mer enn inngangsdataene som ble brukt. På grunn av dette viste det seg svært utfordrende å sette sammen modelloppsettet igjen, spesielt siden det ikke fantes dokumentasjon av beregningene. Dersom resultatfilene fra beregningene hadde blitt gitt kunne inndataen som ble brukt blitt lest av fra en fil som heter Scenariodefinitjon...dat. Fra en fil i resultatkatalogen som heter Nettfordeling...net ville det vært mulig å lese av hva som var kodet av bomstasjoner og vegutbedringer på strekningen. Siden dette ikke var gitt, og det ikke forelå noen dokumentasjon på selve beregningene viste det seg for tidkrevende og vanskelig å bygge opp modellen igjen.

For prosjektet Sokna-Ørgenvika utgjør turer lengre enn 100km 79 % av den beregnede trafikken på den aktuelle veglenken. Disse turene beregnes i NTM5. Derfor var det ønskelig å re-kjøre denne modellen for dette prosjektet. Oppsettet til NTM5-beregningen var ikke gitt, kun resultatfilene fra den gangen modellen ble kjørt. I resultatfilen var denne trafikken beregnet til $\text{ÅDT} = 2957$. Det forelå ingen dokumentasjon på beregningen, så den måtte settes sammen på nytt. Ved å forsøke å sette sammen et nytt oppsett med verdien på inntektsutvikling som mest sannsynlig ble brukt som redegjort for i kapittel 5.2.1, tilgjengelige demografi- og sone-data da beregningene ble gjort, samt å legge til selve veien med lik definisjon som i RTM-beregningen ble den beste gjenskapingen av denne beregningen som ble oppnådd en trafikkmengde $\text{ÅDT} = 3014$. Dette er 1,9 % høyere sammenlignet med det som ble beregnet originalt. Til tross for dette ble resultatet likt nok til at man kan slå fast at beregningen lot seg gjenskape.

I prosjektet Vangstunnelen var det ex-ante beregnet et scenario for 2006 og 2030. Disse scenarioene lot seg gjenskape. For å lage et 2018-scenario ble nettverket holdt likt som for 2030-beregningen. Sone- og demografidata for 2018 som var tilgjengelig da beregningen ble gjort ex-ante ble så innhentet for å produsere et 2018-scenario. NTM5-beregningen lot seg ikke gjenskape grunnet manglende data, derfor ble NTM5-beregningen for 2006 brukt i 2018-scenarioet. Dette gir selvsagt for lavt anslag på trafikken i 2018. Resultatet fra RTM for 2018 er 3790 kjt (men med NTM-trafikk for 2006). For å justere for denne feilen ble NTM-trafikken i 2018 anslått ved å anta en lineær vekst i denne trafikken mellom 2006 og 2030. Ved lineær interpolasjon gir dette en anslått NTM-trafikk for 2018 på:

$$f(x) = f_1 + (f_2 - f_1) \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$f(2018) = 2110 + (3215 - 2110) \frac{(2018 - 2006)}{(2030 - 2006)} = 2663 \text{ kjt}$$

Der 2110 = NTM-trafikk 2006 og 3215 = NTM-trafikk 2030.

I RTM-beregningens 2018-scenario er derfor trafikktallet som leses av direkte fra modellen 2663 kjt – 2110 kjt = 553 kjt for lavt. Disse 553 kjt har blitt lagt til og er inkludert i trafikktallene som presenteres videre. Totalt gir dette beregnet totaltrafikk for 2018 på 3790 kjt + 553 kjt = 4343 kjt.

Om det faktisk ble kjørt et nytt oppsett av NTM-trafikken for denne RTM-beregningen er ikke sikkert. Det er ikke uvanlig at NTM-trafikken blir kjørt eksternt og benyttet i beregningene, altså at NTM-beregningene ikke gjøres unikt for prosjektene man analyserer.

7.2 Endring av inngangsvariabler

Det neste steget var å sammenligne modellberegningen med en ny modellberegning med samme modell og oppsett som tidligere, men der verdier på inngangsvariabler som befolkning, sysselsetting, og inntekt ble gitt sine faktiske verdier. For å gjøre dette ble de nyeste dataene som foreligger innhentet.

Verdiene som ble brukt i modellene for disse variablene ex-ante var prognosedata for 2018 produsert i 2001. De nyeste dataene som har blitt funnet og er tilgjengelig gjennom vegvesenets e-room er prognosedata for befolkning i 2017 produsert i juni 2016. Arbeidsplassdata er basert på SSB-tall pr. 1. kvartal 2016. De nyeste elevdata er fra 2006/2007 og data for antall hytter, fritidshus og hoteller pr. 2009 basert på GAB. Alle disse dataene er hentet gjennom vegvesenets e-room. Befolkningen inngår i en egen demografidatafil, mens de resterende variablene inngår i en sonedatafil. Verdier for inntekts- og bensinprisutvikling i perioden ble hentet fra SSBs sider som beskrevet i kapittel 5.2.1.

Disse innhentede datafilene er til bruk i RTM 3. Innholdet og formatet på filene samsvarer ikke helt med det som ble brukt i de eldre RTM-versjonene. Derfor har det vært en del jobb med å konvertere disse filene slik at de kunne brukes i de gamle modellene. Framgangsmåten for denne konverteringen, og de antagelsene som ble gjort er redegjort for under.

7.2.1 Demografidata

Demografidatafilene inneholder rader med alle soner som brukes i transportmodellen. Disse sonene er identiske med SSBs grunnkretsinnndeling (Statistisk Sentralbyrå, 2018). Landet er delt inn i ca. 14 000 grunnkretser noe som gjør at demografidatafilene inneholder ca. 14 000 rader. Langs kolonnene leses antall bosatte i hver grunnkrets etter kjønn og aldersgrupper med fem års intervaller. Dette gir 40 segmenter. Kolonneinndelingen som er beskrevet her er identisk for de gamle og nye modellene. Radinndelingen med grunnkretser er derimot ikke identisk. Disse oppdateres ettersom SSB oppdaterer grunnkretsinnndelingen. Dette gjør at noen grunnkretser endrer grunnkretsnummer, noen slås sammen og andre splittes for en mer finmasket inndeling. Siden soneinndelingen for demografidataen må samsvare med resten av modellen måtte de nye dataenes inndeling endres til den gamle soneinndelingen.

En oversikt over alle endringene som ble gjort i den nye demografifilen med tanke på soneinndelingen er gitt i Vedlegg 2. Som man ser der er det først og fremst nye grunnkretser som har kommet til som har ført til endringer i inndelingen. Dette gjelder i hovedsak Oslo-området der flere grunnkretser har kommet til. Endringene som har blitt gjort i formateringen fulgte endringene som lot seg lese ut av SSBs grunnkretsinnndeling så langt det lot seg gjøre (Statistisk Sentralbyrå, 2018b). Der det ikke var mulig å følge endringene i inndeling ble skjønn brukt. Til dette ble kartdata benyttet. Beliggenheten til de nye grunnkretsene ble funnet ved hjelp av kart. Dataene fra disse ble så overført til nabogrunnkretser som eksisterte i den gamle grunnkretsinnndelingen. Denne bruken av skjønn har et problem knyttet til seg ved at noen soner blåses opp med langt flere bosatte, sysselsatte, arbeidsplasser etc. enn den i virkeligheten har, mens andre soner tilsvarende blir krympet. For endringene som er gjort her er dette kun et problem i Oslo-området, da i hovedsak Oslo Øst. Siden ingen av prosjektene som ses på er i umiddelbar nærhet av Oslo vil ikke dette påvirke beregningene for disse modellene. Men for beregninger av regional trafikk i Oslo vil det påvirke beregningene, derfor kan ikke den inndelingen som er gjort her brukes for RTM-trafikk i Oslo.

Prosjektet Sokna – Ørgenvika er det som er nærmest Oslo. For dette prosjektet har de nye inngangsdataene blitt brukt til å beregne ny langdistansetraffikk (NTM5-trafikk >100km) for strekningen. Det bør da ikke ha betydning for resultatet om det er 3000 flere mennesker i Groruddalen enn det i virkeligheten er, og tilsvarende 3000 færre mennesker på Vestli etc.

7.2.2 Sonedata

Som for demografidataene inneholder sonedatafilene rader med samme grunnkrets-/soneinndeling. Det første som ble gjort var som for demografidataen å endre soneinndelingen til det som ble brukt i de gamle modellene. Dette ble gjort identisk som for demografidataene beskrevet over, og vist i Vedlegg 2.

I sonedataene er ikke kolonneinndelingen lik for de gamle og de nye dataene som de er for demografidataene. Det gamle formatet inneholder 23 kolonner med følgende informasjon:

Tabell 5 Innhold i sonedatafilene for det gamle formatet (Rekdal og Larsen, 2008).

1. Grunnkretsnummer
2. Total befolkning
3. Sysselsatte bosatt i kretsen (yrkesaktive)
4. Sysselsatte med arbeid i kretsen (arbeidsplasser)
5. Km2 landareal (ekskl. saltvann)
6. Antall hoteller
7. Antall ansatte på hotellene
8. Antall hytter og fritidshus
9. Ansatte i næringsgruppe 1 (jord-, skogbruk og fiske)
10. Ansatte i næringsgruppe 2 (oljeutvinning og bergverksdrift)
11. Ansatte i næringsgruppe 3 (industri, kraft- og vannforsyning, bygg og anl.)
12. Ansatte i næringsgruppe 4 (varehandel)
13. Ansatte i næringsgruppe 5 (hotell og restaurant)
14. Ansatte i næringsgruppe 6 (finans, forretningsmessig tjenesteyting, eiendom, internasjonale org.)
15. Ansatte i næringsgruppe 7 (offentlig adm. og forsvar)
16. Ansatte i næringsgruppe 8 (undervisningssektoren)
17. Ansatte i næringsgruppe 9 (helse og sosial sektor, personlig tjenesteyting, husholdsdrift)
18. Gjennomsnittlig bruttoinntekt for personer 17 år og eldre
19. Bosatte elever i videregående skole
20. Bosatte studenter
21. Sentralitet (SSBs klassifisering)
22. Parkeringsindeks (klassifisering av soner etter tetthet av arbeidsplasser)
23. Region (1-5, Vegvesenets regioninndeling)

De nye sonedatafilene inneholder 37 kolonner med følgende informasjon (tabellens rader er sonedatafilens kolonner):

Tabell 6 Innhold i sonedatafilene for det nye formatet (Rekdal m.fl., 2013).

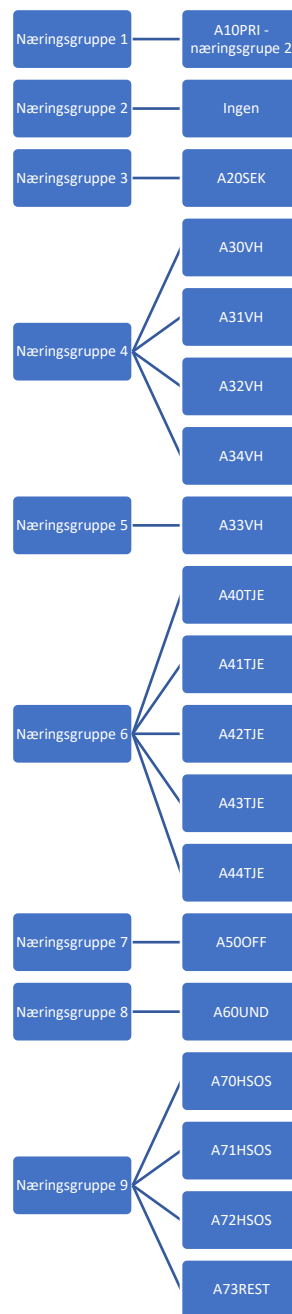
NR	Navn	Arbeid	Tjeneste	Fritid	HentLev	Privat	TG-modeller	BHFK
1	Orig	x	x	x	x	x		x
2	Totbef			x		x		x
3	Areal							x
4	Numhots		x	x				
5	Hytfrit			x				
6	A10PRI							
7	A20SEK							
8	A30VH							
9	A31VH					x		
10	A32VH					x		
11	A33VH			x		(x)		
12	A34VH					x		
13	A40TJE							
14	A41TJE			x	x	x		
15	A42TJE			x	x	(x)		
16	A43TJE					x		
17	A44TJE			x		(x)		
18	A50OFF							
19	A60UND				x			
20	A70HSOS							
21	A71HSOS				x	x		
22	A72HSOS				x			
23	A73REST							
24	A0099TOT	x	x					x
25	Binnt17							x
26	Elevstud							
27	Gskole				x			
28	Vgskole							
29	Uhskole							
30	Parkd		x					
31	Kpark			x		x		
32	Lpark	x						
33	Malint	x	x					
34	Femint	x	x					
35	FylkesNr	x	x	x	x	x		
36	KommuneNr	x	x	x	x	x		
37	SharePay	x						

(x)=inngår gjennom kjøpesentervariabelen for private reiser

I Tabell 6 er rad 1 grunnkretsnummer, rad 2 bosatte i grunnkretsen, rad 3 grunnkretsens areal, rad 4 er antall hoteller, rad 5 er antall hytter og fritidshus i grunnkretsen, rad 6-23 ansatte i ulike næringskategorier, rad 24 totalt antall i arbeid, rad 25 er gjennomsnittlig bruttoinntekt i grunnkretsen, rad 26-29 er antall elever og fordeling på ulike utdanningsnivå, rad 30-32 er parkeringsindeks og parkeringskostnader, 33-34 er gjennomsnittlig inntekt fordelt på kjønn, rad 35 er fylkesnummer og rad 36 er kommunenummer. Det er kun feltene med rød skrift som inngår i modellen (Rekdal m.fl., 2013). Kolonnene i tabellen viser hvor i modellen variablene inngår. Arbeid, tjeneste, fritid, hentlev og privat er reisehensikter. TG-modeller er turgenereringsmodeller og BHFK er bilholds- og førerkortmodellen.

Som man ser av tabellene er det en del ulikheter i formatet mellom de to modellene. Det er en inndeling på 18 næringskategorier i det nye formatet, sammenlignet med 9 næringskategorier i det gamle formatet. For å få de 18 næringskategoriene mest mulig realistisk overført til 9 ble tabell 2.1 fra Rekdal m.fl. (2013) sammenlignet med SSBs standard for næringsgruppering

(Statistisk Sentralbyrå, 2007). Basert på dette ble den nye dataen overført til den gamle inndelingen som vist i Figur 9.



Figur 9 Formatering av næringskategorier fra nytt til gammelt format. Den gamle inndelingen er vist til venstre. De nye kategoriene til høyre er lagt til den gamle inndelingen som vist med strekene.

For næringsgruppe 2 som er oljeutvinning og bergdrift ble det brukt gamle data siden disse ikke enkelt lot seg hentes ut fra de nye dataene. Næringsgruppe 1 ble derfor satt lik de som er definert i gruppe A10PRI i de nye dataene trukket fra antall i næringsgruppe 2 i de gamle dataene.

I de nye sonedataene er antall sysselsatte bosatt i grunnkretsen ikke gitt. Når det gjelder antall sysselsatte bosatt i hver grunnkrets ble denne antatt å være lik forholdet mellom totalt antall sysselsatte og total befolkning i de gamle dataene. Dette forholdet var 0,4. Antall sysselsatte i hver grunnkrets ble derfor satt lik det nye befolkningstallet i hver grunnkrets ganger 0,4. Dette gir ca. riktig fordeling i stor skala (hele landet og regioner) men kan forårsake lokale feil, siden sysselsettingsgrad ikke er jevnt fordelt over landet. Grunnen til at en slik antagelse måtte gjøres var at det ikke foreligger nyere data for antall sysselsatte som enkelt kan overføres til bruk til dette formålet. Dette har uansett ingen innvirkning på beregnet biltrafikk da antall sysselsatte bosatt i hver grunnkrets ikke inngår i beregning av trafikkmengden i NTM5 (Hamre m.fl., 2002).

For prosjektet Sokna-Ørgenvika var det nødvendig med en ny kjøring av den nasjonale transportmodellen NTM5. Grunnen til dette var at det viste seg, etter gjenskapingen av beregningen, at 79 % av trafikken beregnet på strekningen var lengre enn 100km. NTM5 er en utgått modell som har blitt erstattet av NTM6. I NTM6 er det delområder som ligger til grunn for soneinndelingen, dette er aggregater av grunnkretser. I NTM5 ble det laget en egen soneinndeling kalt NTPL-soner basert på tettsteder, men med forfining innenfor større byer og tettsteder. Disse var også aggregater av grunnkretser (Steinsland og Fridstrøm, 2014), men samsvarer ikke med delområdene som brukes i NTM6. Derfor er det utfordrende å lage nye filer til bruk i NTM5 basert på data fra NTM6. I stedet ble demografi- og sonedataen som ble laget til bruk i RTM som beskrevet benyttet til å lage nye NTM5-filer. Dette ble gjort ved å bruke en aggregeringsnøkkel som definerer hvilke grunnkretser som inngår i hver NTPL-sone. Basert på denne definisjonen ble de ulike grunnkretsenes verdier summert og lagt til nye NTPL-soner.

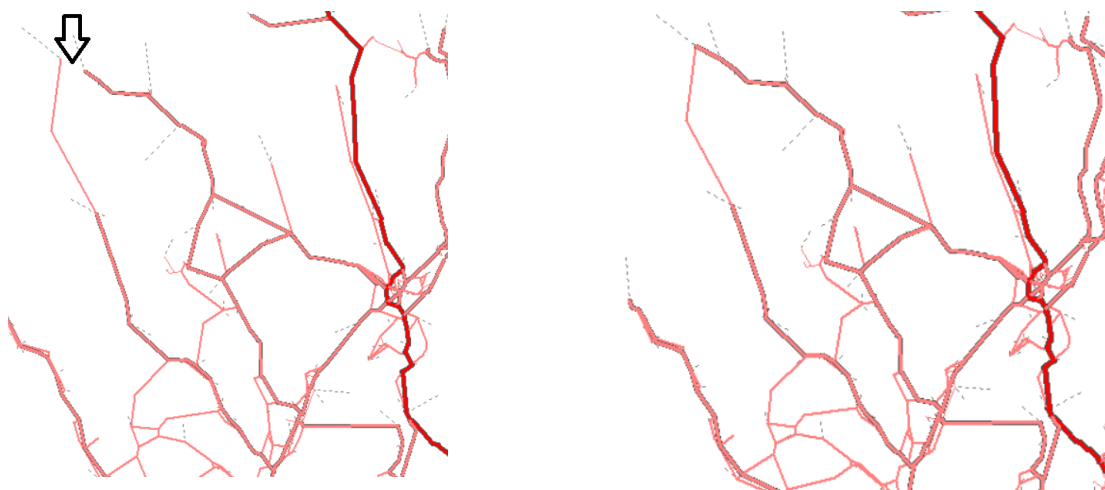
7.3 Re-kjøring av modellene

Etter at de nye dataene ble ferdigprodusert ble de benyttet i en re-kjøring av modellene, der alt annet ble holdt likt. Som nevnt lot ikke Minnesund-Labbdalen-prosjektet seg gjenskape, derfor er denne analysen ikke mulig å gjøre for det prosjektet. Modellen til Sky-Langangen-prosjektet ble som nevnt ikke benyttet for trafikkframskrivinger, derfor har heller ikke det prosjektet blitt videre analysert. Av de fire prosjektene som har blitt analysert, var det modellene til Vangstunnelen og Sokna-Ørgenvika som lot seg gjenskape, og som ble brukt for å beregne

framtidige trafikkmengder. Disse prosjektene har blitt analysert ved re-kjøring av modellene med nye inngangsdata.

I trafikkberegningen til Sokna-Ørgenvika utgjør langdistansetrafikken 79 % av all trafikk på strekningen. Legger man til godstrafikken, som inngår som fast matrise i RTM har man 97 % av all beregnet trafikk på strekningen. På grunn av dette vil ikke endringer i RTM-oppsettet påvirke resultatet nevneverdig, derfor var det nødvendig å gjøre en re-kjøring av NTM5-beregningen til dette prosjektet. Dette ble gjort ved å sette opp modellen som i gjenskapingen av beregningen, men med endret demografi- og sonedata til de mest oppdaterte dataene. Demografi- og sonedataen som ble benyttet her er den som er beskrevet over. I tillegg ble nye verdier for inntekts- og bensinprisutvikling som redegjort for i kapittel 5.2.1 testet.

Som man kan se av Figur 10 var det i den originale modellen et brudd i bilnettverkets ytterkant i nord-vest. Dette kan gi utslag på trafikkmengden på Sokna-Ørgenvika. En del trafikk fra nord-øst som skal nord-vest vil i originalmodellen tvinges om Vikersundområdet for å kjøre mot Hemsedal. Mer realistisk vil det være om denne trafikken kan benytte Sokna-Ørgenvika-strekningen for dette formålet. Med andre ord kan det tenkes at en del av rutevalgsberegningen påvirkes av et mer urealistisk definert nettverk enn det i virkeligheten er. For å se hvordan dette har påvirket trafikkberegningen ble en nye lenke lagt til som vist i figuren. Den nye lenken ble definert med samme hastighet og kapasitet som veiens forlengelse mot øst.



Figur 10 Bilnettverk rundt Sokna - Ørgenvika. Pilen markerer et brudd i nettverket i originalmodellen som kan påvirke rutevalgsberegningene. Denne er lagt til i re-kjøringen av modellen som er vist til høyre. Den nye lenka har samme hastighet og kapasitet som videreføringen av veien mot øst.

For Vangstunnelen ble RTM-beregningen kjørt på nytt med nye demografi- og sonedata. Det ble ikke gjort noen endringer i nettverket, og heller ikke kjørt noen ny NTM5-beregning. For dette prosjektet var det ikke gitt noen NTM-beregning for 2017 som beskrevet over. NTM5-versjonen som var benyttet var av en eldre utgave enn den som ble brukt for Sokna – Ørgenvika,

derfor kunne heller ikke den beregningen benyttes direkte for dette prosjektet. Originalt i modellen var det kun beregnet et 2006-scenario og et 2030-scenario, men oppsettet var ikke gitt, kun resultatfilene. I RTM-beregningene for 2017 har modellens NTM-trafikk blitt anslått ved å anta en lineær vekst i denne trafikken i perioden 2006-2030. Ved lineær interpolasjon har NTM-trafikken for 2017 blitt beregnet. NTM-trafikken for 2006 var ex-ante beregnet til 2110 kjt. NTM-trafikken for 2030 var beregnet til 3215 kjt ex-ante. Med antagelsene om lineær vekst i perioden gir dette en NTM-trafikk for 2017:

$$f(x) = f_1 + (f_2 - f_1) \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$f(2017) = 2110 + (3215 - 2110) \frac{(2017 - 2006)}{(2030 - 2006)} = 2616 \text{ kjt}$$

Der 2110 = NTM-trafikk 2006 og 3215 = NTM-trafikk 2030.

Siden det er NTM-beregningen for 2006 som ble benyttet i re-kjøringen av RTM for 2017 er trafikken lest direkte fra modellen for lav. Denne er 3879 kjt. For å justere for denne feilen har 2616 kjt – 2110 kjt = 506 kjt blitt lagt til. Dette gir en totalt beregnet trafikk for 2017 på 3879 kjt + 506 kjt = 4385 kjt.

8.0 Resultat

For de to prosjektene det ble gjort trafikkframskrivinger for – Sokna-Ørgenvika og Vangstunnelen – er det beregnet trafikk for 2018 i originalmodellene. De siste fullstendige registrerte trafikkmengdene (ÅDT) er fra 2017. Det er også 2017-data som er brukt i re-kjøringen av modellene. Grunnen til at det ex-ante blir sett på 2018 og ex-post blir sett på 2017 er hvilke data som har vært tilgjengelig. Denne forskjellen må uansett korrigeres for. For å kunne sammenligne resultatene har derfor modellenes beregnede 2018-trafikk ex-ante måttet blitt omgjort til 2017-trafikk. Dette har blitt gjort ved å nedjustere trafikkmengden med veksten i faktisk trafikk i perioden veiene har vært åpne for trafikk. I resultattabellene under er disse kalt «justert beregnet trafikk ex-ante (2017)».

8.1 Sokna-Ørgenvika

Basert på trafikkregistreringene fra strekningen kan man lese av den årlige trafikkveksten siden veien åpnet til 6,5 %, og trafikkveksten de fire første månedene av 2018 til av være 6,1 %

(Vegfinans Hallingporten). Modellens beregnede trafikk har derfor blitt nedjustert med 6,3 % for å finne justert beregnet trafikk for 2017 i originalberegningen. Beregnet trafikk for 2017 er derfor anslått å være ÅDT = 3483. Godstrafikken utgjør 18 % av den beregnede trafikken. Turer lengre enn 100km utgjør 79 % av den beregnede trafikken. Korte personturer under 100km utgjør 3 % av den beregnede trafikken. Tabell 7 viser faktisk trafikkmengde samt beregnet trafikk for ulike scenarier.

Tabell 7 Beregnet og faktisk trafikk for Rv 7 Sokna – Ørgenvika. GEH-verdi < 5 = godt samsvar, GEH-verdi < 10 = akseptabelt samsvar. Tallene i parentes er trafikkestimatet nedjustert med 1,9 % som var feilen i gjenskapingen av NTM-beregningen redegjort for i kapittel 7.1.

	Beregnet trafikk ex-ante (2018)	Faktisk trafikk (2017)	Justert beregnet trafikk ex-ante (2017)	Beregnet trafikk med ny lenke ex-post (2017)	Beregnet trafikk med ny sone- og demografidata uten ny lenke ex-post (2017)	Beregnet trafikk med ny sone- og demografidata med ny lenke ex-post (2017)
ÅDT	3717	3515	3483	3611	3784 (3712)	3909 (3835)
Prosentvis feil mellom faktisk og beregnet trafikk (PE _i) [%]	-	-	0,92	-2,66	-7,11 (-5,31)	-10,08 (-8,34)
GEH-verdi mellom faktisk og beregnet trafikk	-	-	0,54	1,61	4,45 (3,28)	6,47 (5,28)

	Beregnet trafikk med ny sone- og demografidata, ny inntekts- og bensinprisutvikling uten ny lenke ex-post (2017)	Beregnet trafikk med ny sone- og demografidata, ny inntekts- og bensinprisutvikling med ny lenke ex-post (2017)
ÅDT	3605 (3537)	3730 (3659)
Prosentvis feil mellom faktisk og beregnet trafikk (PE _i) [%]	-2,50 (-0,62)	-5,76 (-3,94)
GEH-verdi mellom faktisk og beregnet trafikk	1,51 (0,37)	3,57 (2,40)

Som vi ser av resultatene var modellen i utgangspunktet svært presis med en underestimering av trafikken på kun 0,92 %. Ved å legge til en den nye lenke øker trafikken, og modellen overestimerer nå trafikken med 2,66 %. Nye demografi- og sonedata uten ny lenke og med ny lenke bidrar til økt overestimering med henholdsvis 7,11 % og 10,08 %. Ser man på GEH-verdiene gir den en verdi tilsvarende «godt samsvar mellom beregnet og faktisk trafikk» for alle scenarier med unntak av scenariet med ny sone- og demografidata og ny lenke hvor den gir «akseptabelt samsvar mellom beregnet og faktisk trafikk». Med andre ord er alle disse beregningene innenfor det som mest sannsynlig ville blitt akseptert som godt nok dersom disse tallene ble gitt i en kalibreringsprosess.

Dersom man i tillegg tar inn faktisk verdi på inntekts- og bensinprisutvikling i perioden overestimerer modellen fortsatt trafikken noe, med henholdsvis 2,5 % og 5,76 % for scenariene uten og med ny lenke. Beregningen treffer altså bedre ved å ta hensyn til alle variablene som her er testet, enn kun ved å se på endret sone- og demografidata. Men overestimeringen sammenlignet med faktisk trafikk tall er større enn underestimeringen er ex-ante dersom man ser på alternativet hvor den nye lenke er lagt til nettverket. Alternativet som best treffer den registrerte trafikkmengden er det hvor alle inngangsvariablene som her er testet er gitt sine faktiske verdier, men der nettverket som ble brukt ex-ante er beholdt. For dette alternativet overestimerer modellen trafikken med 2,5 %. Dersom man også tar hensyn til at den gjenskapte beregningen overestimerte NTM-beregningen som ble brukt ex-ante med 1,9 % og justerer for dette, overestimerer beregningen nå trafikken med 0,62 %. Dette må kunne sies å være så eksakt som man kan forvente av en modell. Begge disse beregningene er innenfor det som betraktes som godt samsvar mellom beregnet og faktisk trafikk mengde.

8.2 Vangstunnelen

Basert på trafikkregistreringene fra strekningen kan man lese av den årlige trafikkveksten siden veien åpnet til 9,7 %, og trafikkveksten de fire første månedene av 2018 til å være 6,5 % (Statens Vegvesen, Trafikkregistreringer). Modellens beregnede trafikk ex-ante har derfor blitt nedjustert med gjennomsnittet av disse (8,1 %) for å finne beregnet trafikk for 2017 i originalberegningen. Beregnet trafikk for 2017 er derfor anslått å være ÅDT = 3991. Godstrafikken utgjør 15 % av den beregnede trafikken. Turer lengre enn 100km utgjør 55 % av den beregnede trafikken. Korte personturer under 100km utgjør 30 % av den beregnede

trafikken. Tabell 8 viser faktisk trafikkmengde samt beregnet trafikk med og uten nye verdier på inngangsdata.

Tabell 8 Beregnet og faktisk trafikk for E16 Vangstunnelen. GEH-verdi < 5 = godt samsvar, GEH-verdi < 10 = akseptabelt samsvar.

	Beregnet trafikk ex-ante (2018)	Faktisk trafikk (2017)	Justert beregnet trafikk ex-ante (2017)	Beregnet trafikk med ny sone- og demografidata ex-post (2017)
ÅDT	4343	4039	3991	4385
Prosentvis feil mellom faktisk og beregnet trafikk (PE _i) [%]	-	-	1,20	-7,89
GEH-verdi mellom faktisk og beregnet trafikk	-	-	0,76	5,33

Som for Sokna-Ørgenvika var modellen i utgangspunktet svært presis med en underestimering av trafikkmengden på 1,2 %. GEH-verdien er lavere enn 5 og ville i en kalibreringsprosess medført at man konkluderte med godt samsvar mellom faktisk og beregnet trafikk. Ved å kjøre modellen på nytt med nye oppdaterte verdier på inngangsdata overestimerer modellen nå trafikken med 7,89 %, og GEH-verdien gir akseptabelt samsvar mellom beregnet og faktisk trafikkmengde. Ideelt sett burde NTM5-beregningen til prosjektet blitt re-kjørt som for Sokna-Ørgenvika. Dette har ikke latt seg gjøre grunnet manglende dokumentasjon, og at det ble brukt en eldre NTM5-versjon enn den som ble brukt for Sokna – Ørgenvika. Som man så der var tendensen at overestimeringen ble redusert når man tok hensyn til inntekts- og bensinprisutvikling.

For begge modellene har modellert trafikk gått fra å være svakt underestimert til å bli noe sterkere overestimert etter at demografi- og sonedata ble endret til riktigere verdier. For Sokna – Ørgenvika er overestimeringen redusert ved å ta hensyn til faktisk inntekts- og bensinprisutvikling i perioden.

9.0 Diskusjon

Det innledende forskningsspørsmålet gikk på om det var mulig å gjennomføre systematiske etterprøvinger av norske veiprosjekter ved bruk av re-kjøring av modeller som metode. Dette har det blitt vist at er mulig. I seg selv er dette resultatet gledelig med tanke på framtidig arbeid innen fagfeltet. For to av prosjektene som har blitt analysert har tilgjengelige data vært gode nok til at trafikkberegningene både kan gjenskapes og prøves opp mot oppdaterte verdier på sentrale inngangsvariabler. Dette leder til spørsmål om hvor godt modellene traff i sine prediksjoner, hvordan antagelser om verdier på sentrale inngangsvariabler påvirker resultatet, og om modellen gjorde jobben den var satt til å gjøre. Prosjektet Minnesund-Labbdalen viser derimot at det ikke alltid er tilfellet at modeller enkelt kan etterprøves ved re-kjøring av transportmodellen som ble brukt. For dette prosjektet var det for tidkrevende å gjenskape beregningene. Det sentrale spørsmålet er da hvorfor dette ikke lot seg gjøre, og hva som kan gjøres for å muliggjøre etterprøvningsstudier av slike prosjekter i fremtiden.

I denne diskusjonen vil disse spørsmålene drøftes og besvares utfra erfaringer fra denne studien og det som har blitt påpekt i tidligere studier.

9.1 Hva viser resultatene?

For begge prosjektene som har blitt re-modellert treffer trafikkberegningen ex-ante den registrerte trafikkmengden godt, med en underestimering av trafikken på 0,92 % og 1,20 % for henholdsvis Sokna-Ørgenvika og Vangstunnelen.

Resultatene av den gjennomførte analysen for begge prosjektene som har blitt re-modellert med oppdaterte demografi- og sonedata viser at beregnet trafikk går fra å være svakt underestimert til å bli noe kraftigere overestimert. Med andre ord har avviket mellom beregnet og faktisk trafikkmengde økt ved å oppdatere verdier på disse inngangsvariablene i modellen. For prosjektet Sokna-Ørgenvika treffer beregningen ex-post den registrerte trafikkmengden bedre enn beregningen ex-ante med oppdaterte data der nettverket som ble brukt ex-ante også brukes ex-post, forutsatt at trafikkmengden reduseres med 1,9 % som var feilen i gjenskapingen. Om det blir mer riktig å redusere trafikkmengden med 1,9 % avhenger av hva avviket skyldtes i utgangspunktet. Dersom det skyldes at det ex-ante ble brukt en annen inntektsindeks enn 1,676 som forutsatt her, blir det feil å justere for dette avviket. Dersom det derimot skyldes endringer i nettverket med hensyn på kalibrering kan det være mer riktig å

justere for dette avviket. Siden det ikke vites hvorfor gjenskapingen av NTM5-bergningen for Sokna – Ørgenvika bommet med 1,9 % er det sikrest å bruke de ujusterte tallene som beregnet trafikkmengde ex-post. Da blir konklusjonen at avviket for alle beregningene ex-post ble større enn beregningen ex-ante, men med motsatt fortegn.

To prosjekter, som her er analysert, er selvsagt et for tynt grunnlag til å trekke noen generelle konklusjoner. Tendensen er imidlertid lik for begge; ved å bytte ut prognosedata med faktiske data for noen sentrale inngangsvariabler øker den beregnede trafikkmengden. Vi vet at trafikkberegninger i Norge generelt underestimerer trafikken (Welde og Odeck, 2011). Gale antagelser for sentrale inngangsvariabler har blitt lansert som en mulig forklaring på dette (de Jong m.fl., 2007; Nicolaisen og Driscoll, 2014). Til tross for et noe tynt datagrunnlag styrker den gjennomførte studien denne hypotesen.

Effektene av å endre til faktiske verdier på de analyserte inngangsvariablene er som vist små. Alle beregningene som er gjort er innenfor det man må anse som akseptable avvik for en modell. Dette gir tiltro til at modellene på generell basis er gode. Begge prosjektene som er kjørt befinner seg i utkantstrøk. Ingen av dem ligger i byer, eller i umiddelbar nærhet av byer. Dette gjør at det i hovedsak er rutevalgsberegninger man analyserer. For mer komplekse prosjekter, som byprosjekter eller prosjekter med større endringer i nettverk og arealbruk er det ikke urimelig å anta at forskjellene ville vært større. I tillegg ville langt flere variabler påvirket trafikketterspørselen, noe som ville økt kompleksiteten betraktelig.

På spørsmålet om man får det man ønsker å oppnå av trafikkberegningene er svaret ja for Sokna-Ørgenvika. For dette prosjektet ble beregningene benyttet i NTP 2014-23. Som inndata til nytte-kostnadsberegninger må et avvik i trafikkmengden på 0,92 % kunne sies å være godt nok. For Vangstunnelen er det usikkert hva beregningen ble brukt til. Det nærmeste svaret på dette som har kommet fram, er at de ble brukt til å «svare på noen konkrete spørsmål på trafikk i tunnelen, samt noen andre planer i området som skulle testes» (e-postkorrespondanse, Statens Vegvesen region vest). Hvilke konkrete spørsmål, og hvilke planer dette gjelder, vites ikke. Derfor er det vanskelig å svare på om man fikk det man ønsket å oppnå. Uansett kan man slå fast at beregningen var presis med en underestimering på 1,20 % og at modellen derfor mest sannsynlig gjorde det den var satt til å gjøre.

For Sokna – Ørgenvika kan man stille spørsmålsteget ved om det var nødvendig å gjøre beregningene i RTM i det hele tatt. Som vist utgjorde korte turer kun 3 % av den totale trafikkmengden. Kanskje ville det vært nok å bruke enkle trafikkframskrivinger eller kun bruke

NTM-beregningene. Generelt er det uheldig å gjøre beregninger for prosjekter i modellområdets ytterkant, som det ble gjort for dette prosjektet. Mye informasjon kan gå tapt og ikke komme med i modellen dersom dette gjøres. Man vil f.eks. ikke kunne fange opp destinasjonsvalgendringer til og fra eksterne soner. For dette prosjektet kan det kanskje forsvares som følger av at det er lite næringsvirksomhet i området.

9.2 utfordringer knyttet til etterprøvingsanalyser

Et funn i denne studien som er gledelig er at eldre modeller lar seg kjøre forholdsvis enkelt når alt av modelldata er på plass. Hos Citilabs kan eldre programvare hentes og lastes ned. Man får også god assistanse dersom det dukker opp problemer med programvaren. Det er ikke funnet forhold som tilsier at programvare i seg selv virker hemmende på denne typen studier. Men det er andre utfordringer som virker begrensende på etterprøvingsanalyser.

Det ble innledningsvis pekt på årsaker til at systematiske etterprøvingsanalyser til nå har vært relativt sjeldne. Hovedårsaken som ble trukket fram der var manglende data for å muliggjøre slike studier. Et annet poeng som ble trukket fram var at slike studier sjeldent etterspørres. Basert på tidligere studier og studien som er gjennomført her er det mulig å peke på ytterligere utfordringer knyttet til etterprøvingsanalyser og mulige metoder for å overkomme noen av disse.

9.2.1 Innhenting av data

Arge m.fl. (2000) påpekte ved årtusenskiftet at modellmiljøene den gang var små i de enkelte områdene de så på, og at kompetansen om modellene var personavhengig. Det ble understreket at dette gjorde arbeidet med modellene sårbart. Ved innhenting av data til analysene som her er gjennomført kan det virke som kompetansen om modellene som har blitt brukt fortsatt er personavhengig. Med dette menes at det kun er dem som har jobbet med en modell direkte som sitter på informasjonen og kompetansen om modellen som er nødvendig for å muliggjøre etterprøving. All data til prosjektene som her er analysert med unntak av Minnesund-Labbdalen-prosjektet ble først funnet ved direkte kontakt med dem som arbeidet med de ulike modellene den gang beregningene ble gjort. I et etterprøvingsperspektiv byr dette på visse problemer.

For det første er det alltid en fare for at personer slutter eller bytter jobb. Når kunnskapen om arbeidet som er gjort følger person, vil denne da bli mistet. Ved store omrokinger og endringer av personell kan det også bli en viss fare for at det glemmes hvilke personer som var sentrale i arbeidet med de ulike transportanalysene. På denne måten går kunnskapen som er nødvendig for innhenting av data og kompetanse om selve modellen i glemmeboken. For det andre er det en viss fare for at for stor personavhengighet medfører tapt kunnskap selv når man vet hvem som sitter på kompetansen. Det er menneskelig å glemme. Når det har gått flere år siden det ble arbeidet med en viss modell, er faren for at det som den gang ble gjort er glemt, selv hos de mest sentrale aktørene i arbeidet. Dette var et problem i arbeidet med E16 Vangstunnelen. Kunnskapen om hva modellen i sin tid ble brukt til – hvilket problem den skulle løse – er glemt.

For å løse disse utfordringene er dokumentasjon av arbeidet som gjøres og gode arkiveringsprotokoller helt sentralt.

9.2.2 Dokumentasjon av trafikkberegninger

Det forelå ingen dokumentasjon av selve trafikkberegningene for noen av prosjektene som er analysert her. Det som skilte de tre prosjektene som lot seg gjenskape fra det som ikke lot seg gjenskape var at den fullstendige modellen ble gitt, med inngangsdataene samt det komplette nettverk som ble brukt i beregningen. For Minnesund-Labbdalen forelå inngangsdataen, men ikke nettverket som ble brukt eller resultatfiler hvor nettverksendringene kunne leses av. Dette måtte blitt «bygd» på nytt dersom beregningen skulle vært gjenskapt, men uten dokumentasjon på dette var det for tidkrevende. I tillegg ville det vært vanskelig å vite om modellen ble bygd opp riktig dersom dette var forsøkt. Ved en «prøv-og-feil-strategi» kunne man prøvd seg fram til modellen ga riktig resultat på trafikkmengden. Derimot ville man ikke med en slik metode kunne slå sikkert fast at oppsettet i realiteten ble riktig. Eksempelvis kan det tenkes at en variabel ville blitt manipulert feil i én retning, mens en annen ble manipulert feil i motsatt retning. Til sammen kunne resultatet av dette blitt riktig, men siden variablene var gitt feil verdi ville den påfølgende analysen blitt uriktig.

Viktigheten av dokumentasjon har flere aspekter knyttet til seg. Viktigste i lys av studien som er gjort her er at det er nødvendig for å muliggjøre gode etterprøvingsanalyser. Jo mer som er dokumentert, jo mer kan man etterprøve. Dersom alle antagelser man gjør noteres ned, kan disse i ettertid etterprøves. Eksempelvis er det enklere å teste antagelser om inntektsutvikling

når man i ettertid vet med sikkerhet hvilken inntektsutvikling som ble forutsatt. Ikke bare muliggjør det mer komplekse og inngående etterprøvningsanalyser, men det vil også være tidsbesparende. Mye tid kan spares på å slippe å lete gjennom alle mulige dokumenter og benytte «prøv-og-feil-strategier» når beregningene skal gjenskapes og re-kjøres. Når etterprøvningsanalyser kan gjøres enklere og mer tidseffektive vil det også bli mer attraktivt å gjøre slike analyser. Men det er minst to andre helt sentrale årsaker til at dokumentasjon er viktig. For det første tvinger det dem som jobber med modellen til å tenke nøye gjennom det arbeidet som gjøres. Dette kan hjelpe personer som arbeider med modellene å avdekke usikkerheter og svakheter ved analysene som gjøres ved at man blir mer bevisst sitt eget arbeid. For det andre bidrar det til å redusere personavhengigheten rundt kompetansen om modellene. Dersom arbeidet dokumenteres vil kompetansen og kunnskapen bli fritt tilgjengelig for alle som har interesse av innsyn i hva som faktisk har blitt gjort. Dette er viktig med tanke på etterprøving, men det er også viktig for å kunne lære av hverandres arbeid. Videre bør dette være av interesse for beslutningstakere som skal fatte beslutninger basert på resultatene fra transportmodellene. For disse vil innsyn i beregningsgrunnlaget hjelpe dem med å lokalisere usikkerheter, mangler og antagelser som er gjort, slik at beslutningene kan fattes på et mer kunnskapsbasert grunnlag. Det er altså flere årsaker til at dokumentasjon av trafikkberegningene bør bli en mer institusjonalisert praksis i fremtiden. Manglende dokumentasjon og data har blitt sett på som den viktigst begrensningen på framskritt innen etterprøvningsanalyser av transportmodeller (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Derfor er det også den største begrensningen på videreutvikling og forbedring av transportmodeller.

Det er ikke bare modelloppsettet, beregningene, hva som er gjort og hva modellen ble brukt til som må dokumenteres. Det er også svært viktig at selve modellen – med dette menes de ulike RTM- og NTM-versjonene – har dokumentasjon. Med dokumentasjon og brukerveiledninger bidrar man til å spre kunnskapen og redusere personavhengigheten. Siden miljøene som jobber med persontransportmodeller til daglig er små, er det en fare for at ting som virker opplagt for disse ikke dokumenteres skriftlig. Spesielt kan dette være en utfordring i ettertid, når personer som ikke var en del av denne gruppen ønsker å arbeide med modellene. Dette kan være tilfellet i etterprøvningsstudier. På dette punktet er praksisen i Norge blitt bedre. Til hver modellversjon følger det en teknisk dokumentasjon og brukerveiledning.

Hvordan inngangsdataen inngår i modellen samt endringer som gjøres i disse må også dokumenteres. Eksempelvis kunne inntektsutviklingen som inngår i NTM5 vært redegjort for mer utfyllende og eksplisitt. Som vist er det eneste som er skrevet om den at den er en

«Inntektsindeks (personlig bruttoinntekt) med 1998 som basisår» (Hamre, 2002). Hvilke data baserer den seg på? Er det gjort noen antagelser mht. utregning av den? Slike spørsmål gir ikke dokumentasjonen som foreligger noen svar på. Da NTM5 var i bruk som standardversjon av den nasjonale transportmodellen forelå det et dokument som viste hvilken inntektsindeks man burde bruke for ulike beregningsår. Det var dette dokumentet som ledet til antagelsen om at 1,676 ble brukt som inntektsindeks i prosjektet Sokna – Ørgenvika for 2018-scenariot ex-ante. Dette er en prognose, og ikke nødvendigvis den faktiske inntektsindeksen i perioden. Når modellen skal etterprøves må man også kunne finne den faktiske verdien. Da må forutsetningene for hvordan den regnes ut være gitt.

Hvorfor er svak dokumentasjon et generelt problem i trafikkberegninger? Det kan tenkes at bevisst manipulasjon eller bevisst tilbakeholdelse av data forekommer. Det må understrekes at det for de analyserte prosjektene virker som dette *ikke er tilfellet* for disse. Snarere tvert imot har alle som har blitt kontaktet angående prosjektdata til denne studien vært svært behjelpelige og imøtekommende. Denne diskusjonen er ment generelt, og basert på at bevisst manipulasjon har blitt trukket fram som en årsaksforklaring i tidligere studier. Det er slik at jo mer åpen man er om hva som er gjort, jo enklere er det for andre å vise til feil og mangler. Da kan det være fristende å holde kortene tett til brystet for å unngå at feilene, svakhetene og usikkerhetene ved arbeidet kommer fram i lyset. Altså kan bevisst svak dokumentasjon være en strategi for å unngå ubehagelige spørsmål. Det er ikke åpenbart hvordan et slikt problem kan løses dersom det forekommer, men å skape en konsensus om at etterprøving og replikasjon ikke er metoder for å henge ut noen, men for å lære og forbedre, kan være en framgangsmåte for å løse et slikt problem. Sterkere virkemidler som å innføre sanksjoner for svak dokumentasjon kan være en annen løsning.

En annen årsak til at manglende dokumentasjon er et generelt problem er at det er tidkrevende å notere ned arbeidet som gjøres. I en arbeidshverdag med stort tidspress og mye som skal gjøres er det naturlig at dokumentasjonen forsømmes. Det er tross alt ikke det man bedømmes på per dags dato. Likevel må det understrekes at svak dokumentasjon er den største begrensningen på å muliggjøre bedre før-etter-analyser, og derfor er det ikke urimelig å hevde at det er den største begrensningen på å forbedre transportmodellene.

9.2.3 Arkiveringsprotokoller

Hvorfor dokumentasjon er viktig har blitt diskutert. Minst like viktig er hvordan denne dokumentasjonen lagres. Det hjelper lite at ting dokumenteres dersom denne dokumentasjonen går tapt. Derfor er gode rutiner for hvordan dokumentasjonen arkiveres helt sentralt.

På nåværende tidspunkt kan det virke som transportmodellene blir gjemt og glemt så snart de har utspilt sin rolle som en del av beslutningsgrunnlaget for investeringer i nye samferdselsprosjekter, eller andre problemstillinger der transportmodeller inngår. Kanskje bør det opprettes et arkiv for å ta vare på benyttede transportmodeller og dokumentasjonen av disse. Da vil det i ettertid være enklere å finne den nødvendige informasjonen for å muliggjøre bedre etterprøvningsanalyser. Selv modellene til prosjekter og alternativer som ikke blir realisert kan være interessante å etterprøve, og disse bør også arkiveres på en god måte. Alternativene «gjør-ingenting» eller det som ofte blir kalt 0-alternativene har i liten grad blitt etterprøvd tidligere (Nicolaisen og Strand, 2012). Men siden disse alternativene er de som sammenlignes med «gjør-noe»-alternativene i nytte-kostnadsanalyser er de viktige som en del av beslutningsgrunnlaget om investeringer.

Når data og dokumentasjon lagres på en tilfredsstillende måte slik at de kan gjennomgås i ettertid kan det være hensiktsmessig slik Nicolaisen og Driscoll (2014) foreslår å opprette egne systematiske evalueringsprogram. Dette blir gjort i Norge, som påpekt tidligere, men som nevnt er metoden som benyttes uten bruk av transportmodell. Et tilsvarende program, men med bruk av transportmodell kan være veien å gå. For uten bruk av transportmodellene i før-etter-analysene blir årsakene til usikkerhetene i modellene vanskelige å avdekke. Dette vil igjen begrense utbyttet man får av systematiske evalueringer.

Endringer i prosjektene underveis i prosessen har blitt fremhevet som en mulig usikkerhetskilde (Nicolaisen og Driscoll, 2014). Som en del av bedre dokumentering og arkivering bør derfor oppsyn og dokumentasjon på endringene i prosjektene før ferdigstilling og etter være en del av det som bør bevares. Dette vil muliggjøre testing av dette i framtidige etterprøvningsstudier. Det samme gjelder endringer i nettverk og arealbruk.

9.2.4 Modellenes kompleksitet

Modellenes kompleksitet kan gjøre dem utfordrende å etterprøve. Dette var en av begrunnelsene for hvorfor det i denne studien ble gjennomført en relativt enkel form for

etterprøving. Derimot bør ikke kompleksitet i seg selv være en unnskyldning for å ikke etterprøve trafikkberegninger.

Prosjektene som har blitt etterprøvd i denne studien er relativt enkle i den forstand at de ligger i utkantstrøk og først og fremst er forkortinger av eksisterende veier. Mer komplekse prosjekter som innebærer flere tiltak, større nettverksendringer og endringer som påvirker flere reisehensikter og reisemidler er vanskeligere å modellere. Dette gjør dem også mer utfordrende å etterprøve. Dersom man greier å isolere årsakssammenhengene og mekanismene som virker i slike prosjekter vil man kunne trekke nyttig lærdom av å etterprøve dem. Derfor bør dette forsøkes i framtidige studier.

En annen utfordring knyttet til kompleksitet er endringer i format etter hvert som modellene utvikles. Til tross for at den gjennomførte studien er enkel i den forstand at det som har vært etterprøvd først og fremst er knyttet til antagelser som verdier på sentrale inngangsvariabler har det vist seg at det ikke er så rett fram som det først kan virke. For å benytte nye verdier på demografi- og sonedata har det blitt vist at det var nødvendig å endre formatet på de nye dataene til å passe det gamle formatet. Det har blitt vist hvordan dette ble gjort. Jo større endringer som gjøres, jo større vil utfordringen knyttet til dette være. Spesielt endringer i grunnkretsinnodelinger kan være problematiske. Som vist ble fordelingen i Oslo-området upresis i de nye dataene som følge av store endringer i inndelingen av grunnkretser. Hvordan vil nye fylkes- og kommunesammenslåinger slå ut på grunnkretsinnodelingene? Endringer vil utvilsomt forekomme. Da er det viktig at man kan gå tilbake og følge endringene som gjøres. På SSBs hjemmesider kan man følge endringer i grunnkretsinnodelingen tilbake til 2002 (Statistisk Sentralbyrå, 2018b). Til tross for dette var ikke alle endringene som har vært gjort entydige. Dette kan skyldes at noen av endringene er fra før 2002. Disse endringene har det ikke blitt funnet dokumentasjon på.

9.3 Veien videre

Den største svakheten ved den gjennomførte studien er at ikke flere prosjekter har blitt etterprøvd. Siden hensikten har vært utforskende, nærmere bestemt å avdekke om slike analyser kan gjennomføres, kan dette forsvares. For at resultatene skal være generaliserbare kreves mer forskning på området. Lignende studier som denne bør gjennomføres for å få et større datagrunnlag. Utfordringene som har dukket opp i den gjennomførte analysen har blitt

påpekt. Når man er klar over disse utfordringene og fallgruvene på forhånd, bør det være enklere å gjennomføre tilsvarende studier i framtiden. Det anbefales at lignende studier som denne gjennomføres mer regelmessig for flere ferdigstilte vegprosjekter i framtiden. Det vil også være interessant å se på andre reisemidler enn biltrafikk. Spesielt kollektivtransport som har vist seg utfordrende å modellere (Tørset, 2005) kan tjene på systematiske etterprøvningsanalyser som metode for lære mer om fenomenet og bedre modelleringen av slik trafikk.

Videre bør mer inngående etterprøvningsanalyser gjennomføres. Det har blitt pekt på årsaker til at slike analyser kan være utfordrende å gjennomføre på nåværende tidspunkt. Forhold som dokumentasjon, personavhengighet, arkivering og kompleksitet har blitt framhevet som begrensninger på slike analyser. Det har også blitt diskutert tiltak for å overkomme slike utfordringer. Når disse tiltakene blir gjennomført bør mer inngående etterprøvningsanalyser være mer overkommelige enn de er på nåværende tidspunkt. Da bør også slike analyser gjennomføres mer systematisk.

Testing av modellversjoner opp mot hverandre er også noe man bør gjøre i framtidige arbeider. Som antydnet i kapittel 7.0 ville et alternativ til den valgte metoden vært å bruke nyere modeller ex-post enn de benyttet ex-ante. Dersom man greier å holde andre variabler like – eksempelvis bruke samme inngangsdata i begge modellene – kan man analysere om utviklingen av modellene har forbedret nøyaktigheten deres. Da vil man kunne svare på spørsmål som om en mer sofistikert fartsmodell leder til mer nøyaktige trafikkprognoser enn en mindre sofistikert fartsmodell.

10.0 Konklusjon

Hovedfunnet i denne studien er at det er mulig å etterprøve transportmodeller gjennom re-kjøring av modellene brukt ex-ante. Dette fordrer at det foreligger tilstrekkelig dokumentasjon for beregningene. Med dette menes at forutsetninger og antagelser gjort ved beregningen er dokumentert, at modelloppsettet som ble brukt eksisterer i sin fulle form, at ulike modellversjoner har dokumentasjon og brukerveiledninger, og at formatendringer på inngangsdata har dokumentasjon. Denne studien og tidligere forskning viser at det ikke er gitt at denne dokumentasjonen foreligger. For å muliggjøre flere og bedre etterprøvningsanalyser i fremtiden anbefales det sterkt at denne praksisen forbedres. Dokumentasjonen må også arkiveres på en

slik måte at den er enkel å hente fram når nødvendig. Når denne praksisen er etablert bør en vurdere å innføre systematiske evalueringsprogram av modellarbeidet.

Trafikkberegningene gjort ex-ante for de to prosjektene som ble etterprøvd var i utgangspunktet nøyaktige med en svak underestimering av trafikkmengden for begge. Endrede verdier på sentrale inngangsvariabler gjorde trafikkestimatet noe mer unøyaktig, med en noe sterkere overestimering. Alle beregningene er innenfor det man må anse som akseptable avvik. Siden modellene traff godt ex-ante bør det kanskje ikke legges for stor vekt på selve trafikktallet i beregningene ex-post, men heller på retningen i endringene. Retningen i endringen for begge prosjekter er at riktigere verdier på sentrale inngangsvariabler øker trafikkmengden sammenlignet med trafikkmengden beregnet ex-ante. I tillegg har Welde og Odeck (2011) vist at transportmodellene i Norge generelt underestimerer trafikkmengden. Basert på dette kan man anta at gale antagelser på sentrale inngangsvariabler generelt leder til en underestimering, heller enn overestimering av beregnet trafikk. Likevel er datagrunnlaget for å trekke noen definitive konklusjoner for tynt. Derfor må tilsvarende studier som denne, samt mer komplekse analyser utføres i det videre arbeidet med etterprøvinger og videreutvikling av transportmodeller.

Litteratur

- Adserø, J. S. (2017). *Effekter av ny infrastruktur på arealbruk-Et casestudie fra Norge* (Master's thesis, NTNU).
- Andersson, M., Brundell-Freij, K., & Eliasson, J. (2017). Validation of aggregate reference forecasts for passenger transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 96, 101-118.
- Arge, N., Homleid, T., & Stølan, A. (2000). Modeller på randen... Bruk av transportmodeller i norske byområder. En evaluering. Oslo, LOKTRA-prosjekt.
- Ascher, W. (1981). The forecasting potential of complex models. *Policy Sciences*, 13(3), 247-267.
- Bain, R. (2009). Error and optimism bias in toll road traffic forecasts. *Transportation*, 36(5), 469-482.
- Citilabs (2018). Cube – Transportation and land-use modelling. Hentet fra <http://www.citilabs.com/software/cube/>
- Cohen-Blankshtain, G., & Rotem-Mindali, O. (2016). Key research themes on ICT and sustainable urban mobility. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(1), 9-17.
- COWI (2017). Veileder for etterprøving av prissatte konsekvenser av store vegprosjekt.
- De Jong, G., Daly, A., Pieters, M., Miller, S., Plasmeijer, R., & Hofman, F. (2007). Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for The Netherlands. *Transportation*, 34(4), 375-395.
- Econ Pöyry (2009). Evaluering av persontransportmodeller. *Rapport 2009-010*.
- Eliasson, J., Börjesson, M., van Amelsfort, D., Brundell-Freij, K., & Engelson, L. (2013). Accuracy of congestion pricing forecasts. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 52, 34-46.
- Finansdepartementet (2018). Statsbudsjettet 2018. Hentet fra <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2018/Statsbudsjettet-fra-A-til-A/Samferdsel/>
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., & Buhl, S. L. (2006). Inaccuracy in traffic forecasts. *Transport Reviews*, 26(1), 1-24.
- Hamre, T. N. (2002) NTM5 Den nasjonale persontransportmodellen. *TØI rapport*, 555/2002.
- Hamre, T. N., Rekdal, J., Larsen, O. I. (2002). Utvikling av den nasjonale persontransportmodellen i fase 5 - Del B: Estimering av modeller. *TØI rapport*, 606/2002.
- Hartgen, D. T. (2013). Hubris or humility? Accuracy issues for the next 50 years of travel demand modelling. *Transportation*, 40(6), 1133-1157.

- Kain, J. F. (1990). Deception in Dallas: Strategic misrepresentation in rail transit promotion and evaluation. *Journal of the American Planning Association*, 56(2), 184-196.
- Levin, T., Tørset, T., Malmin, O. K., Rennemo, O. (2015). Data og metoder for modellering av biltrafikkens fart i transportmodeller. *SINTEF rapport*.
- Malmin, O. K. (2013). CUBE – Teknisk dokumentasjon av Regional Transportmodell. *SINTEF rapport*.
- Minken, H., (2012). Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. *TØI*
- Næss, P., Nicolaisen, M. S., & Strand, A. (2012). Traffic Forecasts Ignoring Induced Demand: a Shaky Fundament for Cost-Benefit Analyses. *European Journal of Transport & Infrastructure Research*, 12(3).
- Nicolaisen, M. S., & Driscoll, P. A. (2014). Ex-post evaluations of demand forecast accuracy: A literature review. *Transport Reviews*, 34(4), 540-557.
- Nicolaisen, M. S. (2012). *Forecasts: Fact or Fiction?: Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation* (Doctoral dissertation, Videnbasen for Aalborg Universitet VBN, Aalborg Universitet Aalborg University, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet The Faculty of Engineering and Science).
- Odeck, J. (2013). How accurate are national road traffic growth-rate forecasts?—The case of Norway. *Transport policy*, 27, 102-111.
- Odeck, J., & Welde, M. (2017). The accuracy of toll road traffic forecasts: An econometric evaluation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 73-85.
- Rambøll (2014). KVV kryssing av Oslofjorden. Teknisk dokumentasjon av transportanalysen. *Rapport*.
- Regjeringen (2014). Solvik-Olsen åpnet E6-strekningen Minnesund-Labbdalen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/solvik-olsen-apnet-e6-strekningen-minnesund-labbdalen/id2353515/>
- Rekdal, J. (2007). Etablering av RTM for Oslo og omegn (RTM23): Sammenstilling av resultater fra Fredrik, PRVU01 og RTM23. *Møreforskning Molde AS: Rapport*, 0703.
- Rekdal, J., & Larsen, O. I. (2008). RTM23+, Regional modell for Oslo-området. *Dokumentasjon av utviklingsarbeid og teknisk innføring i anvendelse. MFM rapport*, 806, 2008.
- Rekdal, J., Larsen, O. I., Løkketangen, A., & Hamre, T. N. (2013). TraMod_By Del 1: Etablering av nytt modellsystem. *Møreforskning Molde AS: Rapport*, 1313.
- Schooler, J. W. (2014). Metascience could rescue the ‘replication crisis’. *Nature News*, 515(7525), 9.
- Statens Vegvesen (-). Vegkart. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/vegkart/>

Statens Vegvesen (-). Rv 7 Sokna - Ørgenvika. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/Ferdigprosjekt/Sokna>

Statens Vegvesen (-). E18 Sky – Langangen. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e18skylangangen>

Statens Vegvesen (-). E16 Vangstunnelen. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/vossapakko/Prosjekter/e16vangstunnelen>

Statens Vegvesen (2017). Trafikkregistreringer. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/Nokkeltall+transport/Trafikk/Trafikktellinger>

Statistisk Sentralbyrå (-). Skattestatistikk for personer. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07006/tableViewLayout1/?rxid=58bf09a0-c2c4-4f87-8b1d-2912d20cbf36>

Statistisk Sentralbyrå (-). Skattestatistikk for personer. Hentet fra <https://www.ssb.no/inntekt-og-forbruk/statistikker/selvangivelse/aar>

Statistisk Sentralbyrå (-). Sal av petroleumsprodukt. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/tableViewLayout1/?rxid=b90b2c29-62d7-476f-aaf5-7c6a91fca098>

Statistisk Sentralbyrå (2007). Standard for næringsgruppering (SN). Hentet fra <https://www.ssb.no/klasse/klassifikasjoner/6/koder>

Statistisk Sentralbyrå (2017a). Laveste lønnsvekst på 2000-tallet. Hentet fra <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/artikler-og-publikasjoner/laveste-lonnsvekst-pa-2000-tallet>

Statistisk Sentralbyrå (2017b). Nøkkeltall for befolkning. Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/nokkeltall/befolkning>

Statistisk Sentralbyrå (2018a). Folkemengde og befolkningsendringer. Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkemengde/aar-per-1-januar>

Statistisk Sentralbyrå (2018b). Standard for delområde- og grunnkretsinnndeling. Hentet fra <https://www.ssb.no/klasse/klassifikasjoner/1/>

Statistisk Sentralbyrå (2018c). Konsumprisindeksen. Hentet fra <https://www.ssb.no/kpi>

Steinsland, C., L. Fridstrøm (2014). Transportmodeller på randen: En utforsking av NTM5-modellens anvendelsesområde. *TØI rapport 1309/2014*.

Trafikverket (2018). Sampers. Hentet fra <https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Sampers/>

Tørset, T. (2005). Kollektivtransportmodellering: Kan eksisterende transportmodeller utvikles slik at de blir mer egnet til analyser av kollektivtransport?.

Tørset, T., Malmin, O. K., Ness, S., & Levin, T. (2008). Regional transportmodell for Delområder. Brukerveiledning til applikasjon. *SINTEF Rapport*.

Tørset, T., O. K. Malmin, B. Bang og D. Bertelsen (2013). CUBE – regional persontransportmodell versjon 3. *SINTEF Rapport*.

Vegfinans Hallingporten (-). Trafikkstatistikk. Hentet fra <https://hallingporten.vegfinans.no/Om-oss/Trafikkstatistikk-13>

Welde, M, og J. Odeck (2011). Transportplanlegging. Mangelfulle analyser, men tegn på god norsk praksis. *Samferdsel*.

Welde, M., Eliasson, J., Odeck, J., & Börjesson, M., (2013). Planprosesser, beregningsverktøy og bruk av nytte-kostnadsanalyser i vegsektor: En sammenligning av praksis i Norge og Sverige.

West, J., Börjesson, M., & Engelson, L. (2016). Accuracy of the Gothenburg congestion charges forecast. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 266-277.

Vedlegg

Vedlegg 1: Oppgaveteksten

Etterprøving av treffsikkerheten av transportmodeller på utbygde vegprosjekter

Etterprøving av treffsikkerheten av transportmodeller er et område som er mye diskutert men lite testet. En slik etterprøving vil kunne bidra til å forbedre modellene som er i bruk samt til mer opplyst beslutningsgrunnlag. Oppgaven går ut på å etterprøve resultater av transportmodeller på gjennomførte prosjekter målt opp mot faktisk trafikkteillinger og fordeling.

Vedlegg 2: Endringer som ble gjort i soneinndelingen for å lage ny demografi- og sonedatafil

Tallene nedenfor representerer grunnkretsnummeret etter SSBs grunnkretsinnndeling (Statistisk Sentralbyrå, 2018). Eksempelvis er grunnkretsnummer 1010110 lik Karrestad i Halden og 3014010 vestre Romsås i bydel Grorud i Oslo.

1010109 og 1010110 ble lagt til 1010101

1066407 og 1066408 ble lagt til 1066401

2191303 ble lagt til, men uten oppdatert data

2191306 ble lagt til 2191305

2192211 og 2192212 ble lagt til 2192205

2200408 ble lagt til, men uten oppdatert data

2310621 ble lagt til, men uten oppdatert data

2360207 ble lagt til, men uten oppdatert data

3013215 ble lagt til 3013206

3013315-3013318 ble lagt til 3013314

3013417 ble lagt til 3113414

3013617 og 31013618 ble lagt til 3013616

3013712-3013721 ble lagt til 3013711

3013816-3013821 ble lagt til 3013807

3013916-3013923 ble lagt til 3013904

3014012-3014018 ble lagt til 3014010
3014118-3014122 ble lagt til 3013112
3014118-3014122 ble lagt til 3014112
3013210 ble lagt til 3014209
3014413-3014418 ble lagt til 3014411
3014511-3014513 ble lagt til 3014509
3014610 og 3014611 ble lagt til 3014609
3014704-3014706 ble lagt til 3014702
3014910-3014912 ble lagt til 3014908
3015008 ble lagt til 3015005
3015102-3015103 ble lagt til 3015101
3015210 ble lagt til 3015209
3015405 og 3015406 ble lagt til 3015404
3015503-3015504 ble lagt til 3015502
3015803-3015805 ble lagt til 3015802
3015902 ble slettet
3016003-3016007 ble lagt til 3016002
5170109 ble lagt til 5170108
5280511 ble lagt til 5280510
5290408 ble lagt til, men uten oppdatert data
9290107 endret nummer til 9290116
9290115 ble lagt til 9290104
11540101-11590206 endret nummer til 11600101-11600706
15030401-15030903 endret nummer til 15050101-15050903
15051101-15051303 endret nummer til 15560101-15560303
15690101-15690115 endret nummer til 15760101-15760115
15720101-25720105 endret nummer til 15760201-15760205
16630207 ble lagt til, men uten oppdatert data
16630501-16630512 ble slettet
17380101 ble lagt til 17380102

18041201-18041210 endret nummer til 18420101-18420110

18540109 ble lagt til, men uten oppdaterte data

18540117-18540126 ble lagt til 18540109

18540112 og 18540115 ble lagt til, men uten oppdaterte data

19024508 ble lagt til, men uten oppdaterte data

19360116 ble lagt til 19360115

Abstract

Transport models are regarded as one of the most important decision-making tools in the transportation sectors of economies/countries. Transport models are used to infer what will happen with the traffic level and/or traffic redistribution across modes if a transportation project e.g., a road project is realized. Secondly, the results of transport models are the major inputs in Benefit-Cost Analyses (BCA) used to judge the economic merits of projects. Without transport models, the quality of BCAs would be severed.

Despite that transport models play a key role in transportation decision-makings, ex-post studies that address the accuracy of transport models are scarce in the literature of transportation. This is unfortunate because ex-post studies may: (i) identify weaknesses that should be improved, (ii) reveal to the decision-makers the extent to which what was promised ex-ante is being delivered and, (iii) enhance the credibility of transport modelling as decision-making tool.

The purpose of this master thesis is an exploratory attempt to fill the knowledge gap discussed above. Specifically, we conduct ex-post evaluations of three transport models that were used to estimate traffic levels and traffic distribution on Norwegian road projects that have been built and opened for traffic for about five years. We use a relatively simple, yet insightful procedure for the reason that the study is exploratory and that transport models are complex hence a full-fledged ex-post evaluation is almost impossible at this stage. The procedure used is a re-run of the models used ex-ante i.e, before projects were realized, but using actual data compiled after the projects have been in operation for four to five years. In particular and for simplicity and exploratory purposes, the focus is on the key assumptions made ex-ante with regards to macro data such as population growth, traffic growth rate and economic growth. To infer the magnitudes of inaccuracies, we compare the ex-ante versus the ex-post results.

The results show that the analyzed models forecast ex-ante were accurate, with a slight underestimation of the actual traffic. Correct values on key input variables leads to a slightly higher overestimation of the traffic forecast in the ex-post evaluation. Based on this and the fact that Norwegian transport models in general underestimates the traffic, we can infer that key assumptions made in transport models ex-ante are most often imprecise to the extent that underestimations of traffic levels occur more often than overestimations. Notwithstanding, potentials for conducting similar and full-fledged ex-post evaluations are also discussed.

1.0 Introduction

Transport models are regarded as one of the most important decision-making tools in the transportation sectors of economies/countries. Transport models are used to infer what will happen with the traffic level and/or traffic re-distribution across modes if a transportation project e.g., a road project is realized. Secondly, the results of transport models are the major inputs in Benefit-Cost Analyses (BCA) used to judge the economic merits of projects. Without transport models, the quality of BCAs would be severed. Because of this, the precision of the models is of great concern. Despite of the importance of the topic, the literature on the field is scarce.

In this study, some aspects regarding the accuracy of transport models will be tested. More precisely the transport model used ex-ante for three road projects that has been open for traffic in approximately five years will be re-run with updated ex-post values on key input variables like economic growth, population growth, work place data and growth in fuel prices. The approach is exploratory, since studies like this has rarely been done. The research questions are as follows:

- Is it possible to do ex-post evaluations of road project by re-running the transport model used ex-ante?

If this is possible, this leads to the following questions:

- How accurate are the traffic forecast produced by the model?
- What is the magnitude of the inaccuracies by wrong assumptions on the mentioned variables?
- Does the model produce what was promised?

Since transport models are complex, there are potentially many variables that could be tested. However, previous studies have indicated that wrong assumptions on key input variables is likely to explain a large share of the uncertainties (Andersson et.al., 2017; de Jong et.al., 2007). Hence, this is the approach of this study.

Ideally, more projects should have been analyzed in the same manner to produce more generalizable results. Due to varying degrees of documentation and archiving practices of old models, and due to the time frame of this study, more projects have not been able to be analyzed thus far. If more weight is put on documentation and archiving practices in the future, even more complex ex-post evaluations will be possible at a future stage.

This study is organized as follows. First some of the existing literature will be reviewed, and the Norwegian transport models will be presented. Secondly the methodology of this study will be briefly explained. The results show that this kind of study is possible to do if the documentation is good enough. And when the ex-ante values on the key input variables are changed to the ex-post values, the models went from a slight underestimation to a slight overestimation of the actual traffic on the analyzed roads. Finally, the implications of the results and ex-post evaluations of traffic forecasts in general will be discussed.

2.0 Literature review

In a previous study Nicolaisen and Driscoll (2014) went through the existing literature regarding ex-post evaluations of demand forecast accuracy. Their main results were that despite years of improving traffic forecasting, inaccuracies remain a problem. Even more so, they showed that the methodology for conducting such studies are unclear and lack clarity. This they infer, leads to problems when interpreting the results produced from the models. Regarding ex-post evaluations themselves, they found that data availability is a huge problem that needs to be resolved if systematic ex-post evaluations of traffic forecast accuracy is going to be an institutionalized practice in the future.

In a study covering 210 infrastructure projects in different countries Flyvbjerg et.al. (2006) showed that forecasters generally do a poor job estimating future demand for transportation. To explain the causes of inaccuracy they relied on stated causes to explain the difference between estimated and actual outcome. The two most stated causes of inaccuracy they found to be uncertainties about trip generation and land-use development. The authors noted that uncovering revealed causes of inaccuracy in traffic forecasting is an important area for future research.

Despite lack of research on the explanations of the uncertainties in the traffic models, some research has been done to fill this knowledge gap. According to Andersson et.al., (2017) wrong assumptions on key input variables explains a large share of the errors in estimations of future car traffic volumes. Important variables in this regard are economic growth, population growth, car fuel prices and car ownership. De Jong et.al. (2007) came to a similar result in their study. Other sources of inaccuracy reported in previous studies are model specifications, changes in project design over time, changes in network and land use, misinterpretations of the results produced from the transport models, and deliberate manipulations (Nicolaisen and Driscoll, 2014).

For Norwegian road projects there has been a general tendency for underestimation of traffic forecasts compared to the actual outcome (Welde and Odeck, 2011). A common mean to determine the accuracy of a traffic forecast is the percentage error (PE_t) between estimated and actual outcome (Odeck, 2013):

$$PE_t = \frac{(y_t - \hat{y}_t)}{y_t} * 100$$

Here y_t represents the actual traffic volume, and \hat{y}_t the forecasted traffic volume. If $PE_t = 0$ forecasted and actual traffic volumes are the same. $PE_t < 0$ means that the forecasted traffic is an overestimate of the actual traffic, and $PE_t > 0$ means that the forecasted traffic is an underestimate of the actual traffic.

3.0 The Norwegian Transport models

The transport models used for the traffic forecasting in the projects analysed in this paper were variants of the Norwegian regional transport model (RTM) and the Norwegian national transport model (NTM). The basic framework of the models is illustrated in figure 1. RTM is

a transport model built up by the 4-step methodology. This means that the model on different levels compute trip generation, trip destination, mode of transportation and route selection. In the version of RTM used here, the model calculates the trips with a distance < 100 km. Trips > 100 km are computed in NTM. The results from the NTM is used as input data in RTM. This means that computations in RTM generate the total traffic on the analysed links.

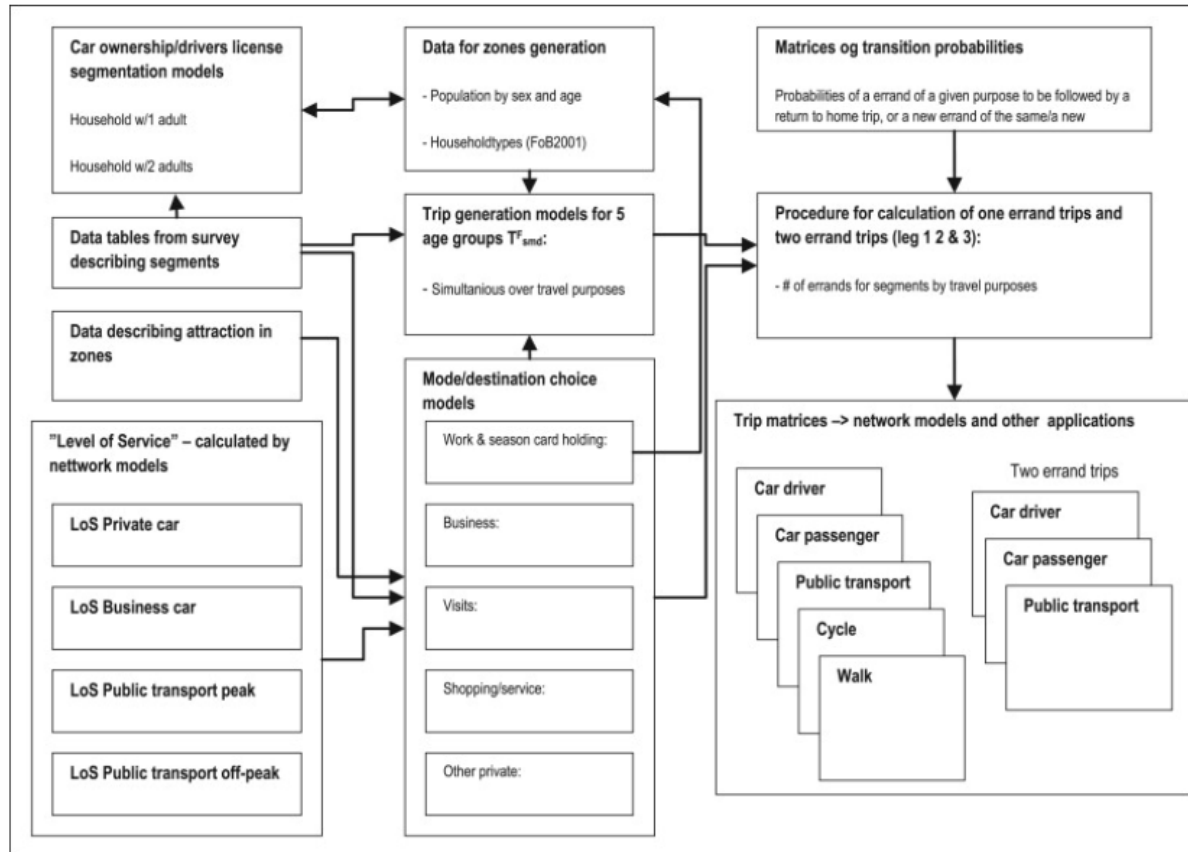


Figure 11 The basic framework of RTM and NTM.

In RTM, Norway is divided into ca. 14 000 zones (Tørset et.al., 2008). The zones are geographical units, that are of homogeneous size. All trips in the transport model have origins and destinations in zones. The trips are generated and attracted in the zones. Depending on the trip purpose, the attracting variables will vary (Tørset et.al., 2013). The number of trips generated and attracted in the zones is determined by zone data. These are data regarding the number of residents divided by age, gender, the share with a driver license, the number of students, the number of work places in the zone etc.

A model run starts with the production of “level of service” matrices. These matrices contain information about distances, travel times and other travel costs between zones for different travel modes. These matrices are used as input data in the travel demand model which calculates the origin/destination of trips and mode of transportation. Data from travel surveys, as well as zone- and demographic data are also included in the demand model. Data about car ownership and demography are joined together with the information about travel modes to make schedules of trip generations for different age groups. Then, matrices for travel purposes is created. In the end all trips are distributed in the network through the network model according to the travel purpose (Odeck, 2013).

4.0 Methodology

In this paper three Norwegian road projects that has been open for traffic for 4-5 years has been analyzed. The transport models that were used for the traffic forecasts for these projects has been retrieved. The first step in the ex-post evaluation were to replicate the results produced ex-ante.

To do this the models were run with the same input data as used ex-ante. This was possible to do for 2 of the analyzed projects, and these models produced the expected results. For the third project the documentation and available data were too poor to be able to run the model with the same input data and same assumptions as used ex-ante. Hence ex-post evaluation of the kind explained here, with re-running of the transport model was not possible to do for this project.

After the results were replicated actual data on input variables like population, settlement, economic growth, fuel prices, and data concerning employment and the employees' business occupations were retrieved. These data were put into the models, and the models were re-run with these data, holding everything else constant. For project B the re-run of the model had updated values on all these variables. For project A there was not managed to re-run NTM, hence updated values on economic growth and fuel prices were not used. For this project the only updated variables were population, settlement and employment data in the re-run of RTM.

5.0 Results

The results from the analysis is shown in table 1. As can be seen both models for project A and B produced quite accurate estimates of future traffic volumes for the year 2017, with underestimations of the actual traffic with 1.20 % and 0,92 %. As explained, the results produced ex-ante for project C were not possible to replicate, hence ex-post evaluation of this project was not possible to do.

Table 9 Results from the ex-ante and the ex-post traffic forecasts and a comparison with the actual traffic.

	Year of forecast ex-ante	Ex-ante traffic forecast (2017) [AADT]	Ex-post traffic forecast (2017) [AADT]	Actual traffic (2017) [AADT]	Percentage error between ex-ante forecast and actual traffic [%]	Percentage error between ex-post forecast and actual traffic [%]
Project A	2008/09	3 991	4 385	4 039	1.20	-7.89
Project B	2011	3 483	3 605	3 515	0.92	-2.50
Project C	2010	Unknown	-	13 779	-	-

For both project A and B updating key input variables to their actual values lead to an overestimation of the actual traffic, with 7,89 % and 2,50 % respectively.

5.1 Project A

As mentioned the only variables that were updated in the ex-post evaluation for this project were demographic data, settlement data and work place data. Because of lacking data availability, the values on economic growth and fuel prices were not updated. Since it is not known which values on these variables that were used in the ex-ante forecast, it's hard to tell whether updating these values would have led to increased overestimation or not. If we compare with project B it's likely that the overestimation would be reduced. In that project economic growth was predicted to high, and fuel prices predicted too low. In the model both higher fuel prices and lower economic growth rates leads to less car traffic, since these variables are used to predict car ownership in the model.

Answering whether the model produced what was promised ex-ante is not possible, since there is no documentation regarding what it was used for. We can only infer that it did, based on its high degree of accuracy.

5.2 Project B

Project B is the project that went through the most comprehensive evaluation, since all the analyzed variables were given its correct values. This was possible due to a high degree of data availability.

As for project A, project B went from a slight underestimation ex-ante to a higher overestimation ex-post, from 0,92 % to -2,50 %. The overestimation however, is smaller than for project A. Ex-ante, economic growth was predicted too high, and fuel prices predicted too low.

As for project A, project B lacks documentation. We know however, that the results from the traffic forecast were used in a BCA. Considering the models high degree of accuracy, we can conclude that the model did its job properly.

5.3 Project C

As shown the traffic forecast produced ex-ante for project C was not possible to replicate. This was due to lack of sufficient data to make this possible. It's not surprising that this is the case, considering that previous research indicates that this is a general problem in many such studies (Nicolaisen and Driscoll, 2014).

6.0 Discussion

In this paper we set out to pursue whether ex-post evaluations of road project were possible to do by re-running of the transport model used ex-ante. It has been showed that this is possible to do if the documentation and data availability is good enough. However, the results also indicate that documentation remain a problem to do full-fledged ex-post evaluations of transport models.

6.1 Implications

The results from the two projects that we were able to replicate shows that the accuracy of the ex-ante predictions was accurate. Both projects went from a slight underestimation of the actual traffic to a higher degree of overestimation when the values on key input variables were changed to their correct value. Since only two projects has been analysed it's not possible to draw any general conclusions. However, we know that Norwegian traffic forecasts in general underestimates the actual traffic. The results indicate that the hypothesis that this is due to wrong assumptions on key input variables might be correct. At least it indicates that it is reasonable to assume that wrong assumptions contribute to a fair amount of such uncertainties.

Since these variables are exogenous – meaning they are collected from external sources and not produced in the model itself – more effort should be put in the interpretations of the results. One solution is to model different scenarios, with different assumptions on these variables in future forecasting. Another solution might be to present the results with confidence intervals, to indicate the uncertainty in the predictions. This will inform the decision-makers that the results from the model is associated with uncertainty, and the magnitude of such uncertainties.

6.2 The problem with documentation

Documentation remain a problem in ex-post evaluations of traffic forecasts. This study, and previous research indicate that this is the major problem that needs to be solved if systematic ex-post evaluations with the use of transport models is going to be an institutionalized practice in the future. To make such studies more often and systematic is desirable. This is arguably the most efficient way to identify the uncertainties and improve traffic forecasting in the future. Ex-post studies may: (i) identify weaknesses that should be improved, (ii) reveal to the decision-makers the extent to which what was promised ex-ante is being delivered and, (iii) enhance the credibility of transport modelling as decision-making tool.

There existed no documentation for neither of the analyzed projects in this study. The difference between the two projects that we were able to replicate and the one we didn't was that for the former the whole model layout used ex-ante existed. This enabled a study of the kind described here but would most likely not have been sufficient for a more advanced kind of study, looking into more variables and other factors as described in chapter 2.0.

Even though strong documentation is a necessity to conduct full-fledged ex-post evaluations, it's not sufficient. The archiving practices of the documentation is of equal importance. There

is little use in documenting if the documentation is lost when it's needed. To cope with this, good routines of archiving used transport models and their documentation should be an institutionalized practice. The creation of a data bank collecting used models and their documentation is recommended. Together with such practices, the creation of systematic evaluation programs should be considered. Nicolaisen and Driscoll (2014) recommended the same. In Norway such a program already exists. However, the method used in this program is without use of transport models. In that evaluation program the only evaluation of the traffic forecast is done by measuring the difference between estimated and actual traffic. This simple method is useful for the overall accuracy of the models over time, however to gain more knowledge about the reasons for the uncertainty and how to cope with them, a method using the transport model is necessary.

7.0 Conclusion

The main finding of this study is that ex-post evaluations with re-running of the transport models used ex-ante are possible to do. To be able to do this it requires that there exists sufficient documentation. What is meant by this is that assumptions made ex-ante are documented, that the whole model layout used ex-ante exists, that the different model versions have documentation and user manuals, and that changes in format for the input data is documented. This study and previous research shows that it's not always the case that such documentation exists. To make more such studies possible and do more comprehensive ex-post evaluations in the future we recommend that this practise improves. The documentation also needs good archiving practises. When this practise is established, one should consider introducing systematic evaluation programs of the forecasting practices.

The results of the models we were able to replicate show that the analyzed models forecast ex-ante were accurate, with a slight underestimation of the actual traffic. Correct values on key input variables leads to a slightly higher overestimation of the traffic in the ex-post evaluation. Based on this and the fact that Norwegian transport models in general underestimates the forecasted traffic, we can infer that key assumptions made in transport models ex-ante are most often imprecise to the extent that underestimations of traffic levels occur more often than overestimations. However, the data is too scarce to draw any definite conclusions. For this reason, more studies as this should be conducted, as well as more complex analysis in the future work regarding ex-post evaluations of the accuracy of transport models.

Literature

Andersson, M., Brundell-Freij, K., & Eliasson, J. (2017). Validation of aggregate reference forecasts for passenger transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 96, 101-118.

De Jong, G., Daly, A., Pieters, M., Miller, S., Plasmeijer, R., & Hofman, F. (2007). Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for The Netherlands. *Transportation*, 34(4), 375-395.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., & Buhl, S. L. (2006). Inaccuracy in traffic forecasts. *Transport Reviews*, 26(1), 1-24.

Nicolaisen, M. S., & Driscoll, P. A. (2014). Ex-post evaluations of demand forecast accuracy: A literature review. *Transport Reviews*, 34(4), 540-557.

Odeck, J. (2013). How accurate are national road traffic growth-rate forecasts? - The case of Norway. *Transport policy*, 27, 102-111.

Tørset, T., Malmin, O. K., Ness, S., & Levin, T. (2008). Regional transportmodell for Delområder. Brukerveiledning til applikasjon. *SINTEF Rapport*.

Tørset, T, O. K. Malmin, B. Bang og D. Bertelsen (2013). CUBE – regional persontransportmodell versjon 3. *SINTEF Rapport*.

Welde, M, and J. Odeck (2011). Transportplanlegging. Mangelfulle analyser, men tegn på god norsk praksis. *Samferdsel*.