

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
 Oppdragsnavn: U290 - Utredning av kollektivprioriteringer på innfartsårer
 Oppdragsnummer: 641966-02
 Utarbeidet av: Harald Støen Høyem
 Oppdragsleder: Øyvind Sundfjord
 Dato: 29.05.2024
 Tilgjengelighet: Åpent

Dokumentasjonsnotat RTM

Innhold

1. Modellering i RTM	3
1.1. Modellforutsetninger	3
1.1.1. Modellversjon.....	3
1.1.2. Beregningsår	3
1.1.3. Fremtidig vegnett i år 2030	4
1.1.4. Bompenger	4
1.1.5. Fremtidig rutetilbud	5
1.1.6. Sonedata	6
1.1.7. Kjøretøypark	6
1.1.8. Faste matriser	8
1.2. Validering.....	8
1.2.1. Kollektiv.....	8
1.2.2. Biltrafikk.....	14
1.2.3. Trafikkvekst	17
1.3. Forsinkelse	18
1.3.1. Måling av forsinkelser.....	19

Versjonslogg:

01	29.05.24	Nytt dokument	HH	EC, ØS
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

1. Modellering i RTM

I dette kapitlet er det beskrevet hva som ligger til grunn for transportmodellberegningene. Videre er arbeidet med validering av modellen, der en kartlegger hvor godt modellen treffer i dagens situasjon for kollektivtrafikk, biltrafikk og trafikkvekst. Til slutt er det beskrevet hvordan forsinkelse er blitt behandlet i beregningene. Modellverktøyet regional transportmodell (RTM) er benyttet til analysene av dagens situasjon, referansealternativet og konseptene med tiltak på vegnettet. Det er tatt utgangspunkt i år 2030 for beregning av referansesituasjon og de ulike scenariene.

1.1. Modellforutsetninger

I dette kapitlet beskriver vi de sentrale forutsetningene som er benyttet i transportmodellen.

1.1.1. Modellversjon

RTM DOM Bergen v. 4.4 er benyttet i oppdraget og mottatt fra Statens vegvesen høsten 2023. Modellen er kjørt med følgende sentrale forutsetninger:

- Timeskjøring
- 4 tidsperioder
- Separat LOS-databeregning i tur/retur
- 7 iterasjoner over etterspørselsmodellen
- 20 iterasjoner i nettutleggingen
- NB2023-bane for utvikling i kjøretøyparken
- Befolkningsutvikling i tråd med 4M-scenariet fra SSB.
- Referansealternativ år 2030 som tiltakene måles mot. Referanseåret er valgt i samråd med oppdragsgiver.

For øvrig er det benyttet inndatafiler tilrettelagt av Statens vegvesen. I dette kapitlet konsentrere vi oss om de mest sentrale forutsetningene i modellen.

1.1.2. Beregningsår

Modellen er kjørt for 2022 og 2030 der førstnevnte benyttes til validering og sistnevnte er analyseåret. Det er mottatt sonedata for begge år, samt øvrige forutsetninger fra Statens vegvesen.

1.1.3. Fremtidig vegnett i år 2030

Det er som hovedprinsipp lagt til grunn at utelukkende prosjekter med vedtatt finansiering skal tas inn i modellen i referansealternativet i 2030. Dette alternativet benyttes som sammenligningsgrunnlag for effektberegningene av kollektivprioritering. Effekten av forbedret fremkommelighet måles altså relativt til en prognose i 2030 der forventet utvikling i øvrige deler av transportsystemet er lagt til grunn.

Sotrasambandet, med planlagt åpning i 2027, er det eneste vegtiltaket som er tatt inn i modellen. E16/E39 Arna-Vågsbotn-Klauvaneset er drøftet i prosjektgruppen men ikke lagt inn i referansealternativet fordi den er kun omtalt i Nasjonal Transportplan (NTP) og har ingen vedtatt finansiering fra Stortinget. I nyttekostnadsanalyser legger man vanligvis kun inn prosjekter med vedtatt finansiering. Selv om denne utredningen ikke er en nyttekostnadsanalyse, følger vi samme prinsipp.

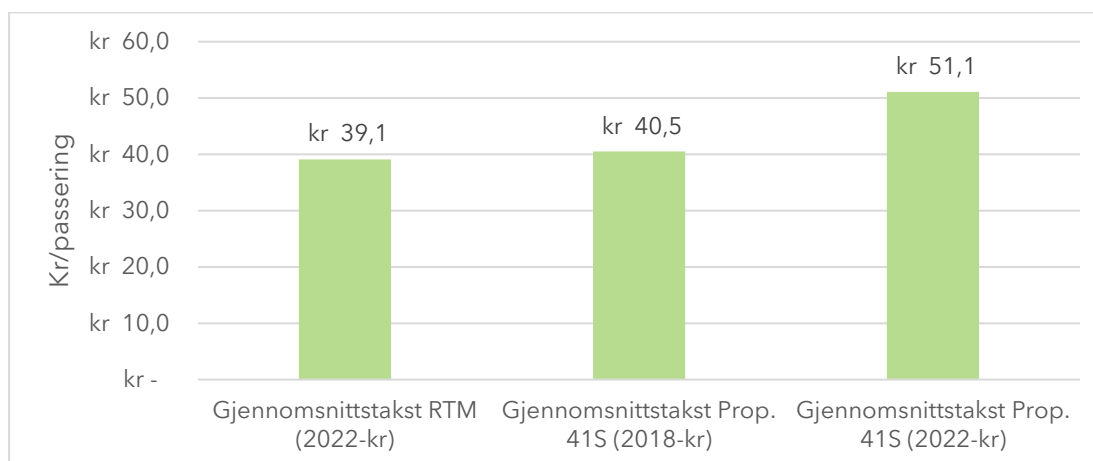
1.1.4. Bompenger

Det er lagt til grunn samme bompengeregime i referanse 2030 som i dagens situasjon 2022. Det er ikke gjennomført justering av takstene i modellen for å opprettholde gjennomsnittstakstene på dagens nivå grunnet økt elbilandel. Dersom takstene for elbil justeres opp, vil biltrafikken på veinettet være lavere i år 2030.

Takster på Sotrasambandet er definert av Statens vegvesen. Nullutslippsbiler betaler 26 kr, fossilbiler 53 kr, og tunge kjøretøy 125 kr (alle tall i 2022-kr). Takstene er etter avtale med Statens vegvesen ikke justert, men det er gjennomført en vurdering av hvorvidt takstene er i samsvar med forutsetningene som ligger til grunn i finansieringsplanen for prosjektet¹.

I finansieringsplanen for Sotrasambandet (St. Prop. 41 S 2017-2018) var det antatt 10 % nullutslippsbiler, som ble gitt full rabatt. I foreliggende modell er det tilnærmet 90 % nullutslippsbiler med 50 % rabatt i 2030. Figur 1-1 viser beregnet gjennomsnittstakst i modellen i 2022-kroner, gjennomsnittstakst i 2018 kroner fra Prop. 41 S og tilsvarende gjennomsnittstakst 2022-kr fra Prop. 41 S (2017-2018), når denne fremskrives fra 2018 til 2022 med SSBs byggekostnadsindeks på 26 %.

¹ Stortingsproposisjon 41 S (2017-2018). Gjennomføring av rv. 555 Sotrasambandet i Hordaland som OPS-prosjekt med delvis bompengefinansiering.



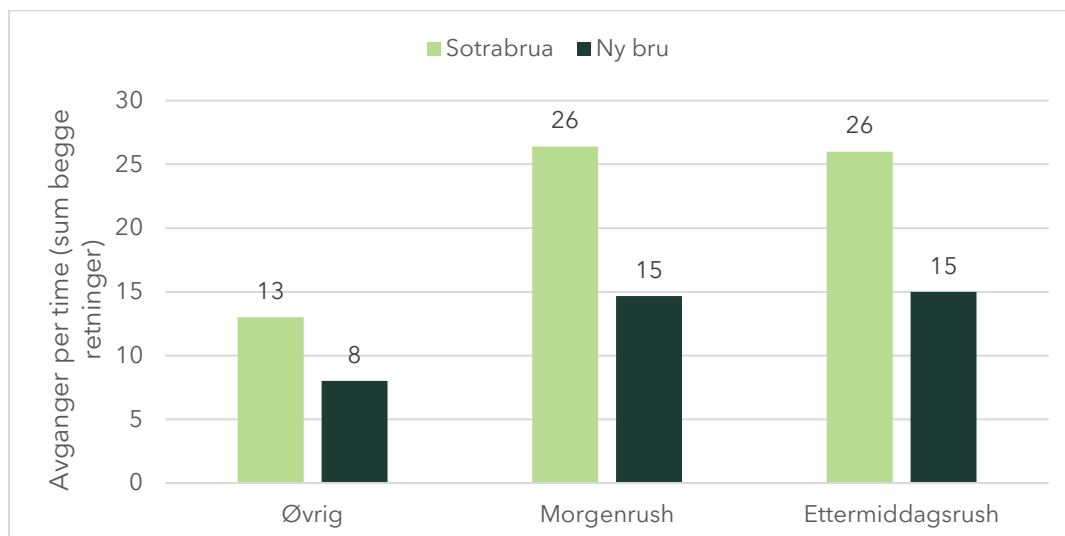
Figur 1-1. Gjennomsnittstakst for Sotrasambandet i modellen, samt forutsatt gjennomsnittstakst i finansieringsplanen.

Gjennomsnittstaksten i RTM på Sotrasambandet er følgelig 23 % lavere enn den gjennomsnittstaksten som kreves gitt finansieringsplanen i Prop. 41S (2017-2018). Det ligger utenfor dette prosjektet å gjøre nye beregninger av hvilken takst som skal legges til grunn ved innkrevingsstart i prosjektet. I samråd med Statens vegvesen har vi derfor beholdt takstene slik de ligger i modellen. En mulig konsekvens er at trafikkveksten er noe høyere enn hva man får med en oppjustering av RTM-taksten for å treffe på gjennomsnittstaksten i Prop. 41S (2017-2018).

1.1.5. Fremtidig rutetilbud

Kollektivtilbudet for dagens situasjon er i tråd med gjeldende tilbud i Bergensområdet november 2023 og oppdatert av Statens vegvesen før oversendelse. Følgelig er det benyttet et oppdatert kollektivtilbud som utgangspunkt for beregningene.

I prognoseåret 2030 er det kodet inn enkelte endringer i kollektivtilbudet knyttet til forventede endringer i infrastruktur. Dette gjelder i hovedsak etableringen av Sotrasambandet, der et endelig tilbud ikke er avklart. Statens vegvesen har derfor gjort antagelser om hva som kan forventes. Dagens tilbud fra Straume suppleres med en ny ekspressrute med 6 avganger per time morgen og ettermiddag. Videre kjøres denne ruta, samt dagens ekspressbuser over det nye Sotrasambandet, mens de øvrige rutene fortsetter på dagens Sotrabru. Figur 1-2 viser fordelingen av antall avganger på Sotrasambandet og dagens Sotrabru i 2030. Hovedvekten av avgangene vil fortsatt gå på Sotrabrua, mens de nevnte ekspressbussene vil gå over Sotrasambandet.



Figur 1-2. Frekvens (avganger per time) i rush etter innføring av Sotrasambandet slik det er kodet i modellen.

Ny Bybane til Åsane er ikke tatt med da dette prosjektet ennå ikke har fått oppstartsbevilgning, og den vil tidligst være ferdig i 2032².

1.1.6. Sonedata

Alle sonedata som benyttes er mottatt av Statens vegvesen. Det brukes nasjonale standardfiler med unntak av SDAT7 parkering, hvor det er lagt inn full betaling for elbiler i områder med boligsoneparkering. Befolkningsprognosene er basert på SSBs 4M-alternativ, som innebærer middels høy befolkningsvekst. Framskrivning av antall arbeidsplasser er basert på standardmetoden med vekst i aldersgruppene i arbeidsfør alder. Fordeling av befolkningsvekst per kommune er basert på de nasjonale standardfilene, der veksten i hovedsak tilkommer i de sonene med mest vekst de siste årene innenfor de aktuelle aldersgruppene.

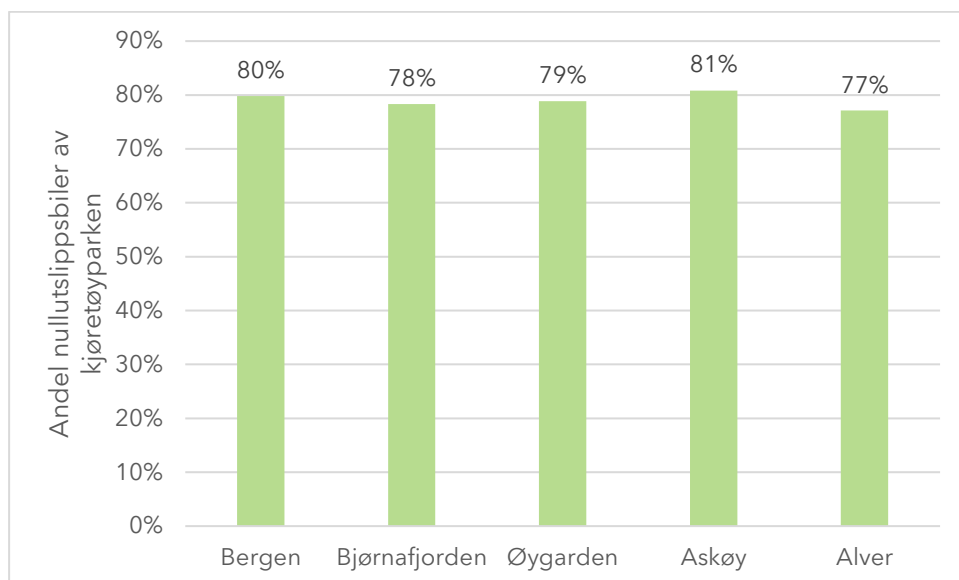
1.1.7. Kjøretøypark

Det er benyttet TØIs NB2023-bane³ for framskrivning av kjøretøyparken for 2030. Figur 1-3 viser anslagene per kommune i Byvekstområdet, hvor det svært lav variasjon.

² Vedtatte reguleringsplaner: <https://miljoloftet.no/bybanen-til-asane2/> og Omtale i [Meld. St. 14 2023-2024](#)

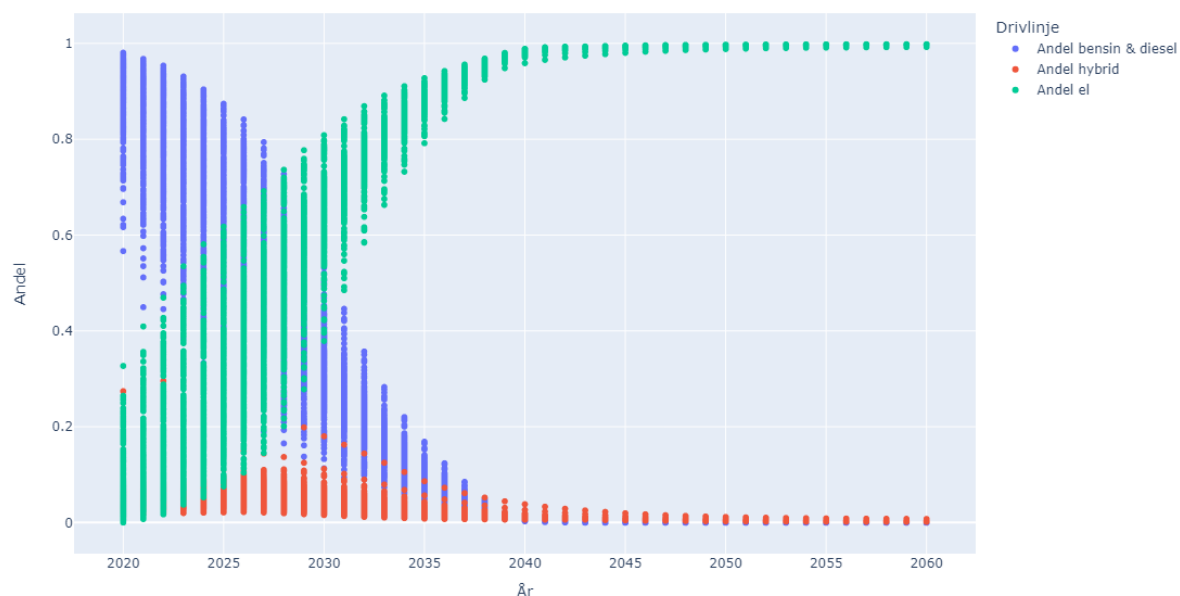
³ Prognose for andel elbiler i hver enkelt kommune utarbeidet av TØI med BIG-modellen. NB2023-banen tar utgangspunkt i de virkemidlene som ligger i Nasjonalbudsjettet for 2023.

Nullutslippskjøretøyene utgjør i gjennomsnitt rundt 80 % av bilparken i byvekstområdet i 2030.



Figur 1-3. Prognose for andelen nullutslippsbiler kjøretøypark i de fem kommunene i Byvekstområdet. Kilde: TØIs NB2023-bane.

Figur 1-4 viser variasjonen i andel nullutslippsbiler for alle landets kommuner i TØIs NB2023-prognose. Som det fremkommer av figuren ligger kommunene i Bergensområdet nokså høyt opp mot det nasjonale snittet.



Figur 1-4. Visualisering av variasjonen i elbilandel i TØIs prognoser NB2023.

1.1.8. Faste matriser

Det er benyttet faste matriser⁴ for 2020 i valideringen av modellen. Faste matriser har fast startpunkt og sluttunkt i modellen, og det er kun rutevalget som påvirkes av tiltak i scenarioene. For år 2030 forelå det ikke ferdige buffermatriser⁵. I samråd med oppdragsgiver ble det bestemt at man skulle gå videre med kjøring for 2030 uten buffermatriser, grunnet hensyn til fremdriften i prosjektet. Eventuelle konsekvenser av dette for prosjektet vil bli drøftet, spesielt under punkter vedrørende trafikkvekst. Fra oppdragsgivers side ble det formidlet at grepet trolig har liten konsekvens, da modellens kjerneområde trolig fanger det aller meste av trafikken inn til området.

Matriser for lange reiser (over 70 km), flyplassreiser og gods er alle inkludert i både 2030 og 2020.

1.2. Validering

I dette kapitlet gjennomgår vi en validering av modellen for dagens situasjon 2022. Det fokuseres på resultater for kollektiv- og biltrafikk hvilket er det mest sentrale i dette prosjektet.

1.2.1. Kollektiv

Kollektivtrafikken er validert gjennom å sammenligne reiser på to måter. Først og fremst er det gjort en sammenligning av det totale antallet reiser i modellen med tilgjengelig statistikk. Deretter er det gjort en sammenligning på ulike tellesnitt for de aktuelle innfartsårene.

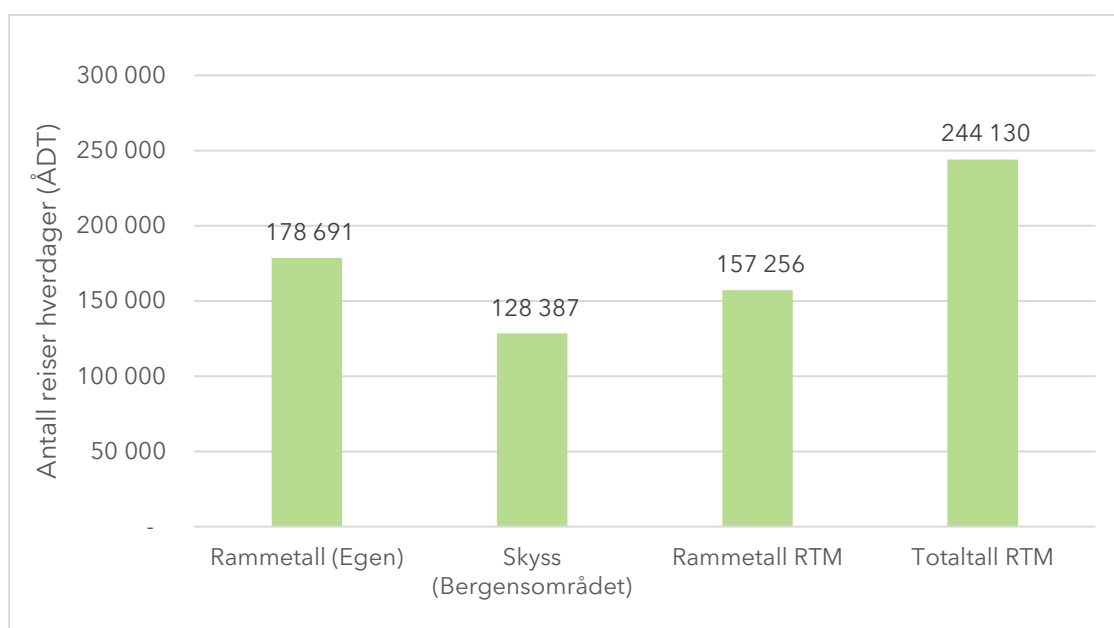
Overordna reisetall

Figur 1-5 viser ulike overordna reisetall over antall kollektivreiser i modellen. Alle tall gjelder per årsdøgn (ÅDT) hvor RTM-tallene er regnet fra NormalVirkeDøgnsTrafikk (NVDT) med en faktor på 0.9. Tallene viser følgende:

⁴ Dette er matriser hvor trafikkvolumet ikke påvirkes av tiltakene i modellen. Valg av kjørerute kan imidlertid påvirkes.

⁵ Dette er matriser med trafikk som er utført av de som bor utenfor modellens kjerneområde, men inn til kjerneområdet i modellen. Kjerneområdet er den delen av modellen der man beregner endringer i bosattes reiseatferd med hensyn til valg av antall turer, destinasjon og transportmiddel.

- Rammetall (egen): Er en beregning av forventet antall reiser i Bergensområdet ut fra befolkningen over 13 år (425 454) innenfor modellens kjerneområde, antatt reisefrekvens på 2,8 reiser per årssdag, og 15 % kollektivandel fra RVU 2018/19.
- Skyss (Bergensområdet): Estimert antall reiser fra Skyss påstigningsstatistikk for 2019 (før Corona). Omregning til reiser per dag gjøres ved å bruke en byttefaktor (antall påstigninger per reise) på 1,26 hentet fra PROSAM-rapport 242 (Ellis m.fl., 2021), delt på 365.
- Rammetall (RTM): Dette er rammetallene fra RTM slik de foreligger i scenarioreporten.
- Totaltall RTM: Dette er det totale antallet kollektivreiser i DOM Bergen-modellen, inklusiv de faste matrisene.



Figur 1-5. Sammenligning av totaltall for kollektivreiser i modell mot ulike valideringskilder.

Det er viktig å understreke at ingen av disse tallene er fullstendig sammenlignbare, eller representerer en fasit. Også Skyss påstigningstall vil bare inneholde deler av det samlede antall kollektivreiser (f.eks. ikke ekspressbuss). Modellen er i utgangspunktet kalibrert av Statens vegvesen og denne øvelsen representerer derfor en sidekontroll av om det samlede reisevolumet er på forventet nivå.

Rammetallene fra modellen (Rammetall RTM) og vår egen sideberegning (Rammetall (egen)) ligger på samme nivå⁶. Det er et avvik på 13 %, men dette må forventes gitt de

⁶ Totaltallene inneholder også trafikk fra lange reiser og reiser fra utenfor modellens kjerneområde. Det blir derfor mest korrekt å sammenligne med rammetallene fra RTM som omhandler reisene utført av de bosatte i Bergensområdet.

relativt grove sideberegningene vi har gjennomført. Tallene fra Skyss påstigendestatistikk ligger ca. 18 % lavere enn tallene fra modellen. Det er rimelig å forvente et visst avvik da Skyss statistikk ikke inneholder det samme antallet reiser. Videre er avviket følsom for hvilken «byttefaktor» man benytter. Vi kjenner ikke til hvorvidt datakvalitet også kan påvirke andelen av påstigningene som faktisk registreres. Vi har benyttet 1,26 påstigninger per hele reiser, men dersom denne reduseres til 1,1, faller også avviket til 6 %. Faktoren er hentet fra Oslo-området som trolig har en større bytteandel enn i Bergensområdet. Følgelig kan vi ikke si at tallene er vesentlig forskjellig fra hverandre innenfor det usikkerhetsspennet antagelsene vi har benyttet utgjør.

Det samlede antallet kollektivreiser i modellen er 244 130 sammenlignet med 178 691 i rammetallene, altså 35 % høyere.

Reisetall på tellesnitt

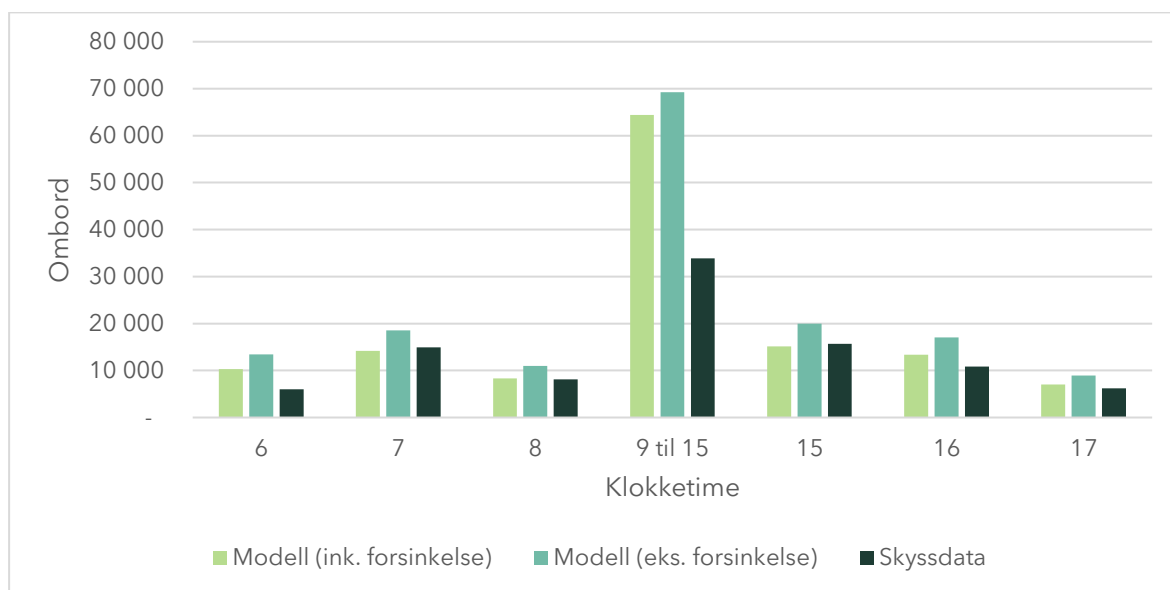
Formålet med analysen er å vurdere hvilken effekt kollektivprioritering på innfartsårer kan ha for nullvekstmålet. En sentral faktor er hvor mange reiser som påvirkes av tiltakene, og dermed blir det viktig å validere antallet reiser på de berørte strekningene spesielt.

De fire innfartsårene er definert av oppdragsgiver og detaljert tidligere i rapporten. Den mer detaljerte valideringen følger derfor denne inndelingen. Figur 1-6 viser de 14 tellesnittene som er valgt ut i valideringen. For hvert av disse snittene er det hentet ut passasjerdata fra Skyss over antall som er registrert om bord fordelt på ulike tidsperioder. Data for alle linjene er koblet til kjøreruten og det er deretter valgt ut korrekt snitt i GIS. Den samme operasjonen gjøres for resultatnettverket fra RTM. Tidsinndelingen følger RTM, det vil si morgenrush 6-9, lavperiode 9-15 og ettermiddagsrush 15-18. Det er kun antatt at tiltakene vil ha effekt i rush, og dermed er ikke kveldsperioden talt. Lavperioden på formiddagen er imidlertid tatt med for å vurdere hvor godt modellen treffer i den lavperioden med antatt mest trafikk.

Datauttaket fra Skyss baseres på en måneds registreringer fra september 2023 og er omregnet til dagsvolum ved dele på antall dager med registreringer totalt. Tallene gjelder kun for hverdager, og det er derfor hentet ut NVDT-tall (normalvirkedøgn) fra RTM.



Figur 1-6. Tellesnitt passasjertall.



Figur 1-7. Sammenligning av antall passasjerer ombord på de ulike valideringsstrekningene i modellen og Skyssdata på ulike tidspunkt over døgnet. Totaltall for alle snitt.

Figur 1-7 viser antall passasjerer ombord de ulike valideringssnittene totalt i modellen og Skyssdata på ulike tidspunkt. Det er her aggregert over alle snittene for å gi en «total» sammenligning. Valideringene viser resultater både med og uten forsinkelse.

Det er først og fremst et betydelig avvik i modellen i lavperioden på formiddagen (kl. 9-15). Avviket harmonerer ikke direkte med valideringen av rammetallene som viste et relativt godt sammenfall. Det er gjort kontroller av om metodikken for uthenting av data kan forklare avvikene, men det er ikke funnet noe som kan indikere dette. Siden vi kun regner inn effekter av tiltakene i rushperioden, går vi ikke videre med avviket i lavtrafikkperioden.

Avvikene i rushperiodene er langt mindre. I gjennomsnitt er modelltallene 11 % høyere enn det registrerte volumet inkludert forsinkelse og 44 % uten forsinkelse. Det er likevel en del variasjon mellom de ulike timene, der avvikene varierer fra 70 % flere reiser (kl. 6-7) og 3 % lavere reisetall (15-16) - da inkludert forsinkelse. Modellen gir altså vesentlig flere reiser helt på starten av morgenrushet (6-7), men ellers er avvik vurdert å ligge innenfor det man normalt observerer i bruk av modellen.

Inkluderingen av forsinkelser i modellen har trolig bidratt til å redusere avvikene. Samtidig skal man være varsom med å trekke den konklusjonen at forsinkelsene dermed gjør at modellen treffer bedre.

Tabell 1-1. Avvik mellom modell og data. Volum modell dividert på volum data. Verdi = 1 tilsier perfekt treff, verdier < 1 angir lavere volum i modell enn data, og motsatt ved verdi > 1. Gul farge - avvik > +/- 30 %. Rødfarge - avvik > +/- 30 %.

Tellesnitt (nr.)	Tellesnitt (navn)	6 til 7	7 til 8	8 til 9	9 til 15	15 til 16	16 til 17	17 til 18
Snitt 1	Straume (v. Sartor)	1,6	0,9	1,3	2,0	1,1	1,4	1,1
Snitt 2	Rv. 555 (Storavatnet)	2,0	1,2	1,3	2,5	1,3	1,4	1,3
Snitt 3	Askøybrua	3,4	1,5	1,9	2,6	1,4	1,4	3,1
Snitt 4	Rv. 555 (Liavatnet)	2,0	1,2	1,4	2,3	1,2	1,5	1,4
Snitt 5	E39 Breistein (tunnel)	1,7	1,0	1,3	2,2	0,9	1,3	0,8
Snitt 6	E39 Åsane (v. Forvatnet)	3,6	1,0	1,7	1,1	1,2	1,5	1,5
Snitt 7	E39 Eidsvåg tunnelen	1,9	1,0	1,2	1,6	1,0	1,3	1,1
Snitt 8	E39 Fløyfjellstunnelen	1,1	0,7	0,7	1,6	0,8	1,0	0,9
Snitt 9	E39 Lyshorntunnelen	1,3	0,8	0,9	1,5	0,2	1,1	0,9
Snitt 10	E39 (v. Lagunen)	0,8	0,3	0,3	1,6	0,5	0,7	0,6
Snitt 11	E39 Fjøsangerveien (v. Solheimsvatnet)	0,5	0,3	0,2	1,7	0,4	0,5	0,5
Snitt 12	Rv. 555 Damsgårdstunnelen	1,9	1,0	0,9	1,9	1,1	1,4	1,2
Snitt 13	E39 v. Ervik	1,8	1,1	1,2	1,7	1,0	1,3	1,0
Snitt 14	E39 Hagelsundbrua	1,9	1,2	1,3	3,2	0,8	0,9	1,0

Figur 1-7 viste avvik mellom modell og data summert over alle snittene. Mønsteret på totalnivå er imidlertid relativt likt som for de enkelte snittene. Tabell 1-1 viser avvik mellom modell og data på de ulike tellesnittene. Verdi lik 1 tilsier perfekt treff, verdier under 1 angir lavere volum i modell enn data, og motsatt ved verdi over 1. Det er satt gul farge dersom avviket er +/- 30 %, og rød farge om det er mer enn dette. Man kan argumentere for at dette er relativt sjenerøst, men det er nokså vanlig at RTM-modellens anslag på kollektivvolum avviker en del fra de registrerte. Man bør derfor til en viss grad bedømme modellen ut fra hva den kan forventes å gi av sammenfall, snarere enn hva man skulle ønske.

Det er jevnt over for mye trafikk på nesten alle snittene i starten av rushperioden. Videre er det bedre treff kl. 7-8, 15-16 og 17-18. Fra kl. 8-9 og 16-17 treffer omtrent halvparten av snittene innenfor «gult» område. Jevnt over er mønsteret på de ulike snittene relativt likt som det overordene med noen unntak. Det er konsekvent for mye trafikk over Askøybrua i alle timer. Avviket her er fra 40 til 240 %, som er relativt mye. Dette kan f.eks. skyldes rutevalg med båt versus buss. Videre er det konsekvent for lavt volum helt nord i Fjøsangerveien. Her er det ned mot 80 % færre reiser enn i datagrunnlaget. Korridoren gjennom Bergensdalen skiller seg imidlertid noe fra de øvrige i det man har et relativt godt tilbud på begge sidene av dalen. Lavere volum i Fjøsangerveien kan derfor skyldes fordeling mellom tilbudsaksene øst og vest i Bergensdalen. Vi har imidlertid ikke data over linjene som går på østsiden, slik at en validering av det samlede trafikksnittet gjennom Bergensdalen ikke lar seg gjøre.

Samlet sett er avvikene akseptable og innenfor normale avvik i RTM etter vår oppfatning, gitt den tiden som er til rådighet i oppdraget. Det er imidlertid usikkerhet når man går ned

på enkelte strekninger, men samlet sett treffer modellen innenfor normale rammer på et overordnet nivå.

1.2.2. Biltrafikk

Biltrafikken er validert gjennom å sammenligne trafikkvolum og reisetider for bil på innfartsårene og de tilgjengelige tellepunktene.

Trafikkvolum

Tabell 1-2 viser trafikkvolum i modellen («Modell») og tellepunkter («Data»). Alle data gjelder for 2022 og det er benyttet tellepunkter med minst 90 % dekningsgrad. Alle tall er i ÅDT. I tabellen er det også beregnet et avviksmål kalt «GEH». Dette er egentlig ment for å sammenligne timetrafikk, og vi har derfor antatt en flat makstimeandel på 10 %.

Forutsetningen kan diskuteres, men det er utenfor rammene av prosjektet å beregne makstimeandeler for samtlige tellepunkter. Avviksmålet klassifiseres på følgende måte:

- $GEH \leq 5$ anses som tilfredsstillende.
- $5 < GEH \leq 10$ kan gi grunnlag for være inngående vurdering.
- $GEH > 10$ skyldes trolig reelle feil eller avvik i modellen.

Et typisk arbeidsmål er at 85 % av tellepunktene har GEH under 5. I modellen har 52 % av tellepunktene en GEH under 5 og 77 % lavere enn 10. Det er imidlertid viktig å gjøre en mer inngående vurdering av hvor de største avvikene oppstår. I hovedsak er det slik at de største avvikene med GEH over 10 er på ulike av- og påkjøringsramper. RTM-modellen er svak på modellering av reisetider i kryss og mer kompleks infrastruktur, og det er sådan rimelig å forvente at avvikene er større her.

For hver av de ulike strekningen er det også tatt med flere tellepunkter enn bare de på selve innfartsårene. Dette er for å kunne vurdere hvor godt sammenfall er på et korridornivå. De fleste tellepunktene på selve innfartsårene treffer rimelig godt.

Sotra: Her er avvikene største i Løvestakktunnelen, «Loddefjord nord» (en rampe ved Lyderhornveien), og Lyderhornveien ved Gravdal (ved vestlig utløp av Damsgårdstunnelen). Det er godt treff på Sotrabrua (GEH 4,3), Damsgårdstunnelen (GEH 1), Lianakktunnelen (GEH 1-2,1), mens det er et noe høyere avvik i Lyderhorntunnelen øst (GEH 8,8). Vi vurderer at modellen treffer relativt godt i denne korridoren.

Fjøsanger: Her er det et betydelige avvik knyttet til en rampe på Rådal (Rådalskrysset mot Lagunen). Øvrige avvik er < 5 , eller så vidt over 5. Vi vurderer at modellen treffer godt i denne korridoren.

Åsane: Her treffer modellen dårlig i rampesystemet rund Åsane (GEH > 10). Videre er avvikene noe høyt i Fløyfjelltunnelen og ved Knarvik med GEH fra 6 til 8. Samlet sett vurderer vi avvikene her som akseptable, men dårligere enn de to foregående innfartsårene.

Askøy: Modellen treffer dårlig i rampesystemet ved Storeklubben, samt svært dårlig på Juvik (GEH på 21). Videre er GEH 9,4 i Olsviktunnelen (rett etter brua på Fastlandet) og 7,3 i Florvågtunnelen (nord for Kleppestø). Av disse er Olsviktunnelen den mest kritiske da dette er en sentral del av innfartsåren. ÅDT er ca. 5 000 høyere i modellen sammenlignet med data og GEH er nesten 10. Vi vurderer at modellen treffer dårligst i denne korridoren. Samtidig er det viktig å bemerke at deler av innfartsåren fra Askøy deles med den fra Sotra etter Loddefjord.

Oppsummert treffer modellen godt på innfartsåren fra Sotra og Bergensdalen, men dårligere fra Knarvik og dårligst fra Askøy. Samlet sett anser vi modellen for å treffe godt nok på innfartsårene som er det sentrale i utredningen.

Tabell 1-2 Sammenligning av trafikkvolum fra modell og tellepunkter. Kilder: RTM Dom Bergen og Statens vegvesens tellepunkter i Bergensområdet. GEH-verdier alvorlighetsgrad for avvikene. GEH <= 5 er tilfredsstillende. 5 < GEH <= 10 kan gi grunnlag for være inngående vurdering. GEH > 10 skyldes trolig reelle feil eller avvik i modellen.

Strekning	Navn	Modell	Data	GEH
SOTRA	Sotrabrua vest	30 167	27 851	4,3
	Harefjelltunnelen	35 435	31 317	7,1
	Lyderhorntunnelen øst	39 782	34 413	8,8
	Lianakktunnelen mot Sotra	21 568	20 597	2,1
	Lianakktunnelen mot Bergen	21 568	21 116	1,0
	Damsgårdstunnelen	42 510	39 379	4,9
	Løvtakktunnelen	14 612	10 924	10,3
	Kjøkkelvikveien	4 335	5 579	5,6
	Loddefjord nord	8 963	13 928	14,7
	Lyderhorntunnelen v/Gravdal	6 740	12 099	17,5
	Michael Krohns gate ved bomstasjon	9 969		
	Lyderhornsvei	13 938	15 280	3,5
FJØSANGER	Danmarks plass ved ladestasjon	43 109	41 074	3,1
	Bjørnsonsgaten	2 088	2 903	5,2
	Fjøsanger v/bomst.	43 396	39 980	5,3
	Sørås/sentrum	43 676	24 127	33,6
	Troldhaugtunnelen - Lagunen	3 851	4 199	1,7
	Sørås - Lagunen	8 922	10 114	3,9
	Lagunen - Troldhaugtunnelen og Sørås	13 375	13 503	0,3
	RÅDALSKRYSSET MOT LAGUNEN	9 189	12 849	11,0
	RÅDALSKRYSSET RAMPE MOT LAGUNEN	3 387	2 953	2,4
	ENDELAUSMARKA BERGEN-HALHJEM	5 745	6 098	1,5
	ENDELAUSMARKA HALHJEM-BERGEN	5 754	6 120	1,5
	SVEGATJØRN BERGEN-HALHJEM	3 682	3 567	0,6
	SVEGATJØRN HALHJEM-BERGEN	4 148	3 590	2,8
	Kråkenes	16 821	16 414	1,0
ÅSANE	Fløyfjellstunnelen nordgående	22 940	23 626	1,4
	Fløyfjellstunnelen sørgående	22 932	24 448	3,1
	Eidsvågtunnelen	49 399	48 119	1,8
	Rampe Åsamyrene - Åsanevegen	3 822	7 054	13,9
	Rampe Åsanevegen - Nyborg	3 183	6 373	14,6
	Rampe Vågsbotn - Åsamyrene	1 825	4 494	15,0
	Rampe Nyborg - Vågsbotn	999	4 896	22,7
	Vågsbotn	27 675	26 575	2,1
	Avrampe Nyborg - Vågsbotn	5 647	6 920	5,1
	Blindheim	16 297	17 187	2,2
	Eikåstunnelen mot Vågsbotn	11 644	12 744	3,2
	Eikåstunnelen mot Eikås	11 576	12 558	2,8
	Klauvaneset Nordhordlandsbrua	18 166	17 332	2,0
	KNARVIK	11 908	14 688	7,6
	Munkebotntunnelen	3 341	4 513	5,9
Amalie/Fløyfjellet	1 522	2 664	7,9	
Amalie/Sandviken	4 799	6 558	7,4	
ASKØY	Olsviktunnelen	25 935	21 355	9,4
	Storeklubben, Strusshamn-Kleppestø-Askøybr.	3 074	5 598	12,1
	Storeklubben, rampe Askøybrua-Kleppestø	5 351	4 232	5,1
	Storeklubben, rampe Kleppestø-Strusshamn	684	1 891	10,6
	Florvågtunnelen	5 813	7 698	7,3
	STORAVATN, RAMPE FRA GODVIK/ASKØY	2 864	2 465	2,4
	Storavatn rampe fra Sotra	2 833	2 225	3,8
	Storavatn rampe fra Bergen	8 873	8 529	1,2
	Storavatn rampe fra Godvik/Askøy	10 820	9 920	2,8
	Juvik Nord	7 798	15 065	21,5

Reisetider og -avstander

Det er gjennomført en validering av beregnet reisetid og -avstand (eller distanse) i RTM-modellen og Google Maps. Tabell 1-3 viser estimerte reisetider og distanser for de ulike innfartsårene. Det er beregnet reisetider utenfor rush fra RTM og sammenlignet med reisetider i Google Maps midnatt (kl. 24).

Tabell 1-3. Sammenligning av reisetider og distanser i RTM-modellen og Google Maps.

Strekning	RTM 2020		Google maps (kl 00:00)		Diff reisetid	Diff distanse	
	Reisetid (min)	Distanse (km)	Reisetid (min)	Distanse (km)			
Sotra/Vest	Koltveit-Puddefjordsbrua	14,22	17,7	18	17	-3,78	0,7
	Loddefjord (Rv.555)-Puddefjordsbrua	6,11	8,05	8	7,5	-1,89	0,55
Askøy/Nord	Juvikflaten (fv.562)-Puddefjordsbrua	12,15	14,65	15	14,5	-2,85	0,15
	Kleppestø (fv.563)-Puddefjordsbrua	10,13	12,5	14	12,3	-3,87	0,2
Os/Sør	Osøyro (fv. 583)-Danmarks plass	19,15	25,88	22	25,7	-2,85	0,18
	Lagunen terminal-Danmarks plass	7,29	9,34	9	8,9	-1,71	0,44
Knarvik/Øst	Knarvik terminal-Utløp Fløyfjelltunnelen sør	21,73	27,43	24-26	26,7	- 2-4 min	0,73
	E39 Myrsæter-Utløp Fløyfjelltunnelen sør	11,59	15,59	14	14,9	-2,41	0,69
	Knarvik terminal-Bradbenken	22,32	25,5	26	25,3	-3,68	0,2
	E39 Myrsæter-Bradbenken	12,18	13,67	14	13,5	-1,82	0,17

Resultatene på disse strekningene viser at det er lavere reisetider i RTM-modellen sammenlignet med Google Maps. Disse tallene gjelder altså tidsperioder uten kø. Det er også noen forskjeller i målt avstand, men disse er noe mindre enn differansen i reisetid. Reisetidene er hentet direkte fra CUBE, og ikke via LOS-matrisene, hvor også reisetider på soneskraft⁷ (lengden fra midtpunkt grunnkrets til vegnett) kan gi opphav til forskjeller i anslått tid. Vi har ikke gått videre inn i årsaker til avvikene, men konstaterer altså at reisetid for bil er noe lavere i modellen sammenlignet med Google Maps.

1.2.3. Trafikkvekst

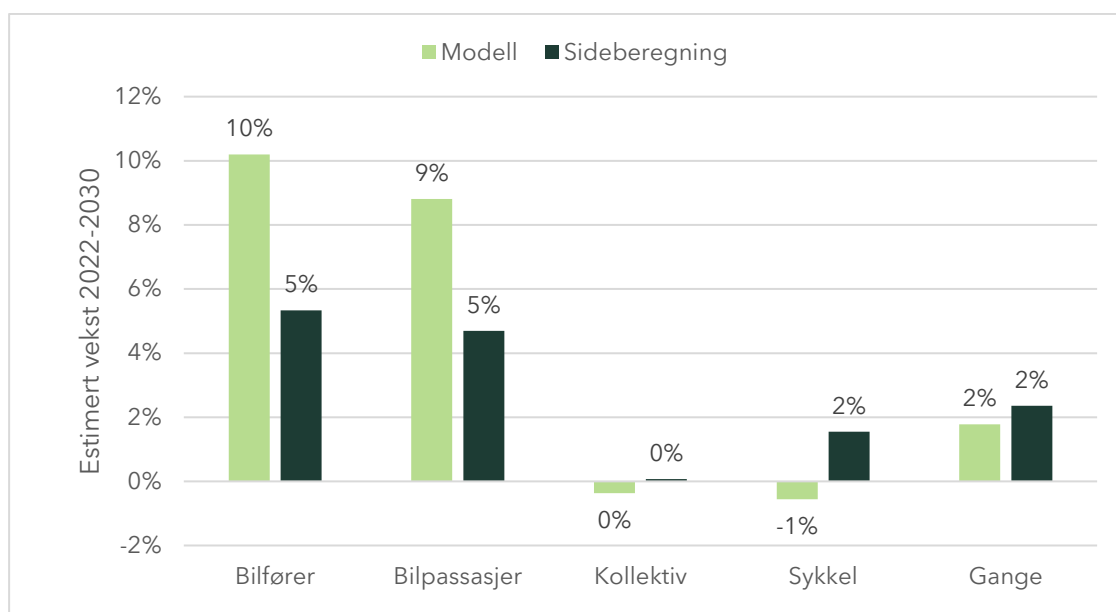
Det er gjennomført en validering av trafikkveksten som forespeiles i modellen. En del av oppdraget er å gjøre analyser av nullvekstmålet, og det vil derfor redegjøres nærmere for vekstprognoser i analysekapitlene. I dette kapitlet ser vi på vekst i antall reiser i form av rammetall, altså den trafikken som utgjøres av de bosatte i modellens kjerneområde. Figur 1-8 viser estimert vekst i reiser fordelt på de ulike transportmidlene.

Modellberegninger viser at det er i hovedsak forventet en økning i antall bilførere og bilpassasjerreiser frem mot 2030. Det er også ventet en moderat økning i antall gangreiser. Videre er det ikke forventet noen økning i antall kollektivreiser, mens det er en liten reduksjon i antall sykkelreiser. Økningen i antall bilreiser forklares delvis av den demografiske utviklingen.

Det er gjennomført en kontrollberegning der kun effekten av demografiske endringer er lagt inn. Dette kan forklare omkring halvparten av veksten i antall bilreiser. Færre yngre i 2030 gjør at reisevanene skifter: De under 24 har en langt større andel reiser med

⁷ Soneskraft er lenker i vegnettet som kobler sentroidene i grunnkretsene med det øvrige vegnettet. Trafikkfordeling på vegnett innad i hver grunnkrets modelleres ikke.

kollektiv, gang og sykkel enn de over 24 år. Når denne aldersgruppen minsker, påvirker dette også transportmiddelfordelingen. Befolkningen er forventet å øke med 5,3 % frem til 2030. Den samlede økningen i antall reiser er på 7 %, altså 3 prosentpoeng over befolkningsveksten. Modellen er kjørt uten faste matriser i 2030 etter avtale med oppdragsgiver, og dette kan til en viss grad påvirke vekstfaktoren, men er trolig ikke årsaken til den differansen vi observerer. Reiser i de faste matrisene utgjør en mindre andel av trafikken i denne modellen. Samlet sett anser vi at modellen produserer realistisk vekst frem til 2030.



Figur 1-8. Estimert vekst i reiser fordelt på ulike transportmidler fra modellen og sideberegning der man ser på den isolerte effekten av endret demografi.

1.3. Forsinkelse

I dette avsnittet beskrives metode for kartlegging og beregning av forsinkelse, og det redegjøres for hvordan forsinkelsene integreres i RTM. Vi gjennomgår først hvordan forsinkelse måles, deretter hvordan det vektet i tråd med samfunnsøkonomiske prinsipper, så viser vi de kartlagte forsinkelsene, før vi til sist gjennomgår integrasjonen mot RTM.

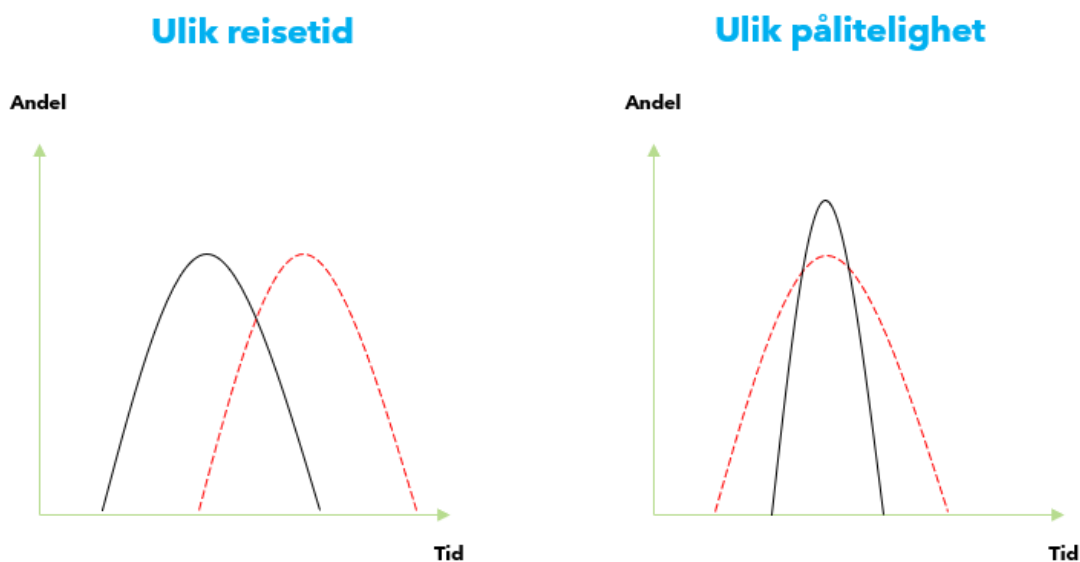
Et sentralt poeng er at vi måler og verdsetter effekten av både redusert **reisetid** og **pålitelighet** i RTM. Først drøfter vi kostnadene disse to kildene utgjør. Deretter går vi gjennom hvordan hver av dem er estimert.

1.3.1. Måling av forsinkelser

Det finnes flere måter å måle konsekvenser av redusert fremkommelighet på, der mertiden som oppleves, samt variasjonen i kjøretiden er sentral:

- **Lav pålitelighet**, eller stor variasjon i kjøretiden, gir større usikkerhet og økte trafikantkostnader fordi trafikantene ikke kan planlegge og gjennomføre reisen effektivt (Plan Urban, 2015). Lav pålitelighet betyr at det blir vanskeligere å planlegge egen reise. Hvis kjøretidene varierer mye, må passasjerene legge inn en sikkerhetsmargin for å ikke risikere å komme frem for sent. Videre er det forskjell på om avgangene går før eller etter tiden, altså punktlighet, forsinkelse og størrelsen på forsinkelsene. «Medianforsinkelse» kan være liten, men det kan være enkelte tilfeller der store forsinkelser oppstår. Dette er det viktig å ta hensyn til når man beregner effekt og nytte av ulike tiltak.
- **Lav hastighet** gir økt kjøretid og lite effektiv tidsbruk for de reisende. Her er definisjon av «mertid» sentralt: Det er naturlig å ta utgangspunkt i den raskeste 10-persentilen for kjøretidene, som er et mye anvendt mål på hvor raskt man kan kjøre en gitt strekning uten vesentlige hindringer.

Figur 1-9 viser to teoretiske fordelinger over kjøretider og dermed to ulike måter trafikantenes kostnader kan endres etter et fremkommelighetstiltak.



Figur 1-9 Illustrasjon av hvordan kjøretidsfordelingen endres ved ulike kjøretid og grad av forutsigbarhet. Rød stiple linje er før tiltaket og sort etter at tiltaket er gjennomført.

I venstre graf er kjøretidene endret, og fordelings midtpunkt er forskjøvet til venstre. Reisens mål blir nådd på et tidligere tidspunkt sammenlignet med før tiltaket. Endringen er en gevinst som kan verdsettes.

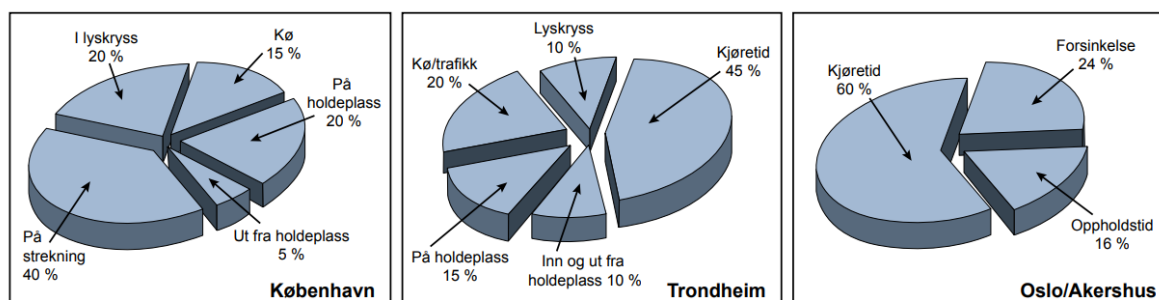
Høyre graf viser to fordelinger av kjøretider med ulik spredning, men lik median kjøretid. Jo større spredning som oppleves, jo mer belastende er dette for de reisende. Når man foretar en reise har man gjerne en forventning om når man kommer frem. Jo større spredning som oppleves, jo høyere er sannsynligheten for at trafikantenes planer «går i vasken» og at de pådrar seg større ulemper enn dersom man kunne planlegge enkelt og forutsigbart.

Fremkommelighet kan verdsettes teoretisk. Metoden bygger i stor grad på Fosgerau et al. (2008) som oppsummerer forskningen som danner retningslinjene for hvordan nytteeffekter av forbedret fremkommelighet kan måles i Norge gjennom den nasjonale tidsverdistudien (Flügel et al., 2020). Her verdsettes redusert kjøretid som redusert ombordtid, mens økt pålitelighet måles gjennom endringer i standardavviket til kjøretiden.

For å beskrive ulempene ved redusert fremkommelighet er det derfor rimelig å ta utgangspunkt i separate mål på kjøretid og redusert pålitelighet. I de påfølgende avsnittene gjennomgår vi hvordan dette er håndtert.

Forhold som påvirker fremkommeligheten

Videre er det mange forhold som påvirker forsinkelsene, ikke bare trafikkvolumet for privatbiler. Statens vegvesens kollektivhåndbok (Håndbok V123) angir estimer på kilde til tidsbruk for kollektivlinjer i en rekke større byer som vist i Figur 1-10. Her vises forsinkelse og kø som 15–24 % av tiden, mens tid på holdeplass utgjør mellom 15–20 % og lyskryss fra 10 til 20 %. En anerkjent amerikansk kilde (Walker, 2012) angir følgende kilder til forsinkelser for et typisk byområde: Stopp (26 %), lyskryss (24 %) og kø (32 %) sammenlignet med reisetiden dersom man kjører fartsgrensen hele tiden. Følgelig er det flere forhold enn bare kø som påvirker fremkommeligheten. I rush vil det være flere passasjerer som betyr at man stopper på flere holdeplasser og det tar lenger tid per holdeplass. Det vil være mer kø i kryss, og samtidig flere biler på veien. Når man skal beregne effekten av fremkommelighetstiltak er det derfor viktig å vurdere hvor stor andel av forsinkelsene som man antar at kan fjernes.



Figur 48 Tidsbruk for stambusslinjer i København [9], Trondheim [10] og Oslo/Akershus [11]

Figur 1-10. Faksimile fra Håndbok V123 som viser sammensetning av reisetid i kollektivtrafikken.

Reisetid

Vi gjennomgår nå hvordan effekter på forsinkelse gjennom lavere reisetid er behandlet i utredningen.

Metode

Ulempen ved høyere reisetid representerer en generell ulempe ved at reisen tar lenger tid enn den ville gjort i fravær av fremkommelighetsproblemer. Måling av reisetid tar utgangspunkt i et anslag som er representativt for passasjerene som benytter en gitt kollektivlinje. Det vil alltid være noe variasjon i kjøretidene, og man må derfor ta stilling til hva som er den representative verdien man bør benytte.

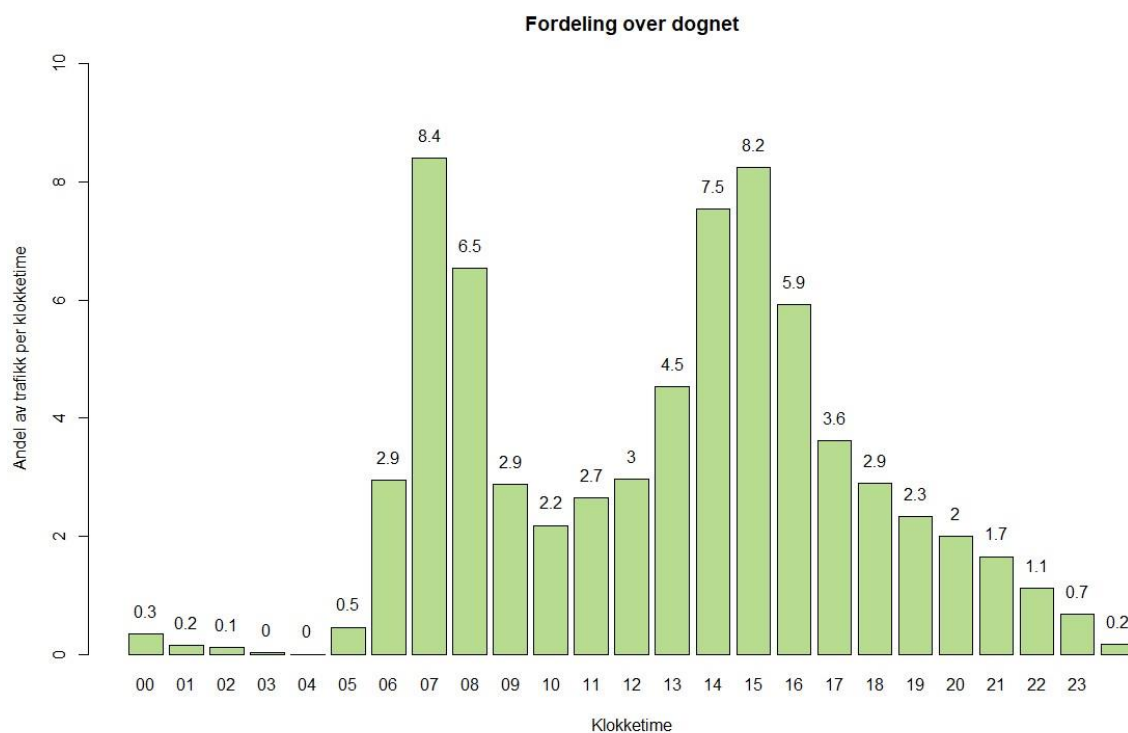
Målet skal være representativt langs flere akser:

- **Indikator:** Først og fremst bør det være et mål på den «typiske» forsinkelsen som oppleves av trafikantene på en strekning. Her kan man velge blant ulike persentiler og statistikker.
- **Tid:** Forsinkelsene varierer over tid, og det samme kan antallet passasjerer
- **Linje:** Forsinkelsene registreres per linje, men antallet trafikanter per linje kan også variere

Følgelig er det mange dimensjoner som forsinkelsene kan variere langs og som man må ta stilling til når en representativ verdi skal velges. I utgangspunktet vil det være mest nærliggende å velge 50-persentilen eller gjennomsnittlig reisetid. Sistnevnte kan imidlertid påvirkes av noen ekstremt lange reisetider, og kan derfor gi noe uheldig utslag på beregningene.

I transportmodellen er rushperioden definert som klokken 6:00-9:00 og klokken 15:00-18:00. Det er ikke anledning til å lage differensierte forsinkelser per time i modellen, slik at man må velge en verdi som skal være representativ for alle timene i rush (separat for morgen og ettermiddag). I utgangspunktet kunne man sett for seg å benytte 50-

persentilen for hele tidsperioden i RTM. Tall fra Skyss indikerer (Figur 1-11) at antallet kollektivreisen er høyest i timen fra 7-8 på morgen og 15-16 på ettermiddagen. Å benytte forsinkelsene kun i perioden med flest reisende, vil kunne overestimere effekten dersom forsinkelsene er noe lavere utenom makstimerne. Samtidig kan det å benytte 50-persentilen for alle rushtimer underestimere forsinkelsene, fordi man da antar jevn fordeling av de reisende i hele rushperioden.



Figur 1-11. Fordeling av påstigende over døgnet. Kilde: Skyss påstigningsdata.

Som et kompromiss er det valgt å benytte 80-persentilen som et mål på forsinkelser. Antagelsen er her at de høyeste forsinkelsene oppstår i perioden da flest reiser, og at 80-persentilen i større grad vil være representativ enn 50-persentilen gjennom hele rushperioden. Dette er selvsagt en forutsetning som kan diskuteres, og det er trolig mer sannsynlig at den gir en høyere, snarere enn en lavere forsinkelse sammenlignet med å beregne den per time og vekte mot antall passasjerer. Sådanne beregningene i større grad et «tak» snarere enn et gulv på effekten.

Videre er det valgt å vekte forsinkelsen etter frekvens på de enkelte linjene som passerer et snitt. Kjøretid registreres per linje, mens både forsinkelse og passasjerer kan variere. Det foretrukne ville være å vekte mot antall passasjerer om bord, men dette har vist seg å være

noe komplisert i datahåndteringen. Det er derfor valgt vekte mot frekvens, under den antagelsen at jo flere passasjerer på en avgang, jo høyere er frekvensen.

I transportmodellen er det kodet inn separate reisetider i rush og lavperioden, i tråd med rutetabellene. I rushperiodene er det lagt inn større «slakk» i tabellene, og for å ikke dobbelttelle forsinkelsene er det derfor målt avviket mellom 80-persentilen og planlagt reisetid som grunnlag for den merforsinkelsen som oppstår utenom rutetabellen. Reisetiden måles mellom hver holdeplass, slik at oppholdstiden ikke regnes med. I denne forstand vil noe av mertiden i rush være inkludert i rutetabellene og noe vil tilkomme fra forsinkelsesdata.

Hvorvidt man skal regne effekten av forbedret fremkommelighet på hele eller deler av mertiden i rush er ikke nødvendigvis gitt. I rushtiden vil tidene også øke fordi mengden passasjerer øker, som gir høyere tidsforbruk uavhengig av fremkommelighet. Videre vil andre forhold enn biltrafikken påvirke fremkommeligheten, f.eks. fotgjengere og lignende i mer sentrale strøk. En anerkjent bok om planlegging av kollektivtrafikk⁸ anslår at opphavet til forsinkelser kan fordeles omtrent likt på passasjerer, biltrafikk og andre hindringer som lyskryss/fotgjengeroverganger. Dette er imidlertid tall for byer, og på innfartsårene vil dermed tredjedelen som skyldes andre forhold enn passasjerer og biltrafikk trolig falle fra.

I våre beregninger er det kun gjort justeringer på mertiden i tillegg til forsinkelsen. Det er samtidig gjennomført en sammenligning av slakktiden i rutetabellen og mertiden beregnet fra Skyss-data som grunnlag for en drøfting av effekten dersom all mertid (i rutetabell og i tillegg til planlagt tid) fjernes. Et slik scenario er trolig ikke realistisk, men det kan illustreres.

Data over forsinkelser er hentet fra Skyss og talt opp på snittene vist i Figur 1-12. Kjøretiden registreres mellom hver holdeplass, hvilket betyr at for linjer som passerer flere holdeplasser (uten å stoppe, slik som ekspressbussene), vil de registrerte forsinkelsene gjelde for en lengre strekning enn mellom to påfølgende holdeplasser. Ekspresslinjene vil dermed påvirke estimert forsinkelse på flere strekninger, også i det tilfelle der deres forsinkelse kun er begrenset til et mindre område. Dette er en forutsetning som er gjort, og alternativt kunne man valgt å fjerne alle ekspresslinjer. Siden disse linjene er viktige i analyse, vil et slikt grep også gi noen ulemper.

⁸ Walker (2012): «Human transit: How Clearer Thinking about Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives.

Forsinkelsene er estimert som gjennomsnittet av begge retninger for en spesifikk strekning. Det ble lagt ned betydelige ressurser i å beregne retningsavhengig forsinkelse, men dette lot seg ikke gjøre uten at man fikk forsinkelse i «feil» retning ved flere punkter. Ulike tilnærminger for å kontrollere, beregne og separere forsinkelser per retning ble utprøvd, men innenfor tilgjengelig tidsrom kom man ikke frem til en metode som ga tilfredsstillende resultater. Derfor benyttes snittet av begge retninger. I RTM er det kostnaden for en reise tur/retur som er styrende for etterspørselen, slik at den relevante kostnaden for beregning av etterspørselseffekter bør bli på korrekt nivå.



Figur 1-12. Tellesnitt - forsinkelser.

Resultater

Figur 1-13, Figur 1-14 og Figur 1-15 viser estimerte forsinkelser angitt som minutter per kilometer for henholdsvis morgen- og ettermiddagsrushet i dagens situasjon (tall fra september 2023). Videre er uttaket supplert med forsinkelser for vegtrafikk fra Google Maps i Figur 1-14 og Figur 1-16⁹. Områdene der forsinkelsene er konsentrert er Breistein, Fjøsangerveien, Askøy og Sotra. Det er også noe forsinkelser på de fleste strekningene, men de nevnte er de mest sentrale.

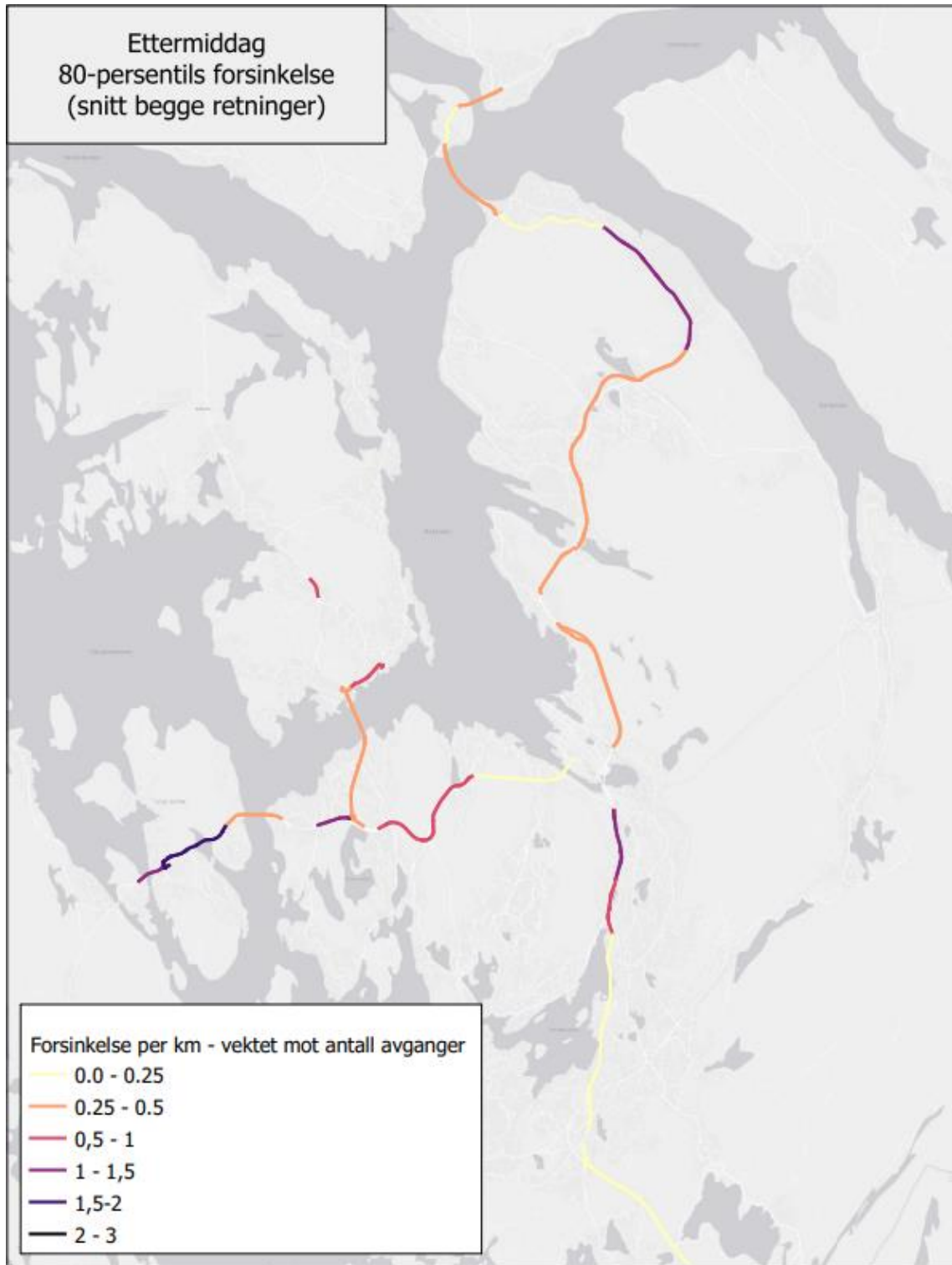
Ifølge Statens vegvesens Håndbok V123, er forsinkelser over ett minutt per kilometer et nivå som kan gi grunnlag for å etablere kollektivfelt.

På morgenen er det vesentlige forsinkelser nord for Breisten, i Fjøsangerveien, Askøy og ved Straume. Det er derimot mindre forsinkelser i Laksevåg. Sammenligner man resultatene med Google Maps (Figur 1-16), ser man at det i hovedsak er problemer på de samme områdene der data fra Skyss viser at forsinkelsene er størst. Kartene fra Google Maps er ikke direkte sammenlignbare med de som fremstiller Skyssdata, så det er viktigst å fokusere på mønsteret. Unntaket er Askøy, der er registrert kø på morgenen i Stongatunnelen i Google Maps, mens dette ikke fremkommer i data. Videre er det høyeste forsinkelsene lenger sør i Fjøsangerveien sammenlignet med data. Det er også noe forsinkelser langs hele båndet nordfra og inn mot byen, samt i Damsgårdstunnelen. Forsinkelsene fortsetter også sørover Fjøsangerveien omtrent ned til Lagunen.

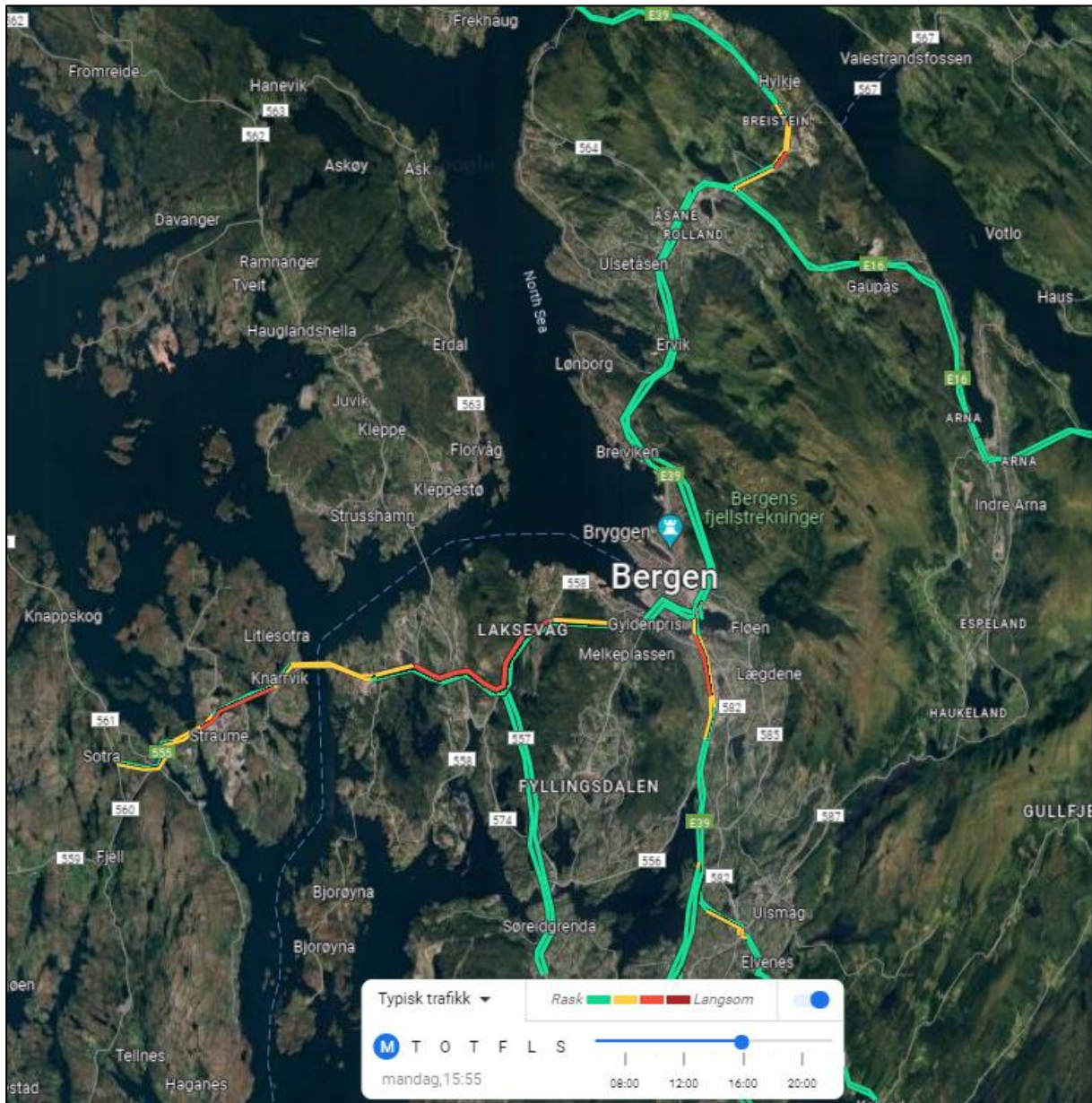
På ettermiddagen er det et relativt likt mønster som på morgenen. Dette gjelder både i Google Maps og Skyssdata. Det er imidlertid registrert høyere forsinkelser på Breistein, og i Laksevåg. Begge deler ser man igjen i Google Maps-data (Figur 1-14), men forsinkelsene på Breistein er noe mer avgrenset i data fra Google Maps. Det er også noe forsinkelser på Nordhordlandsbrua, men dette er av mindre alvorlig grad sammenlignet med forsinkelsene nærmere sentrum.

Samlet sett er det problemer på Straume, Askøy, Laksevåg, Fjøsanger og Breistein. Videre er det forsinkelser langs E39 fra Breisten og inn til byen, men noe lavere sammenlignet med de sterkest påvirkede områdene. I Fjøsangerveien strekker forsinkelsene seg helt ned til Lagunen, men med mindre styrke enn i delene nærmeste Danmarks plass.

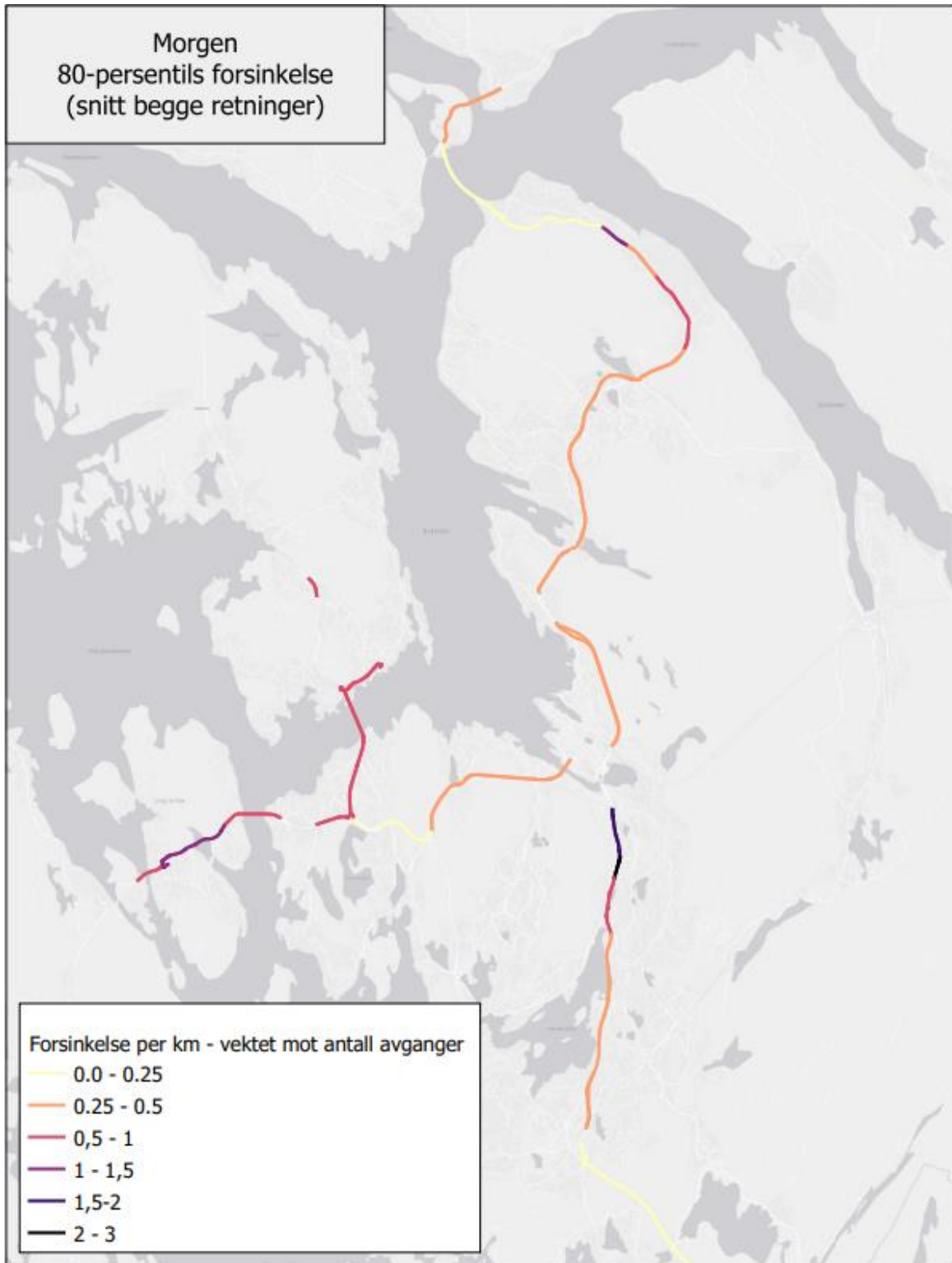
⁹ Ikke alle områder med forsinkelse kommer frem i kartene på Google Maps uten å zoome mer inn. Dette er kommentert i forbindelse med Askøy i teksten.



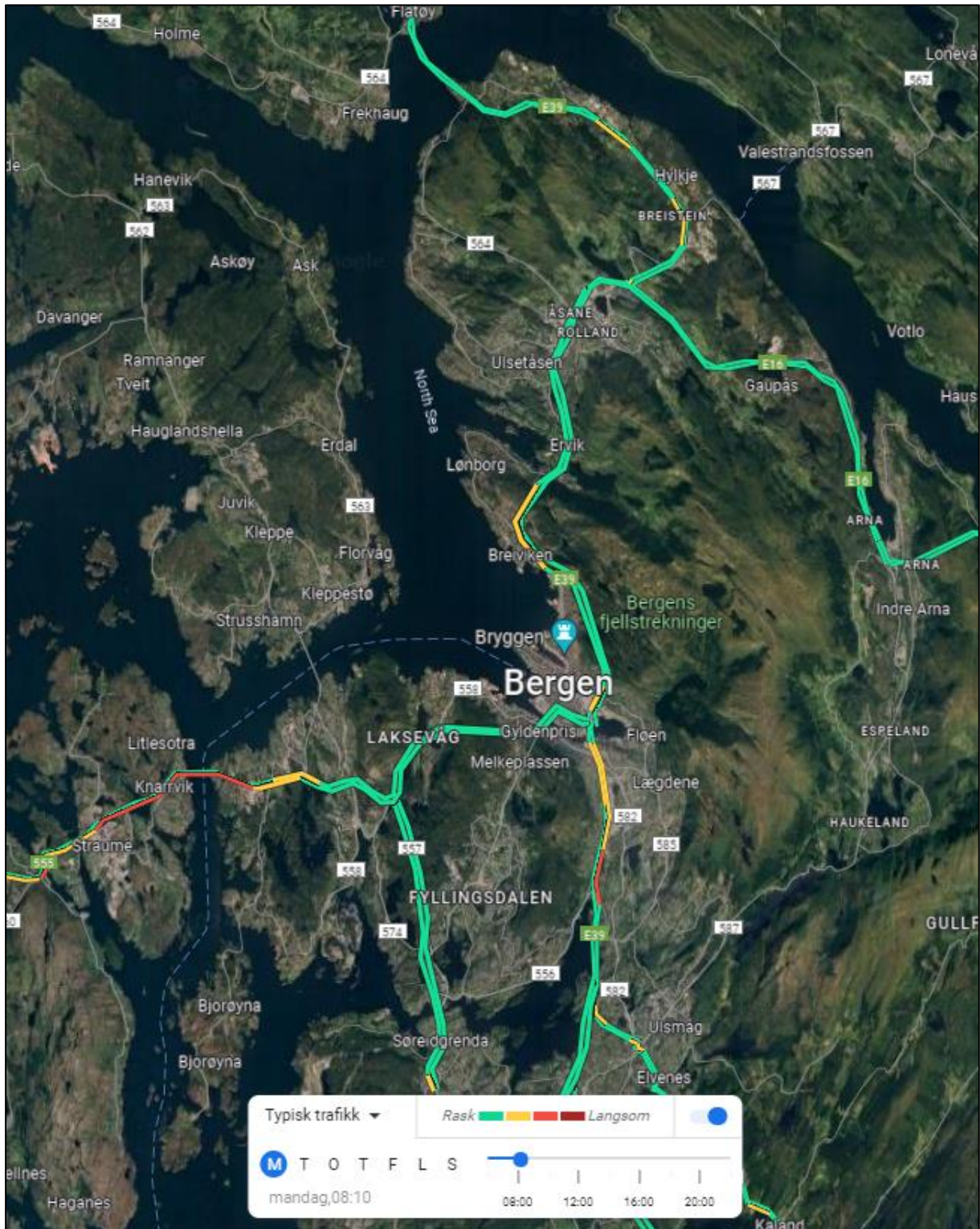
Figur 1-13. Forsinkelse per kilometer i dagens situasjon, vektet mot antall avganger. Ettermiddagsrush.



Figur 1-14. Forsinkelser i ettermiddagsrushet (16:00). Google Maps.



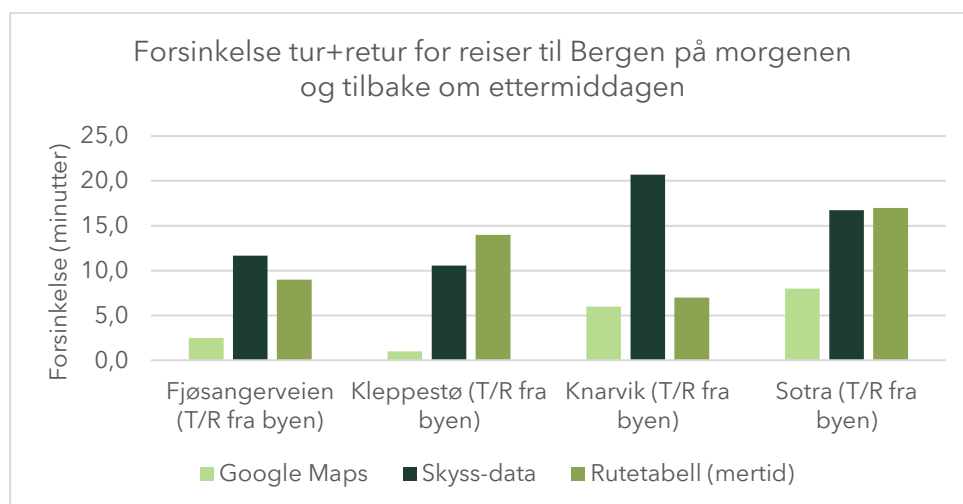
Figur 1-15. Forsinkelse per kilometer i dagens situasjon, vektet mot antall avganger. Morgenrush.



Figur 1-16. Forsinkelser i morgenrushet (kl. 08:00). Google Maps. Innfartsårer, problemer på Askøy (Stongatunnelen) fremkommer ved innzooming.

Validering

I Figur 1-17 og Figur 1-18 vises estimerte forsinkelser (mertid) fra ulike kilder: Google Maps, mertid i rutetabellen for ekspressbusser inn til Bergen sentrum, og mertiden i forhold til planlagt tid estimert fra Skyss-data. Tallene vises tur/retur, da vi ikke har klart å skille på retning på aggregert nivå (gjennomsnitt) over alle linjer som trafikkerer en gitt strekning. Siden man benytter kostnad tur/retur i etterspørselsmodellen, vil dette trolig påvirke resultatene i mindre grad.



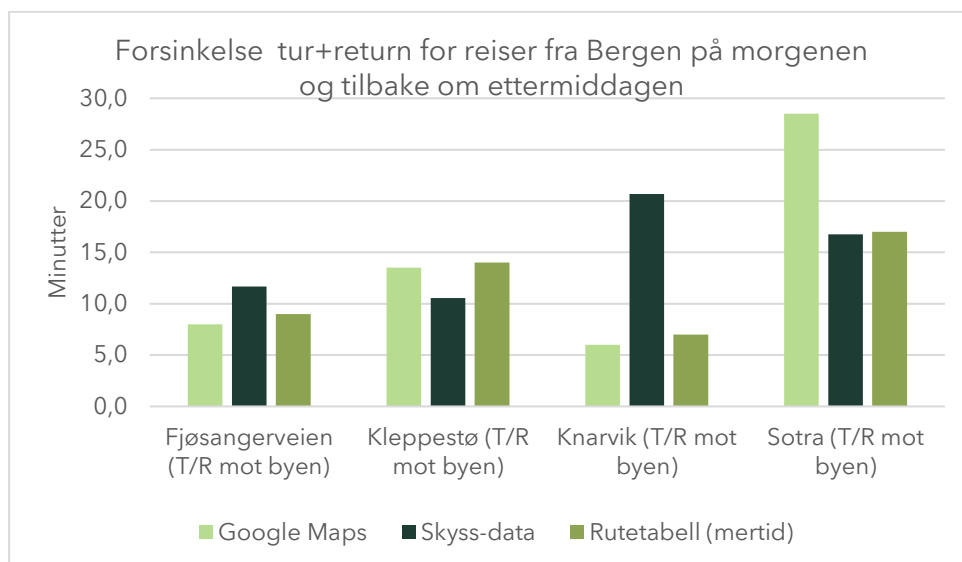
Figur 1-17. Estimerte forsinkelser (mertid) med ulike datagrunnlag og metoder fortur/retur for reiser som går til Bergen på morgenen og tilbake på ettermiddagen.

Sammenligningen viser at mertiden som ligger inne i rutetabellen («Rutetabell (mertid)») og den ekstra forsinkelsen på toppen av dette («Skyss-data») ligger relativt nærme hverandre på de fleste innfartsårene. Unntaket her er til og fra Knarvik, hvor det er estimert et høyere tillegg. Mønsteret er likt uavhengig av retning på reisen. En tolkning er derfor at den reelle mertiden (både det som ligger i rutetabellen og utover dette - inkl. effekt av flere passasjerer) er omtrent det dobbelte av hva som oppgis i rutetabellen alene.

Samtidig har vi valgt 80-persentilen som representativ forsinkelse, og denne vil naturlig nok være relativt høy. På en side kan man derfor hevde at tillegget som legges inn er noe høyt. På den annen side kan man også hevde at effekten av å fjerne den ekstra forsinkelsen er omtrent lik som å fjerne den innkodede mertiden i rutetabellene.

Samtidig er det uklart hvor stor andelen av mertiden i rutetabellene i rush som faktisk kan fjernes ved endret infrastruktur, da også passasjerer og andre forhold skaper forsinkelser. I analysene gjennomfører vi derfor noen følsomhetsberegninger som motiveres fra resultatene i denne valideringen. Vi doubler da effekten for å simulere hvordan fjerning av all mertid vil påvirke resultatene. Selv om det er utfordrende å finne en perfekt metode for

å kvantifisere den gjennomsnittlige forsinkelsen, og hvor mye av den som kan fjernes, ser vi heller på hva som er et teoretisk tak for effekten.



Figur 1-18. Estimerte forsinkelser med ulike datagrunnlag og metoder fortur/retur for reiser som går fra Bergen på morgenen tilbake på ettermiddagen.

Pålitelighet

Vi gjennomgår nå hvordan effekter av lavere reisetidsvariasjon er behandlet i utredningen. Reisetidsvariasjonen estimeres fra forsinkelsene og kodes inn i RTM.

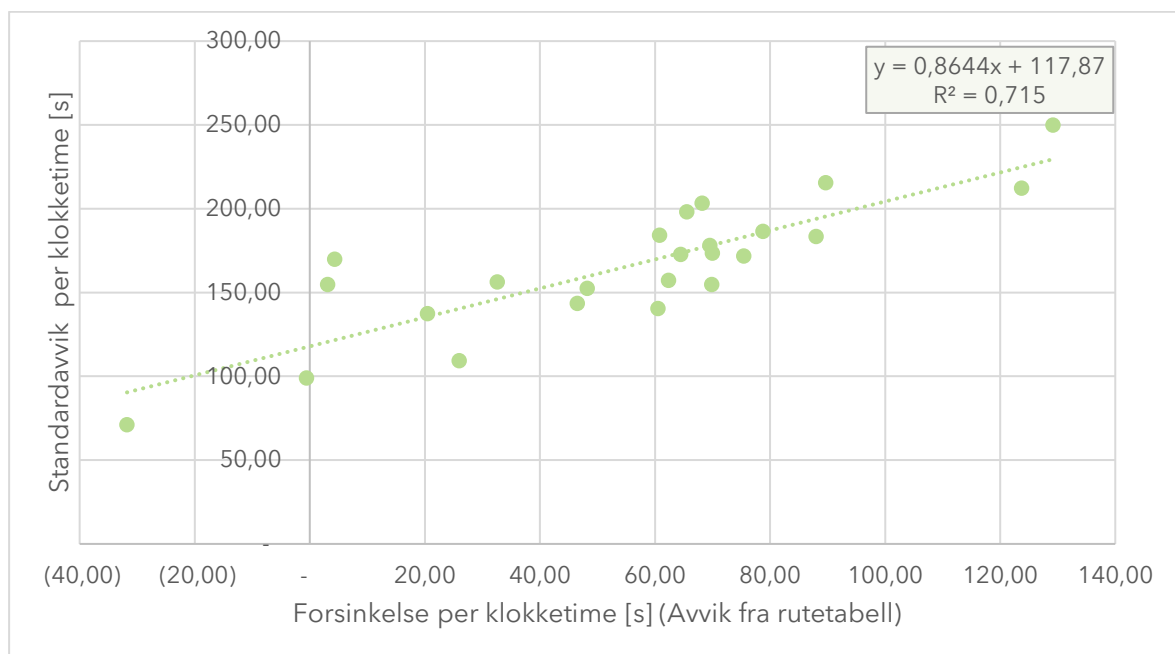
Metode

Lav pålitelighet er en kostnad for trafikantene siden usikkerhet om faktisk ankomsttid gjør at man må legge inn en ekstra buffertid. I henhold til tidsverdiundersøkelsen kan kostnaden av pålitelighet fastsettes ved å se på standardavviket til kjøretiden (Flügel et al., 2020). Det er en svært krevende oppgave å skulle beregne og kode dette for samtlige linjer i det aktuelle området. Vi har derfor valgt en noe enklere variant der vi sammenligner standardavviket samlet sett over alle linjer (fordelt på ulike klokkeslutt) med den gjennomsnittlige mertiden (planlagt versus faktisk kjøretid), og beregner en sammenheng mellom disse. Dermed kan vi anslå kjøretidsvariasjonen direkte fra mertiden opp mot rutetabellen, hvilket er kartlagt detaljert.

Resultater

Figur 1-19 viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig avvik fra rutetabell (per klokkeslutt) og standardavviket til kjøretiden. Det er her avvik mellom faktisk og planlagt tid som er benyttet. Videre er det trukket en regresjonslinje mellom kjøretid og standardavvik med relativt godt sammenfall ($R^2 = 0.71$). Linjen angir at man har en relativt høy variasjon på ca. 2 minutter uavhengig av forsinkelsene. I gjennomsnitt øker

variasjonen med 0,86 sekunder per sekund forsinkelse. Det er bare trendleddet, og ikke fastleddet vi er interesserte i, siden dette er uavhengig av nivået på forsinkelsene.

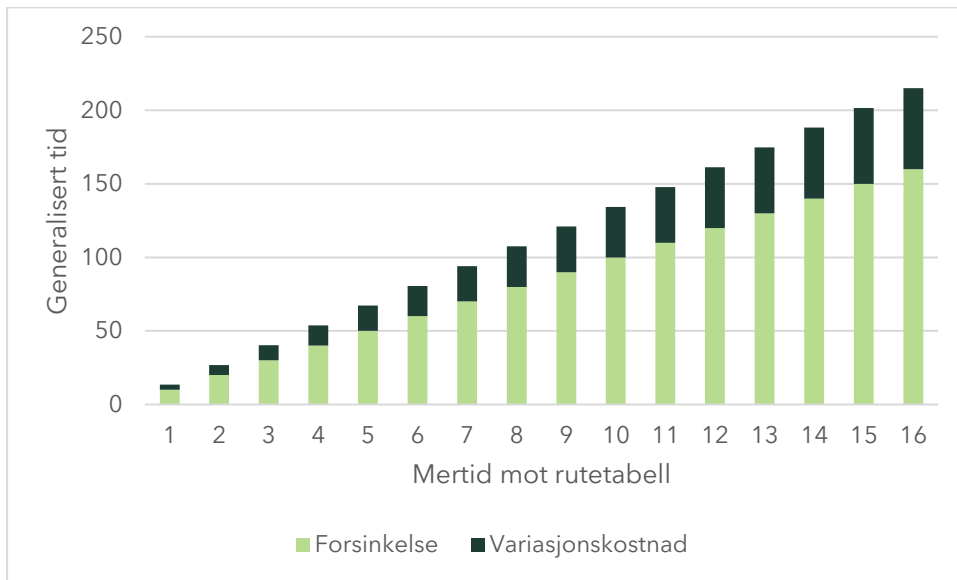


Figur 1-19. Sammenhengen mellom gjennomsnittlig avvik fra rutetabellen per time og variasjon i kjøretiden målt ved standardavviket.

I henhold til tidsverdiundersøkelsen (Flügel et al., 2020) skal pålitelighet verdsettes ved at standardavviket vektet med 40 % av tidsverdien for ombordtid. For å ta hensyn til dette på en enkel måte, beregnes det en vektet forsinkelse der man også har lagt på kostnaden knyttet til pålitelighet. Å vekte opp forsinkelsen gjør det langt enklere med tanke på å få korrekt LOS-data.

$$V_F = F * (1 + b * w)$$

Den vektete forsinkelsen (V_F) blir da forsinkelsen (F) ganget med $1 + b * w$ der b er stigningstallet i regresjonslinjen i Figur 1-19 (0,8644) mens w er vekten for standardavviket som settes til 40 % iht. Flügel et al. (2020). Figur 1-20 illustrerer effekten av å legge på vektningen. Som man ser, gir dette en moderat merkostnad på den allerede eksisterende forsinkelsen.



Figur 1-20. Illustrasjonsberegning av effekten ved inkludering av kostnaden forbundet med variable kjøretider. Generalisert tid..