

Ellen Heffer Flaata

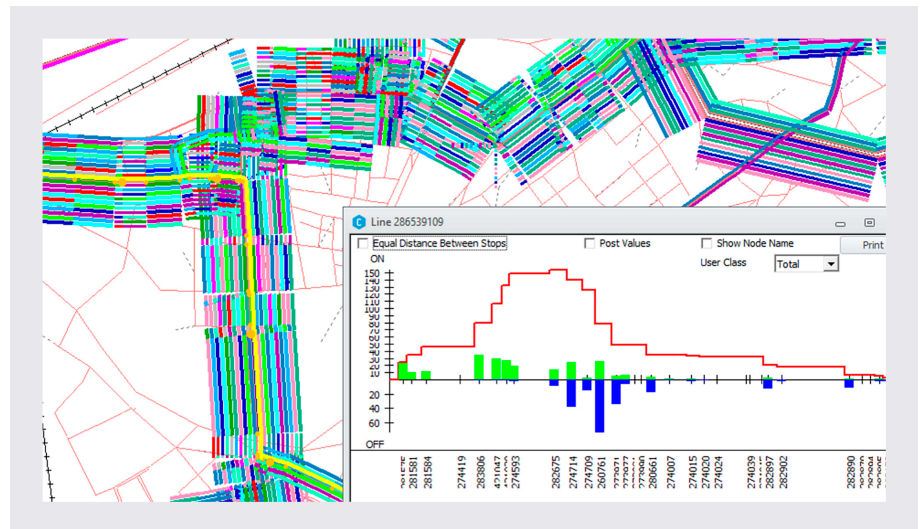
# Trang ferdsel

RTM og trengsel på kollektivreiser

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Trude Tørset

Juni 2019





Ellen Heffer Flaata

## Trang ferdsel

RTM og trengsel på kollektivreiser

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk  
Veileder: Trude Tørset  
Juni 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for bygg- og miljøteknikk





# Sammendrag

Befolkningen vokser i byområdene i Norge, og sammen med velstandsøkningen vil dette bidra til en potensiell vekst i antall daglige bilturer. Om man lykkes med tiltak for å nå Nullvekstmålet, som krever at all vekst i persontransporten skal tas med kollektivt, sykkel og gange, vil man få en kraftig økning i antall passasjerer i kollektivtransporten i kommende år. Dermed vil trengsel om bord i kollektivtransport bli en stadig mer sentral påvirkning på transportetterspørselen. Trengsel har så langt ikke vært tatt med i beregningene i Regional persontransportmodell (RTM), noe som gjør at etterspørselseffekter av kapasitetsøkninger potensielt undervurderes.

I Trondheim registrerer AtB påstigninger for hvert stopp (noen registreres med reisekort, og noen telles manuelt). Dette gjør at det er mulig å undersøke faktisk rutevalg i kollektivtrafikken og evaluere trengselssituasjonen i systemet til ulike tider og for ulike ruter. Fra august 2019 vil disse dataene også inkludere avstigninger, og være tilgjengelig som sanntidsdata. I tillegg har en ny versjon av RTM nettopp blitt lansert. Det er nå mulig å bruke kapasitetsavhengig rutevalg for kollektivturene ved hjelp av en ombordtidsfaktor som representerer ubehaget ved å reise ved høye trengselsnivåer.

I denne oppgaven sammenlignes registrerte påstigningstall for utvalgte ruter med beregnede rutevolumer fra RTM med og uten kapasitetsavhengig rutevalg for kollektivtransport. Registreringene viser til dels høye passasjertall både i og utenfor rush, som, selv om man trenger avstigningsregistreringer for å være sikker, kan tyde på at trengsel allerede i dag er et problem i Trondheim. Passasjervolumene som ble beregnet i RTM samsvarer i varierende grad med registreringene, som kan tyde på at det er mer grunnleggende utfordringer i rutefordelingen i RTM enn at trengsel ikke er inkludert.

Det må flere tiltak til for å sette RTM i stand til å analysere de spesielt komplekse konkurranseflatene mellom de ulike reisemidlene i byområder. Dette omfatter ikke bare kollektivt, men og privatbilismen, som også preges av etterspørselsrelaterte problemer som kø og forsinkelser i rushtid.

Imidlertid er det tydelig at påstigningsregistreringer (og etterhvert også avstigninger) vil kunne brukes til å identifisere hvor avvikene oppstår i rutevalget for kollektivt i RTM, og bidra til å bringe rutevalget opp på et nivå der det blir meningsfullt å korrigere for kapasitetsbegrensninger om bord. Dermed vil RTM være bedre rustet for å håndtere også byanalyser.

# Abstract

Wealth and population are both steadily growing in Norwegian city areas, driving an increase in the number of trips undertaken by car. In recent years Norwegian transport politics has aimed to curb growth in trips by car in favour of increased public transit ridership as well as walking and cycling – effectively decreasing the market share of the personal car. If the implemented policies are successful in achieving this ‘zero growth goal’, public transit in the major city areas must be expected to carry a substantial increase in ridership in the coming decades. The capacity of the public transport system is limited, so crowding may act as a damper on growth in public transit. However, until now the main four-step transport model in use in Norway – the Regional Transport Model (RTM) – has not included consideration of passenger capacity, thus potentially underestimating the demand effects of increased capacity in the transit system. A new version of the RTM has just been released, which introduces the ability to calculate transit route choice with an ‘in-vehicle time multiplicative crowding factor’ – meant to represent the increased disutility experienced by passengers enduring crowded conditions.

In this thesis, measured passenger loads on transit routes in the city of Trondheim are compared to output from the RTM, with and without use of capacity restrictions in the public transport route distribution. In Trondheim the public transport provider registers boardings at every stop, making it possible to study actual route distribution of transit demand and shed light on the extent of crowding issues in Trondheim. The measured data show high passenger loads both in rush hour and midday, which, although data on alightings are needed to be certain, indicates that crowding is currently an issue in Trondheim. The passenger loads calculated in the RTM differ somewhat from the measured levels, raising the question of whether there are other, more fundamental issues with the route choice calculations in RTM that adjusting for crowding won’t address.

Other measures are needed to properly equip the RTM for analyzing the more complex city transport situations. This includes not only the description of public transport, but also the level of service measures for car, that might underestimate typical rush hour traffic issues like queues and delays. However, the registered data of boardings can be used to identify where the deviations between calculated and actual loads occur, and can thus be crucial for improving the route choice calculations to a level where correcting for capacity restrictions on board becomes meaningful. Then the RTM will be better equipped for dealing with analysis of personal travel in city areas.

# Forord

Denne masteroppgaven setter punktum for en femårig utdanning innen bygg- og miljøteknikk ved NTNU. Jeg forlater byggingeniørstudiet med det som må være rekordlite kunnskap om hus, men til gjengjeld kan jeg noe om transportmodeller, og det er takket være Trude Tørset. Jeg har alltid kommet ut av de ukentlige (!) veiledningsmøtene mer motivert og langt mindre forvirret enn jeg var da jeg kom inn. Jeg kunne ikke hatt en bedre veileder. Sammen med Kelly Pitera har Trude sørget for å gjøre årene på hovedprofilen veg og transport utfordrende, artige og lærerike. Man forventer ikke nødvendigvis å bli glødende engasjert når man har meldt seg på fag med navn som *Vegplanlegging* eller *Transportanalyse*, men jeg vet det er flere enn meg som har blitt veldig overrasket over å finne sitt kall i nettopp de forelesningene. Takk Trude og Kelly!

Jeg vil også rette stor takk til Øyvind Dalen og Kari Skogstad Norddal i Asplan Viak, som gjennom AV-programmet lot meg prøve meg i relevante og spennende prosjekter og la listen skyhøyt for hvor fin en arbeidsplass kan være. Denne masteroppgaven er skrevet på AVs kontor i Trondheim, og trivelig selskap fra Oddrun Dalgard og Sindre Lindheim-Minde og resten av Trondheimskontoret har gjort arbeidet til en lek.

Mats Lien og Fay Maria Loe i AtB fortjener også stor takk for at de generøst stilte sin ekspertise og datamateriale til disposisjon. Uten dem ville denne oppgaven sett helt annerledes ut og sannsynligvis vært mye dårligere forankret i virkeligheten.

Tusen takk også til Olav Kåre Malmin i Sintef, som hjalp meg med å forstå hvordan trengselsberegningene virker i RTM. Både møtet for å snakke om kollektivtrengsel og dokumentasjonen han har utarbeidet for RTM har vært helt sentrale for gjennomføringen av modellbruken.

Jeg står også i takknemlighetsgjeld til Ola Skatvedt for at han lånte meg sine modeller fra eget masterarbeid, det har vært til stor hjelp underveis.

Takk ikke minst også til mamma, pappa, søster og venner for moralsk støtte og oppmuntrende tilrop underveis. Dere har tålmodig hørt på talløse usammenhengende tankerekker, sørget for kaffepauser og avkobling og gjort konkurranse av å finne kommafeil. Takket være dere er både oppgaven og jeg i langt bedre form enn vi ellers ville vært.

Trondheim, juni 2019  
Ellen Heffer Flaata

# Innhold

<b>Figurer</b>	<b>x</b>
<b>Tabeller</b>	<b>xi</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Vekst i persontransporten . . . . .	1
1.2 Transportmodeller . . . . .	3
1.3 Trengsel om bord i kollektivtransport . . . . .	5
1.4 Formål og avgrensninger . . . . .	7
<b>2 Teori</b>	<b>8</b>
2.1 Kollektivtransport i modeller . . . . .	8
2.1.1 Evaluere etterspørselseffekter . . . . .	12
2.1.2 Skinnfaktor . . . . .	14
2.2 Trengsel om bord i kollektivtransport . . . . .	15
2.2.1 Mål på trengsel . . . . .	16
2.2.2 Reisendes verdsetting av trengsel . . . . .	17
2.3 Regional persontransportmodell . . . . .	20
2.3.1 Den nasjonale reisevaneundersøkelsen . . . . .	20
2.3.2 Beregningsgang . . . . .	21
2.3.3 Kollektivtransport . . . . .	22
2.3.4 Muligheter for forbedret kollektivbeskrivelse . . . . .	24
2.4 Stratmod . . . . .	26
2.4.1 Etterspørselsberegninger . . . . .	26
2.4.2 Datagrunnlag . . . . .	28
<b>3 Metode</b>	<b>30</b>
3.1 Kollektivsystemet i Trondheim . . . . .	30
3.2 Påstigningsdata fra AtB . . . . .	31
3.2.1 Gjennomgang og vasking av datamaterialet . . . . .	31
3.2.2 Bearbeiding av data til påstigningsplott . . . . .	34
3.3 RTM-beregninger for Trondheim . . . . .	35
3.3.1 Om DOM Nidaros . . . . .	35
3.3.2 Definisjon av kjøretøy og ulempekurve . . . . .	36
<b>4 Resultater</b>	<b>39</b>
4.1 AtBs påstigningsdata . . . . .	39
4.1.1 Rute 5: Buenget – Lohove . . . . .	40

---

4.1.2	Rute 8: Stavset – Risvollan . . . . .	44
4.1.3	Rute 9: Lundåsen – Dragvoll . . . . .	48
4.2	RTM delområdemodell Nidaros . . . . .	52
4.2.1	Etterspørsel og rutefordeling . . . . .	52
4.2.2	Sammenligning med AtBs registreringer . . . . .	54
<b>5</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>57</b>
5.1	Påstigningsregistreringer . . . . .	57
5.1.1	Variasjon i passasjertall . . . . .	57
5.1.2	Forskjeller mellom morgen og ettermiddag . . . . .	57
5.1.3	Feilkilder . . . . .	58
5.1.4	Andre muligheter i datamaterialet . . . . .	58
5.2	Rutevalg med og uten trengsel i RTM DOM Nidaros . . . . .	59
5.2.1	Definisjon av trengselskurve og rutekoding . . . . .	60
5.2.2	Etterspørselseffekter . . . . .	61
5.3	Trengsel som variabel i etterspørselsmodellen . . . . .	62
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>64</b>
	<b>Referanser</b>	<b>65</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>69</b>
<b>A</b>	<b>Firetrinnsmetodikken</b>	<b>70</b>
<b>B</b>	<b>Rutetabeller</b>	<b>73</b>
<b>C</b>	<b>Scenariorapport DOM Nidaros 2018</b>	<b>80</b>
<b>D</b>	<b>Passasjerprofiler fra RTM</b>	<b>91</b>
<b>E</b>	<b>Påstigende, AtB og RTM sammenlignet</b>	<b>97</b>
<b>F</b>	<b>SPSS-syntaks for uttak av plott</b>	<b>103</b>
F.1	Bearbeiding av det opprinnelige datasettet for rute 5 og summering for påstigninger per holdeplass . . . . .	103
F.2	Beregning av gjennomsnittlig antall påstigninger per holdeplass for morgen og ettermiddag, og totale passasjertall per buss over døgnet . . . . .	105
F.3	Tegne påstigningsprofil for 07.00–08.00 . . . . .	110
F.4	Tegne plott for totalt antall påstigende for hver over døgnet . . . . .	112

# Figurer

1.1	Reisemiddelfordeling (i antall daglige turer) som tilfredsstillers nullvekstmålet i 2040 ref. 2014 for Trondheim . . . . .	3
1.2	Oppbyggingen av RTM versjon 3 (Tørset mfl., 2012) . . . . .	4
1.3	Illustrasjon fra Stratmod-dokumentasjonen som viser forskjellen i generaliserte kostnader fra et tiltak med og uten inkludering av kvalitetsfaktorer (trengsel og forsinkelse) (Norheim mfl., 2016) . . . . .	5
2.1	LOS-nivåer fra <i>Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd ed.</i> (Transport Research Board, 2003), hentet fra Li og Hensher (2013) . . . . .	16
2.2	Illustrasjon på trengsel hos Haywood mfl. (2017) . . . . .	17
2.3	Illustrasjon av trengsel i SP-undersøkelsene til Ruud mfl. (2010) og Ellis og Øvrum (2014). . . . .	17
2.4	Ulempefaktorer for tog i Storbritannia, laget for tall fra Wardman og Whelan (2011) . . . . .	18
2.5	Grensesnitt i Cube for redigering av ulempekurven ved trengsel . . . . .	24
3.1	Utsnitt av rutekart for Trondheim . . . . .	32
3.2	Traséen til rute 5, 8 og 9 i RTM . . . . .	36
3.3	U-verdi som funksjon av antall passasjerer om bord, for hver av kjøretøytypene . . . . .	37
4.1	Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss . . . . .	41
4.2	Rute 5, kl. 07.00–08.00 . . . . .	42
4.3	Rute 5, kl. 15.00–16.00 . . . . .	43
4.4	Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss . . . . .	45
4.5	Rute 8, kl. 07.00–08.00 . . . . .	46
4.6	Rute 8, kl. 15.00–16.00 . . . . .	47
4.7	Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss . . . . .	49
4.8	Rute 9, kl. 07.00–08.00 . . . . .	50
4.9	Rute 9, kl. 15.00–16.00 . . . . .	51
4.10	Beregnet passasjerplott for rute 8 mot Risvollan i morgenrushet . . . . .	53
4.11	Beregnet passasjerplott for rute 9 mot Dragvoll i morgenrushet . . . . .	54
4.12	Beregnet passasjerplott for rute 5 mot Lohove i morgenrushet . . . . .	54
4.13	Sammenligning av beregnede påstigninger fra RTM mot registrerte påstigninger fra AtB for rute 5 mot Buenget, morgen . . . . .	56

# Tabeller

1.1	Tall og antakelser for Trondheim; befolkningstall -og prognose fra SSB (2019a) og SSB (2019b), turfrekvens og -lengder fra fra Hjorthol mfl. (2014)	2
1.2	Reisemiddelfordeling i prosent fra RVU 2014 og skissert reisemiddelfordeling for 2040 med nullvekstmålet . . . . .	2
2.1	Kvalitetsfaktorer fra Redman mfl. (2013) . . . . .	10
2.2	Tidsvekter fra Wardman og Whelan (2011) for ulike lastfaktorer (LF) . . .	18
2.3	Verdsettinger gjengitt fra Li og Hensher (2011a). Pengeverdier er gitt i 2003-USD, enhetsløse verdier er ombordtidsvekter. . . . .	19
2.4	Betalingsvillighet for sitteplass for korte og lange kollektivreiser når utgangspunktet er å stå hele reisen, kr/reise (Halse mfl., 2010) . . . . .	19
2.5	Firetrinnsmetodikken . . . . .	20
2.6	Reisehensikter og reisemidler som inngår i Tramod . . . . .	21
2.7	Hentet fra tabell 2.3 hos Berg mfl. (2016b) . . . . .	27
2.8	Gjennomsnittlige reisetidskomponenter og andeler som opplever forsinkelse og bytte, hentet fra tabell 2.6 og 2.7 i Ellis og Øvrum (2014). . . . .	28
2.9	Verdsettinger hentet fra Ellis og Øvrum (2014). Der enhet ikke er oppgitt er verdsettingen gitt som en verdi relativt ombordtid. 2013-kroner . . . . .	29
3.1	Utvalgte attributter i AtBs påstigningsdatasett . . . . .	33
3.2	Kjøretøytyper med attributter (Zhupanova, 2016), illustrasjoner fra <i>Man Lion's City</i> (2019) . . . . .	36
4.1	Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 5, med ulike trengselsmål, antatt leddbus . . .	40
4.2	Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 8, med ulike trengselsmål, antatt boggibuss . .	44
4.3	Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 9, med ulike trengselsmål, antatt boggibuss . .	48
4.4	Reisemiddel- og reisehensiktfordeling for 2018-beregningene . . . . .	52
4.5	Reisemiddel- og reisehensiktfordeling for 2040-beregningene . . . . .	52
4.6	Totale passasjertall fra AtB og RTM . . . . .	55





# 1 Innledning

## 1.1 Vekst i persontransporten

Nullvekstmålet er et sentralt mål i dagens samferdselspolitikk, og en føring for utredning og planlegging av samtlige byutviklings- og infrastrukturprosjekter som er underveis. Målet dukket først opp i klimameldingen 2011 (Miljøverndepartementet, 2012, s. 13) og er nå en del av Regjeringens politikk gjennom gjeldende Nasjonal Transportplan (Samferdselsdepartementet, 2017). Målet går ut på at veksten i persontransporten skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange i de ni største byområdene. Hovedindikatoren er  $\text{kjt-km}^1$  for private reiser med personbil, som skal holdes uendret. Det vil si at det er likegyldig for måloppnåelsen om mange korte eller få lange reiser overføres. Supplerende indikatorer er antall kollektivreiser og reisemiddelfordelingen fra RVU<sup>2</sup> (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 147 og 164).

Spesielt i byområdene er det ventet betydelig befolkningsvekst i årene som kommer, noe som vil bidra til en økning i antall reiser som foretas. Dermed må andelen reiser som sjåfør reduseres for å holde antall kjørte kilometer konstant. Andelen som velger kollektivt, myke reisemidler (sykkel og gange), eller å reise som passasjer i bil, må øke. Hvilke virkemidler som bør tas i bruk for å nå Nullvekstmålet er en diskusjon for seg, men det er et klart behov for å vite hvor mange flere brukere man må regne med i kollektivtransporten for å sørge for tilstrekkelig kapasitet i tilbudet. Økt kundegrunnlag er godt nytt for operatørselskapene, men kan også skape kapasitetsproblemer og behov for oppskalering av tilbudet og økte driftskostnader.

For å tegne et bilde av hva slags konsekvenser det å oppnå Nullvekstmålet vil gi kan man gjøre et kjapt overslag over hvilken vekst man må ha i kollektivtransporten for å unngå vekst med personbil i Trondheim (ikke medregnet andre drivere som inntektsøkning, utdanningsnivå og bosettingsmønster). Med andre ord, gitt en viss befolkningsvekst, hvor mange flere turer tas med kollektivtransport i fremtiden sammenlignet med i dag? Hvilket år man bruker som basisår ('nåtid') vil variere, men siden de siste dataene man har om nordmenns reisevaner er fra 2013/14, er det ikke unaturlig å bruke dette som utgangspunkt. Fremtidsåret settes til 2040.

Tabell 1.1 viser nøkkeltall som er nødvendige for å sette opp overslaget. Antakelsene har varierende gyldighet. Gjennomsnittlig antall turer per dag og person har vært ganske

---

<sup>1</sup>Summen av kjørte kilometer for alle kjøretøy

<sup>2</sup>Reisevaneundersøkelsen 2013/14 (Hjorthol mfl., 2014): landsdekkende undersøkelse om befolkningens reisevaner i Norge

	2014	2040
Befolkningsvekst	182 000	220 500 (+21 %)
Turer per dag per person	3,26	uendret
Midlere reiselengde		uendret
Midlere reiselengde bilturer	15,8 km	uendret

**Tabell 1.1:** Tall og antakelser for Trondheim; befolkningstall -og prognose fra SSB (2019a) og SSB (2019b), turfrekvens og -lengder fra fra Hjorthol mfl. (2014)

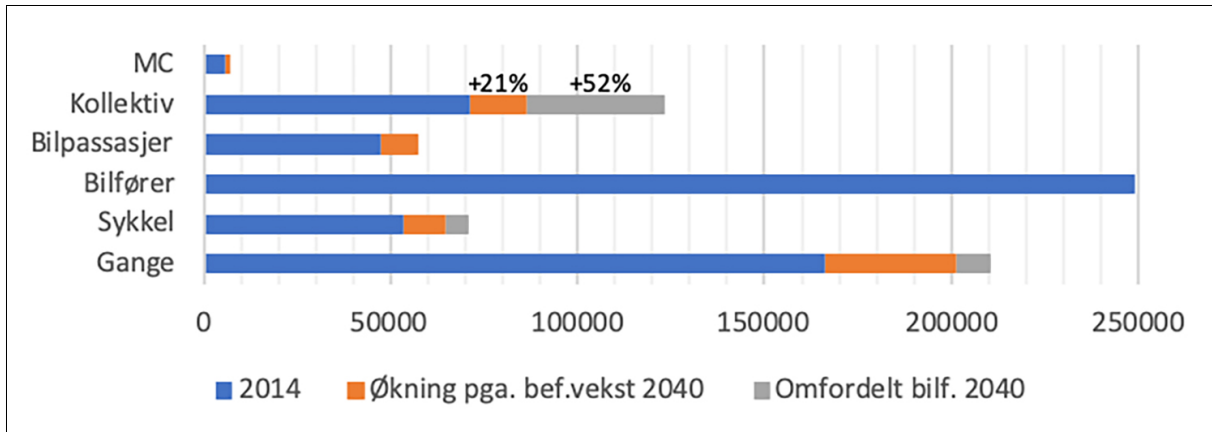
stabil siden 1992, så det er ikke urimelig å anta at det er det samme i 2040. Det er litt mer konservativt at gjennomsnittlig reiselengde (både generelt og for bilførere spesielt) antas konstant, siden den har økt med 4,2 km fra 1992 til 2014.

RVU oppgir nasjonal reisemiddelfordeling for reiser mellom 10 og 20 km, se tabell 1.2. Det er urimelig å anta at gange i like stor grad som kollektiv og sykkel kan ta veksten i personbiltransport, i og med at gangturer typisk er korte. Det er derfor mer rimelig å legge reisemiddelfordelingen for reiser mellom 10 og 20 km (og det relative størrelsesforholdet de myke reisemidlene i mellom) til grunn for overføring fra personbil til de myke reisemidlene. Nødvendig reisemiddelfordeling for å oppnå Nullvekstmålet gitt disse antakelsene er oppsummert i figur 1.1. Den viser at utover veksten i kollektivtransport på 21 % på grunn av befolkningsøkning, får man en ytterligere vekst på over 50 % som må overføres fra personbiltransport.

	2014 Trondheim	2014 10–20 km	2040 Nullvekstmål
Gange	28	3	29
Sykkel	9	2	10
Bilfører	42	72	35
Bilpassasjer	8	10	8
Kollektiv	12	12	17
MC/moped	1	1	1

**Tabell 1.2:** Reisemiddelfordeling i prosent fra RVU 2014 og skissert reisemiddelfordeling for 2040 med nullvekstmålet

Dette er bare en skisse av effekten av én driver i persontransporten og langt fra en god spådom om fremtiden i Trondheim. Imidlertid viser den at man i planlegging for de kommende tiårene blir nødt til å vurdere hvordan kollektive reisemidler skal kunne håndtere en kraftig økning i etterspørsel.



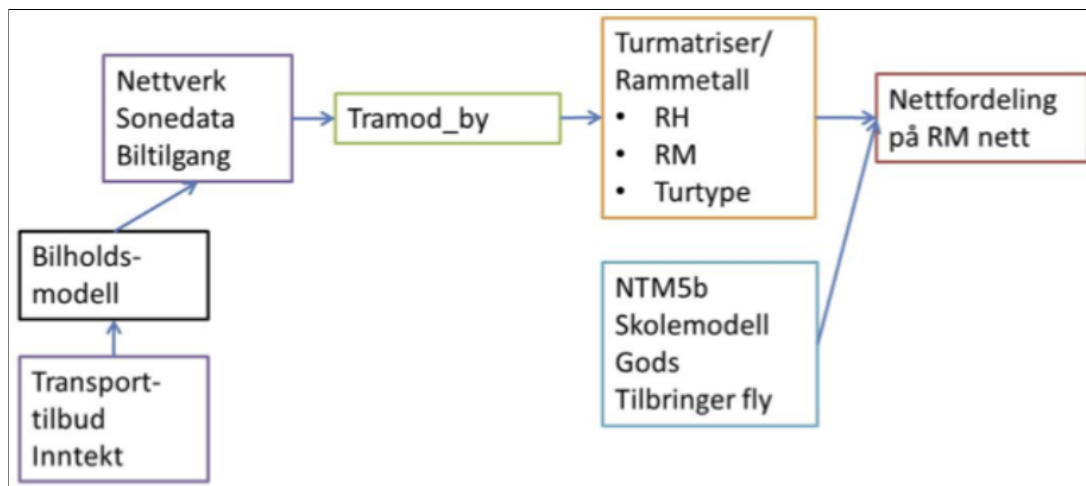
**Figur 1.1:** Reisemiddelfordeling (i antall daglige turer) som tilfredsstillers nullvekstmålet i 2040 ref. 2014 for Trondheim

## 1.2 Transportmodeller

For å kunne evaluere effekten av flere drivere enn befolkningsvekst i transportetterspørselen sett i sammenheng med transporttilbudet (infrastruktur og kollektivtilbud) brukes transportmodeller. Det finnes flere typer modeller, som hver har sine styrker avhengig av analyseformål, geografisk utbredelse og tidshorizont for analysen. Den mest omfattende typen, strategiske modeller, tar inn informasjon om bosettingsmønstre og arbeidsplasser, prognostisert økonomisk utvikling og befolkningsvekst, veinett og reisevaner og beregner prognoser for transportetterspørsel på regionalt eller nasjonalt nivå, fordelt over døgnet og i transportnettet. Slike beregninger kan brukes til å beregne vridninger i reisemønstre, samfunnsnytte og klimaeffekt av ulike samferdselsprosjekter eller politikk.

I Norge brukes Regional persontransportmodell (RTM) for personreiser under 70 km, som er en slik strategisk modell. Den brukes til “analyser av trafikantenes totale valgsituasjon [...] og får resultater i form av endret etterspørsel” (Tørset mfl., 2012). Valgsituasjonen omfatter hvor ofte man reiser, når reisene foretas, hvor man reiser fra og til, hvilket reisemiddel man bruker og hvilken rute man velger med det reisemiddelet. Etterspørselsmodellen for korte (<70 km) private reiser i RTM, Tramod, tar utgangspunkt i den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) (Hjorthol mfl., 2014), som spør et representativt utvalg av befolkningen om reiser de nylig har foretatt. En prinsippsskisse av RTM er gjengitt i figur 1.2 fra Tørset mfl. (2012).

Men, som i enhver modell, er sammenhengene og datagrunnlaget i RTM et forenklet bilde av virkeligheten. Både tilgjengelig informasjon og beregningstid setter begrensninger for hva som er hensiktsmessig å ta med. Det er gjort forenklinger i beskrivelsen av alle reisemidlene, men spesielt kollektivtransport er komplekst. Reisen består av til- og fraringerledd, selve reisen om bord i det kollektive reisemiddelet, eventuelle bytter mellom kollektive reisemidler og venting på holdeplass. Variabler som trengsel og forsinkelse om bord er ikke tatt med, og det skiller ikke mellom reisemidlene tog, t-bane, trikk, buss og



Figur 1.2: Oppbyggingen av RTM versjon 3 (Tørset mfl., 2012)

båt.

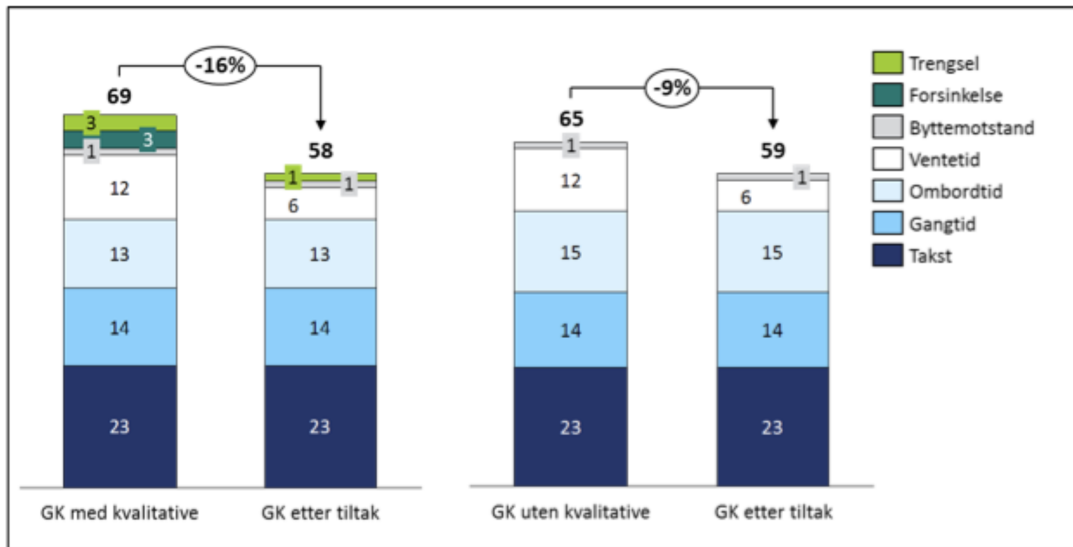
Forenklingene som er gjort i beskrivelsen av kollektive reisemidler i RTM er opphav til bekymring for at man ikke godt nok klarer å forutsi etterspørselsendringer for reisemidlene som inngår i denne kategorien. Det er spesielt kollektivtransporten som skal ta unna veksten i personbiltransporten, så da trengs prognoseverktøy som angir riktig etterspørsel for disse reisemidlene.

Som et svar på denne problematikken har Urbanet Analyse utviklet Stratmod, en modell for vurdering av transportetterspørsel i byområder. Byområder er spesielt preget av rush-tidsproblemer som kø og trengsel om bord i kollektivtransport. RTM tar i utgangspunktet ikke hensyn til kapasitet hverken om bord eller i veinettet for kollektivtransport, mens man med Stratmod vil kunne anslå etterspørselseffekten av tiltak som ventes å redusere trengsel og forsinkelse. Figur 1.3 viser et eksempel på to forskjellige beregninger for et scenario før og etter et fremkommelighetstiltak. Beregningene som tar hensyn til trengsel- og forsinkelseeffekter gir et mer attraktivt tilbud enn beregningene som ikke gjør det.

Stratmod er et supplement til RTM: beregningene i Stratmod baseres på resultater fra RTM. I Stratmod er resultatene mindre detaljerte enn i RTM, men beregningene er raskere og man får etterspørselsnivåer som kan indikere større potensial for etterspørselsøkninger av kollektivinvesteringer enn det RTM gjør. Man må gi som inndata til modellen hvor mye man forventer at trengsel og forsinkelse reduseres som følge av tiltaket, så modellen sier utelukkende noe om hvilke etterspørselseffekter man kan forvente gitt at tiltaket er vellykket. Formålet er å legge til rette for en “grovsortering” av ulike tiltak og strategier (Norheim mfl., 2016).

Det idelle ville vært å få i både pose og sekk, altså analyser som både tar hensyn til alle relevante forklaringsvariabler for valg av kollektivtransport, men uten å kompromisere på detaljgraden i resultatene. Dette er nødvendigvis ikke mulig, men det er interessant å undersøke muligheten for og eventuelle barrierer mot å kartlegge og inkludere effekten av flere sider av kollektivtransporten enn de som er representert i dagens modell. En av de

mest diskuterte av disse faktorene er trengsel om bord.



**Figur 1.3:** Illustrasjon fra Stratmod-dokumentasjonen som viser forskjellen i generaliserte kostnader fra et tiltak med og uten inkludering av kvalitetsfaktorer (trengsel og forsinkelse) (Norheim mfl., 2016)

### 1.3 Trengsel om bord i kollektivtransport

I flere rapporter som tar for seg de største utfordringene i RTM har man pekt på trengsel om bord i kollektivtransport, altså høy tetthet av passasjerer, som en viktig variabel som burde inkluderes for å både gi riktig etterspørselsnivå og rutevalg; eksempler er Tørset mfl. (2012), Fearnley mfl. (2015) og Berg mfl. (2016a). I tillegg til arbeidet gjort i forbindelse med utviklingen av Stratmod, har man i Norge i senere tid undersøkt trengsel ombord i tog (Tørset, 2014; Gutiérrez, 2014), busspassasjerers adferd ved ulike trengselsnivåer ombord i buss (Zhupanova, 2016) og trengsel som fenomen i seg selv (Minken, 2017). Det er liten tvil om at trengsel tas med som en faktor i folks valg om å reise – både når de reiser, hvilket reisemiddel de velger og hvilken rute de tar. Det påvirker kortsiktige beslutninger – “Skal jeg vente på T-banen eller hoppe på bussen?” – og langsiktige beslutninger – “Orker jeg fulle tog hver morgen eller bør jeg kjøpe meg bil?”.

For den reisende er trengsel ikke bare et spørsmål om hvorvidt man får plass om bord i bussen om morgenen eller må vente på neste. Trengsel er er vel så mye et spørsmål om hvorvidt man får sitteplass. Å måtte stå over lengre tid krever større fysisk anstrengelse og gir høyere risiko for å falle. Men også ut over det fysiske ubehaget har man det psykiske ubehaget: det å være nær fremmede er stressende for mange. Dessuten skaper trengsel et usikkerhetsmoment ved en reise: mens man vet hvor mye reisen vil koste, hvor bussen går og (omtrent) hvor lang tid det vil ta, er antallet medpassasjerer en variabel man ikke har oversikt over før man har bestemt seg for å ta buss og har stått på holdeplassen og ventet

en stund. Om bussen er full da, går man kanskje på uansett, men velger kanskje et annet tidspunkt eller reisemiddel neste gang. I tillegg kan det hende bussen er så full at den kjører forbi holdeplassen uten å plukke opp flere passasjerer, som gjør at ventetiden blir enda lenger.

Trengsel er til en viss grad målbart, i form av, for eksempel, antall passasjerer per areal, men passasjerenes ubehag er vanskeligere å fange opp. Hvordan trengsel tas inn i reisevalget som en usikker variabel er heller ikke klart. I klassisk økonomisk teori er mennesker rasjonelle, allvitende aktører, men i praksis trekker vi hele tiden konklusjoner på bakgrunn av inntrykk, oppfatninger og gamle erfaringer som ikke nødvendigvis er en klar og logisk fremstilling av virkeligheten, langt mindre fremtiden, som er den vi tar beslutninger for. Trengsel har dessuten en annen side ved seg, som skiller den fra andre faktorer som inkluderes i etterspørselsmodellene i dag: den virker på etterspørselen, men er også et produkt av etterspørselen. Kollektivtransport blir mer attraktiv hvis det er få om bord, men når transportmiddelet blir mer attraktivt kommer også flere reisende til.

Derfor, til tross for interessen for og satsningen på å lære mer om trengsel om bord i kollektivtransport har man ikke data som er allmenngyldige nok og samtidig spesifikke nok til å kunne tallfeste etterspørselseffektene av trengsel på det nivået som RTM krever. Ei heller har man data som beskriver trengselsnivået for ulike ruter og kollektive reisemidler. Dermed har man heller ikke kommet så langt som til å ta trengsel inn som en forklaringsfaktor i etterspørselsberegningene i RTM.

Imidlertid ser dette ut til å endres. I Trondheim de siste par årene har kollektivselskapet AtB samlet inn registreringer av påstigende, slik at man har oversikt over hvor mange som bruker hver rute. Derimot har de ikke tilsvarende registreringer av avstigninger, slik at man ikke kan vite sikkert hvor mange som er på bussen til enhver tid. Men i august 2019 legges kollektivtilbudet i Trondheim om når metrobussene tas i bruk<sup>3</sup>. Samtidig med omleggingen av rutene kommer alle bussene (både de nye og de gamle) til å bli utstyrt med sensorer i døråpningen som registrerer både av- og påstigninger. Dette, sammen med en oppgradering av reiseappen, gjør at passasjerene vil kunne følge med på hvor mange det er om bord på bussene som nærmer seg holdeplass via reiseappen i sanntid.

Registreringene av påstigende, og etter hvert også avstignende, gjør at man i større grad enn før kan kontrollere rutevalget som beregnes i RTM, og undersøke hvordan de ulike trengselsnivåene virker for å dempe etterspørselen. Da åpnes også muligheten for å inkludere trengsel som en faktor i RTM. For å undersøke hvordan dette kan gjøres i praksis vil denne oppgaven ta for seg AtBs datasett for å fremstille “påstigendeplott”, kurver som viser kumulativt antall påstigende ved hvert stopp for en buss på en spesifikk rute. I tillegg har nylig RTM versjon 4 blitt lansert, som inneholder en mulighet for kapasitetsavhengig rutevalg for kollektivtransport. Dermed kan delområdemodellen for Trondheimsområdet, DOM Nidaros, kjøres med og uten trengselsberegning, og antall beregnede påstigende ved

---

<sup>3</sup>Se f.eks. [miljopakken.no/om-metrobuss](https://miljopakken.no/om-metrobuss)

hvert stopp kan så sammenlignes med registreringene til AtB.

## 1.4 Formål og avgrensninger

Formålet med denne oppgaven er å undersøke den rollen trengsel som en forklaringsfaktor for kollektivt kan spille i å sette RTM i bedre stand til å analysere transportsituasjonen i byområder.

Analysen av påstigningsregistreringene vil kunne gi indikasjoner på omfanget av trengsel i Trondheim, og brukes for å kontrollere rutevalget i RTM. De tre rutene som er valgt ut for analyse er rute 5, 8 og 9 i Trondheim, som alle er pendelruter og blant de mest brukte rutene. Dermed vil eventuell trengselsproblematikk være spesielt aktuelt for disse rutene, og de kan brukes for å vurdere hvor ofte passasjerer på disse rutene opplever trengselsbelastning. Men rapporten inneholder imidlertid ikke en analyse av hele kollektivsystemet, så det er ikke mulig å trekke noen generelle konklusjoner om passasjerbelegget for kollektivtransporten i Trondheim generelt fra denne oppgaven.

Analysen av RTM-beregningene vil også ta utgangspunkt i disse tre rutene for å sammenligne beregnet påstigning på ulike holdeplasser og i hvilken grad RTM treffer på rutefordelingen sammenlignet med registreringene. Beregningene med trengsel baseres på antakelser om både verdsetting av trengselsulempen og materiellkapasitet på de ulike rutene, så målet vil ikke være å forsøke å beregne trengselseffekten så “riktig” som mulig, men å prøve ut fremgangsmåten, evaluere databehov og belyse metodiske vurderinger.

## 2 Teori

I forrige kapittel ble oppgavens tema introdusert uten å tydelig definere hva kollektivtrafikk er. Det er fordi den dagligdage forståelsen av begrepet er relativt lite tvetydig: kollektivtransport er gjerne rutegående, gjerne subsidiert av det offentlige og tilgjengelig for alle som har råd til en billett. Samtidig sammenfaller ikke den muntlige betydningen med Bokmålsordbokas definisjon, som er: “fellesbetegnelse for rute- og drosjetrafikk; til forskjell fra privatbilisme” (*Bokmålsordboka*, 2018).<sup>1</sup> Med andre ord en bred definisjon som rommer alt fra buss til fly.

Likevel er kollektivtransport, også i de fleste faglige rapporter og artikler om temaet, forstått med den første, mer allmene definisjonen, og det vil det også være her. Dette omfatter reisemidlene buss, trikk og bybane, T-bane, tog og rutebåt.

En gjennomgang av hva som kjennetegner kollektivtransport og hvilke egenskaper ved kollektivtransporten som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport følger i delkapittel 2.1, med henblikk på bruk i modeller. Deretter følger en oversikt over trengsel spesielt, og til slutt en beskrivelse av Regional persontransportmodell og hvordan kollektivtransport er beskrevet i den.

### 2.1 Kollektivtransport i modeller

Det er ikke mulig å fremskaffe en fullstendig liste over faktorene som påvirker et individs reisevaner. Dette ville kreve innsikt i hver enkelt persons preferanser, minner og beslutningsregler, og alle fysiske forhold. Men det er mulig å dele inn faktorene i ulike grupper etter hvordan de påvirker, om de varierer, om de er målbare, og så videre.

Faktorer i reisevalget kan deles inn i tre kategorier (Ortúzar og Willumsen, 2011):

1. attributter ved den som foretar reisen,
2. attributter ved reisen og
3. attributter ved reisemiddelet.

Den første kategorien omfatter for eksempel førerkortinnehav, inntekt eller husholdningstype. Den andre favner faktorer som reiseformål og -tidspunkt, mens den siste inneholder pris og tilgjengelighet, reisetid og komfort. Alle disse er sentrale faktorer å ta med i modellering av reisemiddelvalg, men for temaet i denne oppgaven er det den tredje kategorien

---

<sup>1</sup>Heller ikke transport og trafikk er helt synonyme; transport handler om forflytning, mens trafikk sikter til selve *strømmen* av folk eller varer som forflyttes. Når det gjelder kollektivtransport og -trafikk vil ikke denne oppgaven være så nøye på det.



som er relevant.

Tradisjonelt har man, i reisedagbøkene som har blitt brukt for å samle inn informasjon om folks reisvalg, prioritert utvalgsstørrelse fremfor bredde i attributtene det blir spurt om for hvert reisemiddel (Ben-Akiva og Lerman, 1985, s. 365). Hvilke utvelgelseskriterier man bruker for hvorvidt man skal inkludere en attributt i en modell er til dels et spørsmål om hva man kan samle inn av data, så vel som hva som har størst innvirkning på etterspørselen, og hvilke tiltak man ønsker å analysere. Det er ikke nødvendig å modellere effektene av en faktor dersom faktoren ikke er ventet å variere, over tid eller innad i modellområdet. Dette er diskutert ytterligere i kapittel 2.3.4.

Ofte kategoriseres de reisemiddelspesifikke attributtene i *fysiske* og *oppfattede* attributter (Redman mfl., 2013). De fysiske er de direkte observerbare, som frekvens, pris og hastighet, mens oppfattede er faktorer som oppstår mellom tilbudet og brukeren – som komfort, trygghetsfølelse og estetikk. De fysiske påvirker til en viss grad de oppfattede, og de oppfattede påvirker til en viss grad den faktiske etterspørselen – men det er ingen én-til-én-forhold.

Tilsvarende bruker Fearnley mfl. (2015) og Berg mfl. (2016a) begrepene *harde* og *myke* attributter om henholdsvis direkte målbare og ikke-målbare variabler. I disse rapportene havner enkelte faktorer som man kan finne gode indikatorer på i en slags mellomkategori: forsinkelse, som kan observeres som hvor mange minutters forskjell det er mellom planlagt og faktisk ankomsttid til holdeplassen, og trengsel, der man kan bruke mål som antall passasjerer om bord per sitteplass.

Webster og Bly (1982) definerte tre kategorier for faktorer som utgjør tilbudskvalitet (til forskjell fra pris) for kollektivtransport, som sammenfaller med det ovennevnte skillet mellom direkte og ikke direkte observerbare faktorer:

1. Rute- og holdeplasstruktur og tidtabell (målbare størrelser: harde/fysiske faktorer)
2. Forutsigbarhet/pålitelighet ved tilbudet (“mellomkategorien” hos Fearnley mfl. (2015))
3. Komfort, bekvemmelighet og trygghet (myke/oppfattede faktorer)

De to første kategoriene er ganske tydelig definerte. Den første omfatter hvor og når man kan reise, inkludert hvor mye tid og anstrengelse det koster å ta seg til holdeplass. Mer finmasket nettverk og hyppige avganger som samsvarer med når befolkningen reiser er stort sett vurdert som et gode for den reisende. Størrelser som ventetid, reisetid og frekvens inngår her. Den andre kategorien er til en viss grad også målbar om man kjenner de faktiske avgangstidene for systemet, og hvor store avvik det er mellom oppsatt tidsplan og faktisk tilbud.

Den tredje kategorien, som omfatter faktorer som avhenger av den enkelte reisendes oppfatning av tilbudet, er den som er vanskeligst å måle og definere, fordi de ikke er størrelser i seg selv, men oppstår som en reaksjon i hver enkelt person. Disse faktorene må antas å svare til myke faktorer som nevnt over. Dette er faktorer som Redman mfl. (2013) kaller *oppfattede* kvalitetsfaktorer. Tabell 2.1 gir en oversikt over faktorer som de mener er gjen-

gangere i de 74 studiene de gjennomgikk om kollektivtransport. Den eneste forskjellen er at Redman mfl. (2013) inkluderer estetikk som en separat faktor. Det kan antas at denne for eksempel er inkludert under ‘komfort’ hos Webster og Bly (1982).

Fysiske	Oppfattede
Pålitelighet	Komfort
Frekvens	Trygghet
Hastighet	Bekvemmelighet
Tilgjengelighet	Estetikk
Pris	
Tilgjengelig informasjon	
Enkle bytter/overganger	
Kjøretøyets tilstand	

**Tabell 2.1:** Kvalitetsfaktorer fra Redman mfl. (2013)

Tilbudskvalitet beskrives av Balcombe mfl. (2004) som etterspørselsfaktorer som rommer tidsbruk på reisen (inndelt i ombordtid, til- og frabringertid og ventetid) og 1) egenskaper ved venteområdene, 2) kjøretøyegenskaper, 3) bytter mellom linjer, 4) pålitelighet, 5) tilgjengelig informasjon, og 6) markedsføring. Men skillene mellom disse kategoriene er ikke entydige. For eksempel vil rutetabeller og skjermer som viser sanntidsinformasjon på holdeplass kunne sortere under både ‘tilgjengelig informasjon’ og ‘egenskaper ved venteområdene’.

Det er liten tvil om at de fysiske attributtene er avgjørende for reisendes evaluering av kollektivtransport mot andre reisemiddel. Men det er ikke funnet noen tydelig konsensus i litteraturen om hvilke myke faktorer som er de viktigste ved kollektivtransporten, selv om det er flere gjengangere. Hvilke attributter som bør tas med i en modell bør vurderes ut fra analysebehov. Noen faktorer er antatt å ha mye å si for kollektiveterspørsel, men ikke ventet å variere over tid og sted – da kan de vurderes holdt konstante for å spare beregningstid og datainnsamling.

## Kvalitet og komfort

I litteraturen som beskriver de myke faktorene er det spesielt to begreper som går igjen: *kvalitet* og *komfort*. Mens mye av litteraturen om kvalitet innen kollektivtransport enes om at kvalitet er et komplekst og abstrakt begrep, er det mindre enighet om hvordan det bør defineres, analyseres og måles, selv om flere studier har tatt opp problematikken de senere årene (for eksempel: Pullen, 1993; Eboli og Mazzulla, 2015; de Oña og de Oña, 2015; Prioni og Hensher, 2000).

For eksempel utviklet Prioni og Hensher (2000) en indeks for å måle tilbudskvaliteten for ulike bussoperatører. Denne indeksen ble basert på en rekke faktorer som ble delt inn i

seks kategorier:

1. Tilgang-til-holdeplass-kvalitet
2. Ventekvalitet
3. Turkvalitet
4. Kjøretøyskvalitet
5. Sjøførerkvalitet
6. Informasjonskvalitet

De påpeker at disse kvalitetene i og for seg ligger innenfor operatørenes kontroll: informasjon om hvor nærmeste holdeplass er, gode busskur, høy frekvens, aircondition, god oppfølging av sjåfører og oppdaterte timeplaner er eksempler på faktorer innen hver kategori som operatørene rår over. Imidlertid blir verdien av hver av disse faktorene bestemt av kundenes preferanser, som betyr at kvalitet best uttrykkes som en samlet vurdering (fra de reisendes perspektiv) av ulike faktorer ved tilbudet. Som brukt over hos Balcombe mfl. (2004) var *tilbudskvalitet* alt som kjennetegnet kollektivtilbudet *unntatt pris*, altså alt som kan tenkes å veie inn på de reisendes egen verdsetting av tilbudet.

Komfort på sin side later i de fleste tilfeller til å være forstått som en bestanddel av kvalitet i kollektivtransport, eller til og med synonymt. Rent språklig bruker Merriam-Webster en negativ definisjon av komfort: “freedom from pain, trouble or anxiety”, mens både Bokmålsordboka og Store Norske Leksikon bruker ord som ‘behagelighet’ og ‘bequemmelighet’ for å beskrive komfort. Et forsøk på å komme til bunns i hva komfort er og hvorfor man er villig til å betale for det bringer en fort inn i psykologisk litteratur, som er utenfor rekkevidden i denne oppgaven. Den eneste eksplisitte definisjonen som ble funnet i reisesammenheng er hos Kouwenhoven og Jong (2018), som betrakter komfort som “den grad reisetiden kan tilbringes behagelig og/eller produktivt”. Dette er en abstrakt og lite konkret definisjon, men har sin styrke i at den fanger opp alt som påvirker den reisendes velvære som ikke reflekteres i eksplisitt definerte faktorer som pris og tid.

Interessant å merke er at Kouwenhoven og Jong (2018) sin definisjon også tar med “tilbringe tiden produktivt”, i tillegg til ordbokdefinisjonen om behag. Dette hinter om en diskusjon som stikker enda dypere enn diskusjonen om hvordan man skal finne et fornuftig sett med transportmiddelattributter. Det gjeldende svaret på det grunnleggende spørsmålet om *hvorfor* vi reiser har stort sett vært:

The demand for travel is *derived*, it is not an end in itself. With the possible exception of sightseeing, people travel in order to satisfy a need, undertaking an *activity* at particular locations. (Ortúzar og Willumsen, 2011)

Oppgaven for transportmodellering må da nødvendigvis bli å forstå hvor ofte, når og hvor befolkningen foretar de ulike aktivitetene, så vil svaret om persontransport ligge klart. Men i senere år har dette blitt problematisert. Blant annet mener Jain og Lyons (2008) at reisetid kan ha positiv nytte, gjennom to konkrete gevinster: overgangstid (transition time) og pause (time out). Mokhtarian og Salomon (2001) kobler et slikt behov mot TTB, teorien om at man har et “reisetidsbudsjett” (Travel Time Budget). Teorien går ut på at man reiser

omtrent like lenge (i tid) hver dag, slik at hurtigere reisemiddel vil føre til lengre reiser, ikke tidsbesparelser. Og Wardman og Lyons (2016) mener man må revurdere hvordan man tenker på reisetid når teknologiske fremskritt innen kommunikasjonsteknologi er i stand til å foreta langt flere av aktivitetene som man før måtte vente med til målpunktet, underveis på reisen. Spesielt er dette et relevant spørsmål for kollektivtransporten, der man ikke er nødt til å vie oppmerksomheten til trafikken, men kan fordype seg i andre ting.

### 2.1.1 Evaluere etterspørselseffekter

Så langt har spørsmålet vært hvilke typer faktorer som spiller inn på de reisende sin evaluering av kollektivtransporttilbudet, uten å drøfte hvordan man kan tallfeste sammenhengen mellom etterspørsel og en endring i hver enkelt faktor.

Først bør nevnes enda et begrepspar: skillet mellom *deskriptive* og *kausale* tilnærminger innen forskning på bruk av kollektivtransport (Taylor og Fink, 2003). De deskriptive studiene tar for seg holdninger og oppfatninger hos reisende og operatører, mens de kausale analyserer systemets mekanismer og årsakssammenhenger. Sistnevnte er de som trengs for å fastslå at en faktor påvirker etterspørsel.

Det er gjort mye arbeid for å analysere hva som påvirker kundetilfredshet for kollektivtransport (f.eks. Abenoza mfl., 2017; de Oña og de Oña, 2015; Eboli og Mazzulla, 2015), og disse studiene kan gi en pekepinn på hva som er avgjørende faktorer for folk når de skal beslutte hvorvidt de vil bruke kollektivtransport – men det må i så fall også gjøres egne undersøkelser på at disse faktorene faktisk gir utslag på etterspørselen. Og selv om det er enkelte gjengangere i litteraturen om trekk som påvirker etterspørselen, er funnene til en viss grad kontekst-avhengige (Redman mfl., 2013).

#### Elastisitet

For å uttrykke sammenhengen mellom en målt endring i en faktor  $X$  og den endringen det gir i etterspørsel  $D$  brukes ofte en etterspørselsfunksjon kalt *elastisitet*  $e_X$  som uttrykker den relative endringen i etterspørselen i forhold til den relative endringen i faktoren (så fremt faktoren er målbar) (Balcombe mfl., 2004):

$$\varepsilon_X = \frac{\Delta D/D}{\Delta X/X} \quad (2.1)$$

Om man ikke kjenner elastisiteten for en gitt faktor kan man ta i bruk *implisitte elastisiteter*. Det innebærer at man finner hvor mye de reisende er villige til å betale eller hvor mye lenger tid de er villige til å bruke på reisen for å få en gitt bedring i faktoren, kjent som betalingsvilligheten (willingness to pay; WTP). Deretter kan bruke evaluere tid- eller

priselastisitet til å finne den implisitte elastisiteten for faktoren. Her vist for tilfeller der man kjenner verdsettingen av faktoren i kroner  $V_X$  og priselastisiteten  $\varepsilon_P$ :

$$\varepsilon_X = \varepsilon_P \cdot \frac{X \cdot V_X}{P}. \quad (2.2)$$

### Stated og revealed preference-metodikk

En metode for å kartlegge slike verdsettinger er *stated preference-undersøkelser* (SP). Her blir respondenten presentert for hypotetiske valgsituasjoner og bedt om å velge ett av flere alternativer basert på attributter som er variert mellom de ulike alternativene. Med mange nok besvarelser kan man sette opp en regresjonsmodell som viser hvilke attributter som veier tyngst for utvalget. Dette er metoden som er brukt i verdsettingen av de ulike GK-komponentene i Stratmod (kapittel 2.4). Motstykket til SP er *revealed preference-undersøkelser* (RP), hvor man fra datasett som inneholder historiske datapunkter, der valgalternativene til hver og en, samt attributtene ved hvert av disse valgalternativene, er kjent. Et eksempel på en slik undersøkelse er Den nasjonale reisevaneundersøkelsen, beskrevet i kapittel 2.3.1.

En fordel ved RP er at man analyserer faktiske valg, som gjør resultatet mer troverdig enn de hypotetiske valgene i SP, som avhenger av at spørsmålene er realistiske og forståelige for respondenten, og at respondenten klarer å forutsi egen adferd i en situasjon de ikke står i. Samtidig er styrken ved SP at man fritt kan designe en studie som tar for seg akkurat de faktorene man ønsker, kan spørre om situasjoner som ikke finnes ennå (og dermed forutsi virkninger for tiltak som ikke er innført), kan evaluere flere valg per respondent. Dessuten er SP gjerne langt mindre ressurskrevende (Louviere mfl., 2000).

### Adferd i møte med risiko

SP-studier og transportmodeller baseres ofte på at attributter ved et reisemiddel eller en rute er kjente størrelser, mens noen i virkeligheten er ukjente – for eksempel forsinkelse eller trengsel. For daglige reiser til arbeidet er dette en god tilnærming – da kjenner man rushtidene og vet omtrent hvor fulle tog eller mange minutter lengre reisetid man må regne med. Men for andre reiser eller reisende, for eksempel fritidsreiser, kan det være en mer grov tilnærming.

Kahneman og Tversky (1979) undersøkte hvordan individer anslår sannsynligheter for et gitt utfall og verdsettingen av det utfallet. Det resulterte i prospektteori, som blant annet slår fast at man verdsetter potensielle tap høyere enn potensiell vinning av samme størrelse (risikoaversjon), og at man har en tendens til å overvurdere sannsynligheten for usannsynlige hendelser og undervurdere sannsynlige hendelser (ikke-lineær sannsynlighetsvektning). En gjennomgang av prospektteori og dens relevans for reiseadferdsstudier finnes hos Li og Hensher (2011b).

Slike effekter viser seg i reiseadferd, som Garcia-Sierra mfl. (2015) gjennomgår: for eksempel, i kollektivtransportens tilfelle kan egenskaper som at den er rutetabellbasert bety at eventuelle forsinkelser blir mer åpenbare enn ved forsinkelser ved bilkjøring (Bates mfl., 2001).

### 2.1.2 Skinnefaktor

Kollektivtransport omtales ofte som ett reisemiddel i litteraturen, og det behandles også som ett reisemiddel i RTM. Men det har vært diskutert om det er noen iboende preferanseforskjeller mellom skinnegående kollektivtransport (tog, T-bane, trikk) og buss, ofte omtalt som *skinnefaktor* eller *-bonus*. Skinnefaktoren vil si at en reisende, ved et valg mellom buss og et skinnegående transportmiddel med helt lik pris, tidsbruk og frekvens, vil ha en tendens til å velge det skinnegående transportmiddelet oftere.

At det finnes en preferanse for skinner har blant annet blitt observert for (hypotetiske) valg mellom buss og tog i Tyskland, og buss og trikk i Sveits (Scherer og Dziekan, 2012), samt i Stockholm (Varela mfl., 2018). I Dresden ble det gjort både stated og revealed preference-undersøkelser, og i sistnevnte ble det funnet en liten preferanse for skinner (Axhausen mfl., 2001).

Det er foreslått ulike grunner til at en slik preferanse kan oppstå, oppsummert av Ben-Akiva og Morikawa (2002):

- Pålitelighet. Tog kjører i egne traséer og trikk har ofte forkjøringsrett, som gjør disse mindre sårbare for køsituasjoner. Det samme kan oppnås med ekspressbusser og BRT-linjer. Samtidig er busser mindre sårbare for hendelser i sporet.
- Komfort. Setetilgjengelighet, vibrasjon, støy, varme, ventilasjon. Tog har ofte mindre risting og mer plass.
- Trygghet for trafikkuhell. Tog kan oppfattes som tryggere fordi det ikke er i konflikt med biltrafikk.
- Trygghet for kriminalitet. Når det gjelder kriminalitet er buss oppfattet å ha en fordel fordi hver vogn har sjåfør.
- Tilgjengelighet. Buss er ofte lettere tilgjengelig for folk flest, fordi det er tettere nettverk. Men tog har ofte høyere frekvens pga. færre linjer.

Disse er kategorier av kvalitetsfaktorer med en viss likhet til kategoriene nevnt i forrige delkapittel, men utelukkende kategorier der skinnegående reisemiddel har en tendens til å levere på et annet nivå enn veibasert kollektivtransport (i positiv eller negativ retning). I tillegg til de ovennevnte kategoriene kan nevnes miljø – trikk som går på strøm har ikke utslipp som diesel- eller bensindrevne busser (Tørset og Meland, 2002).

Tørset og Meland (2002) drøftet ulike måter å definere skinnefaktoren for å konkretisere definisjonen til Stangeby og Norheim (1995): “at trafikantene under ellers like vilkår velger skinnegående transport framfor buss”. De finner tre hovedtyper som de kaller “Reisetidsfaktoren”, en faktor som gjør reisetiden mer eller mindre attraktiv (komfort), “Konstant-

leddsfaktoren”, en konstant som gjenspeiler en generell preferanse for kollektivt (som ASC i en logitmodell<sup>2</sup>) og “Overføringsfaktoren”, som sier noe om overføringen fra annen trafikk til kollektivtransport etter innføring av et skinnegående transportmiddel.

## 2.2 Trengsel om bord i kollektivtransport

I trafikksammenheng kan begrepet *trengsel* bety to ting: enten trengsel i transportnett (blant kjøretøy på veien) eller trengsel om bord, altså blant passasjerer (Tørset mfl., 2012). Førstnevnte fører i verste fall til kø om trafikkmengden overstiger veikapasiteten. I tilfeller der kollektivtrafikken, som trikk og buss, går i samme trasé som biltrafikken, vil dette skape forsinkelser også for kollektivtrafikanter. Her er temaet begrenset til trengsel om bord.

Cox mfl. (2006) skiller mellom *tetthet* og *trengsel*. Mens tetthet er direkte målbart, som antall personer på et gitt areal eller avstand mellom personer, definerer de trengsel som et psykologisk fenomen som avhenger av tetthet, men ikke er direkte proporsjonalt. Med andre ord vil man kunne oppleve ulike grader av trengselsulempe for lik grad av tetthet, avhengig av situasjonen for øvrig. I denne oppgaven vil trengsel bety det målbare fysiske fenomenet, til forskjell fra passasjerenes grad av negativ opplevelse som følge av trengsel (og villighet til å betale for å slippe trengsel).

Trengsel gir negative effekter for reisende på ulike områder. Trengsel kan føre til lengre reisetid – om trengselen er så stor at passasjerer begynner å stå i midtgangen og nær dørene, vil det bli friksjon blant reisende som beveger seg i, av og på kjøretøyet. Dette vil kunne gi lengre tid på holdeplass, spesielt dersom kjøretøyet har få dører (Minken, 2017; Li og Hensher, 2011a). Om denne økte reisetiden ikke er tatt hensyn til i tidtabellen, vil det kunne bli forsinkelser (Tirachini mfl., 2013). I verste fall, om kjøretøyet er helt fullt når det ankommer holdeplass, kan passasjerer måtte stå igjen og vente på neste avgang (Tirachini mfl., 2013).

I tillegg til objektive kostnader ved trengsel som nevnt over, er det subjektive ulemper ved trengsel. Mohd Mahudin mfl. (2012) finner at selvrapportering om psykososiale aspekter (som kaotisk, forstyrrende, tett) og miljømessige aspekter (som illeluktende, varmt, støyet), sammen med faktisk tetthet predikerer følelsesmessige aspekter (som ukomfortabel, irritabel, distraheret), som i sin tur predikerer stress- og utmattelsesnivå. Dermed fant de sammenheng mellom trengsel (i samvirke med andre faktorer), psykologisk ubehag og helseplager. Haywood mfl. (2017) analyserer også ubehag fra trengsel og finner at ubehag er spesielt påvirket av tre trengselsdimensjoner: å måtte stå, å være for tett på andre og at tiden om bord blir mindre produktiv. Dessuten konkluderer de med at spesielt kvinner og personer med høyere lønn er sensitive for disse dimensjonene.

---

<sup>2</sup>Se vedlegg A for en kort beskrivelse av nytteuttrykket i logitmodeller.

## 2.2.1 Mål på trengsel

Det er primært to ulike mål på trengsel som går igjen i litteraturen. *Load factor* (LF), her oversatt til lastfaktor, defineres som forholdet mellom antall personer om bord delt på antall sitteplasser (Li og Hensher, 2013). Det vil si at det er nok sitteplasser til alle opp til  $LF=1$ , mens for verdier over 1 må passasjerene begynne å stå. Samtidig har det blitt observert at passasjerer begynner å stå også for LF godt under 1.

Det andre målet på trengsel er antall stående passasjerer fordelt på ståplass-arealet,  $pax/m^2$  (Li og Hensher, 2013). Fordelen med å bruke  $pax/m^2$  er at mens LF krever ekstra informasjon om utformingen av kjøretøyet for å fastslå hvor tett passasjerene må stå, gir  $pax/m^2$  den faktiske tettheten når trengsel finner sted (Wardman og Whelan, 2011). Samtidig kan ikke målet brukes for tilfeller der ingen står.

Tilsvarende kan det inverse målet brukes:  $m^2/pax$ , altså hvor mye plass hver stående passasjer har. Det er dette som er brukt, sammen med LF, i definisjonen av Level of Service-nivåer (LOS) i den amerikanske normalen for kapasitet og kvalitet i kollektivtransport, se figur 2.1. Denne skalaen er inspirert av bruken for biltrafikk, opprinnelig fra Highway Capacity Manual. LOS som brukt her må ikke forveksles med LOS-data i modellsammenheng, som er et tema i senere kapittel.

LOS	Load Factor	Standing Passenger Area		Comments
	(passengers/seat)	(ft <sup>2</sup> /passenger)	(m <sup>2</sup> /passenger)	
A	0.0–0.50	>10.8 <sup>^</sup>	>1.0 <sup>^</sup>	No passenger need sit next to another
B	0.51–0.75	8.2–10.8 <sup>^</sup>	0.76–1.0 <sup>^</sup>	Passengers can choose where to sit
C	0.76–1.0	5.5–8.1 <sup>^</sup>	0.51–0.75 <sup>^</sup>	All passengers can sit
D	1.01–1.25*	3.9–5.4	0.36–0.50	Comfortable standee load for design
E	1.26–1.50*	2.2–3.8	0.20–0.35	Maximum schedule load
F	>1.50*	<2.2	<0.20	Crush load

\*Approximate value for comparison, for vehicles designed to have most passengers seated. LOS is based on area.

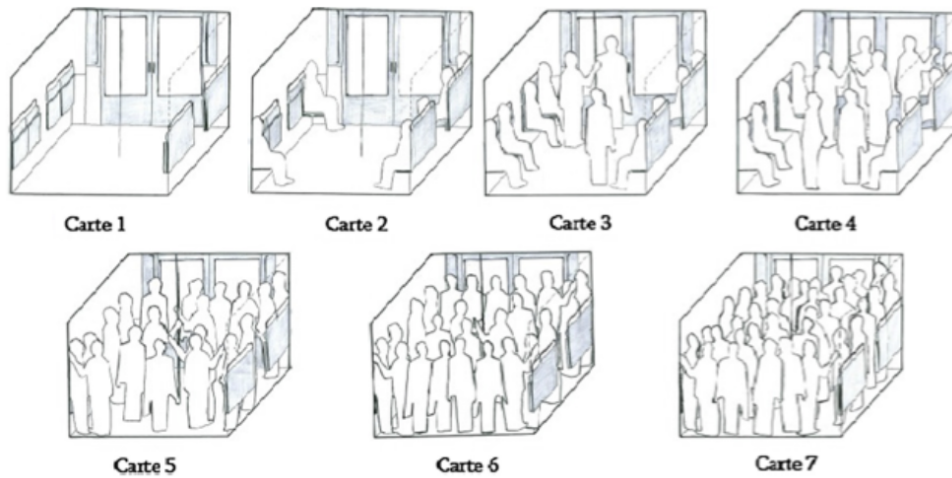
<sup>^</sup> Used for vehicles designed to have most passengers standing.

**Figur 2.1:** LOS-nivåer fra *Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd ed.* (Transport Research Board, 2003), hentet fra Li og Hensher (2013)

I flere av undersøkelsene som er blitt gjennomført for å evaluere passasjerenes reaksjoner på ulike trengselsnivåer har man i stedet for numeriske mål brukt mer relaterbare tegninger for å beskrive tetthet om bord. Et eksempel finner man hos Haywood mfl. (2017), gjengitt i figur 2.2, der man har skissert syv ulike trengselsnivåer. Se også illustrasjonen brukt i



norske verdsettingsstudier i figur 2.3. For å kunne trekke konklusjoner om trengsel fra studiene som bruker slike tegninger må imidlertid illustrasjonene tildeles en gitt tetthet, så illustrasjonene i seg selv er ikke et mål.



**Figur 2.2:** Illustrasjon på trengsel hos Haywood mfl. (2017)



**Figur 2.3:** Illustrasjon av trengsel i SP-undersøkelsene til Ruud mfl. (2010) og Ellis og Øvrum (2014).

## 2.2.2 Reisendes verdsetting av trengsel

I litteraturen verdsettes trengsel oftest på én av tre måter (Li og Hensher, 2011a):

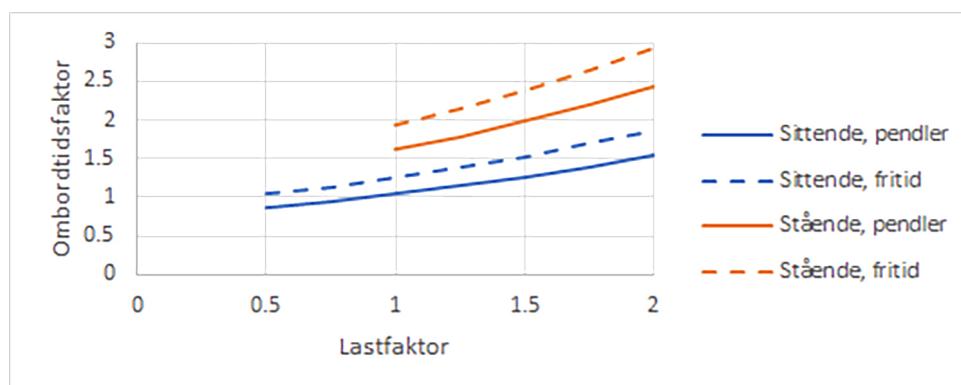
1. som tidsvekt
2. som pengeverdi per tidsenhet
3. som pengeverdi per tur

Tidsvekter angir hvor belastende den reisende finner trengselsnivået sammenlignet med ombordtid der trengsel ikke er spesifisert. Pengeverdi per tidsenhet, tidsverdi, angir hvor mye den reisende er villig til å betale (WTP, *willingness to pay*) for å unngå et gitt trengselsnivå. Kjenner man verdien av ombordtid kan man derfor enkelt konvertere fra tidsvekt til kr/time. Det siste målet, kr/tur, gjelder for et snitt av alle reiser, og man må derfor kjenne reisenes lengde for å kunne konvertere fra kr/time til kr/tur.

LF [%]	Sittende		Stående	
	Pendler	Fritid	Pendler	Fritid
50	0,86	1,04	–	–
75	0,95	1,14	–	–
100	1,05	1,26	1,62	1,94
125	1,16	1,39	1,79	2,15
150	1,27	1,53	1,99	2,39
175	1,40	1,69	2,20	2,64
200	1,55	1,86	2,44	2,93

**Tabell 2.2:** Tidsvekter fra Wardman og Whelan (2011) for ulike lastfaktorer (LF)

Wardman og Whelan (2011) tok for seg britiske SP-studier for trengsel på tog i Storbritannia over en tidsperiode på 20 år. I metaanalysen fant de tidsvekter for ombordtid for ulike trengselsnivåer, se tabell 2.2. For sittende pendlere er tidsvektene lavere enn 1 for en dekningsgrad under 75 %. Wardman (2014) spekulerer i om dette kan skyldes at pendlerne (som ofte reiser i rushtid) er mer vant til trengsel, og derfor blir ‘positivt overrasket’ over lave trengselsnivåer. De største tidsvektene de fant var for fritidsreiser med en LF på 200 % (altså dobbelt så mange passasjerer som antall sitteplasser), på oppunder 3.



**Figur 2.4:** Ulempefaktorer for tog i Storbritannia, laget for tall fra Wardman og Whelan (2011)

Tilsvarende gjennomgikk Li og Hensher (2011a) fem internasjonale studier av verdsetting av trengsel for både buss og tog. De fleste av disse studiene gjaldt trengsel om bord i tog. Utvalgte verdsettinger som oppsummert av Li og Hensher (2011a) er gjengitt i tabell 2.3.

I Norge ble trengsel verdsatt i den norske verdsettingsstudien (Samstad mfl., 2010; Ramjerdi mfl., 2010; Halse mfl., 2010), som pris for sitteplass på en gitt andel av reisen. Trengsel for øvrig ble ikke verdsatt. Tabell 2.4 viser de ulike verdsettingene for sitteplass per tur for korte og lange reiser.

Det ble også gjort en egen SP-undersøkelse for å verdsette elementer ved kollektivreisen i Oslo og Akershus i 2010 (Ruud mfl., 2010). Her ble sitte-/ståplass og trengsel verdsatt som ulike sider ved tilbudet, men attributten ‘ingen trengsel’ opptrådte kun i sammenheng

Studie	Situasjon	Verdsetting
Whelan og Crockett (2009) (Storbritannia)	Setefyllingsgrad 25–100 %	1,00–1,83
	LF 80–200 %	1,50–2,37
	0–6 stående/kvm	1,53–2,04
Douglas og Karpouzis (2006) (Australia)	Sitteplass, men trangt	1,17 / 0,97 \$/time
	Stå opp til 10 min	1,34 / 1,87 \$/time
	Stå opp til 15 min	1,57 / 5,35 \$/time
	Stå mer enn 15 min	1,81 / 7,59 \$/time
Hensher mfl. (2011) (Australia)	50 % sjanse for sitteplass	3,32 \$/time
Pepper mfl. (2003) (USA)	Verdien av økt kapasitet	2,43 \$/tur

**Tabell 2.3:** Verdsettinger gjengitt fra Li og Hensher (2011a). Pengeverdier er gitt i 2003-USD, enhetsløse verdier er ombordtidsvekter.

	0–50 km	50–100 km
Sitteplass en fjerdedel av reisen	2,6	64,2
Sitteplass halve reisen	8,7	99,3
Sitteplass mesteparten av reisen	15,3	138,1
Sitteplass hele reisen	17,4	155,7

**Tabell 2.4:** Betalingsvillighet for sitteplass for korte og lange kollektivreiser når utgangspunktet er å stå hele reisen, kr/reise (Halse mfl., 2010)

med ‘sitteplass hele veien’. De finner at høy trengsel verdsettes høyere også i scenarioer der respondenten har sitteplass. Dette samsvarer med funnene om at trengselsubehag ikke kun skyldes ekstra fysisk belastning ved å måtte stå, selv om trengsel verdsettes høyere når man står enn når man sitter. I dokumentasjonsrapporten er trengsel verdsatt i kr/reise, og det er ikke gjort noen analyse av hvorvidt denne kostnaden varierer med reiselengden. Alle verdsettingene fra dette arbeidet er oppsummert i tabell 2.9.

En tilsvarende undersøkelse ble gjennomført fire år senere for Stavangerområdet, Kristiansandsområdet, Ålesundområdet og Tromsø (Ellis og Øvrum, 2014). Den viser at respondentene i de ulike byområdene verdsetter reisetid med ståplass mellom **1,5** og **1,7** ganger høyere enn reisetid med sitteplass. I analysen er det skilt mellom faste kollektivreisende og potensielle kollektivreisende, og for alle områdene unntatt Tromsø verdsetter de potensielle kollektivreisende ombordtid med sitteplass langt høyere enn faste reisende. Til gjengjeld vekter potensielle kollektivtrafikanter i Tromsø ombordtid med ståplass **2,4** ganger høyere enn ombordtid med sitteplass, mens det for de andre byområder ikke er særlige forskjeller mellom potensielle og faste kollektivtrafikanter i vektningen av ståplass relativt sitteplass.

## 2.3 Regional persontransportmodell

RTM er en modell etter firetrinnsmetodikken, som historisk har vært det dominerende metodiske rammeverket for modellering av transportetterspørsel (Bates, 2007). Firetrinnsmetodikken består av fire beregningstrinn som hvert stiller et ‘spørsmål’, som oppsummert i tabell 2.5. Her betegner  $O$  og  $D$  verdier for antall turer som hhv starter i (origin) og ender i (destination) sone  $i$ .  $T$  er antall turer mellom et sonepar  $ij$ , og med subskriptene  $m$  er disse turene fordelt på reisemiddel (mode), og  $r$ , rute.

Trinn		Notasjon
Turproduksjon	Hvor mange turer går til og fra hver sone?	$O_i, D_j$
Turfordeling	Hvilke turer går mellom sone $i$ og sone $j$ ?	$T_{ij}$
Reisemiddelfordeling	Hvilket reisemiddel benyttes for hver tur?	$T_{ijm}$
Nettutlegging	Hvilken vei i nettverket tar disse turene?	$T_{ijmr}$

**Tabell 2.5:** Firetrinnsmetodikken

Minste enhet i firetrinnsmetodikken er en tur. En tur, eller reise (ordene vil bli brukt om hverandre i det videre), er definert som en forflytning av én person med én reisehensikt. Det betyr at om man drar til jobb, men leverer et barn i barnehagen på veien, regnes det som to turer.

En sone er en annen sentral enhet i firetrinnsmetodikken, og er en geografisk inndeling av modellområdet. Soneinndelingen varierer med ønsket detaljnivå og datatilfang i modellen. I RTM brukes SSBs grunnkretsinnndeling. I SSBs definisjon av grunnkretser står det “Grunnkretser består av et geografisk sammenhengende område som er mest mulig ensartet når det gjelder natur og næringsgrunnlag, kommunikasjonsforhold og bygningsmessig struktur” (SSB, 2019c). Derfor vil grunnkretser i urbane strøk ofte ha mindre areal enn grunnkretser i mindre tettbygde områder. Gevinsten med å bruke soner i stedet for eksempel adressebaserte beregninger er å redusere beregningstid og datamengden, samtidig som det hindrer at enkeltpersoner er identifiserbare i datamaterialet som brukes i modellen.

Prinsippene i firetrinnsmetodikken er ytterligere beskrevet i vedlegg A.

### 2.3.1 Den nasjonale reisevaneundersøkelsen

Hovedgrunnlaget for RTM er den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU), som de siste nesten 30 årene har blitt gjennomført hvert fjerde år. Den siste publiserte RVU-en er fra 2013/2014, men i skrivende stund er den nyeste nøkkeltallrapporten rett rundt hjørnet. Det er en omfattende spørreundersøkelse som streber etter å samle inn informasjon om reisevanene til et representativt utvalg av den norske befolkningen over 13 år (Hjorthol mfl., 2014).

Respondenten blir bedt om å registrere alle reiser de har foretatt i løpet av en gitt dag. Informasjon om disse reisene inkluderer tidspunkt, varighet, lengde, reisemiddel og formål. I tillegg spørres det om arbeidsforhold, ev. personer i husholdningen, inntekt, bilhold og førerkort. Resultater fra reisevaneundersøkelsen kan dermed brukes til å trekke konklusjoner om befolkningens reisevaner i ulike deler av landet, over ulike sosio-økonomiske segmenter og over tid.

### 2.3.2 Beregningsgang

RTM er som nevnt basert på firetrinnsmetodikken, men RTM følger ikke beregningstrinnene sekvensielt. Det er fordi en reisende ikke nødvendigvis gjør valgene forbundet med en reise i den rekkefølgen – for eksempel vil eventuelle køproblemer, som vil komme for en dag i først i det fjerde trinnet, nettutleggingen, spille inn på både hvor man reiser (trinn to), og hvilket reisemiddel man velger (trinn tre) (Ortúzar og Willumsen, 2011).

Derfor beregnes turfordeling og reisemiddelfordeling i en simultan modell. Det vil si at nyttefunksjonen er uttrykt ved både nytten av det enkelte reisemiddelet for den aktuelle destinasjonen, og nytten ved destinasjonen. Det er estimert en reisemiddel-destinasjonmodell (mode-destination-/MD-modell) for fem forskjellige reisehensikter, da disse reisevalgene som blir tatt ved hver av disse hensiktene vil være litt forskjellige fra hverandre. Reisehensiktene og reisemidlene som inngår er listet i tabell 2.6.

<b>Reisehensikter</b>	Arbeidsreiser
	Tjenestereiser
	Handle-/servicereiser
	Private besøksreiser
	Andre private reiser
<b>Reisemidler</b>	Bilfører
	Bilpassasjer
	Kollektivtransport
	Sykkel
	Gange

**Tabell 2.6:** Reisehensikter og reisemidler som inngår i Tramod

I tillegg til turene fra Tramod, som er private reiser under 70 km, kjøres også skolemodellen for reiser til og fra skole. Dessuten tas lange private reiser med fra Nasjonal transportmodell, og godsturer fra godsmodellen. Reiser fra utenfor modellområdet tas også med som faste matriser, og eventuelt turer fra Sverige.

Nettfordelingen gjøres etter at Tramod er kjørt og fordeler alle turene på nettverket ved bruk av nettutleggingsalgoritmer i programvaren Cube. Netfordelingen gjøres på

bakgrunn av *generaliserte kostnader* (GK), som er et sammensatt mål på reisemotstanden mellom to soner uttrykt i kroner.

Hvilke faktorer som GK består av avhenger av reisemiddelet man regner ut GK for. Eksempler er avstand, tidsbruk og direkte utgifter som bompenger eller billettpris.

Et uttrykk for GK mellom sone  $i$  og  $j$  kan se slik ut:

$$GK_{ij} = C_{ij} + c_t \cdot T_{ij} + c_d \cdot D_{ij} \quad (2.3)$$

der

$C$  = direktekostnader, som billettpris, bompenger, drivstoffkostnader [kr]

$c_t$  = verdien av tid [kr/min]

$T$  = tidsforbruk [min]

$c_d$  = verdien av avstand [kr/km]

$D$  = avstand [km]

Ruter som har lavere GK vil bli foretrukket fremfor ruter med høyere GK. Størrelsene for hver GK-komponent summeres for alle deler av turen mellom to soner for den beste ruten. Disse GK-komponentene (som tid, kostnad, avstand) kalles Level of Service (LOS)-data, og beregnes i nettverksmodellen i Cube i matriser for hvert OD-par og for hvert reisemiddel. Hvilke komponenter som inngår i GK-uttrykket avhenger av reisemiddelet.

Det er nettfordelingen som er 'tilbudssiden' av likevektsberegningen. Dette kan gjøres både kapasitetsuavhengig og -avhengig, og for rushtid. Nye LOS-data hentes ut for hver av OD-relasjonene og reisemidlene, og føres tilbake i etterspørselsmodellen. Denne iterasjonen går et forhåndsbestemt antall ganger.

### 2.3.3 Kollektivtransport

Kollektivrutene tas inn i RTM som et eget nettverk der linjene er kodet med frekvenser for rush og lavtrafikk. Tog, trikk og buss skilles ikke fra hverandre i modellen. Rutene slik de fremgår av RTM er med andre ord forenklinger av den faktiske rutetabellen.

LOS-dataene som produseres for kollektivtransport er (Malmin mfl., 2018, s.70):

- Total distanse
- Gangtid, til og fra
- Gangavstand
- Ombordtid
- Ventetid
- Antall påstigninger
- Takst

I modellen brukes GK for å finne beste rute mellom hvert sonepar. Til- og frabringertid settes lik gjennomsnittlig gangtid i sonen (som ligger som attributt på soneskiftet) pluss gangtiden på lenken som kobler soneskiftet til nærmeste stoppnode. Ventetiden defineres

på forenklet vis som halvparten av tiden mellom avgangene på ruten, som stemmer i tilfeller der ankomst til holdeplass er uniformt fordelt. Dette stemmer ikke nødvendigvis med virkelig ankomstfordeling (se Nygaard, 2016), spesielt for rutene med lav frekvens. Det kan imidlertid argumenteres for at ‘skjult’ ventetid blir tatt hensyn til med denne metoden, som er den dødtiden som oppstår mellom man avslutter en aktivitet og til man begynner å gå mot holdeplass, i tillegg til dødtiden før neste avtale begynner i destinasjonspunktet.

### Kapasitetsavhengig rutevalg

Fra og med RTM versjon 4.0 har det blitt lagt til rette for kapasitetsavhengig nettutlegging av kollektivtrafikk. Her sikter kapasitet til kapasitet om bord i kjøretøyet (sittende og stående), og ikke kapasitet i vegnettet. Metoden går ut på å definere en ombordtidsfaktor som funksjon av trengselsnivå, der ulempekurven er et uttrykk for hvor mye lengre ombordtiden virker (for en gjennomsnittspassasjer) når det er høy trengsel. Det skilles ikke mellom sittende og stående, slik at faktoren må representere et gjennomsnitt av ulempen som oppleves om bord for de ulike trengselsnivåene. Beskrivelsen i det videre er basert på gjennomgangen hos Malmin mfl. (2018) og Citilabs (2018).

Passasjerbelegget regnes ut for hver hele time i rushtidsperioden på tre timer. På ruter der det oppstår trengsel vil LOS-nivået bli dårligere, og i neste iterasjon vil andre ruter med et i utgangspunktet dårligere tilbud (lengre reisevei, lenger tid, flere bytter, osv.), få større belegg. Trengselsulempen tas ikke med som del av LOS-dataene i etterspørselsmodellen, men ettersom trengselsulempe vil vri passasjerer over på mindre effektive ruter (i form av kostnad eller tidsbruk) ruter vil dette gjøre det overordnede tilbudet dårligere, som vil kunne gi en lavere kollektivandel i etterspørselsmodellen.

For å bruke kapasitetsavhengig rutevalg må man

1. definere kjøretøytyper,
2. kode hvilke typer kjøretøy som betjener de ulike rutene, og
3. definere en ulempekurve som funksjon av trengsel.

Kjøretøytyper defineres for å kunne koble antall passasjerer ombord  $P$  til en gitt trengselsgrad  $U$  (*utilization*). Funksjonen for  $U$  som funksjon av  $P$  er gitt i ligning (2.4).

$$U = \begin{cases} \frac{P - (LDF_v \cdot SeatCap)}{CrushCap - LDF_v \cdot SeatCap}, & P \geq LDF_v \cdot SeatCap \\ 0, & P < LDF_v \cdot SeatCap. \end{cases} \quad (2.4)$$

der  $LDF_v$  (*load distribution factor, vehicle v*) er andelen av setene som er tatt før passasjerer begynner å stå,  $SeatCap$  er antall seter og  $CrushCap$  er total passasjerkapasitet for kjøretøyet (Citilabs, 2018, s. 996). Dette er de tre kjøretøyspesifikke parameterne.

For eksempel kan man definere en leddbuss slik:

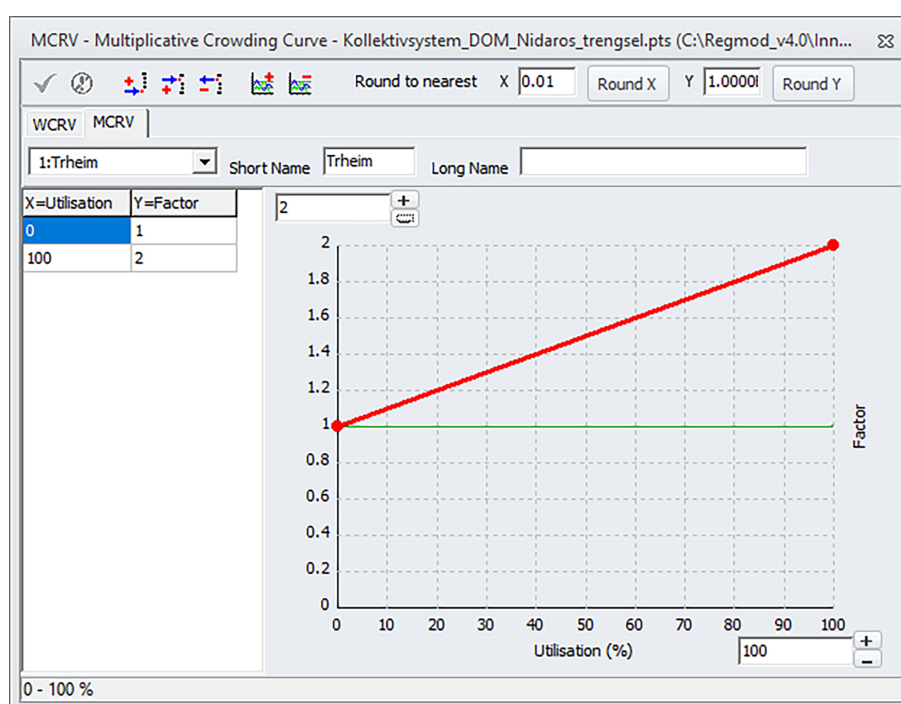
```
VEHICLETYPE NUMBER = 1 NAME = "Leddbuss" SEATCAP = 50
```

$$\text{CRUSHCAP} = 150 \quad \text{LOADDISTFAC} = 0.8$$

som har plass til maksimalt 150 personer, 50 seteplasser og  $0,8 \cdot 50 = 40$  sittende før passasjerer begynner å stå.

Andre trinn er deretter å koble en kjøretøytype til hver rute som skal tas med i kapasitetsavhengig rutevalg. Dette gjøres ved å legge til en attributt for kjøretøytype i kodingen av kollektivnettet. Alle andre ruter som ikke påkodes kjøretøytype vil ikke få en ombordtidsfaktor for trengsel.

Etter at hver rute har fått tildelt en kjøretøytype, som kobler trengsel mot passasjerbelegg, må man også spesifisere hvor stor ulempefaktoren er for de ulike trengselsnivåene. Dette defineres i en trengselskurve, se figur 2.5.



Figur 2.5: Grensesnitt i Cube for redigering av ulempekurven ved trengsel

### 2.3.4 Muligheter for forbedret kollektivbeskrivelse

I sin gjennomgang av egnetheten av transportmodeller for analyser i byområder konkluderer Tørset mfl. (2012): “Vi vurderer at utvikling av modellen til å håndtere beregninger av trafikkavviklingen og reisetider i vegnettet riktig, komfortfaktorer ved kollektivtilbudet og å inkludere forklaringsfaktorer for valg av sykling og gange som de viktigste grepene for å kunne bruke RTM til byanalyser”. Man har undersøkt muligheten for å forbedre beskrivelsen av kollektivtilbudet i RTM både ved å beskrive de harde faktorene som allerede er med i modellen mer nøyaktig, og sett på muligheten for å ta med flere av de myke.

For eksempel har det blitt foreslått en forbedret metode for å identifisere de mest attraktive holdeplassene fra en sone (Malmin mfl., 2017). Tidligere har aktuelle holdeplasser



for en sone blitt identifisert ved å velge ut de tre nærmeste, som kan føre til at andre holdeplasser ikke tas med i rutevalget selv om de betjener tilbud som totalt sett er mer attraktive enn turene man kan ta fra de aller nærmeste holdeplassene.

Modellering av gange vil også ha konsekvenser for kollektivberegningene fordi gangtider til og fra holdeplass er en del av vurderingen av hvor attraktivt kollektivt er. Malmin mfl. (2016) vurderte derfor metoder for å beregne soneinterne gangavstander ved hjelp av raster-GIS.<sup>3</sup> Også bruk av rutenett i stedet for grunnkretser i soneinndelingen, fordi det kan gi færre interne turer, har blitt utredet (Malmin mfl., udatert).

Når det gjelder forbedring av kollektivbeskrivelsen ved å ta i bruk myke kvalitetsfaktorer drøftet Berg mfl. (2016a) muligheten for å ta med myke kvalitetsfaktorer på sonenivå i form av attraktivitetsindekser. I sin gjennomgang av etterspørselseffekter av myke faktorer satte Fearnley mfl. (2015) fire premisser for å kunne implemetere nye, myke faktorer i kollektivbeskrivelsen, som oppsummert er:

1. Variablene “må kunne måles, eller antas for hvert OD-par og transportmiddel”.
2. “Nyttefunksjonen i etterspørselsmodellen må inkludere parametre for forklaringsvariabler for kvalitetsnivå.”
3. Man “må vite omfanget av kvalitetsendringer” ved analyser av tiltak. For endogene variabler som trengsel bør det itereres mellom etterspørsels- og nettverksmodell for å finne kvaliteten. Dette er lettere for de eksogene variablene, altså de som ikke endres med etterspørselen.
4. Aggregeringsnivået i transportmodellen må passe analyseformålet. Enkelte tiltak vil ha stor betydning for en liten gruppe av befolkningen (for eksempel universell utforming). Dette gjenspeiles ikke i RTM, på grunn av grov segmentering av befolkningen.

I tillegg vil arbeid med å forbedre beskrivelsen av de øvrige reisemidlene (som for eksempel om forsinkelser for bil i byområder) også føre til at etterspørselsberegningene for kollektivtransport blir riktigere.

Et poeng som ikke eksplisitt nevnes i litteraturen (kanskje fordi det sier seg selv) er at en faktor bare bør inkluderes dersom den er ventet å forklare variasjoner – i reisetidspunkt, destinasjonsvalg, reisemiddelvalg eller rutevalg. Det kan være flere faktorer ved kollektivtransport som er viktig for de reisende, men som er likt for alle rutene, tidene og kollektivtypene, og som ikke er ventet å endres med tiltak i fremtiden. Et illustrativt eksempel kan være ventilasjon. God luftkvalitet er viktig, og man kan lett se for seg at om luften ble for dårlig om bord, ville man velge alternative reisemiddel. Men om ventilasjonen ikke varierer over døgnet (bare skrus på i rushtid), eller i rutenettet (bare på enkelte busser), og man ikke ser for seg at en fremtidig oppdatering av kjøretøysparken vil

---

<sup>3</sup>Raster-GIS er en måte å lagre geografiske data på som skiller seg fra vektor-GIS ved at det ikke baseres på linjer og punkter i et koordinatsystem, men et rutenett med en gitt oppløsning der hver rute assosieres en verdi – for eksempel høyde, eller tetthet, eller gåmotstand (i tilfellet over)

medføre stor oppgradering av ventilasjonsanleggene, kan man la være å ta med ventilasjon som en egen faktor. Selv om befolkningen til en viss grad foretrekker luftkvaliteten i sine privatbiler over kollektivtransport, og dette har betydning for konkurransen mellom de to reisemidlene, vil det ikke være nødvendig å bruke ventilasjon som en egen faktor, fordi den eventuelle preferansen dette skaper for bil ville fanges opp i den alternativ-spesifikke konstanten.

## 2.4 Stratmod

Selv om Stratmod ikke er tema for denne oppgaven, er den interessant fordi den inneholder trengsel og sitteplass som forklaringsfaktorer, og dermed baseres på at disse faktorene er relevante for etterspørselsnivået. Her følger derfor en beskrivelse av metodikken og datagrunnlaget for etterspørselsmodellen i Stratmod.

### 2.4.1 Etterspørselsberegninger

Stratmod består av tre delmodeller (Norheim mfl., 2016):

1. storsonemodellen, som beregner etterspørselsendringer,
2. finansieringsmodellen, som beregner økonomiske virkninger, og
3. optimaliseringsmodellen, som beregner optimal investering i kollektivtransport.

I denne konteksten er ikke de to sistnevnte modellene relevante, så i dette dokumentet vil “Stratmod” være ensbetydende med storsonemodellen. Beskrivelsen i det følgende er hentet fra dokumentasjonsrapporten for storsonemodellen i Stratmod (Berg mfl., 2016b).

Storsonemodellen ble bygget med motsatt prioritering av RTM: den gir resultater med lav detaljgrad, men flere forklaringsvariabler. Man får grove tall for større soner om etterspørselsnivået, men tar hensyn til fenomener som typisk finnes i byer: som trengsel og forsinkelser i kollektivtransporten og i vegnettet, samt kvalitetsmessig beskrivelse av sykkelvegnettet. Det gjøres ingen nettutlegging, og resultatet leveres i form av OD-matriser. Formålet er å enkelt kunne gjøre overslag på etterspørselsvirkninger av byaktuelle tiltak, uten å måtte lage nye, ressurskrevende, scenarioer i RTM.

Stratmod er som nevnt en elastisitetsmodell. Den tar inn aggregerte OD-matriser fra RTM der sonene er slått sammen til storsoner, sammen med LOS-data for hver sonerelasjon. LOS-dataene brukes til å beregne GK for hver sonerelasjon, som sier noe om den totale ulempen (gitt i kroneverdi) forbundet med å reise med de ulike reisemidlene. I tillegg til LOS-dataene fra RTM brukes GK-komponenter fra separate undersøkelser for de faktorene som ikke inngår i RTM. Når slike ulemper er omregnet til en kostnad i kroner (i form av GK), kan man bruke en gitt priselastisitet for å anslå hvordan en reduksjon i de ulike GK-komponentene slår ut på etterspørselen. Kostnadselementene som er tatt med i Stratmod er oppsummert i tabell 2.7.

Uttrykket for å finne GK-elasticiteten fra en gitt priselastisitet er gitt i ligning (2.5), der takst er billettprisen.

$$\varepsilon_{GK} = \frac{\varepsilon_{takst}}{takst / \sum GK} \quad (2.5)$$

For å regne ut størrelsen på GK-komponenten for trengsel må man vite befolkningens verdsetting av trengsel i kroner/reise, samt hvor mange som opplever de ulike trengselsnivåene før og etter tiltak. Beregningen er gitt i ligning (2.6) der  $GK_{trengsel}$  er gjennomsnittlig trengselskostnad per reise,  $a$  er andel av de reisende som opplever den angitte graden av trengsel,  $V$  er verdsetting av trengselsgraden og  $lt, ht$  angir hhv. lav og høy trengsel.  $V_{ht,del}$  er et uvektet gjennomsnitt av verdsettingen av lav og høy trengsel. Beregningen gjøres for rush og for lavtrafikk.

$$GK_{trengsel} = a_{lt} \cdot c_{lt} + a_{ht,del} \cdot c_{ht,del} + a_{ht} \cdot c_{ht} \quad (2.6)$$

Separat fra beregning av trengselskostnaden brukes en høyere ombordtidsverdi dersom den tilbringes stående. GK-komponenten for ombordtid med ståplass er gitt i ligning (2.7).  $t_{omb}$  er ombordtid,  $a_{stå}$  er andelen som må ha ståplass,  $c_{omb}$  er verdsettingen av ombordtid med sitteplass og  $v_{stå}$  er verdsettingen av ombordtid med ståplass relativt med sitteplass.

$$GK_{ombordtid,ståplass} = t_{omb} \cdot a_{stå} \cdot c_{omb} \cdot v_{stå} \quad (2.7)$$

Virkingen av et tiltak som påvirker trengsel må dermed evalueres utenfor modellen i form av andelen som opplever trengsel før og etter. Stratmod regner kun ut etterspørselseffekter antatt at tiltaket virker etter hensikten. Dessuten tar Stratmod heller ikke hensyn til at trengsel vil redusere etterspørselen, og dermed dempe seg selv.

Reisemiddel	GK-komponent	Enhet
<b>Kollektiv</b>	Ombordtid med sitteplass	kr/time
	Forsinkelse	rel. ombordtid
	Gangtid til/fra holdeplass	rel. ombordtid
	Gangtid ved bytte	rel. ombordtid
	Ventetid	rel. ombordtid
	Byttemotstand	kr/bytte
	Ombordtid med ståplass	rel. ombordtid
	Trengsel, lav	kr/reise
	Trengsel, høy	kr/reise
<b>Bil</b>	Kjøretid	kr/time
	Kilometerkostnad	kr/km
	Køkostnad	rel. kjøretid

**Tabell 2.7:** Hentet fra tabell 2.3 hos Berg mfl. (2016b)

## 2.4.2 Datagrunnlag

I Stratmod står brukeren fritt til å velge tidsverdier selv, men modellen kommer med en database av tidsverdier for ulike byområder, samt nasjonale tidsverdier. De by-spesifikke tidsverdiene kommer hovedsakelig fra to rapporter også utarbeidet av Urbanet Analyse, Ruud mfl. (2010) og Ellis og Øvrum (2014). Disse er utarbeidet med SP-undersøkelser. Byområdene var:

- Stavanger
- Kristiansand
- Ålesund
- Tromsø
- Oslo og Akershus

I SP-undersøkelsene ble respondentene bedt om å oppgi tidsbruk og pris på en nylig kollektivreise. På bakgrunn av denne ble respondentene presentert for tre ‘spill’ der de ble bedt om å velge mellom to ulike kollektivreiser der billettpris og tidskomponenter ble variert ut fra kollektivreisen respondenten hadde oppgitt. Hvert spill hadde fire slike spørsmål for å fastslå verdsettingen av tre GK-komponenter av gangen.

Reisetidselementene som ble funnet i de to SP-undersøkelsene er oppsummert i tabell 2.8, og verdsettingene i tabell 2.9.

		Stav.	Kr.sand	Ålesund	Tromsø	Oslo
Til-/fra-tid	min.	15,8	12,9	12,1	11,4	12,6
Ventetid	min.	6,1	5,9	6,5	6,2	5,3
Ombordtid	min.	23,5	23,0	21,8	20,2	26,4
Total reisetid	min.	45,3	41,8	40,4	37,8	43,1
Frekvens	min.	26	27	30	27	19
Sittepl. hele turen	%	95	92	92	92	79
Forsinkelsesandel	%	23	22	17	29	21
Forsinkelsestid	%	9	9	9	8	10
Bytteandel	%	18	10	10	9	32
Byttetid	min.	12	11	11	14	6

**Tabell 2.8:** Gjennomsnittlige reisetidskomponenter og andeler som opplever forsinkelse og bytte, hentet fra tabell 2.6 og 2.7 i Ellis og Øvrum (2014).

		Stav.	Kr.sand	Ålesund	Tromsø	Oslo
Tid med sittepl.	kr/time	66	36	41	43	78
Til-/fra-tid		1,6	1,0	2,0	1,6	1,1
Ventetid		1,1	1,4	1,4	1,0	1,5
Ombordtid, ståpl.		1,7	1,7	2,1	1,5	1,7
Bytte, samme hpl.	kr/tur	14,2	8,0	8,3	6,8	15,8
Bytte, annen hpl.	kr/tur	29,6	16,3	19,8	14,7	15,8
Byttetid		1,7	1,9	1,9	1,8	2,0
Forsinkelse		6,2	5,9	6,3	5,5	5,8
Moderat trengsel	kr/tur	5,4	2,8	5,5	3,3	5,6
Høy trengsel	kr/tur	14,3	9,0	12,3	8,8	19,8

**Tabell 2.9:** Verdsettinger hentet fra Ellis og Øvrum (2014). Der enhet ikke er oppgitt er verdsettingen gitt som en verdi relativt ombordtid. 2013-kroner

## 3 Metode

Metoden består av to deler. Første del omfatter en analyse av påstigningsdata fra Trondheim, for tre utvalgte ruter, for å finne hvor mange passasjerer som typisk er på bussene til de ulike tidene, og for å finne hvor de går på, og om det er mulig å gjøre noen antakelser om trengselsnivå ut fra registreringene.

Andre del omfatter kjøring av RTM for Trondheimsområdet, DOM Nidaros, med og uten bruk av kapasitetsavhengig rutevalg for kollektivtransport. Dermed kan man sammenligne RTMs rutefordeling med registreringene fra AtB, og undersøke hvordan beregningene med trengsel slår ut for etterspørselsnivå og rutevalg.

### 3.1 Kollektivsystemet i Trondheim

Kollektivtilbudet i Trøndelag administreres av AtB på vegne av fylkeskommunen. I Trondheim omfatter tilbudet hovedsakelig buss, men også hurtigbåt og én trikkelinje, Gråkallbanen (rute 1). Et utsnitt av rutekartet rundt Trondheim sentrum er vist i figur 3.1.<sup>1</sup>

Hovedknutepunktet i bussystemet er holdeplassen Kongens gate, som ligger i Midtbyen (Trondheim sentrum). Derfra går rutene i hovedsakelig i tre retninger: vestover mot knutepunktet Ila og så sørover oppover Byåsen-området; østover mot knutepunktet Buran og deretter mot Lade eller sørover gjennom knutepunktene Studentersamfundet og Lerkendal og videre mot blant annet Tiller og Heimdal. Midtbyen er til dels avdelt av Nidelven, som begrenser antall veier inn til sentrum.

Knutepunktene er større holdeplasser der det typisk byttes mellom ruter. De fleste rutene i Trondheim er pendelruter, og knytter bolig- og arbeidsplassområder på ulike sider av byen sammen via sentrum. I tillegg ligger Trondheim sentralstasjon nord for Midtbyen langs havna, og mange ruter har endeholdeplass her.

Enkelte målpunkter setter spesielt preg på kollektivtrafikken i Trondheim. Dragvoll, som ligger øst i Trondheim og blant annet er endeholdeplass for rute 9 (grønn farge i rutekartet), er ett av to hovedcampus for NTNU. Dragvoll ligger såpass langt (og høyt) utenfor sentrum at mange som studerer eller jobber der velger bort gange og sykkel. Dessuten er studenter en gruppe som i større grad velger kollektivt. Det andre hovedcampuset til NTNU er Gløshaugen. Gløshaugen ligger imidlertid nærmere sentrum og flere studentbyer, men mange studenter tar bussen også hit fra studentbyer som ligger lenger unna:

---

<sup>1</sup>Hele kartet kan sees på [www.atb.no/buss-stor-trondheim/](http://www.atb.no/buss-stor-trondheim/)

for eksempel Voll og Moholt. I tillegg ligger sykehuset St. Olavs hospital litt sør for Midtbyen, som også huser studenter, mange ansatte og pasienter. Trondheim har også to store handelsområder på Tiller (i syd) og på Lade (i øst), i tillegg til handlegater i Midtbyen som tiltrekker både handlereiser og reiser til arbeidsplasser i butikk.

## 3.2 Påstigningsdata fra AtB

Datasettet fra AtB består av anonymiserte registreringer av påstigende på alle AtBs ruter, inkludert blant annet tidspunkt og billettype, og gjelder fra mars 2017 og frem til januar 2019 (da uttaket ble gjort). For å minimere omfanget av datamaterialet ble det valgt å bruke registreringer for kun tre ruter:

- Rute 5 mellom Lohove og Buengen
- Rute 8 mellom Risvollan og Stavset
- Rute 9 mellom Dragvoll og Lundåsen

Disse er blant de mest brukte rutene i Trondheim (i totalt passasjertall), og det ble antatt at disse er blant rutene med størst trengsel i rushtid. Dermed vil man kunne finne en indikasjon på hvor omfattende trengselsproblematikken er i Trondheim. Alle tre rutene går gjennom Midtbyen (Trondheim sentrum), men dekker ulike områder av byen.

Registreringen av påstigende skjer på forskjellige måter avhengig av hvordan billetten er kjøpt, da man både kan bruke reisekort og mobil-billett (mobillett). Dersom den reisende har reisekort skal det scannes ved ombordstigning. Da lagres påstigningen, hvilket stopp påstigningen gjøres på, tidspunkt, rute- og kjøringsinformasjon, samt billettype og den reisendes alder og kjønn. Et pseudo-kortnummer lagres også, slik at det er mulig å se reisemønsteret for hvert enkelt kort uten å identifisere reisende.

Dersom den påstigende har kjøpt billett i mobilappen til AtB (mobillett), scannes ikke disse slik som reisekortet, men blir telt manuelt av sjåføren. (Dette er mulig fordi all ombordstigning skjer ved forreste dør i Trondheim, til forskjell fra for eksempel Oslo.) Sjåføren trykker på en knapp hver gang noen viser mobillett. Deretter må sjåføren kvittere ut tellingen, slik at alle mobilletter lagres i én transaksjon med én tidsregistrering per holdeplass.

### 3.2.1 Gjennomgang og vasking av datamaterialet

Datasettet fra AtB rommet samtlige registrerte påstigninger på rute 5, 8 og 9, i begge retninger, mellom 27. februar 2017 og 19. februar 2019. Samlet utgjorde dette godt over 12 millioner datapunkter, lagret på SPSS-format. For å øke håndterligheten og redusere beregningstiden for hver operasjon ble datasettet delt opp i tre filer, én for hver av rutene. Behandlingen av hver av disse rutene er mer eller mindre den samme.



Figur 3.1: Utsnitt av rutekart for Trondheim



Utvalgte attributter fra datafilen er oppsummert i tabell 3.1. Hvert datapunkt er én registrering av reisekort, eller én utkvittering av mobilletter (som kan inneholde flere passasjerer) av mobilletter på ett stopp, på én kjøring, på én rute.

Variabel	Forklaring
TransactionID	Unik verdi for hver enkelt kortregistrering/telling
PassengerCount	Antall reisende per transaksjon
Year, Month, Day	Dato
Timestamp	Registrert tidspunkt ved scanning/telling
LineNumber	Rutenummer, her 5, 8 og 9
JourneyNo	ID-nummer for hver kjøring på ruten, unikt innen hvert døgn
JourneyPattern	Ruter kan kjøres med ulike endepunkt, angitt her
DepartureTime	Tidspunkt bussen kjører fra første holdeplass
Direction	0 eller 1, korresponderer med JourneyPattern
StopNo, StopName	Stoppnummer og -navn for hvert stopp Ett navn vil som regel svare til to nummer, ett for hver retning

**Tabell 3.1:** Utvalgte attributter i AtBs påstigningsdatasett

For å få frem et konsistent bilde av passasjermengden i datamaterialet ble det gjort flere innsnevringar. Først ble helgedager valgt vekk, og sommermånedene juni, juli og august, samt desember, da disse månedene er preget av ferie.

En rute kan ha flere ulike kjøremønstre. For eksempel kan det være satt opp ekspressruter som ikke stopper ved alle holdeplassene, eller ruter som ender eller stopper i sentrum i stedet for å kjøre gjennom hele pendelruten. Det ble her valgt å kun ta med ‘hovedmønstrene’, altså de som går fra ende til ende. For alle tre rutene utgjorde disse den absolutte størstedelen av datamaterialet.

Feilregistreringer av mobilletter forekommer ved at de ikke nødvendigvis kvitteres ut ved hver holdeplass, men samles opp i løpet av en kjøring og kvitteres ut mot slutten. Dermed ser det ut som om det kommer store grupper på mot slutten av ruten. Det ble derfor valgt å ta vekk alle kjøringene der en enkelt transaksjon inneholdt flere enn 50 passasjerer, etter anbefaling fra AtB.

Etter denne silingen ble det fortsatt registrert noen få veldig høye kjøringene (spesielt på rute 8, i begge retninger) – med totale passasjertall på en kjøring på mellom 300 og 500 passasjerer, for tider der det ellers var godt under 50. Det som mange av disse ekstremregistreringene hadde til felles var at tidsregistreringene for de ulike holdeplassene på ruten ikke opptrådte i rekkefølge, og at de varierte med mange timer seg i mellom. For å sile vekk disse reisene, men samtidig ikke risikere å ta vekk faktisk overbelastede turer (som kan ha en tendens til å være forsinkede), ble det valgt å ta vekk turer der tidsregistreringene avvek med mer enn fire timer fra avreisetidspunkt (i rutetabellen) fra første holdeplass. Til sammenligning er alle rutenes oppsatte gjennomkjøringstid på under

en time.

En siste utfordring ved dataene er at rutetabellene endrer seg over tid. Dette gjelder både endring av trasé og avgangstider. Traséen for rute 9 ble lagt om fra januar 2019, derfor ble 2019 ekskludert fra analysen for rute 9. I tillegg skjedde en endring i avgangstidene for flere av rutene før høsten 2017. Første halvdel av 2017 ble derfor også ekskludert for samtlige ruter.

### 3.2.2 Bearbeiding av data til påstigningsplott

Datasettet ble bearbeidet ved hjelp av SPSS, en programvare for statistisk analyse. SPSS legger til rette for direkte bearbeiding av data gjennom et grafisk brukergrensesnitt, men også ved bruk av syntaks-filer, der alle kommandoer skrives i et skript, omtrent som et program. Ved å ikke lagre endringer i det originale datasettet vil man alltid kunne angre det man har gjort underveis, og det er lettere å holde rede på de ulike operasjonene som har ført frem til det endelige resultatet. Sistnevnte fremgangsmåte ble brukt her.

I utgangspunktet ble den opprinnelige filen delt i tre, en for hver rute. Fremgangsmåten som er beskrevet gjelder hver av disse tre filene, og er mer eller mindre lik i hvert tilfelle. Etterhvert som datapunktene ble slått sammen (aggregert) til nye datasett ble det opprettet en tilhørende syntaks-fil. Syntaks-filene for linje 5 er gjengitt i vedlegg F.

Fra den opprinnelige filen ble det opprettet et aggregert datasett på holdeplass-nivå, slik at hver transaksjon for en gitt buss på en gitt holdeplass til en gitt tid ble slått sammen til ett 'punkt', der passasjertellingen var summert opp uavhengig av billettypen. Dette ble gjort ved å opprette en ID-variabel *TripID* for hver kjøring, som bestod av dato (yyyymmdd) og tur-nummer, et unikt nummer innen et døgn for en gitt kjøring (*JourneyNo*). Deretter ble det laget en *TripStopID*, som bestod av *TripID* sammen med stoppnummer for hver enkelt holdeplass. *TripStopID* var derfor unik for hvert enkelt stopp en buss gjorde på en holdeplass.

For å kunne plote antall påstigende for en buss gjennom traséen måtte stoppene ordnes i rekkefølge. Hvert stopp har en unik ID (*DirStop*; bestående av kommunenummer, side av veien (0 eller 1) og stoppnummer), men de er ikke sekvensielt nummerert for en gitt busstrasé. Stopprekkefølgen for hver retning for hver linje måtte derfor overføres manuelt fra rutetabellene og gis et nummer ut fra retning på linjen ( $V \rightarrow \emptyset$ : 0,  $\emptyset \rightarrow V$ : 1), og et nummer som anga hvilket stopp i rekken det var.

Turene ble plassert i én av tre kategorier: morgen, ettermiddag eller lavtrafikk. Morgen ble definert som starttid (avgangstid fra første holdeplass) mellom 7.00 og 8.00, ettermiddag mellom 15.00 og 16.00 og lavtrafikk resten av døgnet. Morgen- og ettermiddagsregistre-ringene ble sortert ut til hver sin fil, aggregert for den nye holdeplass-ID-en *DirStop*.

### Antall påstigende for hvert stopp på en strekning

En egenskap ved dataregistreringene som gjorde seg gjeldende var at et stopp ikke opptrer i dataene om ingen har gått på der. De beregnede passasjergjennomsnittene for hvert stopp i hver retning sa dermed bare noe om hvor mange som gikk på *når noen gikk på der*. De reelle gjennomsnittene for hver kjøring ville derfor i større eller mindre grad være lavere. Dette problemet ble løst ved å beregne hvor mange ganger et stopp ble brukt og hvor mange ganger bussen hadde kjørt strekningen. Dermed fikk hvert stopp en vekt som ble multiplisert med det beregnede gjennomsnittlige antall påstigende. Altså, for hvert stopp  $i$ :

$$\bar{x} = \frac{\sum^n x}{n} = \frac{\sum^m x}{m} \cdot \frac{m}{n} \quad (3.1)$$

der

$x$  = antall påstigende for en gitt holdeplass for en gitt passering

$n$  = antall passeringer av holdeplass (med eller uten påstigende)

$m$  = antall stopp ved holdeplass (kun når påstigende)

Med andre ord kan man beregne gjennomsnittet for hvert stopp, og multiplisere med en faktor på  $m/n$  for å finne det riktige gjennomsnittet som tar høyde for de gangene stoppet ikke brukes av påstigende.

For hvert stopp ble det beregnet gjennomsnittlig antall påstigninger over tidsintervallet. For morgen- og ettermiddagsperioden ble det laget påstigningsdiagram, et trappediagram som viser kumulativt antall påstigende gjennom en gjennomsnittstur.

### Antall påstigende per buss over døgnet

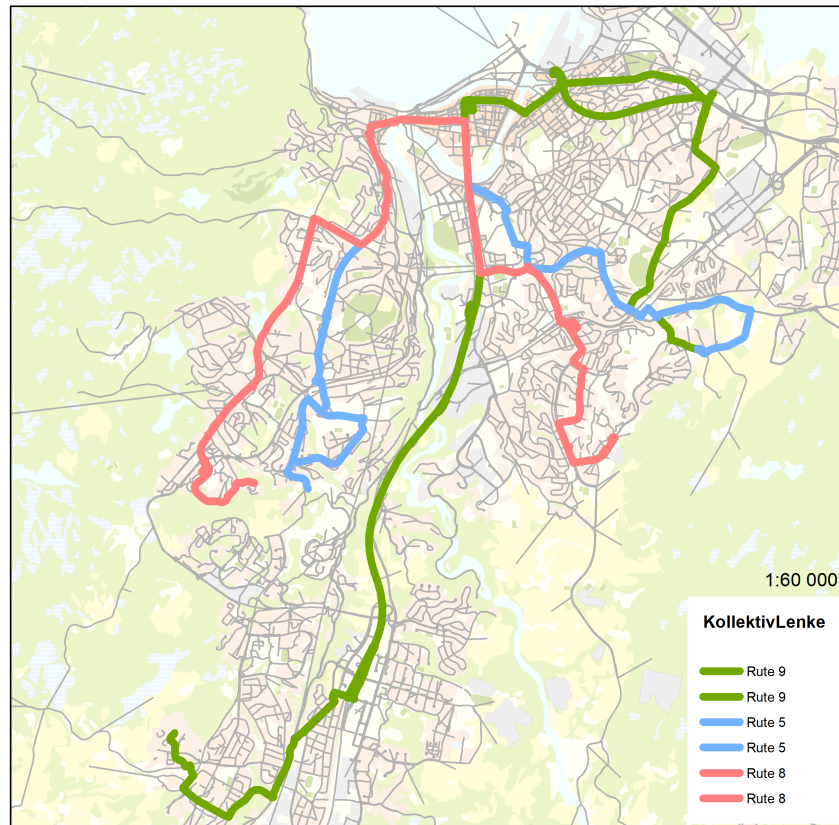
Til slutt ble det opprettet et siste aggregert datasett (se vedlegg F.4), med gjennomsnittlig antall reisende per tur over døgnet, i tillegg til standardavvik. Dette sier ingenting om variasjonen i totalt antall passasjerer over døgnet, men totalt antall reisende per buss, slik at man kan se når på døgnet trengselen er størst.

## 3.3 RTM-beregninger for Trondheim

### 3.3.1 Om DOM Nidaros

Modellen som brukes er en delområdemodell for Trondheimsområdet, DOM Nidaros. Den er satt opp i RTM versjon 4.0. Oppsettet er beskrevet i detalj i scenariorapportene i vedlegg C. Modellens inndata ble hentet fra Vegvesenets eRoom for transportanalyse, uten videre bearbeiding.




Det ble kjørt fire scenarioer: to uten kapasitetsavhengig rutevalg for kollektivtransport, for 2018 og 2040, og to med, også for 2018 og 2040.



Figur 3.2: Traséen til rute 5, 8 og 9 i RTM

### 3.3.2 Definisjon av kjøretøy og ulempekurve

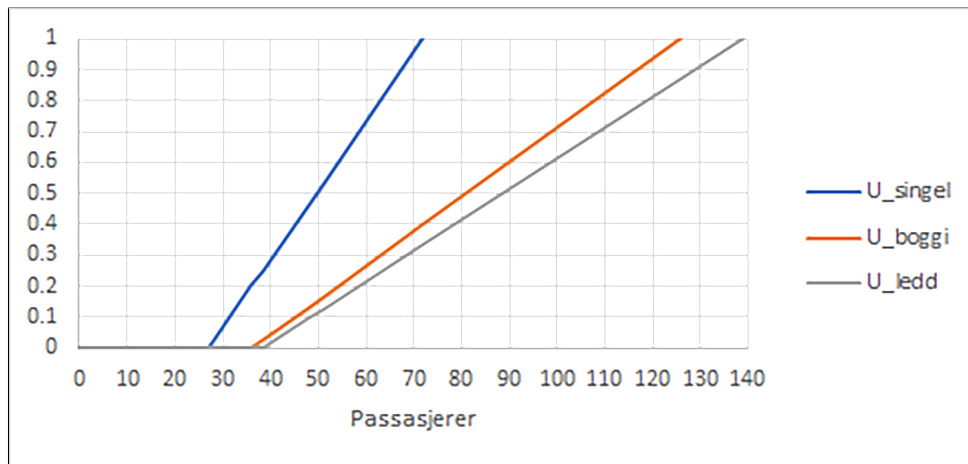
#### Kjøretøytyper

	Singelbuss, 12 m	Boggibuss, 15 m	Leddbuss, 18 m
			
$LDF_v$	0,75	0,75	0,75
SeatCap	36	48	51
CrushCap	72	126	139
Ståplass [m <sup>2</sup> ]	4,5	9,75	11
Implisitt $LF_{max}$	2,07	2,63	2,86

Tabell 3.2: Kjøretøytyper med attributter (Zhupanova, 2016), illustrasjoner fra *Man Lion's City* (2019)

I Trondheim kjøres i hovedsak tre typer busser for AtB: singelbuss (12 m), boggibuss (15 m) og leddbuss (18 m). Egenskaper ved disse som kreves i kjøretøysdefinisjonen i RTM er oppgitt i tabell 3.2, hentet fra Zhupanova (2016). Verdien for  $LDF_v$ , 0,75, er den fyllingsgraden Zhupanova (2016) observerte at passasjerer begynte å velge ståplass fremfor

sitteplass ved i Trondheim. Hun bemerker at resultatene antyder at passasjerer begynner å stå ved enda lavere fyllingsgrader der det er bedre fasiliteter for stående, men her brukes samme verdi for alle busstypene. I realiteten er det langt flere busstyper i bussparken til AtB enn disse tre, ettersom ulike linjer driftes av ulike operatører som har ulikt materiell. Dessuten brukes ikke nødvendigvis kun én busstype for en rute. Informasjon om hvordan materiellbruken varierer til ulike tider og ruter var ikke tilgjengelig til dette arbeidet.



**Figur 3.3:** U-verdi som funksjon av antall passasjerer om bord, for hver av kjøretøtypene

Crush-kapasiteten og ståplasskapasiteten for de ulike kjøretøyene svarer til en maksimal ståendetetthet på 8 pax/kvm, også fra Zhupanova (2016). Crush-kapasiteten som er oppgitt for dette nivået er imidlertid basert på leverandørenes mål på hvor mye bussen maksimalt kan bære, og sjåfører vil sannsynligvis begynne å kjøre forbi ventende på holdeplass lenge før denne kapasiteten nås.

Figur 3.3 viser hvordan U-verdien varierer avhengig av passasjertall for de tre ulike busstypene.

### Rutekoding med kjøretøy

Det er gjort noen svært grove antakelser om hva slags busser som trafikkerer de ulike rutene. Med utgangspunkt i en oversikt over de mest trafikkerte rutene fra 2015 (Sollie mfl., 2016, fig. 17 s. 29) ble det gjort uformelle observasjoner av materiellet på disse rutene. Fra dette ble rute 5 kodet med leddbuss, rute 4, 8 og 9 med boggibuss og resten av bussrutene i Trondheim som singelbuss. Rutene har påkodet samme type kjøretøy for morgen- og ettermiddagsrush, selv om det er mulighet for å skille på disse. Det ble ikke kodet kjøretøytyper på fergestrekningene eller Gråkallbanen (rute 1), som gjør at disse rutene blir beregnet kapasitetsuavhengig i alle scenarioene.

## Ulempekurve

Trengselsverdsettingene for de fem norske byområdene fra Urbanet Analyse (Ellis og Øvrum, 2014) er gitt i kr/reise og som ombordtidsfaktor ved ståplass fremfor sitteplass. Derfor er ikke disse verdiene oversettbare til en ulempefaktor som funksjon av belegg uavhengig av sittende og stående.

Ulempefunksjonen ble i stedet løst basert på resultatene til Wardman og Whelan (2011), som er gjengitt i figur 2.4. De viser tidsvektfaktoren plottet mot hhv. ulike lastfaktorer og pax/kvm. Begge skiller imidlertid på stående og sittende, noe ulempefaktoren i RTM ikke gjør. Om man antar at de fleste som reiser i rushtid på virkedager reiser til og fra jobb eller skole, kan man anta at det er tidsvektene for pendlere som er mest gyldige. Disse er mindre sensitive for trengsel enn fritidsreisende.

I tillegg må man oversette LF fra Wardman og Whelan (2011) sine resultater til U-verdien som skal brukes i RTM. Det ble antatt at verdiene man har funnet for LF=2 representerer maksimal trengsel, og tilsvarer  $U=100\%$ . For pendlere er et uvektet gjennomsnitt mellom ombordtidsfaktoren for stående og sittende hos Wardman og Whelan (2011) lik 2. Videre tyder resultatene fra Wardman og Whelan (2011) på at en lineær funksjon mellom ombordtidsfaktor og passasjerbelegg ikke er helt urimelig. Dette resulterte i en lineær ulempefunksjon som er 1 for  $U=0$ , og 2 for  $U=100\%$ .

# 4 Resultater

## 4.1 AtBs påstigningsdata

Av påstigningsregistreringene fra AtB ble det fremstilt tre plott for hver retning for hver rute: ett som viser variasjon i totalt antall personer i gjennomsnitt for hver avgang over et døgn, og to som viser hvordan disse påstigende fordeler seg på hver enkelt holdeplass, ett for tidsintervallet 07.00–08.00 og ett for 15.00–16.00. Samtlige er presentert i dette delkapittelet.

Døgnvariasjonsplottene er gitt som linjediagram, der tre linjer er plottet: én for 25-prosentilen (i grønt), én for 50-prosentilen (i blått) og én for 75-prosentilen (i oransje). Det vil for eksempel si at 25 % av bussene i datamaterialet har hatt passasjervolum over den oransje linjen. Plottet viser ikke total passasjermengde for ulike tider, ettersom det er ulikt antall busser satt opp til ulike tider. Om en kveldsbuss har høye passasjertall kan det både skyldes at det er mange passasjerer og at det settes opp færre avganger om kvelden.

Påstigendeplottene viser både påstigende for hver holdeplass (blå stolper), og kumulativt antall påstigende (rød linje). I tillegg er det lagt inn, for å illustrere kapasiteten, både antatt setekapasitet (grønn linje) og  $LDF \cdot SeatCap$ , som vil si at bussen har nådd et antall passasjerer der nye påstigende velger å stå. Det betyr ikke at grafene sier noe om når på ruten bussen blir så full at den overskrider sitteplasskapasiteten, ettersom dataene ikke inneholder avstigende.

For rute 5 er det tatt utgangspunkt i en leddbuss av samme type som den kodet for RTM-beregningene, med 51 sitteplasser, maksimal kapasitet 139 (ved passasjertetthet på  $8 \text{ pax/m}^2$  og at folk begynner å stå ved  $LF=0,75$ , altså når 38 av setene er tatt. For rute 8 og 9 er det antatt boggibusser som har 48 sitteplasser og maksimal kapasitet på 126, og at passasjerene begynner å velge å stå når 36 av sitteplassene er tatt.

Uten informasjon om hvor mange passasjerer som går av ved hver holdeplass er det ikke mulig å si sikkert hvor full gjennomsnittsbussen er ut fra passasjerprofilene. Men ettersom alle rutene er pendelruter kan man gjøre en antakelse om at de fleste som går på på første halvdel av ruten sitter på inn til sentrum. Dermed kan man gjøre et overslag over passasjermengden, og for hver rute er det beregnet LF og U-verdi for utvalgte snitt for hver retning og periode. I tillegg er det gjort noen overslag over hvor trangt det kanskje er i de samme snittene for de mest passasjerintense tidspunktene i morgenperioden for en utvalgt retning for hver rute.

### 4.1.1 Rute 5: Buenget – Lohove

Figur 4.1 viser døgnvariasjonsplottet for rute 5. For denne ruten er det spesielt hyppig variasjon fra en avgang til den neste – for eksempel ser tidsrommet mellom 7 og 8 i retning Buenget nesten periodisk ut. I retning Lohove er det for den mest belastede avgangen over 120 passasjerer totalt i halvparten av tilfellene og over 145 i en fjerdedel av tilfellene. I tillegg er det topper i passasjertallene i tidsrommene 9–10, 11–12 og 13–14, men her er variasjonen stor: er 50 % av tilfellene mellom 75 (grønt) og 130 (oransje). I retning Buenget tenderer det til lavere passasjertall om morgenen sammenlignet med ettermiddagen, med topper rundt 12, 14 og 15–16.

Dette kan indikere at ruten brukes av mange studenter som skal til NTNU Dragvoll. Forelesninger og andre aktiviteter begynner ofte kvart over partallstimer og slutter ved hele partallstimer. Bussene mot Lohove vil derfor ha størst pågang om morgenen, mens bussene mot Buenget har størst pågang om ettermiddagen.

Påstigningsprofilene er vist i figur 4.2. Gjennomsnittlig totalt passasjertall for morgen i retning Lohove er rundt 80, og 60 i retning Buenget. For retning Lohove er det relativt jevn påstigning, noe som rimer med at de fleste reiser i dette tidsrommet er arbeids- og skole-reiser som begynner i hjemmet, altså boligstrøk som ikke konsentreres om noen få stopp. Likevel er det noe større påstigning både på Ila, Kongens gate og Studentersamfundet, typiske bytteholdeplasser. Det er mer konsentrert påstigning i retning Buenget, der det går på mange i Voll studentby, Moholt (også ved studentby) og Kongens gate. Denne bussen går til Gløshaugen, så det gir mening med stor påstigning i de to studentby-holdeplassene.

For ettermiddagsperioden er påstigningsprofilene annerledes og mindre jevne. Dette er perioden mange skal hjem fra jobb. I retning Lohove går det spesielt mange på på Søndre Hallset, Kongens gate og Gløshaugen. I den andre retningen kommer det mange på på Dragvoll og Kongens gate. En gjennomsnittlig buss får totalt nesten 100 passasjerer i retning Buenget, mens det er i overkant av 70 i retning Lohove.

#### Trengselsoverslag

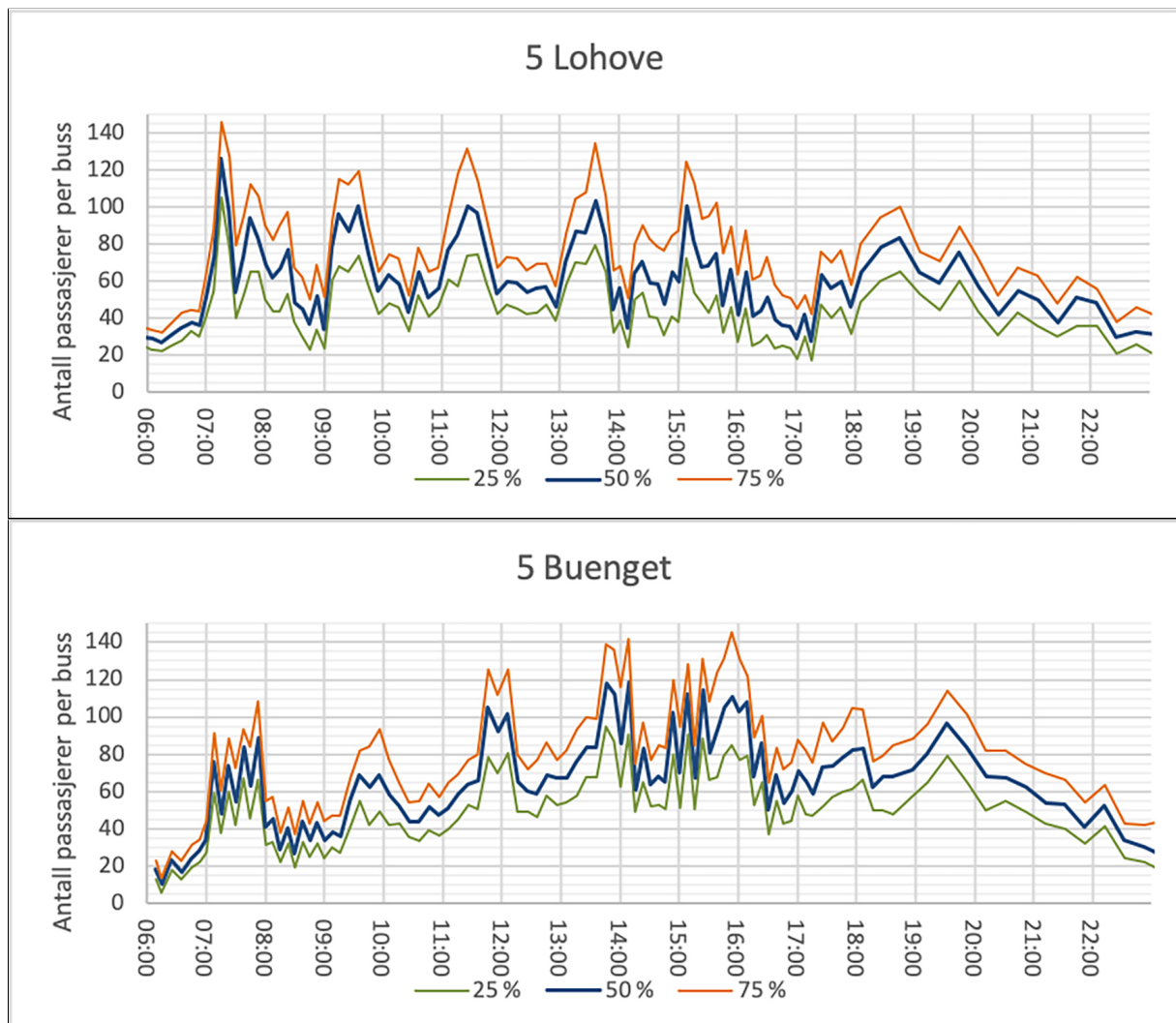
	07–08		15–16	
	Lohove	Buenget	Lohove	Buenget
<b>Snitt</b>	Hosp.kirka	Prestegårdsj.	Hosp.kirka	Prinsen Kinos.
<b>Antall</b>	54	36	31	56
<b>LF</b>	1,06	0,70	0,61	1,10
<b>U</b>	15,6	0	0	17,6

**Tabell 4.1:** Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 5, med ulike trengselsmål, antatt leddbus

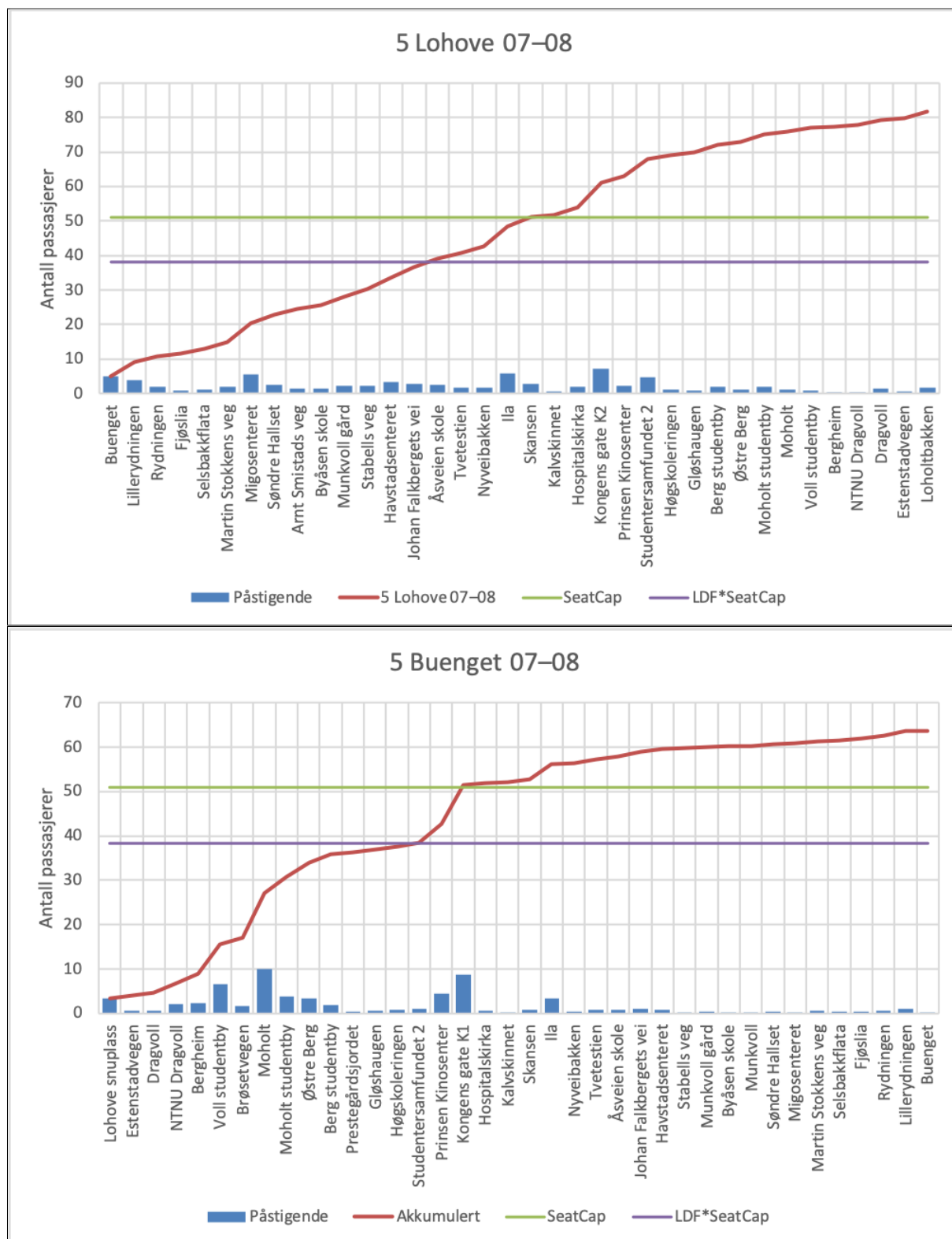


Snittene er valgt ut med antakelse om at det ikke går av mange før sentrumsområdet og de typiske bytteholdeplassene, slik at akkumulert antall påstigende er mer eller mindre likt den faktiske passasjermengden om bord i snittet. Retning Buenget har ikke samme snitt for morgen og ettermiddag fordi det antas at mange skal til Gløshaugen om morgenen.

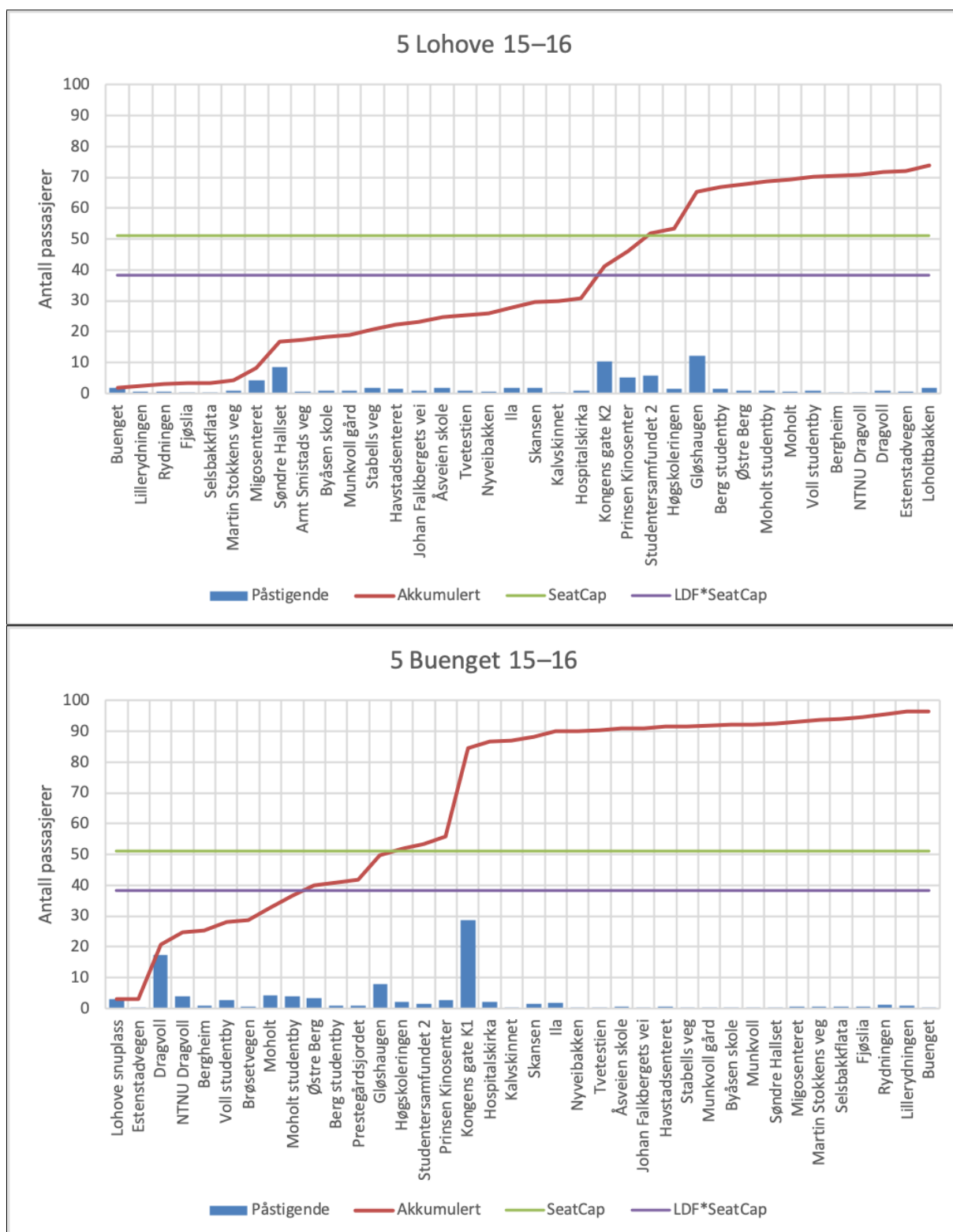
Tabell 4.1 viser lastfaktor og U-verdi for hvert snitt. I retning Lohove om morgenen og Buenget om ettermiddagen er over 15 % av ståplassen tatt (gitt at passasjerer velger å stå fra  $LF=0,75$ ) for en gjennomsnittsbuss i hver time. Om man regner et 'worst case'-scenario der antall passasjerer er 140 i løpet av turen i retning Lohove blir antall passasjerer ved Hospitalskirka  $54 \cdot \frac{140}{82} = 92$ , som gir  $LF=1,8$  og  $U=53$  %. En fjerdedel av turene på avgangen litt over syv i retning Lohove kan derfor antydes å komme opp i trengselsnivåer av eller mer enn denne størrelsesordenen. Tilsvarende vil dette gjelde i snittet Prinsen Kinosenter i andre retning i og firetiden, fordi den har omtrent like mange passasjerer for Prinsen Kinosenter som ved Hospitalskirka om morgenen i retning Lohove, og vi antar samme type buss.



Figur 4.1: Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss



Figur 4.2: Rute 5, kl. 07.00-08.00



Figur 4.3: Rute 5, kl. 15.00–16.00

### 4.1.2 Rute 8: Stavset – Risvollan

For variasjonsplottene for rute 8, vist i figur 4.4, er det tydelige topper i totalt passasjertall i morgenperioden, mellom 13 og 14, og mellom 15 og 16 i begge retninger, men ellers langt jevnere fordeling enn for rute 5. Her er det også ganske konsistent avstand mellom 25- og 75-prosentilene, så trengselsnivåene kan antas å være relativt forutsigbare på rute 8 i forhold til for eksempel rute 5.

Gjennomsnittlig totaltall ligger på nær 80 per buss om morgenen (figur 4.5), og litt i overkant av 70 om ettermiddagen, (figur 4.6). Påstigningsplottene for morgentimen er slak. Mot Risvollan går det mange på fra Dalgård, mens det mot Stavset går mange på i Risvollan-området. På siste pendelhalvdel kommer det få på etter at bussen har nådd sentrum. Dette rimer med at det stort sett er reiser til jobb for disse periodene, og at folk skal fra et boligområde og inn til sentrum.

For ettermiddagstimen derimot, i begge retningene, kommer godt over en tredjedel av passasjerene på i midtbyens knutepunkt Kongens gate og ellers mange på de resterende Midtbyen-holdeplassene. Dette tyder på en tydelig overvekt av reiser som går fra arbeid, fra andre busser (bytte) og/eller butikker i sentrum mot hjem.

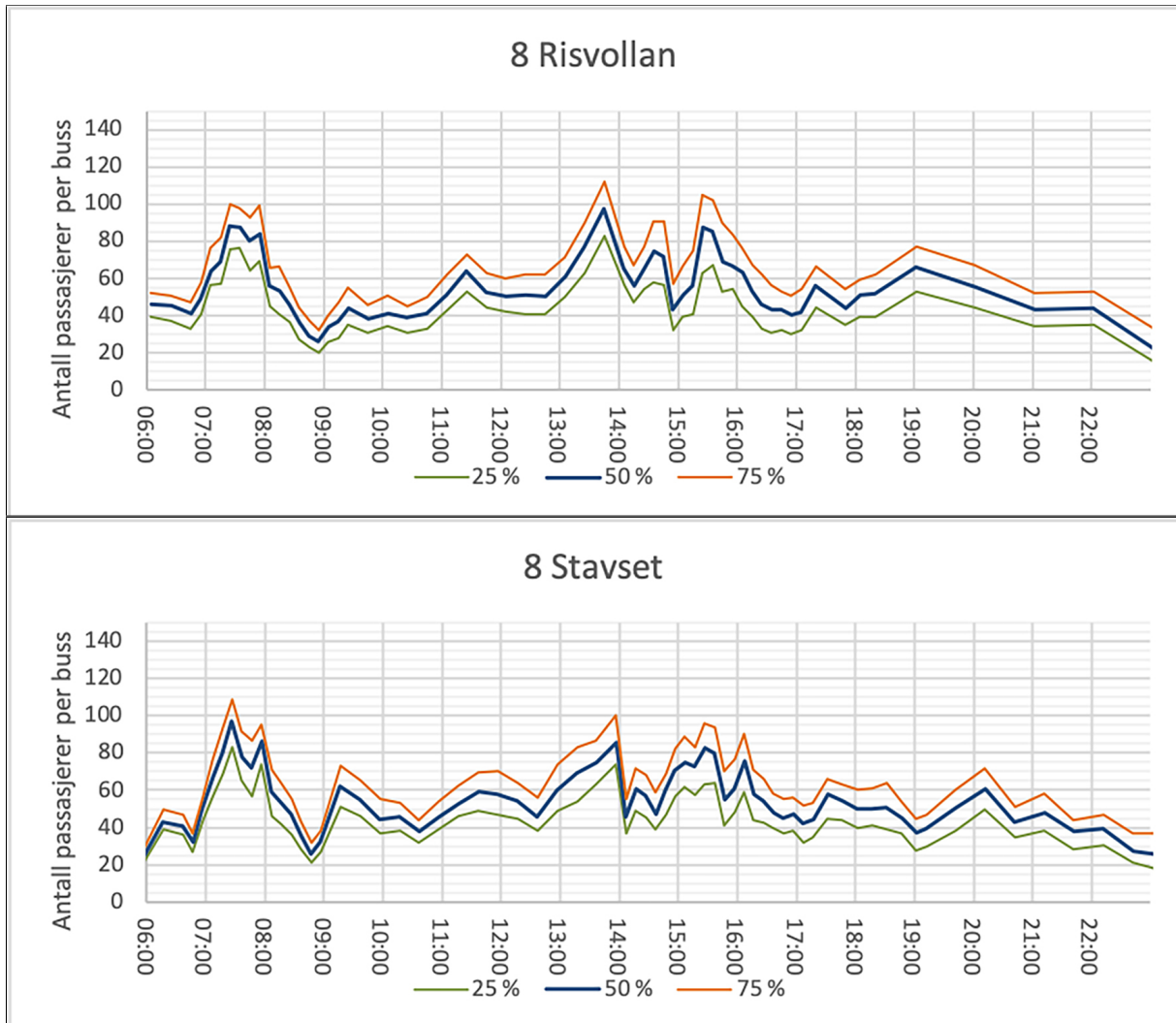
#### Trengselsoverslag

	07–08		15–16	
	Risvollan	Stavset	Risvollan	Stavset
<b>Snitt</b>	Hosp.kirka	Studentersamf.	Hosp.kirka	Studentersamf.
<b>Antall</b>	64	62	27	33
<b>LF</b>	1,33	1,29	0,56	0,96
<b>U</b>	31,1	28,9	0	0

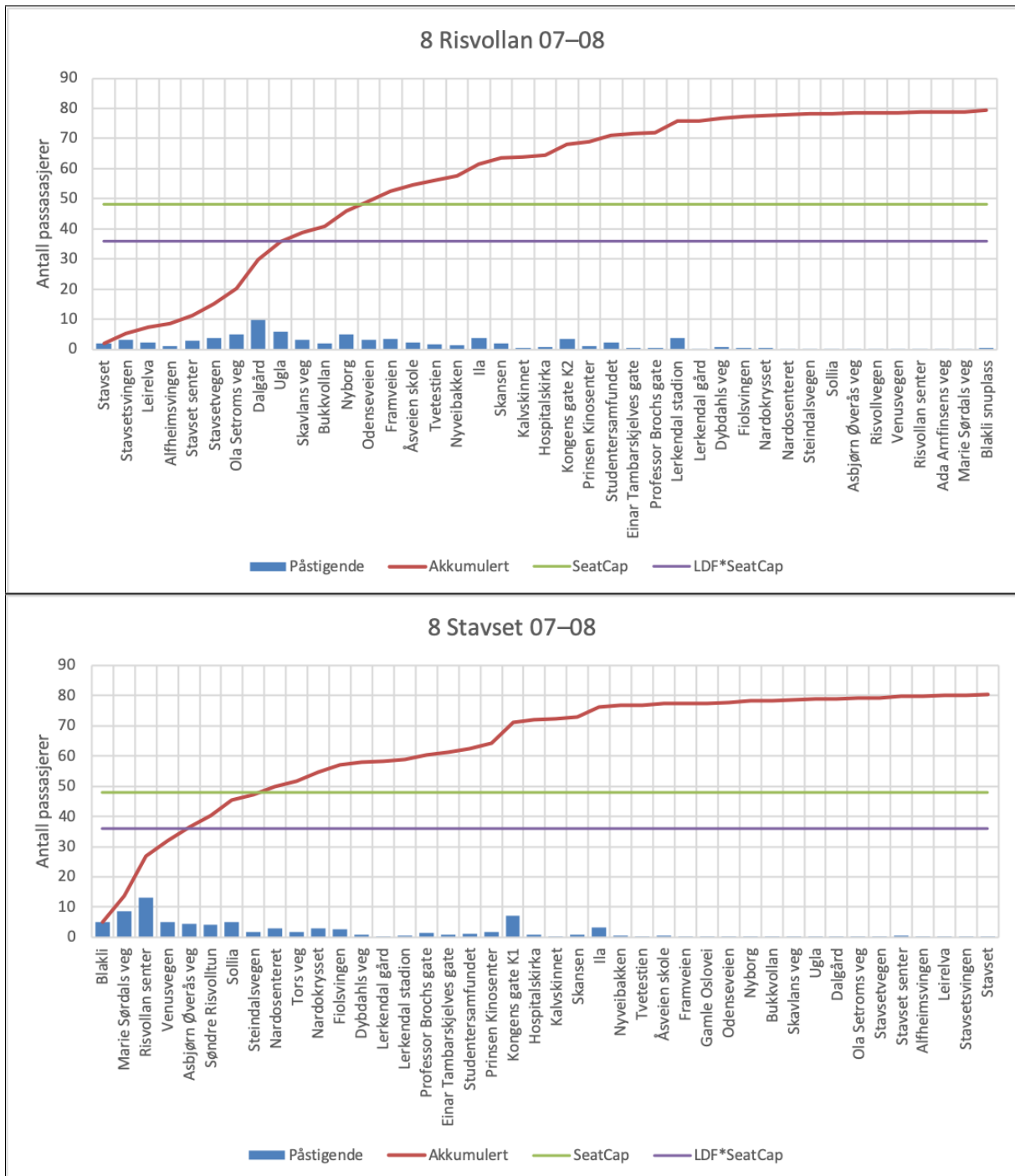
**Tabell 4.2:** Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 8, med ulike trengselsmål, antatt boggibuss

For rute 8 om ettermiddagen ser det av tabell 4.2 ut til å være lav trengsel om bord, men det stemmer ikke nødvendigvis. Så mange kommer på i sentrum at det nok hadde gitt mer mening å regne på passasjermengder for eksempel Kongens gate og Professor Brochs gate i retning Risvollan, eller Professor Brochs gate og Hospitalskirka i retning Stavset. Det ville gitt rundt 40 personer om bord.

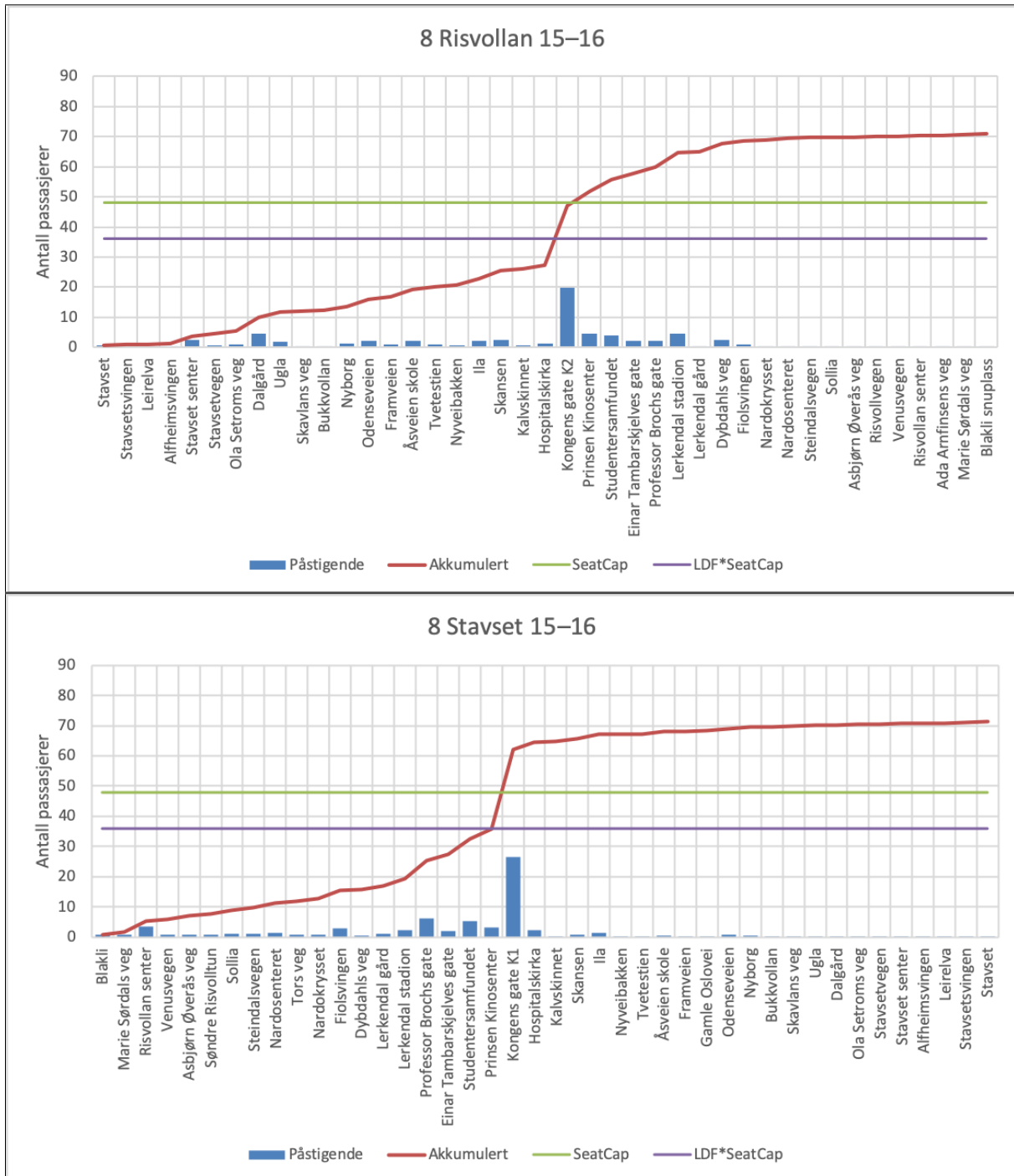
For morgenperioden ser det i alle tilfelle ut til å være høyest midlere passasjerantall for rute 8. Med utgangspunkt i de høyeste passasjertallene over 75-prosentilet i 4.4, rundt 100 (om morgenen i retning Stavset), blir antall passasjerer ved Hospitalskirka **80**, **LF=1,67** og **U=49 %**.



Figur 4.4: Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss



Figur 4.5: Rute 8, kl. 07.00-08.00



Figur 4.6: Rute 8, kl. 15.00–16.00

### 4.1.3 Rute 9: Lundåsen – Dragvoll

Variasjonsplottet for rute 9 er vist i figur 4.7. Mellom 7 og 8 mot Dragvoll ser man at avgangen omtrent kvart over syv har høy påstigning (med over 120 for 50-prosentilet), mens neste avgang, litt før halv åtte, har 50-prosentil på under 80. Det er litt mindre spredning mellom prosentilene om morgenen enn utover dagen. I motsatt retning, mot Lundåsen, er det en topp om morgenen der 50-prosentilet er på rundt 95, men bare for noen få avganger. Mot ettermiddagen, fra litt før to til rundt fire, er det enda høyere passasjertall, med 50-prosentil på over 100.

Påstigningsprofilene i figur 4.8 og 4.9 viser større spredning i hvor de reisende går på om morgenen enn om ettermiddagen: om ettermiddagen er det mange påstigninger på sentrumsholdeplassene, flere enn på holdeplassene på strekningene inn til Midtbyen, samtidig er det langt mindre konsentrert påstigning enn for de to andre rutene. Den klart største påstigningen skjer på Dragvoll, der i snitt over 20 personer går på mellom 15 og 16.

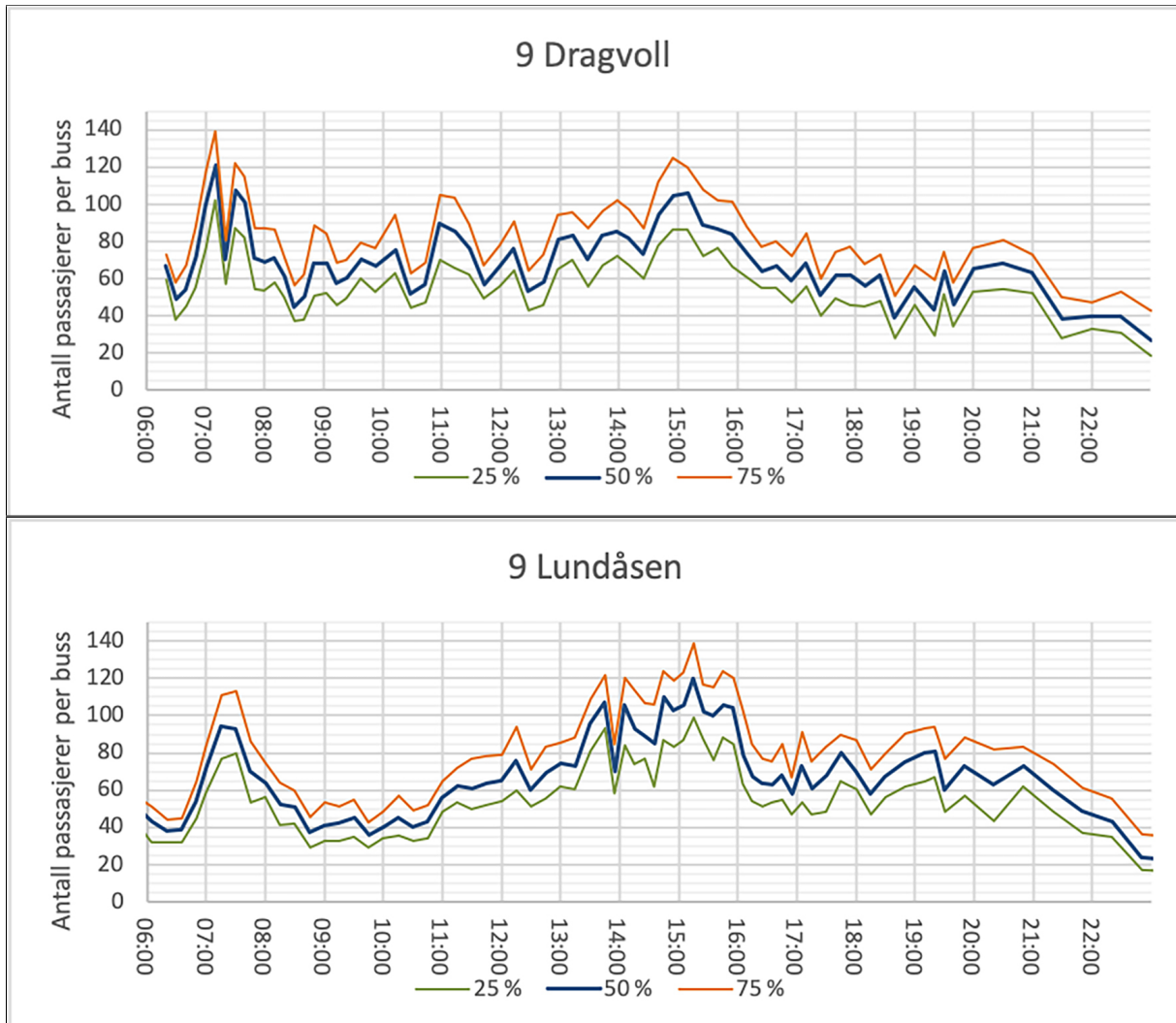
#### Trengselsoverslag

	07–08		15–16	
	Dragvoll	Lundåsen	Dragvoll	Lundåsen
<b>Snitt</b>	Studentersamf.	Strandv.	Studentersamf.	Strandv.
<b>Antall</b>	54	45	46	44
<b>LF</b>	1,13	0,94	0,96	0,92
<b>U</b>	20,0	10,0	11,1	8,9

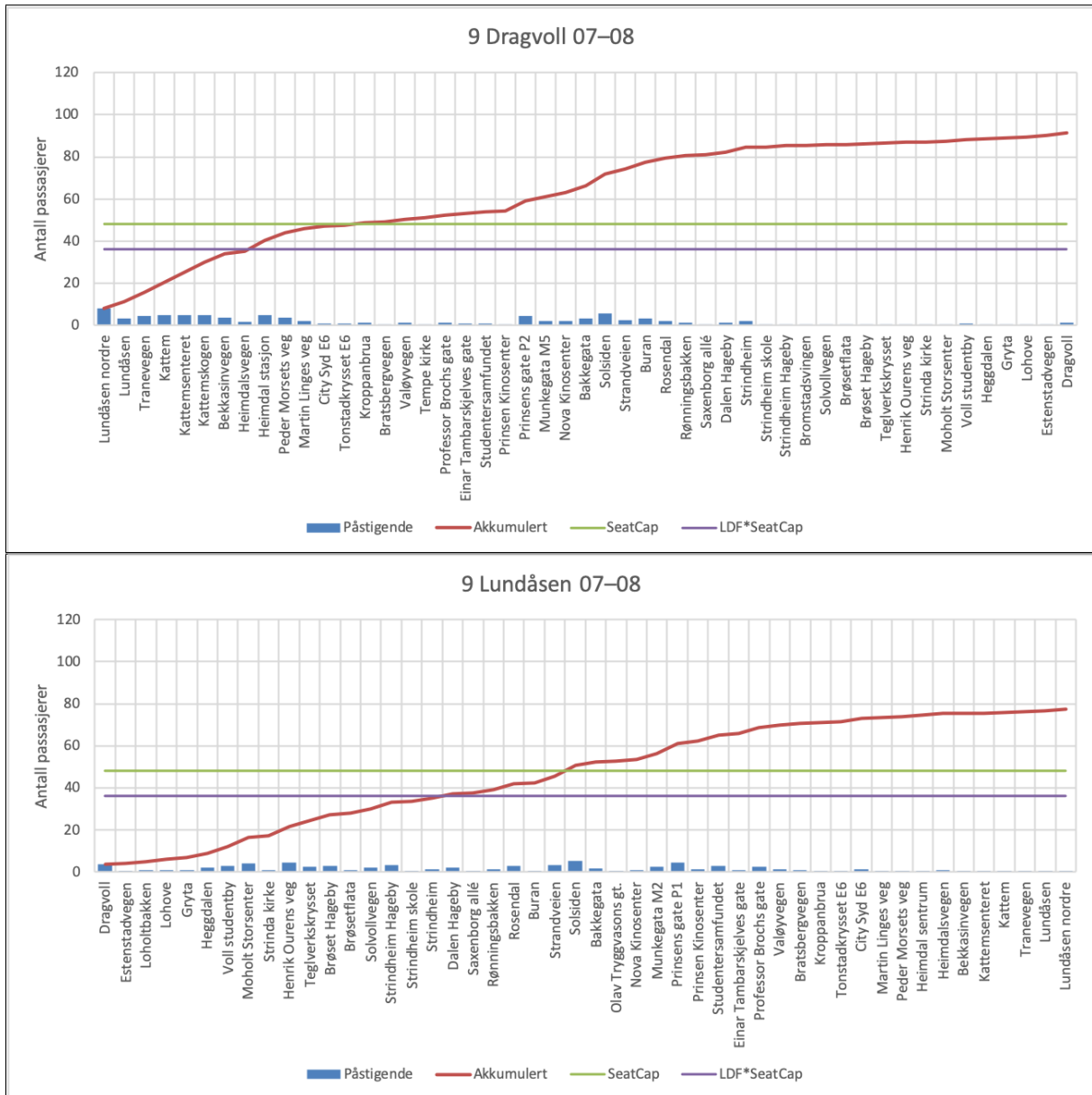
**Tabell 4.3:** Antatt maksimum passasjertall for en gjennomsnittlig busskjøring i morgen- og ettermiddagsrush for rute 9, med ulike trengselsmål, antatt boggibuss

For rute 9 virker det som om den største trengselen oppstår i retning Dragvoll om morgenen. Med utgangspunkt i et totalt passasjertall på 140 vil det i snittet ved Studentersamfundet være **82** passasjerer, som gir **LF=1,71** og **U=51 %**. Om det stemmer at det ikke har gått av mange før Studentersamfundet, vil dette være trengselsnivået (eller verre) som passasjerene opplever i dette snittet 25 % av gangene.

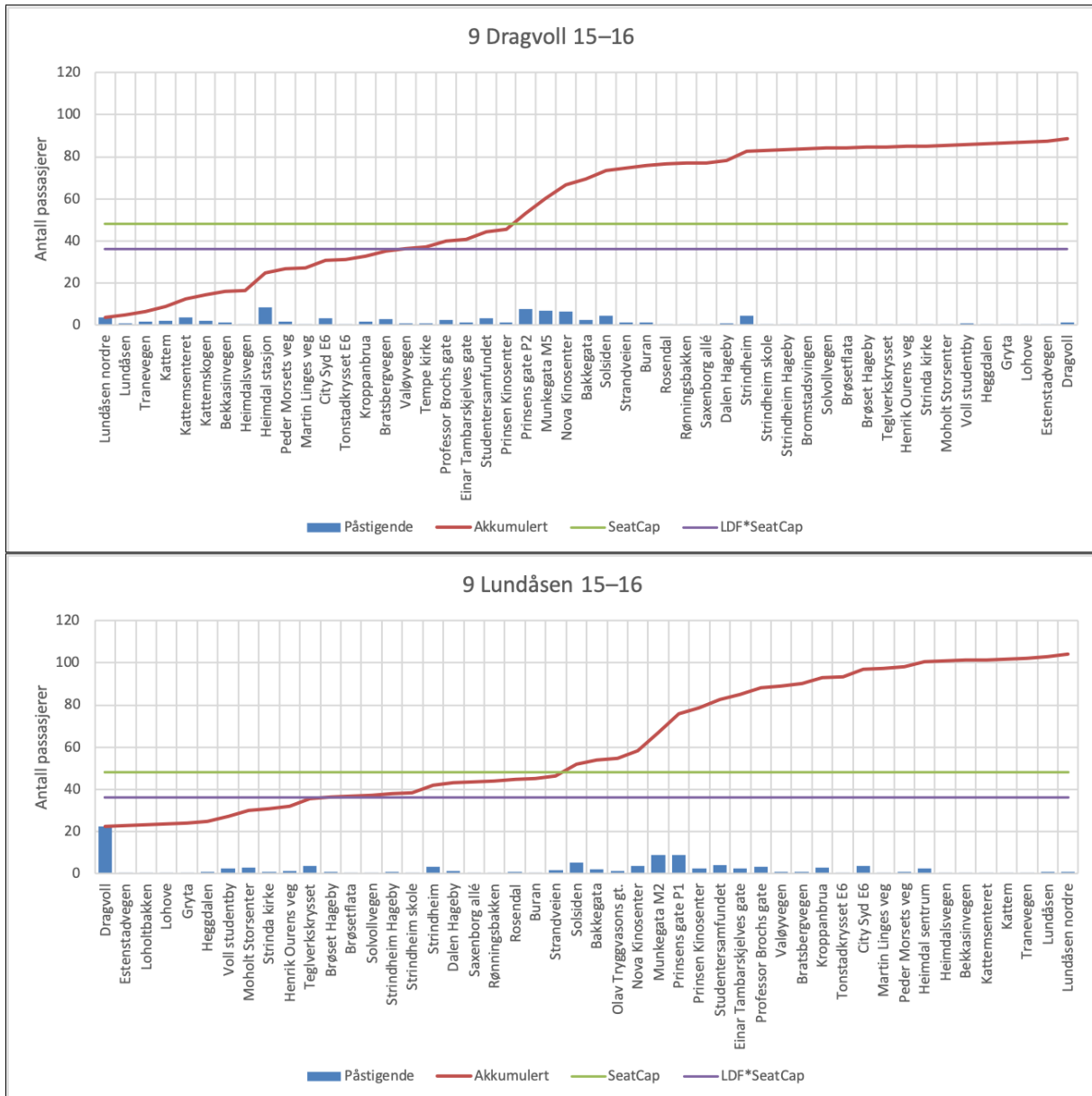




Figur 4.7: Døgnvariasjon i totalt antall påstigende per buss



Figur 4.8: Rute 9, kl. 07.00-08.00



Figur 4.9: Rute 9, kl. 15.00–16.00

## 4.2 RTM delområdemodell Nidaros

### 4.2.1 Etterspørsel og rutefordeling

Tabell 4.4 viser reisemiddelfordelingen for 2018-beregningene, der ‘Basis’ er scenarioet der trengsel om bord ikke tas med i beregningen. Den viser at det er neglisjerbar forskjell i resultatene, men at det blir en liten reduksjon i kollektivturer – på omtrent 2 ‰.

Reisemiddel	Basis		Trengsel		Diff.
	Turer	Andel	Turer	Andel	
Bilfører	611058	54%	611189	54%	131
Bilpassasjer	73818	7%	73827	7%	9
Kollektiv	157891	14%	157653	14%	-238
Gang	238868	21%	238907	21%	39
Sykkel	49761	4%	49785	4%	24
Totalt	1131397		1131361		-36

**Tabell 4.4:** Reisemiddel- og reisehensiktfordeling for 2018-beregningene

Tilsvarende resultater kan sees i reisemiddelfordelingen for 2040 i tabell 4.5, bortsett fra at antall turer har økt med drøye 15 ‰ fra basisscenarioet i 2018 til basis 2040.

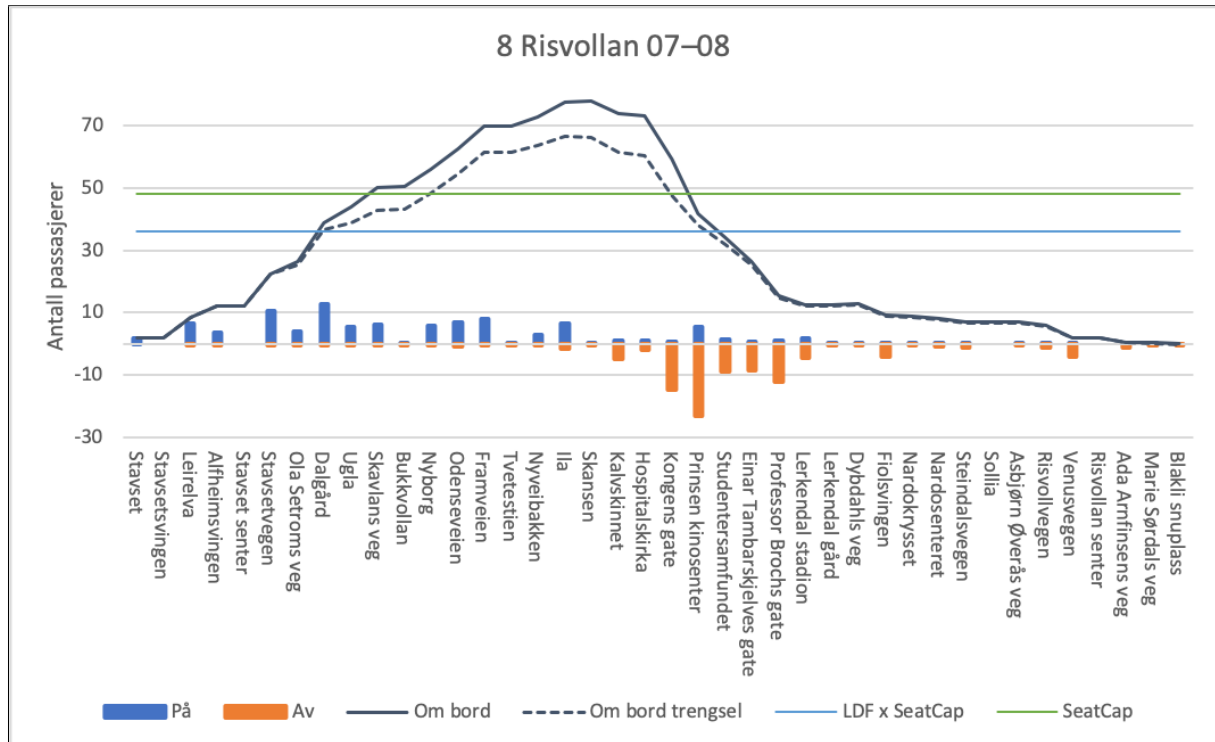
Reisemiddel	Basis		Trengsel		Diff.
	Turer	Andel	Turer	Andel	
Bilfører	704821	54%	704997	54%	176
Bilpassasjer	86163	7%	86176	7%	13
Kollektiv	181716	14%	181392	14%	-324
Gang	278609	21%	278656	21%	47
Sykkel	54587	4%	54617	4%	30
Totalt	1305896		1305838		-58

**Tabell 4.5:** Reisemiddel- og reisehensiktfordeling for 2040-beregningene

For å se hvordan tidsulempfaktoren slo ut for enkeltruter ble det laget passasjerplott fra rutevalgfilene i RTM tilsvarende påstigendeplottene fra AtB-dataene over, men med både på- og avstigning. Kurver for både basis- og trengselsberegningen ble lagt inn i samme plott, sammen med stolper som viser av- og påstigninger på hvert stopp for basisscenarioet. Disse ble laget for de samme tre rutene som i AtB-dataene – rute 5, 8 og 9 – se vedlegg D.

En av rutene som hadde størst maksimalt passasjertall i basisberegningen var rute 8 mot Risvollan i morgenperioden 07–08, se figur 4.10. Rute 8 var kodet med 15 m-buss, som 48

sitteplasser. Med en  $LDF_v = 0,75$  vil det si at ruten får en ombordtidsfaktor større enn 1 ved passasjertall større enn 36. På det meste er forskjellen mellom basisberegningen og trengselsberegningen i underkant av 20.

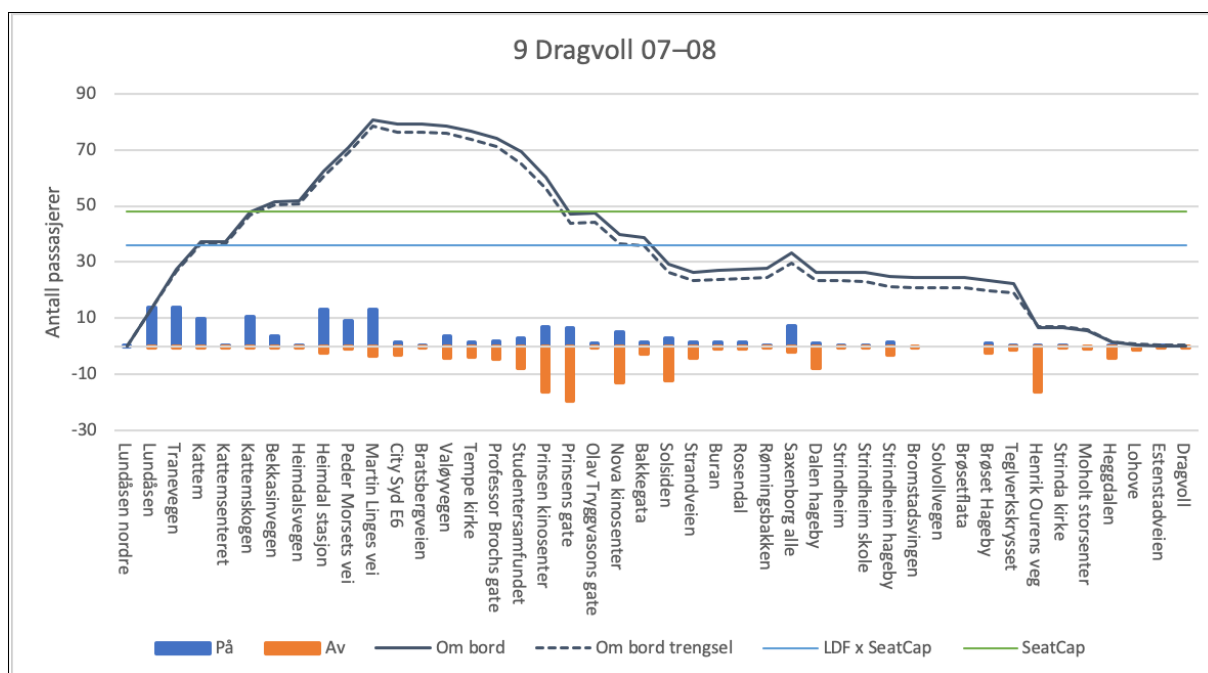


**Figur 4.10:** Beregnet passasjerplott for rute 8 mot Risvollan i morgenrushet

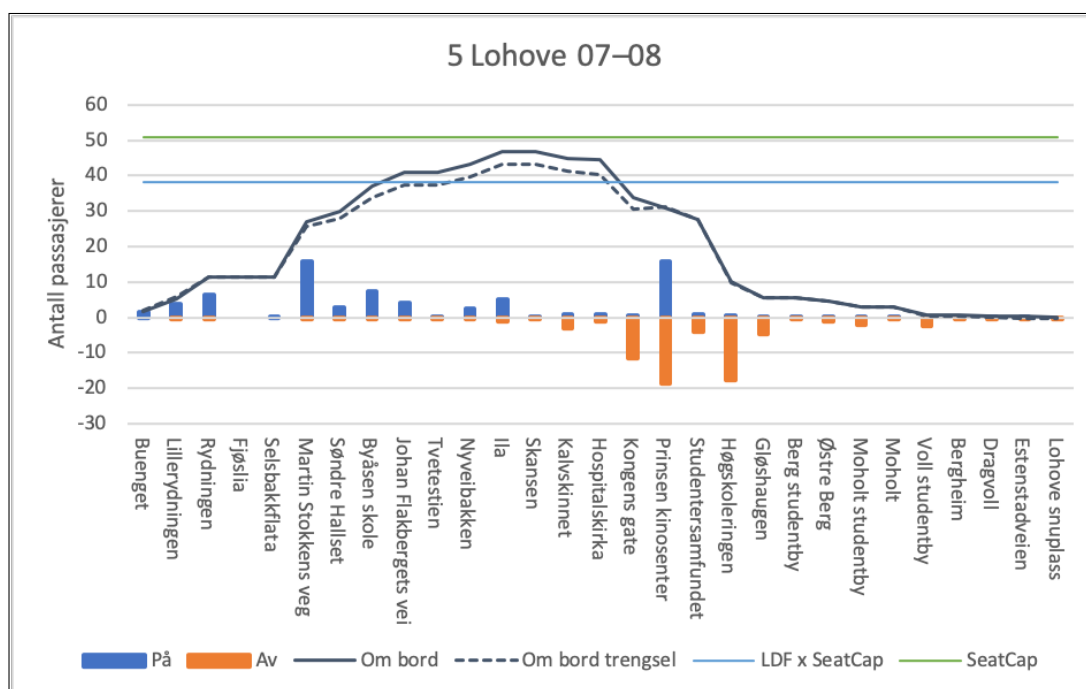
Ruten som hadde høyest beregnet maksimalt passasjertall var rute 9 mot Dragvoll i morgenperioden, vist i figur 4.11. Denne var kodet med samme kjøretøytype som rute 8, altså med økt ombordtidsfaktor for passasjertall over 36. Denne ruten når opp i 80 passasjerer om bord på det meste i basisscenarioet. Imidlertid er beregnet passasjertall med og uten kapasitetsavhengig rutevalg tilnærmet likt.

For rute 5 mot Lohove i morgenperioden er tilfellet det motsatte (figur 4.12): ruten får flere passasjerer i trengselsscenarioet enn basisscenarioet. Disse uttakene er imidlertid gjort kun for en av tre timer i hver rushtidsperiode, så det er en mulighet at turene er overført fra de to andre morgentimene for rute 5. Men ettersom rute 5 var den eneste som var kodet som leddbuss er det ikke utenkelig at det har skjedd en overføring fra andre ruter, kodet som små 12 m-busser, til rute 5.

De resterende rutene har liten eller ingen forskjell mellom trengsels- og basisberegningen. Generelt er passasjertallene langt lavere for ettermiddagstimen enn morgentimen, og samtlige ruter har jevnt over høyere passasjertall for 2040 enn 2018. Passasjerplottene for 2040-beregningene for basis og trengsel var så like 2018-resultatene at det er valgt å ikke inkludere dem her.



Figur 4.11: Beregnet passasjerplott for rute 9 mot Dragvoll i morgenrushet



Figur 4.12: Beregnet passasjerplott for rute 5 mot Lohove i morgenrushet

#### 4.2.2 Sammenligning med AtBs registreringer

Tabell 4.6 viser en sammenligning mellom de totale passasjertallene fra RTM og AtBs registreringer. RTM ser ut til å undervurdere passasjertallene, bortsett fra for rute 9 om morgenen, der det er beregnet langt høyere tall enn i registreringene. Spesielt ser rutene om ettermiddagen ut til å ha langt lavere beregnede verdier enn fra registreringene. Her sammenlignes riktignok ikke helt samme turer ettersom de fra AtB-materialet starter

mellom 15 og 16, mens de som er beregnet i RTM forekommer mellom 16 og 17.

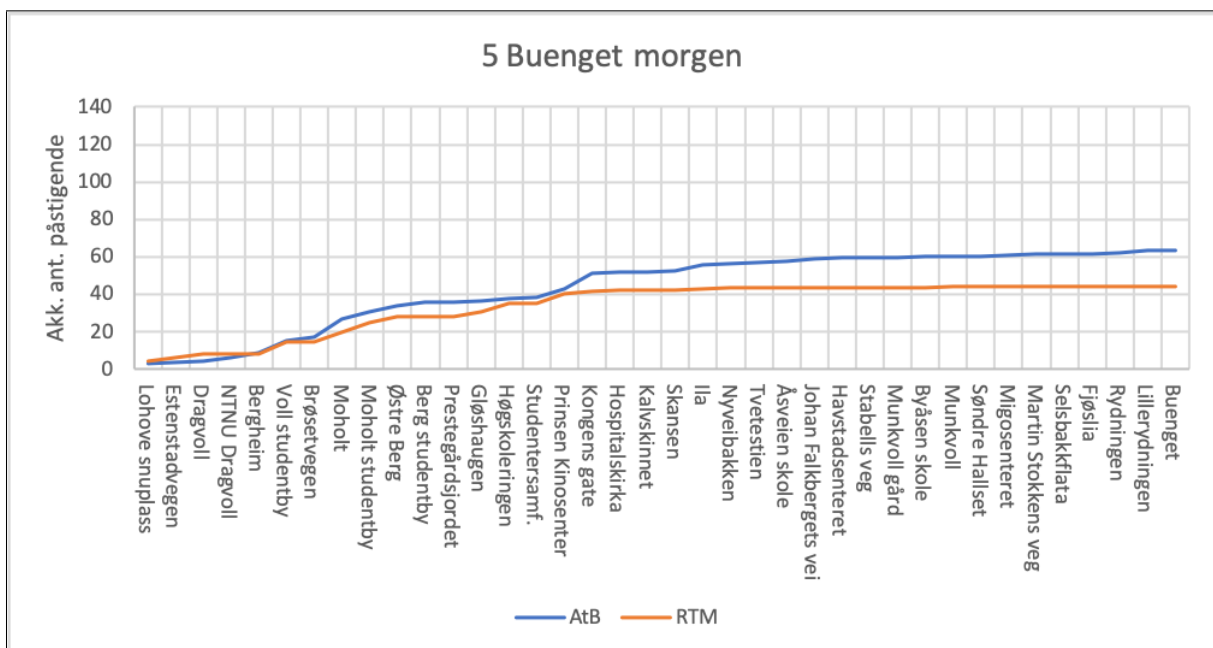
Rute	Tid	Totalt AtB	Totalt RTM	Treffgrad RTM/AtB [%]
5 Buenget	morgen	64	44	69
5 Buenget	etterm.	97	56	58
5 Lohove	morgen	82	70	85
5 Lohove	etterm.	74	28	38
8 Stavset	morgen	80	70	88
8 Stavset	etterm.	71	72	101
8 Risvollan	morgen	79	96	122
8 Risvollan	etterm.	71	62	87
9 Lundåsen	morgen	77	112	145
9 Lundåsen	etterm.	104	97	93
9 Dragvoll	morgen	92	138	150
9 Dragvoll	etterm.	89	72	81

**Tabell 4.6:** Totale passasjertall fra AtB og RTM

Fra beregnet antall påstigninger for hver holdeplass i RTM ble det i tillegg laget påstigningsplott av samme type som de som ble laget for AtB-registreringene i avsnitt 4.1 for de tre rutene, slik at de kan sammenlignes. Alle er lagt ved i vedlegg E.

Figur 4.13 viser et av disse sammenligningsplottene for rute 5 i retning Buenget. Her vises noe som er symptomatisk for både rute 5 og 8: påstignende undervurderes i beregningene for Kongens gate. I stedet kan det se ut som om Prinsens gate beregnes å ha et noe større antall påstignende enn i registreringene, så det er mulig at rutevalget i RTM i større grad finner Prinsens gate som bytteholdeplass i sentrum enn Kongens gate. En annen mulighet er at det skjer flere bytter i virkeligheten enn beregnet.

For øvrig er det relativt godt samsvar mellom “fasongene” for plottene, spesielt for rute 8. Unntaket er rute 9 om morgenen i begge retninger, der RTM kraftig overvurderer antall passasjerer. I retning Lundåsen ser det ut til at det spesielt er beregnet flere som går på i sentrum enn er registrert i AtB-dataene. I retning Dragvoll er det påstignende ved Heimdal, tidlig på ruten, som overvurderes mest.



**Figur 4.13:** Sammenligning av beregnede påstigninger fra RTM mot registrerte påstigninger fra AtB for rute 5 mot Buenget, morgen



# 5 Diskusjon

## 5.1 Påstigningsregistreringer

### 5.1.1 Variasjon i passasjertall

Plottene for totale passasjertall viser at det er stor variasjon både mellom påfølgende avganger og for hvert avgangstidspunkt. Men selv for gjennomsnittsprofilen for morgen- og ettermiddagstimene virker det som om det er en viss trengsel, med lastfaktorer over 1 spesielt for flere av morgenprofilene. Dette betyr at man ved omtrent halvparten av turene opplever trengsel som er enda høyere, og for de mest belastede enkeltavgangene blir trengselen til dels svært stor. Samtidig varierer påstigningstallene også i den andre retningen, slik at man også i morgenrushet har mulighet til å treffe en buss med ledige seter og god plass.

En mulig forklaring på den store variasjonen mellom avganger kan være taktingen – at enkelte kjøring sammenfaller med andre ruter som tar unna noe av den samme trafikken, mens andre ikke gjør det. En annen kan være at linje 5 er ekstra sårbar for “bunching”, altså at forsinkelse på en buss gjør at det bygger seg opp ventende som alle går på den forsinkede bussen, mens den neste, som ikke er forsinket, tar relativt få passasjerer. En tredje er at rute 5 og rute 9 går mot Dragvoll, hvor de fleste aktiviteter starter fra 8.15 og så med to timers mellomrom. Det vil si at de som tar for eksempel rute 5 til Dragvoll for å nå første forelesning om morgenen går på akkurat den samme bussen, den som ankommer Dragvoll litt over åtte. Dermed justerer ikke disse passasjerene avgangstiden etter trengselsnivåer like mye som andre passasjerer kanskje ville gjort.

Det er tenkbart at noen av de mest fulle avgangene for eksempel 07.10-bussen på rute 5 mot Lohove er så fulle at man nærmer seg frakjørings-kapasitet, og at noen blir forbi kjørt på holdeplass. Selv om dette basert på resultatene ikke later til å være et hyppig problem, ville det være interessant å vite om det skjer ofte nok til at passasjerene som tar bussen daglig anser det som en mulighet, og om vissheten om denne muligheten fører til en mer negativ holdning til tilbudet enn ved et i snitt like belastet, men mer stabilt tilbud.

### 5.1.2 Forskjeller mellom morgen og ettermiddag

Mens det er sammenlignbare gjennomsnittlige passasjernivåer for morgentimen 07.00–08.00 og ettermiddagstimene 15.00–16.00, har profilene en vesentlig forskjell i at påstignene skjer på færre holdeplasser om ettermiddagen: for rute 5 og 8 har Kongens gate langt

høyere antall påstigende enn de andre, mens for rute 9 er det Prinsens gate og Nova kinosenter som har flest påstigende. Dette er å forvente fra de typiske bytteholdeplassene.

Som nevnt over kan det at passasjerene går på i større flokk føre til forsinkelse om det ikke er tatt hensyn til i rutetabellen. I tillegg kan det føre til trengsel på holdeplass, som ikke har vært tema i denne oppgaven, men som kan være interessant å undersøke omfanget og effekten av ved en senere anledning. Antall påstigende må i så fall legges sammen med ruter som har ankomsttidspunkt til holdeplass i samme tidsrom. Kongens gate er delt i to holdeplasser (K1 og K2), men brukes av 14 ruter, så det er mulig at trengselen her er betydelig i rushtid. Tilsvarende vil det kunne oppstå forsinkelse hvis mange skal av på samme holdeplass, bortsett fra at avstigninger gjerne skjer senere på ruten slik at eventuelle forsinkelser får konsekvenser for færre.

### 5.1.3 Feilkilder

Som nevnt i beskrivelsen av datasettet hender det at utkvitteringen av mobilletter blir glemt underveis på turen og gjort i bolker mot slutten av turen. Dette gjør at det ser ut som om det kommer på veldig mange på en gang. Disse er forsøkt silt ut ved å ta vekk turene med de høyeste enkelttellingene, men om det er en sammenheng mellom glemte utkvitteringer og at ruten er travel og/eller forsinket (at sjåføren har hastverk og glemmer å trykke) vil man risikere at man ender med å miste de mest belastede turene i analysen. Ved tilfeller av veldig mange påstigende på en holdeplass kan det også hende at sjåføren ikke rekker å telle alle med mobillett. Dermed vil det kunne bli en underrapportering av påstigende i tilfeller med stor trengsel på holdeplass.

En annen svakhet er at det her bare er hovedmønstrene for hver rute som er analysert, altså de som går fra endeholdeplass til endeholdeplass. I tillegg er det en del biussturer på de samme rutene som enten går bare halve ruten (ender i sentrum), eller er en ekspressvariant som stopper på færre holdeplasser. Det er heller ikke tatt med noen analyse av doubling av ruten, altså at det settes inn en ekstra buss på samme avgang. Det kan godt hende at noe av variasjonen i passasjertall fra en avgang til en annen for de ulike rutene skyldes at noen av avgangstidene sammenfaller med parallelle busser på et av de andre rutemønstrene.

### 5.1.4 Andre muligheter i datamaterialet

Når datamaterialet etterhvert også inneholder avstigningsregistreringer vil det være spesielt interessant å koble det mot oversikter over hvilket type materiell som har blitt brukt på hver tur. Først da vil man kunne få definitiv oversikt over den faktiske trengselen på hver rute til for hver avgang.

Det hadde også vært interessant å undersøke loggførte forsinkelser opp mot registrert passasjernivå for å se i hvor stor grad (om noen) økt etterspørsel fører til forsinkelser i bussavviklingen. Dersom høye passasjertall viser seg å være en forklarende faktor for

forsinkelse vil det underbygge at høy etterspørsel på en rute ikke bare gir negativt utslag i form av lavere komfort, men i tillegg reduserer påliteligheten til tilbudet. Samtidig vil en initiell forsinkelse også kunne føre til høyere passasjertall, fordi det vil ankomme flere passasjerer til holdeplassen i tidsrommet mellom bussen skulle ha kommet og når den kommer.

Noe som ikke ble undersøkt i arbeidet med denne oppgaven er om de mest passasjerintense avgangene på en rute i stor grad har samme profil som gjennomsnittsprofilene, eller om de avviker i noen grad – ved at den økte passasjermengden går på bussen på noen få holdeplasser i stedet for at det er litt flere på hver holdeplass. Det er for eksempel mulig å tenke seg at de rutene som går til Dragvoll og Gløshaugen med høyest antall om morgenen i større grad enn ellers har mange påstigende på holdeplasser ved studentbyer. Om ett stopp har mange påstigende kan det føre til lenger påstigningstid enn beregnet, og større forsinkelse enn ved en jevnere fordeling av de påstigende.

Parallelt med at man tar i bruk sensorer i døråpningene på bussene for å registrere av- og påstigninger vil passasjermengdene rapporteres i sanntid til holdeplass og apper for busser som nærmer seg holdeplass. Denne typen informasjon har ikke reisende hatt før, og kan gjøre at man endrer adferd og velger andre ruter. Dermed vil passasjerbelegget kunne bli noe mindre variabelt. Det vil kunne være spennende å undersøke effekten av denne typen sanntidsinformasjon nærmere, og om det er noe man må ta hensyn til i modellsammenheng. Det er mulig at det å ha oversikt over trengselsnivåene fjerner noe av usikkerheten, og derfor også belastningen, ved å velge kollektivtransport i rushtid.

To fremtidige endringer vil gjøre at bildet som er tegnet av kollektivsituasjonen i denne oppgaven vil kunne endres i relativt nær framtid. NTNU har startet arbeidet med et samlokaliseringsprosjekt, der campuset på Dragvoll skal avvikles og flyttes nærmere Gløshaugen og sentrum. Dette vil kunne gi utslag både som at færre studenter og universitetsansatte bruker kollektivt fordi avstandene er kortere, men også ved at enda større mengder passasjerer ankommer Gløshaugen til bestemte tider.

Den andre endringen er at informasjon om trengsel på hver buss vil gjøres tilgjengelig i sanntid for ventende på holdeplass fra og med august 2019 i Trondheim. Denne informasjonen vil kunne føre til at passasjerer kan håndtere usikkerheten ved trengselsnivåer på en bedre måte og i større grad velge rute etter hvor det er mindre trengsel.

## 5.2 Rutevalg med og uten trengsel i RTM DOM Nidaros

Tabell 4.6 viste hvor godt RTM treffer på totale passasjertall for en rute sammenlignet med registreringene fra AtB. RTM angir turene for yrkesdøgn, som også er det AtB-tallene er beregnet for. Det er likevel ikke gitt at det blir helt riktig å sammenligne de påstigendeplottene som er utarbeidet fra AtB-registreringene med passasjerplottene

fra RTM, ettersom tidsrommet som er definert for AtB-avgangene er starttidspunkt fra første holdeplass, mens RTM-beregningen kun baserer seg på en gitt frekvens fordelt over heltimesmatriser. For å få et fullstendig bilde burde man kanskje brukt reiser fra samme tidsrom som de definerte rushtidsperiodene i RTM, 6–9 og 15–18, og brukt et gjennomsnitt for hele perioden for til sammenligning.

Heller enn definitive svar på hvordan RTM treffer mot registreringer for kollektivtrafikken, kan RTM-resultatene betraktes som et eksempel på at det er fullt mulig å ta ut av- og påstigende for de ulike rutene og sammenligne med registreringene, slik at man kan validere rutefordelingen for kollektivtrafikk i større grad enn før.

Sammenligningen av påstigningene fra AtB og RTM kan tyde på at det er problemer i RTM med å finne en virkelighetsnær rutefordeling av kollektivturer. Her kan problemer med å finne de “riktige” beste holdeplassene, representere gangturer, beregne ventetider og vektning av bytter med mer spille inn. En annen mulighet er at feilen oppstår i tidsinndelingen av resultatet i timer, og at rutevalget summert over rushtidsperiodene og døgnet stemmer bedre overens med registrerte tall.

Dessuten vil for eksempel en feilvurdering av LOS for bilisme føre til at konkurranseforholdet mellom kollektivt og bil blir feil. Dette vil føre til at ethvert tiltak eller endring i trengselsnivå ikke slår riktig ut på etterspørselen. Spesielt er dette et relevant problem i byområder, der det er mulig at forsinkelse i kryss og kø på veien for bil undervurderes. Da vil bil i etterspørselsberegningene ha et større konkurransefortrinn over kollektivt enn i virkeligheten, og en økning i turer på 15 % i 2040 vil gi flere bilturer og færre kollektivturer enn i realiteten.

Trengselsberegningene isolert sett later til å gi intuitive resultater i og med at forskjellen mellom beregning med og uten kapasitet i kollektivtilbudet viser seg (i de tilfellene der det blir et utslag) som en justering av ‘toppene’. Ved å kode samtlige bussruter i Stor-Trondheim med kapasitet forblir LOS-nivået det samme, eller synker litt, som gir en svak reduksjon i antall kollektivturer.

Der det blir en effekt på rutevalget av å innføre kapasitet på ruten, er det som en reduksjon i toppen i antall passasjerer, og rute 5 med stor kapasitet og i utgangspunktet få beregnede passasjerer får et litt høyere antall. Samtidig bør man spørre seg om rutevalget i utgangspunktet er godt nok til at denne vridningen gir mening.

### 5.2.1 Definisjon av trengselskurve og rutekoding

Ulempekurven som ble brukt i dette tilfellet var en helt enkel lineær funksjon der den maksimale verdien var 2, altså dobbel verdsetting av ombordtiden, for crush-kapasitet på 8 pax/m<sup>2</sup>. Det er flere problemer med denne definisjonen av ulempekurven:

For det første er 8 pax/m<sup>2</sup> veldig tett, og litt avhengig av størrelsen på passasjerene og mengden ryggsekker kanskje til og med umulig. Det er fullt tenkelig at sjåføren begynner å

kjøre forbi ventende på holdeplass lenge før denne tettheten er nådd. Ingen av rutene som ble analysert her hadde passasjervolumer oppunder crush-kapasitet, men det er mulig at man for eksempel skulle brukt en crush-kapasitet på  $6 \text{ pax/m}^2$  i stedet. Samtidig er det mulig at de ståplassarealene (12 m: 4,5; 15 m: 9,75; 18 m:  $11 \text{ m}^2$ ) som ligger til grunn er undervurdert, slik at feilen i antakelsene her utligner hverandre. For å få sikrere kunnskap om hvor mange som typisk kunne fått plass på en buss burde man ideelt sett gjennomføre tester med mange frivillige og en buss. Alternativt, og mer elegant, er det mulig at buss-selskapene holder oversikt over når forbikjøring blir rapportert inn, slik at man kan koble dette mot passasjer-registreringene og materiellet som ble brukt og finne maksimal kapasitet som gjelder i praksis.

Et annet problem er formen og maksimalverdien til ulempefunksjonen. Flere av de studier viser en svakt konveks graf der ulempen vokser raskere for høyere trengselsgrader enn lavere, mens andre har funnet en mer eller mindre lineær funksjon, som den som er brukt her. Som beskrevet i teorikapitlet er en maksimal verdi på 2 for ombordtidsfaktoren ikke uhørt, men det gjelder ofte for trengselsverdier som er lavere enn  $8 \text{ pax/m}^2$ . Dermed kan det hende at ulempefaktoren er undervurdert i denne oppgaven.

Ulempekurven må bestemmes fra verdsettingsstudier, og den store variasjonen mellom verdsetting av ståplass og trengsel i SP-undersøkelsen for Stratmod-arbeidet antyder at en slik studie bør gjennomføres lokalt, altså én for hvert byområde. I tillegg bør man utarbeide en metode for å representere usikkerheten knyttet til trengsel, slik at man fanger opp eventuelle ulemper ved å ikke vite om bussen man venter på er full eller tom.

Når RTM beregner kollektiveterspørsel for døgn, periode (rush-/lavtrafikk) eller timesnivå, og trengsel kun i rushtid, mens trengsel varierer fra avgang til avgang og ikke utelukkende forekommer i rushtid, er det ikke nødvendigvis hensiktsmessig å ta trengsel inn i beregningene, i hvert fall ikke slik funksjonen og modellen er utformet nå. Bruk av trengselsfunksjonen krever to timer lenger beregningstid (fra 13 timer uten til 15 timer med), i tillegg til det ressurskrevende arbeidet med å kode kjøretøytyper og utarbeide og analysere verdsettingsstudier for å definere ulempekurven.

### 5.2.2 Eterspørselseffekter

For 2040-scenarioene er det en økning i antall turer på 15 %, og både rutefordelingen og beregnet effekt av trengsel ser ut til å skalere med denne økningen. Dette er en lavere økning enn den som ble skissert innledningsvis, men DOM Nidaros omfatter også kommuner som grenser til Trondheim, som vil oppleve mindre befolkningsøkning enn den for bare Trondheim.

Men det ble tilnærmet ingen endring i etterspørselen ved å introdusere trengsel i modellen, hverken i 2018- eller 2040-beregningene. Dermed fanger trolig ikke denne beregningsmetoden opp de effektene av trengsel som Stratmod er basert på at forekommer. En mulig svakhet ved denne påstanden er at alle rutene i Stor-Trondheim ble påkodet en kapasitet,

mens det ikke ble kjørt noen tiltak der kapasiteten på enkelte ruter var økt. Dermed er det mulig at man ser mindre endringer fordi forholdet mellom attraktivitetsnivå er det samme for hver rute, i stedet for at den relative attraktiviteten endres slik at noen (i utgangspunktet mindre optimale) ruter velges og LOS-nivået som brukes i Tramod endres. Og som nevnt kan det hende at ulempekurven var for slak.

Om man går tilbake til figur 1.3 i innledningen som viser hvordan inkludering av forsinkelse og trengsel gjør at reduksjonen i generaliserte kostnader blir en del større (og derfor også etterspørselseffekten som beregnes), ser man at den hviler på en antakelse om at trengselen reduseres fra 3 til 1, altså en reduksjon på 66 %. En slik beregning gjelder som nevnt ikke bare for et enkelt sonepar av gangen, men er aggregert til storsoner.

Et tiltak som reduserer trengselsnivået for et helt område (som er den typen Stratmod brukes for å regne på), vil typisk være et tiltak som øker kapasiteten i rushtid for flere ruter, enten ved å øke frekvensen eller ta i bruk materiell med større kapasitet, eventuelt innføre nye ruter. Det er vanskelig å se for seg hvordan et tiltak skal kunne redusere gjennomsnittlig trengsel for alle passasjerer i så stor grad: trengsel oppstår gjerne for de mest attraktive rutene på de mest attraktive tidspunktene, så en forbedring i tilbudet for disse rutene og tidene vil sannsynligvis tiltrekke seg en betydelig mengde overførte passasjerer fra mindre beleilige tidspunkter og ruter og nå et nytt likevektsnivå med fortsatt trengsel.

### 5.3 Trengsel som variabel i etterspørselsmodellen

Selv om metoden som er implementert i RTM påvirker etterspørselen gjennom en forverring av LOS-data når mindre optimale ruter velges for å unngå trengsel, vil ikke en generell, stor reduksjon i trengselsnivå nødvendigvis gi tilsvarende utslag i etterspørselen om det relative konkurranseforholdet mellom ruter forblir det samme som før. For å finne ut av om kollektiv etterspørselen er sensitiv for trengsel bør ideelt sett trengsel inn som en egen faktor i nytteuttrykket i Tramod\_by.

Det er tenkelig at passasjerregistreringene som vil samles inn fra og med august 2019 vil være såpass gode at man vil kunne koble dem opp mot revealed preference-data og estimere en parameter til bruk i ulempefunksjonen. Dette krever at man vurderer hvordan trengselen skal uttrykkes som en variabel. En trengselsvariabel må kunne beregnes fra nettverksmodellen i RTM som en LOS-matrise. De andre LOS-matrisene, som ulike tidselementer og kostnader, er enkelt summerbare for en gitt rute mellom en sonerelasjon. Gangtid, for eksempel, er en gitt størrelse kodet for hver lenke, som så summeres opp for hver lenke på ruten mellom to soner, slik at verdien uttrykkes som en celle i LOS-matrisen for gangtid for reisemiddelet gange.

Så rett frem vil det ikke være med trengsel, ettersom den vil vektet ulineært avhengig av trengselsnivået. En rute vil kunne ha et passasjerantall som i gjennomsnitt (summen av

passasjerer for hver lenke / summen av antall sitteplasser x antall lenker) tilsier at det er god plass til alle, men som i realiteten har høy trengsel på noen lenker, mens det er veldig få passasjerer på andre lenker.

Dette kan løses ved i stedet å beregne et trengselsmål som for eksempel  $U$ -uttrykket som blir brukt i Cube (ligning 2.4) for hver enkelt rutelenke fra antall passasjerer om bord.  $U$  er 0 der det ikke er trengsel, og  $>0$  der det er, slik at  $U$  summert blir større enn null der det i snitt er god kapasitet, men er enkelte lenker med høyt antall passasjerer. Dette stiller imidlertid krav til at kjøretøyene kodes med riktig kapasitet, og at nivåer for  $LDF_v$  (ved hvilken lastfaktor passasjerer begynner å stå) og maksimal tetthet blant stående ( $\text{pax/m}^2$ ) studeres og brukes konsekvent.

## 6 Konklusjon

Passasjerdataene som er analysert her, og trengselsdataene som vil bli samlet inn av AtB fra og med august 2019, åpner for at man i større grad enn før kan validere rutevalg og beregnet etterspørsel, både med hensyn til valg av tid og valg av rute. Dette er godt nytt for å finne forbedringsmuligheter i hele kollektivbeskrivelsen i RTM, ikke bare når det gjelder trengselsproblematikk.

Dette vil være verdifullt når RTM i økende grad brukes som en modell for å analysere transportsituasjonen i byområder. Typisk for byområder er at valgsituasjonene er mer komplekse, til dels fordi faktorer som forsinkelse og kø gjør seg gjeldende ikke bare for kollektivtransporten, men også biltrafikken. Befolkningsøkning i byområdene vil sannsynligvis kunne forsterke ikke bare myke faktorer for kollektivtransport som forsinkelse og trengsel om bord, men også køproblemer i vegnettet for privatbiler i sentrumsområder.

Kollektivtransport har typisk en større andel av private reiser i by enn på landsbasis, og konsekvensene av skjevheter i konkurranseforholdet mellom kollektivt og bil vil gi en konsekvent over- eller undervurdering av endringer i kollektivtilbudet. I et mulig fremtids-scenario der kollektivtransport er mer konkurransedyktig mot personbilen som følge av tiltak for Nullvekstmålet vil korrigerende for trengsel om bord for kollektivreisende kunne være avgjørende for at prognosene blir gode.

Å utrede behovet for å beregne trengselseffekter for kollektivetterspørselen vil derfor være en naturlig del av arbeidet med å sørge for at RTM fungerer for byområder, men må skje etter at de harde faktorene for både bilisme og kollektivtransport er riktigere beskrevet i nettverksmodellen. Da kan imidlertid trengsel bli en relevant og viktig del av beregningen for å sørge for at rutefordelingen ikke gir urealistiske resultater i form av for fulle ruter. Etterhvert vil det også være mulig å utrede en verdsetting av trengsel for å gjenspeile eventuelle etterspørselseffekter av et høyt belastet tilbud.

Det er med andre ord gode muligheter for å tilpasse RTM for analyser av transporttiltak i byområder som også tar hensyn til mykere faktorer, selv med tanke på en fremtid der konkurransen mellom reisemidlene blir skarpere og privatbilismen kanskje ikke lenger er det dominerende.



# Referanser

- Abenoza, Roberto F., Oded Cats og Yusak O. Susilo (2017). “Travel satisfaction with public transport: Determinants, user classes, regional disparities and their evolution”. I: *Transportation Research Part A* 95.
- Axhausen, Kay W., T. Haupt, B. Fell og U. Heidl (2001). “Searching for the rail bonus. Results from a panel SP/RP study”. I: *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 4 (1).
- Balcombe, R., R. Mackett, N. Paulley, J. Preston, J. Shires, H. Titheridge, M. Wardman og P. White (2004). *The Demand for Public Transport: A Practical Guide*. TRL Limited.
- Bates, John (2007). “History of Demand Modelling”. I: *Handbook of Transport Modelling: 2nd Edition*. Red. av David A. Hensher og Kenneth J. Button. Bd. 1. Handbooks in Transport. Emerald Group Publishing Limited.
- Bates, John, John Polak, Peter Jones og Andrew Cook (2001). “The valuation of reliability for personal travel”. I: *Transportation Research Part E* 37.2.
- Ben-Akiva, Moshe E. og Steven R. Lerman (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press.
- Ben-Akiva, Moshe og Takayuki Morikawa (2002). “Comparing ridership attraction of rail and bus”. I: *Transport Policy* 9.2, s. 107–116.
- Berg, Mads, Tormod Wergeland Haug, Olav Kåre Malmin og Petter Arnesen (2016a). *Transportstandard for kollektivtransport*. Urbanet Analyse.
- Berg, Mads, Harald Høyem og Tormod Wergeland Haug (2016b). *STRATMOD D2.1 Beskrivelse av storsonemodellen*. Urbanet Analyse.
- Bokmålsordboka (2018). ‘Kollektivtrafikk’. Universitetet i Bergen og Språkrådet. URL: [ordbok.uib.no/perl/ordbok.cgi?OPP=kollektivtrafikk&ant\\_bokmaal=5&ant\\_nynorsk=5&bokmaal=+&ordbok=bokmaal](http://ordbok.uib.no/perl/ordbok.cgi?OPP=kollektivtrafikk&ant_bokmaal=5&ant_nynorsk=5&bokmaal=+&ordbok=bokmaal) (sjekket 30.01.2019).
- Citilabs (2018). *Cube Voyager Reference Guide version 6.4.4*.
- Cox, Tom, Jonathan Houdmont og Amanda Griffiths (2006). “Rail passenger crowding, stress, health and safety in Britain”. I: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 40.3.
- de Oña, Juan og Rocio de Oña (2015). “Quality of Service in Public Transport Based on Customer Satisfaction Surveys: A Review and Assessment of Methodological Approaches”. I: *Transportation Science* 49.3, s. 605–622.
- Douglas, Neil og George Karpouzis (2006). “Estimating the passenger cost of train overcrowding”. I: *29th Australasian Transport Research Forum*.
- Eboli, Laura og Gabriella Mazzulla (2015). “Relationships between rail passengers’ satisfaction and service quality: a framework for identifying key service factors”. I: *Public Transport* 7.2.

- Ellis, Ingunn Opheim og Arnstein Øvrum (2014). *Klimaeffektiv kollektivsatsning. Trafikantenes verdsetting av tid i fem byområder*. Urbanet Analyse.
- Fearnley, Nils, Jørgen Aarhaug, Stefan Flügel, Jonas Eliasson og Anne Madslie (2015). *Etterspørselseffekter av kvalitetshevninger i kollektivtransporten*. 1408/2015. Transportøkonomisk institutt.
- Garcia-Sierra, Marta, Jeroen C.J.M. van den Bergh og Carme Miralles-Guasch (2015). “Behavioural economics, travel behaviour and environmental-transport policy”. I: *Transportation Research Part D* 41.
- Gutiérrez, María Díez (2014). “Finding the optimal seat capacity for train-services using transport models”. Masteroppgave. Danmarks tekniske universitet.
- Halse, Askill Harkjerr, Stefan Flügel og Marit Killi (2010). *Den norske verdsettingsstudien. Korte og lange reiser (tilleggsstudie) – Verdsetting av tid, pålitelighet og komfort*. Transportøkonomisk institutt.
- Haywood, Luke, Martin Koning og Guillaume Monchambert (2017). “Crowding in public transport: Who cares and why?” I: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 100, s. 215–227.
- Hensher, David A., John M. Rose og Andrew T. Collins (2011). “Identifying commuter preferences for existing modes and a proposed Metro in Sydney, Australia with a special reference to crowding”. I: *Public Transport* 3.2.
- Hjorthol, Randi, Øystein Engebretsen og Tanu Priya Uteng (2014). *Den Nasjonale Reisevaneundersøkelsen 2013/14 - Nøkkelfrapport*. Tekn. rapp. 1383/2014. Transportøkonomisk institutt.
- Jain, Juliet og Glenn Lyons (2008). “The gift of travel time”. I: *Journal of Transport Geography* 16.2, s. 81–89.
- Kahneman, Daniel og Amos Tversky (1979). “Prospect theory: an analysis of decision under risk”. I: *Econometrica* 47.2.
- Kouwenhoven, Marco og Gerard de Jong (2018). “Value of travel time as a function of comfort”. I: *Journal of Choice Modelling* 28, s. 97–107.
- Li, Zheng og David A. Hensher (2011a). “Crowding and public transport: A review of willingness to pay evidence and its relevance in project appraisal”. I: *Transport Policy* 18.6.
- (2013). “Crowding in public transport: A review of objective and subjective measures”. I: *Journal of public transportation* 16.2.
- (2011b). “Prospect theoretic contributions in understanding traveller behaviour: a review and some comments”. I: *Transport Reviews* 31.1.
- Louviere, Jordan J., David A. Hensher og Joffre D. Swait (2000). Cambridge University Press.
- Malmin, Olav Kåre, Petter Arnesen, Sahar Babri, Hjelkrem Odd André og Unn Karin Thorenfeldt (2018). *CUBE - Teknisk dokumentasjon av Regional persontransportmodell versjon 4.0*. Sintef.
- Malmin, Olav Kåre, Petter Arnesen og Yngve Frøyen (2016). *Mer presis modellering av gåing og grunnkretsinterne reiser i RTM*. Sintef.

- Malmin, Olav Kåre, Odd André Hjelkrem og Sahar Babri (2017). *Vurdering av betydning av tilgjengelighet til holdeplasser i RTM*. Sintef.
- Malmin, Olav Kåre, Trude Tørset og Tom N. Hamre (udatert). *Vurdering av alternativ til grunnkretser som soner i RTM*. Under arbeid. Sintef.
- Man Lion's City (2019). MAN Truck & Bus AG. URL: [https://www.bus.man.eu/man/media/en/content\\_medien/doc/business\\_website\\_bus\\_master\\_1/Lions\\_City.pdf](https://www.bus.man.eu/man/media/en/content_medien/doc/business_website_bus_master_1/Lions_City.pdf) (sjekket 10.06.2019).
- Miljøverndepartementet (2012). *Meld. St. 21 Norsk klimapolitikk 2011–2012*.
- Minken, Harald (2017). *Trengsel ombord. En oversikt med forslag til videre arbeid*. Transportøkonomisk institutt, s. 62.
- Mohd Mahudin, Nor Diana, Tom Cox og Amanda Griffiths (2012). “Measuring rail passenger crowding: Scale development and psychometric properties”. I: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 15.1.
- Mokhtarian, Patricia L. og Ilan Salomon (2001). “How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations”. I: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 35.8, s. 695–719.
- Norheim, Bård, Mari Betanzo og Tormod Wergeland Haug (2016). *STRATMOD D1.1 Overordnet beskrivelse av modellen*. Urbanet Analyse.
- Nygaard, Magnus Frestad (2016). “Waiting time strategy for public transport passengers”. Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Ortúzar, Juan de Dios og Luis G. Willumsen (2011). *Modelling Transport*. 4th. John Wiley & Sons.
- Pepper, Janice, Gregory Spitz og Thomas Adler (2003). “Customer perspectives on multi-level coaches for increasing rail system capacity”. I: *Transportation Research Record* 1838.1, s. 19–29.
- Prioni, Paola og David A. Hensher (2000). “Measuring service quality in scheduled bus services”. I: *Journal of Public Transportation*.
- Pullen, William T. (1993). “Definition and measurement of quality of service for public transport management”. I: *Transport Reviews* 13.3.
- Ramjerdi, Farideh, Flügel Stefan, Hanne Samstad og Marit Killi (2010). *Den norske verdsettingsstudien. Tid*. Transportøkonomisk institutt.
- Redman, Lauren, Margareta Friman, Tommy Gärling og Terry Hartig (2013). “Quality attributes of public transport that attract car users: A research review”. I: *Transport Policy* 25, s. 119–127.
- Ruud, Alberte, Ingunn Opheim Ellis og Bård Norheim (2010). *Trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet i Oslo og Akershus*. 187. Prosam.
- Samferdselsdepartementet (2017). *Meld. St. 33 Nasjonal transportplan 2018–2029*.
- Samstad, Hanne, Farideh Ramjerdi, Knut Veisten, Ståle Navrud, Kristin Magnussen, Stefan Flügel, Marit Killi, Askill Harkjerr Halse, Rune Elvik og Orlando San Martin (2010). *Den norske verdsettingsstudien. Sammendragsrapport*. 1053/2010. Transportøkonomisk institutt. (Sjekket 21.11.2018).

- Scherer, Milena og Katrin Dziekan (2012). “Bus or rail: an approach to explain the psychological rail factor”. I: *Journal of Public Transportation* 15.1.
- Sollie, Janne, Harald Storrønning og Anne Lilliestråle (2016). *Framtidig rutestruktur inkludert superbuss for Stor-Trondheim 2019 – 2029. Sammendragsrapport med anbefalinger*. AtB.
- Stangeby, Ingunn og Bård Norheim (1995). *Fakta om kollektivtransport. Erfaringer og løsninger for byområder*. Transportøkonomisk institutt.
- Statistisk sentralbyrå (2019a). *Befolkning*. URL: [ssb.no/statbank/table/01222/](http://ssb.no/statbank/table/01222/) (sjekket 08.02.2019).
- (2019b). *Befolkningsframskrivninger*. URL: [ssb.no/statbank/table/11668](http://ssb.no/statbank/table/11668) (sjekket 08.02.2019).
- (2019c). *Variabeldefinisjon. Grunnkrets*. URL: [ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/135/nb](http://ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/135/nb) (sjekket 06.05.2019).
- Taylor, Brian D. og Camille N. Y. Fink (2003). *The Factors Influencing Transit Ridership: A Review and Analysis of the Ridership Literature*. University of California, Los Angeles: Institute of Transportation Studies.
- Tørset, Trude (2014). *Datakilder og modellering av trengsel på tog*. Sintef.
- Tørset, Trude og Solveig Meland (2002). *Skinnebonus - litteraturstudium*. Sintef.
- Tørset, Trude, Solveig Meland, Levin Tomas, Tormod Haug og Bård Norheim (2012). *Verktøy til transportanalyser i by*. Sintef.
- Tirachini, Alejandro, David A. Hensher og John M. Rose (2013). “Crowding in public transport systems: Effects on users, operation and implications for the estimation of demand”. I: *Transportation Research Part A*.
- Varela, Juan Manuel Lorenzo, Börjesson og Andrew Daly (2018). “Public transport: One mode or several?” I: *Transportation Research Part A*.
- Wardman, Mark (2014). “Valuing convenience in public transport”. I: *International Transport Forum*.
- Wardman, Mark og Glenn Lyons (2016). “The digital revolution and worthwhile use of travel time: implications for appraisal and forecasting”. I: *Transportation* 43.3.
- Wardman, Mark og Gerard Whelan (2011). “Twenty Years of Rail Crowding Valuation Studies: Evidence and Lessons from British Experience”. I: *Transport Reviews* 31.3.
- Webster, F.V. og P.H. Bly (1982). “The demand for public transport. Part II. Supply and demand factors of public transport”. I: *Transport Reviews*.
- Zhupanova, Liliya (2016). “Trengsel på kollektivreiser”. Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

# Vedlegg

# A Firetrinnsmetodikken

## Turproduksjon

I turproduksjonstrinnet beregnes to vektorer: én over turer *generert* i hver sone,  $O_i$ , og én over turer *attrahert* i hver sone,  $D_j$ . Et viktig krav for at resultatene skal gi logisk mening er at

$$\sum O_i = \sum D_j, \quad (\text{A.1})$$

altså at summen av alle turer som starter er lik summen av alle turer som ender (Ortúzar og Willumsen, 2011).

Genererte og attraherte turer beregnes vanligvis fra antall bosatte, arbeidsplasser, butikker, osv., som er størrelser som indikerer hvor mange reiser som vil gå til og fra hver sone.

## Turfordeling

I turfordelingssteget fordeles turer i hver fra-sone på hver til-sone i en origin-destination-matrise (OD-matrise). Dette gjøres ofte med en gravitasjonsmodell, der fordelingen beregnes fra kostnaden for å reise mellom hver sone og et mål på hvor attraktiv hver målsone er. Hver celle i matrisen er antall reiser fra sone  $i$  til sone  $j$ . Summen av cellene i rad  $i$  svarer til et element i origin-vektoren, mens summen av cellene i kolonne  $j$  svarer til et element i destination-vektoren.

Avhengig av reisehensikt vil et individ ha valget mellom flere målsoner når de skal foreta en reise. Et eksempel er en handletur der man kanskje har valget mellom ulike kjøpesentre. Disse kjøpesentrene vil ha et varierende antall butikker (attraktivitet), samtidig som de vil ha ulik avstand (reisemotstand) fra avreisepunktet. Den reisende vil måtte vurdere disse fordelene og ulempene opp mot hverandre. Det er ikke bare avstand som er en faktor i reisemotstanden mellom to soner. Også direkte utgifter, som bompenger eller bussbillett, og tidsbruk er med i vurderingen av ulemper forbundet med en reise. I transportmodeller inngår disse ofte i form av *generaliserte kostnader* (GK)<sup>1</sup> mellom sone  $i$  og  $j$ :

$$GK_{ij} = C_{ij} + c_t \cdot T_{ij} + c_d \cdot D_{ij} \quad (\text{A.2})$$

der

$C$  = direktekostnader, som billettpris, bompenger, drivstoffkostnader [kr]

$c_t$  = verdien av tid [kr/min]

---

<sup>1</sup>GK er ikke bare brukt i turfordelingen, men dukker opp også i nettfordelingen og elastisitetsmodeller.

---

$T$  = tidsforbruk [min]  
 $c_d$  = verdien av avstand [kr/km]  
 $D$  = avstand [km]

Generaliserte kostnader kan inneholde andre faktorer i tillegg eller i stedet for de nevnt ovenfor. Målet vil avhenge av hva man har verdsettinger for, og hvilke faktorer som skaper reisemotstand mellom sonene. Om man for eksempel finner betalingsvilje for å unngå trengsel på reisen, og kjenner mengden trengsel mellom de ulike sonene, bør dette også inngå.

## Reisemiddelfordeling

I det tredje trinnet fordeles elementene i OD-matrisen fra turfordelingssteget på ulike reisemidler. Om man analyserer en situasjon der befolkningen har reisemidlene gange, tog, bil og sykkel som de tilgjengelige valgalternativene, vil man etter reisemiddelfordelingen ha fire OD-matriser, én for hvert reisemiddel, som i sum er lik den opprinnelige OD-matrisen fra turfordelingssteget.

I reisemiddelfordelingen brukes ofte diskret valgteori, hvor begrepet *nytte* (en: utility) står sentralt. Nyttetenkning baseres på at den samlede attraktiviteten ved et valgalternativ kan reduseres til en skalar (Ben-Akiva og Lerman, 1985, s. 37). For å bruke nyttebegrepet til å forutsi individers valg må man også anta at individene er *rasjonelle*. Ben-Akiva og Lerman (1985) definerer rasjonelle individer som “beslutningstakere som har konsistente og transitive preferanser”, altså at de i identiske situasjoner alltid vil gjøre samme valg, og at hvis alternativ 1 er å foretrekke fremfor alternativ 2, og alternativ 2 fremfor alternativ 3, så må alternativ 1 foretrekkes fremfor alternativ 3.

Nytten ved ulike alternativer vil oppfattes ulikt av ulike individer: selv om to individer har akkurat det samme tilbudet, vil de kunne verdsette det ulikt fordi de har ulike preferanser. For eksempel vil individ a være mest opptatt av å minimere kostnad i kroner, men ha god tid, mens individ b har masse penger men lite tid. Disse vil tilegne ulike nytteverdier til det samme reisemiddelet. Selv om man til en viss grad kan måle både de objektive attributtene ved valgalternativene og individenes preferanser, vil det alltid være aspekter man ikke kan observere. Det kan man håndtere ved hjelp av *random utility theory*, hvor nytten forbundet med reisemiddel  $m$  for et gitt individ ved en gitt reise kan formuleres som

$$U_m = V_m + \epsilon_m. \quad (\text{A.3})$$

Her består nytten  $U_m$  av et kjent ledd  $V_m$ , hvor målbare størrelser som reisetid og kostnader (negativt fortegn) inngår, og et uttrykk for det ukjente eller umålbare,  $\epsilon_m$  ved reisemiddel  $m$ .  $\epsilon_i$ , den delen av individets vurdering som man ikke forstår eller kan måle, kan behandles som en stokastisk variabel som har en viss sannsynlighetsfordeling.

Dermed vil sannsynligheten for at et individ velger et visst reisemiddel avhenge av sannsynligheten for om dette reisemiddelet for denne personen har høyere nytte enn de andre

alternativene i valgsettet  $C$  i tillegg til den målbare delen av nytten  $V_m$ :

$$P(m) = Pr(U_m \geq U_n, \forall n \in C) \quad (\text{A.4})$$

Om man tar utgangspunkt i at error-leddene er uavhengig og identisk Gumbelfordelte, får man den multinomiske logitmodellen (jf. utledning i Ben-Akiva og Lerman, 1985), som angir sannsynligheten for å velge reisemiddel  $m$  mellom et gitt sonepar som

$$P(m) = \frac{e^{V_m}}{\sum_{n \in C} e^{V_n}}. \quad (\text{A.5})$$

Den kjente delen av nytteuttrykket,  $V$ , er det mest interessante i denne sammenhengen. Den er formulert som en lineær funksjon bestående av  $n$  attributter ved reisemiddel  $m$  for et gitt sonepar,  $\vec{x}$ , og tilhørende parametre  $\vec{\beta}$ , slik at

$$V = \sum_n \beta_n x_n. \quad (\text{A.6})$$

Attributtene  $\vec{x}$  kalles også Level of Service-data (LOS-data), og ordnes i matriser mye på samme måte som OD-matrisene: LOS-matrisene beskriver ikke antall turer mellom hvert sonepar, men for eksempel tidsbruk eller bompengekostnadene for hver relasjon. Hvert reisemiddel kan ha et unikt sett med LOS-data, avhengig av hvilke faktorer man ønsker å ha med i nyttefunksjonen.

For alle unntatt ett reisemiddel kan man sette en av attributtene  $x = 1$ , slik at  $\beta x = \beta$  for det alternativet. Da kalles den aktuelle parameteren en alternativ-spesifikk konstant (ASC). Dermed har man ett referansereisemiddel med  $ASC = 0$ , mens de alternative konstantene for de resterende reisemidlene beskriver en konstant nytteforskjell relativt til referansen (Ortúzar og Willumsen, 2011, s. 232).

## Nettfordeling

Etter reisemiddelfordelingen har man like mange OD-matriser som ulike reisemiddel i modellen, som gir antall turer for hvert reisemiddel mellom hvert sonepar. Disse turene vil dermed kunne fordeles i nettverket. Her blir GK relevant igjen – et godt mål på hvilken rute man vil velge mellom to soner vil henge sammen med den samlede kostnaden forbundet med hver mulige rute. For eksempel vil man kanskje velge en litt lenger rute enn den korteste dersom man slipper å betale bompenger.

Nettfordelingen kan gjøres enten kapasitetsuavhengig eller -avhengig [for bil]. Kapasitetsuavhengig vil si at man enten fordeler alle turene for et sonepar etter raskeste/korteste/laveste generaliserte kostnad slik at alle turene legges på samme rute. I nettverk der kø ikke er et stort problem kan dette gi gode resultater. Alternativet er kapasitetsavhengige beregninger, der man lar hastigheten på lenkene avhenge av trafikkvolumet. Metoder avhenger også av hvilke reisemidler man modellerer for.



## B Rutetabeller



**5 Tidligste passeringstider.** I perioder med mye trafikk vil bussen kunne passere noen minutter senere.  
**Earliest departure.** During peak hours, the bus may depart a few minutes later.

**Gjelder from .13. august 2018 / v.1**  
**Effective from August 13th 2018 / v.1**



## mandag - fredag

Monday - Friday

	06:45 tom 09:08													09:16 tom 13:46													14:01 tom 16:54												
	06:09	06:15	06:25	06:35	45	53	00	08	15	23	30	38	16	26	36	46	56	06	13:54	01	09	16	24	31	39	46	54	17:01	17:09	17:16									
Lohove snuplass	06:10	06:16	06:26	06:36	46	54	01	09	16	24	31	39	17	27	37	47	57	07	13:55	02	10	17	25	32	40	47	55	17:02	17:10	17:17									
Eisenstadevegen	06:11	06:17	06:27	06:37	47	55	02	10	17	25	32	40	18	28	38	48	58	08	13:56	03	11	18	26	33	41	48	56	17:03	17:11	17:18									
Dragvoll	06:12	06:18	06:28	06:38	48	56	03	11	18	26	33	41	19	29	39	49	59	09	13:57	04	12	19	27	34	42	49	57	17:04	17:12	17:19									
NINU Dragvoll	06:13	06:19	06:29	06:39	49	57	04	12	19	27	34	42	20	30	40	50	00	10	13:58	05	13	20	28	35	43	50	58	17:05	17:13	17:20									
Beigheim	06:15	06:21	06:31	06:41	51	59	06	14	21	29	36	44	21	31	41	51	01	11	13:59	07	15	22	30	37	45	51	59	17:06	17:14	17:21									
Voll studentby	06:17	06:23	06:33	06:43	53	01	08	16	23	31	38	46	23	33	43	53	03	13	14:01	09	17	24	32	39	47	53	01	17:08	17:16	17:23									
Moholt	06:19	06:24	06:34	06:44	54	02	09	17	24	32	39	47	24	34	44	54	04	14	14:02	10	18	25	33	40	48	54	02	17:09	17:17	17:24									
Moholt studentby	06:19	06:25	06:35	06:45	55	03	10	18	25	33	40	48	25	35	45	55	05	15	14:03	11	19	26	34	41	49	55	03	17:10	17:18	17:25									
Østre Berg	06:21	06:27	06:37	06:47	57	05	12	20	27	35	42	50	27	37	47	57	07	17	14:05	13	21	28	36	43	51	57	05	17:12	17:20	17:27									
Berg studentby	06:23	06:29	06:39	06:49	59	07	14	22	29	37	44	52	29	39	49	59	09	19	14:07	15	23	30	38	45	53	59	07	17:14	17:22	17:29									
Gleislangen Syd	06:25	06:31	06:41	06:51	01	09	16	24	31	39	46	54	31	41	51	01	11	21	14:09	17	25	32	40	47	55	01	09	17:16	17:24	17:31									
Høgskoleringen	06:27	06:33	06:43	06:53	03	11	18	26	33	41	48	56	33	43	53	03	13	23	14:11	19	27	34	42	49	57	03	11	17:18	17:26	17:33									
Studentersamfundet 2 (K)	06:28	06:34	06:44	06:54	04	12	19	27	34	42	49	57	34	44	54	04	14	24	14:12	20	28	35	43	50	58	04	12	17:19	17:27	17:34									
Prinsen Kinosen	06:30	06:36	06:46	06:56	06	14	21	29	36	44	51	59	36	46	56	06	16	26	14:14	22	30	37	45	52	00	06	14	17:21	17:29	17:36									
Kongens gate K1	06:31	06:37	06:47	06:57	07	15	22	30	37	45	52	00	37	47	57	07	17	27	14:15	23	31	38	46	53	01	07	15	17:22	17:30	17:37									
Hospitalkirka	06:31	06:37	06:47	06:57	07	15	22	30	37	45	52	00	37	47	57	07	17	27	14:15	23	31	38	46	53	01	07	15	17:22	17:30	17:37									
Kavskimnet	06:32	06:38	06:48	06:58	08	16	23	31	38	46	53	01	38	48	58	08	18	28	14:16	24	32	39	47	54	02	08	16	17:23	17:31	17:38									
Skansen	06:33	06:39	06:49	06:59	09	17	24	32	39	47	54	02	39	49	59	09	19	29	14:17	25	33	40	48	55	03	09	17	17:24	17:32	17:39									
lia (K)	06:34	06:40	06:50	07:00	10	18	25	33	40	48	55	03	40	50	00	10	20	30	14:18	26	34	41	49	56	04	10	18	17:25	17:33	17:40									
Nyveibekken	06:35	06:41	06:51	07:01	11	19	26	34	41	49	56	04	41	51	01	11	21	31	14:19	27	35	42	50	57	05	11	19	17:26	17:34	17:41									
Tvetestien	06:36	06:42	06:52	07:02	12	20	27	35	42	50	57	05	42	52	02	12	22	32	14:20	28	36	43	51	58	06	12	20	17:27	17:35	17:42									
Asveien skole (K)	06:37	06:43	06:53	07:03	13	21	28	36	43	51	58	06	43	53	03	13	23	33	14:21	29	37	44	52	59	07	13	21	17:28	17:36	17:43									
Johan Falkbergets vei	06:38	06:44	06:54	07:04	14	22	29	37	44	52	59	07	44	54	04	14	24	34	14:22	30	38	45	53	00	08	14	22	17:29	17:37	17:44									
Havstadsentret	06:39	06:45	06:55	07:05	15	23	30	38	45	53	00	08	45	55	05	15	25	35	14:23	31	39	46	54	01	09	15	23	17:30	17:38	17:45									
Stoballs veg	06:40	06:46	06:56	07:06	16	24	31	39	46	54	01	09	46	56	06	16	26	36	14:24	32	40	47	55	02	10	16	24	17:31	17:39	17:46									
Munkvoll gård	06:42	06:48	06:58	07:08	18	26	33	41	48	56	03	11	48	58	08	18	28	38	14:26	34	42	49	57	04	12	18	26	17:33	17:41	17:48									
Byåsen skole	06:43	06:49	06:59	07:09	19	27	34	42	49	57	04	12	49	59	09	19	29	39	14:27	35	43	50	58	05	13	19	27	17:34	17:42	17:49									
Munkvoll	06:44	06:50	07:00	07:10	20	28	35	43	50	58	05	13	50	00	10	20	30	40	14:28	36	44	51	59	06	14	20	28	17:35	17:43	17:50									
Søndre Hallsset	06:45	06:51	07:01	07:11	21	29	36	44	51	59	06	14	51	01	11	21	31	41	14:29	37	45	52	00	07	15	21	29	17:36	17:44	17:51									
Mjøsaentret	06:45	06:51	07:01	07:11	21	29	36	44	51	59	06	14	51	01	11	21	31	41	14:29	37	45	52	00	07	15	21	29	17:36	17:44	17:51									
Martin Stokkens veg	06:46	06:52	07:02	07:12	22	30	37	45	52	00	07	15	52	02	12	22	32	42	14:30	38	46	53	01	08	16	22	30	17:37	17:45	17:52									
Seisshakktata	06:47	06:53	07:03	07:13	23	31	38	46	53	01	08	16	53	03	13	23	33	43	14:31	39	47	54	02	09	17	23	31	17:38	17:46	17:53									
Fjosla	06:48	06:54	07:04	07:14	24	32	39	47	54	02	09	17	54	04	14	24	34	44	14:32	40	48	55	03	10	18	24	32	17:39	17:47	17:54									
Rydvingen	06:49	06:55	07:05	07:15	25	33	40	48	55	03	10	18	55	05	15	25	35	45	14:33	41	49	56	04	11	19	25	33	17:40	17:48	17:55									
Buenget	06:49	06:55	07:05	07:15	25	33	40	48	55	03	10	18	55	05	15	25	35	45	14:33	41	49	56	04	11	19	25	33	17:40	17:48	17:55									

## Info

**Operator - Nettbuss/ Hittogods se ab.no for kontaktinfo**  
**Operator - Nettbuss/ Hittogods se ab.no for kontaktinfo**  
**For mer informasjon - ab.no / Ruteoplysnings 1777 / appen AIB Reise**  
**For more information - ab.no / call 1777 / use app AIB Reise**  
**(KUNTEPLENKT - overgang mellom flere ruter / easy transfer between routes**

**Holdeplassene i denne tabellen er et utvalg av holdeplassene på ruten.**  
 I reseplanleggeren på ab.no eller appen AIB Reise får du oversikt over ruteridder ved alle holdeplasser og samtidingsinformasjon for din rute.  
**The stops shown are a selection of the stops for this route.** Use the travel planner on ab.no or the app AIB Reise for a complete list of all stops and their departures.

**Key words in English**  
 • Faste tider from/ to = Set times from/to

Fortsetter på neste side.  
 Continues on next page.



**5 Tidligste passeringstider.** I perioder med mye trafikk vil bussen kunne passere noen minutter senere.  
**Earliest departure.** During peak hours, the bus may depart a few minutes later.

# Buenget - Trondheim sentrum (K2) - Dragvoll/Lohove

mandag - fredag

Monday - Friday

	Faste tider from																																		
	06:45 tom 09:15												10:06 tom 13:46												13:46 tom 16:54										
Buenget	05:40	05:55	06:05	06:15	06:25	06:35	45	53	00	08	15	23	30	38	09:25	09:35	09:45	09:55	06	16	26	36	46	56	13:54	01	09	16	24	31	39	46	54		
Lierdyngen	05:41	05:56	06:06	06:16	06:26	06:36	46	54	01	09	16	24	31	39	09:26	09:36	09:46	09:56	07	17	27	37	47	57	13:55	02	10	17	25	32	40	47	55		
Rødningen	05:41	05:56	06:06	06:16	06:26	06:36	46	54	01	09	16	24	31	39	09:26	09:36	09:46	09:56	07	17	27	37	47	57	13:55	02	10	17	25	32	40	47	55		
Foslia	05:42	05:57	06:07	06:17	06:27	06:37	47	55	02	10	17	25	32	40	09:27	09:37	09:47	09:57	08	18	28	38	48	58	13:56	03	11	18	26	33	41	48	56		
Selskaktlata	05:43	05:58	06:08	06:18	06:28	06:38	48	56	03	11	18	26	33	41	09:28	09:38	09:48	09:58	09	19	29	39	49	59	13:57	04	12	19	27	34	42	49	57		
Marin Stokkens veg	05:44	05:59	06:09	06:19	06:29	06:39	49	57	04	12	19	27	34	42	09:29	09:39	09:49	09:59	10	20	30	40	50	00	13:58	05	13	20	28	35	43	50	58		
Mjøsenretet	05:44	05:59	06:09	06:19	06:29	06:39	49	57	04	12	19	27	34	42	09:29	09:39	09:49	09:59	10	20	30	40	50	00	13:58	05	13	20	28	35	43	50	58		
Sandre Høllest	05:45	06:00	06:10	06:20	06:30	06:40	50	58	05	13	20	28	35	43	09:30	09:40	09:50	10:00	11	21	31	41	51	01	13:59	06	14	21	29	36	44	51	59		
Ant Smistads veg	05:46	06:01	06:11	06:21	06:31	06:41	51	59	06	14	21	29	36	44	09:31	09:41	09:51	10:01	12	22	32	42	52	02	14:00	07	15	22	30	37	45	52	00		
Byåsen skole	05:47	06:02	06:12	06:22	06:32	06:42	52	00	07	15	22	30	37	45	09:32	09:42	09:52	10:02	13	23	33	43	53	03	14:01	08	16	23	31	38	46	53	01		
Munkvoll gård	05:48	06:03	06:13	06:23	06:33	06:43	53	01	08	16	23	31	38	46	09:33	09:43	09:53	10:03	14	24	34	44	54	04	14:02	09	17	24	32	39	47	54	02		
Stabells veg	05:49	06:04	06:14	06:24	06:34	06:44	54	02	09	17	24	32	39	47	09:34	09:44	09:54	10:04	15	25	35	45	55	05	14:03	10	18	25	33	40	48	55	03		
Havstadsenveiet	05:50	06:05	06:15	06:25	06:35	06:45	55	03	10	18	25	33	41	49	09:35	09:45	09:55	10:05	16	26	36	46	56	06	14:04	11	19	26	34	41	49	56	04		
Johan Falkbergets vei	05:51	06:06	06:16	06:26	06:36	06:46	56	04	11	19	26	34	41	49	09:36	09:46	09:56	10:06	17	27	37	47	57	07	14:05	12	20	27	35	42	50	57	05		
Aavens skole (K)	05:52	06:07	06:17	06:27	06:37	06:47	57	05	12	20	27	35	42	50	09:37	09:47	09:57	10:07	18	28	38	48	58	08	14:06	13	21	28	36	43	51	58	06		
Tvesteinen	05:53	06:08	06:18	06:28	06:38	06:48	58	06	13	21	28	36	43	51	09:38	09:48	09:58	10:08	19	29	39	49	59	09	14:07	14	22	29	37	44	52	59	07		
Nyveibakken	05:55	06:10	06:20	06:30	06:40	06:50	00	08	15	23	30	38	45	53	09:40	09:50	10:00	10:10	21	31	41	51	01	14	09	16	24	31	39	46	54	01	09		
lia (K)	05:56	06:11	06:21	06:31	06:41	06:51	01	09	16	24	31	39	46	54	09:41	09:51	10:01	10:11	22	32	42	52	02	12	14	10	17	25	32	40	47	55	02	10	
Skansen	05:57	06:12	06:22	06:32	06:42	06:52	02	10	17	25	32	40	47	55	09:42	09:52	10:02	10:12	23	33	43	53	03	13	14	11	18	26	33	41	48	56	03	11	
Kavskimmet	05:58	06:13	06:23	06:33	06:43	06:53	03	11	18	26	33	41	48	56	09:43	09:53	10:03	10:13	24	34	44	54	04	14	12	19	27	34	42	49	57	04	12		
Hogstalskikka	05:59	06:14	06:24	06:34	06:44	06:54	04	12	19	27	34	42	49	57	09:44	09:54	10:04	10:14	25	35	45	55	05	15	14	13	20	28	35	43	50	58	05	13	
<b>Kongens gate K2</b>	<b>06:01</b>	<b>06:16</b>	<b>06:26</b>	<b>06:36</b>	<b>06:46</b>	<b>06:56</b>	<b>06</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>51</b>	<b>59</b>	<b>09:46</b>	<b>09:56</b>	<b>10:06</b>	<b>10:16</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>56</b>	<b>06</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>00</b>	<b>06</b>	<b>14</b>	
Prinsen Kinosenler	06:03	06:18	06:28	06:38	06:48	06:58	08	16	23	31	38	46	53	01	09:48	09:58	10:08	10:18	28	38	48	58	08	18	14	16	23	32	39	47	54	02	08	16	
Høgskoleinngang 2 (K)	06:04	06:19	06:29	06:39	06:49	06:59	09	17	24	32	39	47	54	02	09:49	09:59	10:09	10:19	29	39	49	59	09	19	14	17	24	33	40	48	55	03	09	17	
Gløshaugen Syd	06:09	06:24	06:34	06:44	06:54	07:04	14	22	29	37	44	52	59	07	09:54	10:04	10:14	10:24	34	44	54	04	14	24	14	22	29	38	45	53	00	08	14	22	
Berg studentby	06:11	06:26	06:36	06:46	06:56	07:06	16	24	31	39	46	54	01	09	09:56	10:06	10:16	10:26	36	46	56	06	16	26	14	24	31	40	47	55	02	10	16	24	
Østre Berg	06:13	06:28	06:38	06:48	06:58	07:08	18	26	33	41	48	56	03	11	09:58	10:08	10:18	10:28	38	48	58	08	18	28	14	26	33	42	49	57	04	12	18	26	
Moholt studentby	06:14	06:29	06:39	06:49	06:59	07:09	19	27	34	42	49	57	04	12	09:59	10:09	10:19	10:29	39	49	59	09	19	29	14	27	34	43	50	58	05	13	19	27	
Moholt	06:15	06:30	06:40	06:50	07:00	07:10	20	28	35	43	50	58	05	13	10:00	10:10	10:20	10:30	40	50	00	10	20	30	14	28	35	44	51	59	06	14	20	28	
Voll studentby	06:16	06:31	06:41	06:51	07:01	07:11	21	29	36	44	51	59	08	14	10:01	10:11	10:21	10:31	41	51	01	11	21	31	14	29	36	45	52	00	07	15	21	29	
Bergheim	06:17	06:32	06:42	06:52	07:02	07:12	22	30	37	45	52	00	07	15	10:02	10:12	10:22	10:32	42	52	02	12	22	32	14	30	37	46	53	01	08	16	22	30	
NTNU Dragvoll	06:19	06:34	06:44	06:54	07:04	07:14	24	32	39	47	54	02	09	17	10:04	10:14	10:24	10:34	44	54	04	14	24	34	14	32	39	48	56	03	10	18	24	32	
Dragvoll	06:20	06:35	06:45	06:55	07:05	07:15	25	33	40	48	55	03	10	18	10:05	10:15	10:25	10:35	45	55	05	15	25	35	14	33	40	49	57	04	11	19	25	33	
Esterstadvegen	06:21	06:36	06:46	06:56	07:06	07:16	26	34	41	49	56	04	11	19	10:06	10:16	10:26	10:36	46	56	06	16	26	36	14	34	41	50	57	05	12	20	26	34	
Lohobakken	06:24	06:39	06:49	06:59	07:09	07:19	29	37	44	52	59	07	14	22	10:09	10:19	10:29	10:39	49	59	09	19	29	39	14	37	44	53	00	08	15	23	29	37	

**Info**  
**Operator - Nettbuss / Httegods se abn.no for kontaktinfo**  
**Operator - Nettbuss / Lost and found visit abn.no for contact info**  
 For mer informasjon - abn.no / Ruteopplysning 1777 / appen ABB Reise  
 For more information - abn.no / call 1777 / use app ABB Reize  
 (K)NUTEPLANIKT - over gang mellom flere rutier / easy transfer between routes

**Holddeplassene i denne tabellen er et utvalg av holddeplassene på ruten.**  
 I reseplanleggeren på abn.no eller appen ABB Reize får du oversikt over ruteridder ved alle holddeplasser og samtidinformasjon for din rute.  
**The stops shown are a selection of the stops for this route.** Use the travel planner on abn.no or the app ABB Reize for a complete list of all stops and their departures.

**Key words in English**  
 • Faste tider from/from = Set times from/to

Fortsetter på neste side.  
 Continues on next page.



Gjelder from: 13. august 2018 / v.1  
 Effective from August 13th 2018 / v.1



**8 Tidligste passeringstider.** I perioder med mye trafikk vil bussen kunne passere noen minutter senere.  
**Earliest departure.** During peak hours, the bus may depart a few minutes later.

**Gjelder fra .13. august 2018 / v.1**  
**Effective from August 13th 2018 / v.1**

# Risvollan - Trondheim sentrum (K1) - Stavset (se rute 888 for matebuss fra Steinåsen)

## mandag - fredag

Monday - Friday

	Faste tider fom 06.37 tom 08.57					Faste tider fom 09.17 tom 13.37					Faste tider fom 13.57 tom 17.17					Faste tider fom 17.32 tom 19.02					Faste tider fom 19.12 tom 23.42								
Blakli	05.57	06.17	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57
Marie Sørstads veg	05.57	06.17	38	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57
Risvollan senter	05.58	06.18	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58
Asbjørn Øverås veg	06.00	06.20	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00
Sørønde Risvollun	06.00	06.20	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00
Steindalsvegen	06.02	06.22	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02
Nardosenheret	06.03	06.23	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03
Tors veg	06.04	06.24	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04
Fiolsvingen	06.06	06.26	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06
Dybdahls veg	06.07	06.27	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07
Leikendal stadion (K)	06.09	06.29	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09
Professor Brochs gate	06.10	06.30	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10
Einarr Tambarstokjenes gate	06.11	06.31	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11
Studentersamlund (K)	06.12	06.32	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12
Prinsen Kinosenner	06.13	06.33	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13
<b>Kongens gate K1</b>	<b>06.15</b>	<b>06.35</b>	<b>55</b>	<b>05</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>05</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>05</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>05</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>05</b>	<b>15</b>
Hospitalskirka	06.15	06.35	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15
Kalvskirnet	06.16	06.36	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16
Skansen	06.17	06.37	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17
lila (K)	06.18	06.38	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18	28	38	48	58	08	18
Nyveibakken	06.19	06.39	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19
Asveien skole	06.22	06.42	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22
Gamle Oslovei	06.23	06.43	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23
Oderseveien	06.23	06.43	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23	33	43	53	03	13	23
Nyborg	06.24	06.44	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24
Bukkvollan	06.25	06.45	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25
Skavlans veg	06.26	06.46	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26	36	46	56	06	16	26
Ugla	06.27	06.47	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27	37	47	57	07	17	27
Dalgård	06.29	06.49	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29	39	49	59	09	19	29
Ola Setroms veg	06.30	06.50	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30	40	50	00	10	20	30
Stavsetvegen	06.31	06.51	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31	41	51	01	11	21	31
Stavset senter	06.32	06.52	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32	42	52	02	12	22	32
Leiteiva	06.34	06.54	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34	44	54	04	14	24	34
Stavsetvingen	06.35	06.55	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35	45	55	05	15	25	35
<b>Stavset</b>	<b>06.37</b>	<b>06.57</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>07</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>07</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>07</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>07</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>

## Info

**Operatør** - Tide Buss / Hitegods se a.b.no for kontaktinfo  
**Operator** - Tide Buss / Lost and found visit a.b.no for contact info  
**For mer informasjon** - a.b.no / Ruteopplysning 1777 / appen AIB Reise  
**For more information** - a.b.no / call 1777 / use app AIB Reise  
**(KUNTEPLANKT** - overgang mellom flere ruter / easy transfer between routes

**Hold plassene i denne tabellen er et utvalg av holdplassene på ruten.**  
 I reseplanleggeren på a.b.no eller appen AIB Reise får du oversikt over ruteridder ved alle holdplasser og samtidinformasjon for din rute.  
**The stops shown are a selection of the stops for this route.** Use the travel planner on a.b.no or the app AIB Reise for a complete list of all stops and their departures.

**Key words in English**  
 • Se rute 888 for matebuss fra Steinåsen = route 888 shuttle bus from Steinåsen  
 • Faste tider fom/ tom = Set times from/to





**8 Tidligste passeringstider.** I perioder med mye trafikk vil bussen kunne passere noen minutter senere.  
**Earliest departure.** During peak hours, the bus may depart a few minutes later.

## Stavset - Trondheim sentrum (K2) - Risvollan (se rute 888 for matchuss til Steinhåsen)

**Gjelder from .13. august 2018 / v.1**  
**Effective from August 13th 2018 / v.1**



mandag - fredag

Monday - Friday

Stavset	06:45 tom 09:25										09:45 tom 13:45										14:05 tom 17:05										19:02 tom 23:32				
	06:05	06:25	Ekspres	07:20	07:40	45	55	05	15	25	35	09:35	46	05	25	09:45	09	29	39	49	59	17:20	17:35	17:50	18:05	18:20	18:35	02	32						
Stavsetvingen	06:06	06:26		07:21	07:41	46	56	06	16	26	36	09:36	47	06	26	09:46	10	20	30	40	50	17:25	17:40	17:55	18:10	18:25	18:40	07	37						
Leirvå	06:07	06:27		07:22	07:42	47	57	07	17	27	37	09:37	47	07	27	09:47	07	17	27	37	47	57	17:22	17:37	17:52	18:07	18:22	18:37	04	34					
Stavset senter	06:08	06:28		07:23	07:43	48	58	08	18	28	38	09:38	48	08	28	09:48	08	18	28	38	48	58	17:23	17:38	17:53	18:08	18:23	18:38	05	35					
Kystid				07:26	07:46																														
Dyassen skole				07:28	07:48																														
Havsdalsenteret				07:30	07:50																														
John Falkbergets vei				07:31	07:51																														
Stavsetvegen	06:09	06:29				49	59	09	19	29	39	09:39	49	09	29	09:49	09	19	29	39	49	59	17:24	17:39	17:54	18:09	18:24	18:39	06	36					
Ola Sektroms veg	06:10	06:30				50	00	10	20	30	40	09:40	50	10	30	09:50	10	20	30	40	50	00	17:25	17:40	17:55	18:10	18:25	18:40	07	37					
Dalgård	06:11	06:31				51	01	11	21	31	41	09:41	51	11	31	09:51	11	21	31	41	51	01	17:26	17:41	17:56	18:11	18:26	18:41	08	38					
Ugla	06:12	06:32				52	02	12	22	32	42	09:42	52	12	32	09:52	12	22	32	42	52	02	17:27	17:42	17:57	18:12	18:27	18:42	09	39					
Skavlands veg	06:13	06:33				53	03	13	23	33	43	09:43	53	13	33	09:53	13	23	33	43	53	03	17:28	17:43	17:58	18:13	18:28	18:43	10	40					
Bukkvolan	06:14	06:34				54	04	14	24	34	44	09:44	54	14	34	09:54	14	24	34	44	54	04	17:29	17:44	17:59	18:14	18:29	18:44	11	41					
Nyborg	06:16	06:36				56	06	16	26	36	46	09:46	56	16	36	09:56	16	26	36	46	56	06	17:31	17:46	18:01	18:16	18:31	18:46	13	43					
Odensveien	06:17	06:37				57	07	17	27	37	47	09:46	57	17	37	09:56	17	27	37	47	57	07	17:32	17:47	18:02	18:17	18:32	18:47	14	44					
Åsveien skole (K)	06:19	06:39		07:31	07:51	59	09	19	29	39	49	09:48	59	19	39	09:58	19	29	39	49	59	09	17:34	17:49	18:04	18:19	18:34	18:49	16	46					
Tvesteinen	06:20	06:40				00	10	20	30	40	50	09:49	00	20	40	09:59	20	30	40	50	00	10	17:35	17:50	18:05	18:20	18:35	18:50	17	47					
Illa (K)	06:23	06:43				03	13	23	33	43	53	09:51	03	23	43	09:51	23	33	43	53	03	13	17:38	17:53	18:08	18:23	18:38	18:53	20	50					
Skansen	06:24	06:44				04	14	24	34	44	54	09:52	04	24	44	09:52	24	34	44	54	04	14	17:39	17:54	18:09	18:24	18:39	18:54	21	51					
Kavskinnel	06:25	06:45				05	15	25	35	45	55	09:53	05	25	45	09:53	25	35	45	55	05	15	17:40	17:55	18:10	18:25	18:40	18:55	22	52					
<b>Kongens gate K2</b>	06:28	06:48		07:38	07:58	08	18	28	38	48	58	09:58	08	28	48	14:18	28	38	48	58	08	18	17:43	17:58	18:13	18:28	18:43	18:58	25	55					
Pinnsen Kinosen	06:30	06:50				10	20	30	40	50	00	10	30	50	14:20	30	40	50	00	10	20	30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	27	57					
Studentersamlundet (K)	06:31	06:51				11	21	31	41	51	01	11	31	51	14:21	31	41	51	01	11	21	31	17:46	18:01	18:16	18:31	18:46	19:01	28	58					
Einar Tamraskjelvs gate	06:32	06:52				12	22	32	42	52	02	12	32	52	14:22	32	42	52	02	12	22	32	17:47	18:02	18:17	18:32	18:47	19:02	29	59					
Professor Brochs gate	06:33	06:53				13	23	33	43	53	03	13	33	53	14:23	33	43	53	03	13	23	33	17:48	18:03	18:18	18:33	18:48	19:03	30	60					
Leikendal stadion (K)	06:34	06:54				14	24	34	44	54	04	14	34	54	14:24	34	44	54	04	14	24	34	17:49	18:04	18:19	18:34	18:49	19:04	31	01					
Dybdals veg	06:36	06:56				16	26	36	46	56	06	16	36	56	14:26	36	46	56	06	16	26	36	17:51	18:06	18:21	18:36	18:51	19:06	33	03					
Folsvingen	06:37	06:57				17	27	37	47	57	07	17	37	57	14:27	37	47	57	07	17	27	37	17:52	18:07	18:22	18:37	18:52	19:07	34	04					
Nordoseneteret	06:39	06:59				19	29	39	49	59	09	19	39	59	14:29	39	49	59	09	19	29	39	17:54	18:09	18:24	18:39	18:54	19:09	36	06					
Stendalsvegen	06:40	07:00				20	30	40	50	00	10	20	40	00	14:30	40	50	00	10	20	30	17:55	18:10	18:25	18:40	18:55	19:10	37	07						
Asbjørn Øverås veg	06:42	07:02				22	32	42	52	02	12	22	42	02	14:32	42	52	02	12	22	32	32	17:57	18:12	18:27	18:42	18:57	19:12	39	09					
Risvollvegen	06:43	07:03				23	33	43	53	03	13	23	43	03	14:33	43	53	03	13	23	33	33	17:58	18:13	18:28	18:43	18:58	19:13	40	10					
Risvollen senter	06:44	07:04				24	34	44	54	04	14	24	44	04	14:35	44	54	04	14	24	34	34	17:59	18:15	18:29	18:44	18:59	19:15	41	11					
Blakli snuplass	06:47	07:07				27	37	47	57	07	17	27	47	07	14:36	47	57	07	17	27	37	37	18:02	18:17	18:32	18:47	19:02	44	14						
Steinhåsen															18:17													19:17	14						
															18:19													19:19	16						
															18:21													19:21	18						

*Ekspres er merket i rødt og kursiv / Ekspres is marked in red and italic*

## Info

Operatør - Tide Buss / Hitegods se atb.no for **kontaktinfo**

Operator - Tide Buss / Lost and found visit atb.no for **contact info**

For mer informasjon - atb.no / Ruteopplysning 1777 / appen AB Reise

For more information - atb.no / call 1777 / use app AB Reize

(KUNTEPLANKT - overgang mellom flere ruter / easy transfer between routes)

Holdeplassene i denne tabellen er et utvalg av holdeplassene på ruten.  
 I reseplanleggeren på atb.no eller appen AB Reize får du oversikt over ruterider ved alle holdeplasser og samtidinformasjon for din rute.

The stops shown are a selection of the stops for this route. Use the travel planner on atb.no or the app AB Reize for a complete list of all stops and their departures.

Key words in English  
 • Se rute 888 for matchuss fra Steinhåsen = route 888 shuttlebus from Steinhåsen

• Faste tider /tom /tom = Set times from/to



**9 Tidligste passeringstider.** I perioder med mye trafikk vil bussen kunne passere noen minutter senere.  
**Earliest departure.** During peak hours, the bus may depart a few minutes later.

**Gjelder** fom. 10. desember 2018 / **v.2**  
**Effective** from December 10th 2018 / **v.2**



# Dragvoll - Strindheim - Trondheim sentrum (M2) - Heimdal - Kattem - Lundåsen

mandag - fredag

Monday - Friday

	Faste tider fom 07:00 tom 08:45					Faste tider fom 09:00 tom 13:45					Faste tider fom 14:06 tom 16:55					Faste tider fom 17:15 tom 18:30					Faste tider fom 19:50 tom 23:50													
Dragvoll	05:50	06:05	06:20	06:35	06:50	00	15	30	45	00	15	30	45	13:55	07	15	25	35	45	55	17:05	15	30	45	00	18:50	19:10	19:30	19:50	20:10	20:27	47	17	
Lohve	05:52	06:07	06:22	06:37	06:52	02	17	32	47	02	17	32	47	13:57	07	17	27	37	47	57	17:07	17	32	47	02	18:52	19:12	19:32	19:52	20:12	20:29	49	18	
Voll studentby	05:53	06:08	06:23	06:38	06:53	03	18	33	48	03	18	33	48	13:58	08	18	28	38	48	58	17:08	18	33	48	03	18:53	19:13	19:33	19:53	20:13	20:30	50	19	
Mohol Storsenter	05:54	06:09	06:24	06:39	06:54	04	19	34	49	04	19	34	49	13:59	09	19	29	39	49	59	17:09	19	34	49	04	18:54	19:14	19:34	19:54	20:14	20:31	51	20	
Henrik Ourens veg	05:56	06:11	06:26	06:41	06:56	06	21	36	51	06	21	36	51	14:01	11	21	31	41	51	01	17:11	21	36	51	06	18:56	19:16	19:36	19:56	20:16	20:33	53	21	
Brøset Hageby	05:58	06:13	06:28	06:43	06:58	08	23	38	53	08	23	38	53	14:03	13	23	33	43	53	03	17:13	23	38	53	08	18:58	19:18	19:38	19:58	20:18	20:35	55	22	
Brøsetflata	05:59	06:14	06:29	06:44	06:59	09	24	39	54	09	24	39	54	14:04	14	24	34	44	54	04	17:14	24	39	54	09	18:59	19:19	19:39	19:59	20:19	20:36	56	23	
Strindheim Hageby	06:01	06:16	06:31	06:46	07:01	11	26	41	56	11	26	41	56	14:06	16	26	36	46	56	06	17:16	26	41	56	11	19:01	19:21	19:41	19:61	20:01	20:38	58	24	
Strindheim skole	06:02	06:17	06:32	06:47	07:02	12	27	42	57	12	27	42	57	14:07	17	27	37	47	57	07	17:17	27	42	57	12	19:02	19:22	19:42	19:62	20:02	20:39	59	25	
Strindheim (K)	06:04	06:19	06:34	06:49	07:04	13	28	43	58	14	29	44	59	14:09	18	28	38	48	58	08	17:19	29	44	59	14	19:04	19:24	19:44	19:64	20:04	20:41	60	26	
Sæxenborg alle	06:06	06:21	06:36	06:51	07:06	15	30	45	00	16	31	46	01	14:11	20	30	40	50	00	10	17:21	31	46	01	16	19:06	19:26	19:46	19:66	20:06	20:43	61	27	
Strandveien (K)	06:10	06:25	06:40	06:55	07:10	19	34	49	04	20	35	50	05	14:15	24	34	44	54	04	14	17:25	35	50	05	20	19:10	19:30	19:50	19:70	20:10	20:47	62	28	
Solsiden	06:11	06:26	06:41	06:56	07:11	20	35	50	05	21	36	51	06	14:16	25	35	45	55	05	15	17:26	36	51	06	21	19:11	19:31	19:51	19:71	20:11	20:48	63	29	
Nova Krosoenter																																		
Olav Tryggvasons gt.	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	24	39	54	09	25	40	55	10	14:20	29	39	49	59	09	19	17:30	40	55	10	25	19:15	19:35	19:55	19:75	20:15	20:52	64	30	
Munkgata M2	06:16	06:31	06:46	07:01	07:16	25	40	55	10	26	41	56	11	14:21	30	40	50	00	10	20	17:31	41	56	11	26	19:16	19:36	19:56	19:76	20:16	20:53	65	31	
Pinsens gate P1	06:17	06:32	06:47	07:02	07:17	26	41	56	11	27	42	57	12	14:22	31	41	51	01	11	21	17:32	42	57	12	27	19:17	19:37	19:57	19:77	20:17	20:54	66	32	
Studentersamfundet (K)	06:20	06:35	06:50	07:05	07:20	30	45	00	15	30	45	00	15	14:25	35	45	55	05	15	25	17:35	45	00	15	30	19:20	19:40	20:00	20:20	20:57	67	33		
Professor Brochs gate	06:22	06:37	06:52	07:07	07:22	32	47	02	17	32	47	02	17	14:27	37	47	57	07	17	27	17:37	47	02	17	32	19:22	19:42	20:02	20:22	20:59	68	34		
Valøysvegen	06:23	06:38	06:53	07:08	07:23	33	48	03	18	33	48	03	18	14:28	38	48	58	08	18	28	17:38	48	03	18	33	19:23	19:43	20:03	20:23	21:00	69	35		
Kloppanbrua (K)	06:25	06:40	06:55	07:10	07:25	35	50	05	20	35	50	05	20	14:30	40	50	00	10	20	30	17:40	50	05	20	35	19:25	19:45	20:05	20:25	21:02	70	36		
Tonstadvkrysset Eg (K)	06:29	06:44	06:59	07:14	07:29	39	54	09	24	39	54	09	24	14:34	44	54	04	14	24	34	17:44	54	09	24	39	19:29	19:49	20:09	20:29	21:06	71	37		
City Syd EG	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	40	55	10	25	40	55	10	25	14:35	45	55	05	15	25	35	17:45	55	10	25	40	19:30	19:50	20:10	20:30	21:07	72	38		
Rosten	06:31	06:46	07:01	07:16	07:31	41	56	11	26	41	56	11	26	14:36	46	56	06	16	26	36	17:46	56	11	26	41	19:31	19:51	20:11	20:31	21:08	73	39		
Kvenlid	06:32	06:47	07:02	07:17	07:32	42	57	12	27	42	57	12	27	14:37	47	57	07	17	27	37	17:47	57	12	27	42	19:32	19:52	20:12	20:32	21:09	74	40		
Heimdal sentrum (K)	06:35	06:50	07:05	07:20	07:35	45	00	15	30	45	00	15	30	14:40	50	00	10	20	30	40	17:50	00	15	30	45	19:35	19:55	20:15	20:35	21:12	75	41		
Bakkasivegen	06:37	06:52	07:07	07:22	07:37	47	02	17	32	47	02	17	32	14:42	52	02	12	22	32	42	17:52	02	17	32	47	19:37	19:57	20:17	20:37	21:14	76	42		
Kattemsentret	06:39	06:54	07:09	07:24	07:39	49	04	19	34	49	04	19	34	14:44	54	04	14	24	34	44	17:54	04	19	34	49	19:39	19:59	20:19	20:39	21:16	77	43		
Kattem	06:40	06:55	07:10	07:25	07:40	50	05	20	35	50	05	20	35	14:45	55	05	15	25	35	45	17:55	05	20	35	50	19:40	20:00	20:20	20:40	21:17	78	44		
Lundåsen nordre	06:47	07:02	07:17	07:32	07:47	57	12	27	42	57	12	27	42	14:52	02	12	22	32	42	52	18:02	12	27	42	57	19:47	20:07	20:27	20:47	21:18	79	45		

**Info**  
**Operatør** - Nettbuss / **Hittegods** se atb.no for **kontaktinfo**  
**Operatør** - Nettbuss / **Lost and found** visit atb.no for **kontaktinfo**  
**For mer informasjon** - atb.no / Ruteopplysning 1777 / appen ABReise  
**For more information** - atb.no / call 177 / use app ABReise  
**(K)NUTEPUNKT** - overgang mellom flere ruter / easy transfer between routes

**Holdeplassene i denne tabellen er et utvalg av holdeplassene på ruten.**  
 I reseplanleggeren på atb.no eller appen ABReise får du oversikt over ruterider ved alle holdeplasser og samtidinformasjon for din rute.  
**The stops shown are a selection of the stops for this route.** Use the travel planner on atb.no or the app ABReise for a complete list of all stops and their departures.

**Key words in English**  
 • Faste tider fom/tom = Set times from/to





# C Scenariorapport DOM Nidaros 2018



# Scenariorapport

Kjørt av: Ellen Heffer Flaata

24.05.2019 10:25

Region	DOM_Nidaros
Prognoseår	2018
Scenariokode	DOM_Nidaros_2018_basis
Antall soner	1142
RTM-versjon	4.0

## Innhold

<b>1</b>	<b>Oppsett av scenario i brukergrensesnitt</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inndata</b>	<b>3</b>
2.1	Innlesing av transportnett . . . . .	3
2.2	Kommuner i modellområdet . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Kvalitetssikring av inndata</b>	<b>3</b>
3.1	Soner som ikke er koblet til transportnettet . . . . .	3
3.2	Asymmetri i LoS-data . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Etterspørselsmodell</b>	<b>5</b>
4.1	Parameterfiler . . . . .	5
4.2	Iterasjoner over etterspørselsmodellen . . . . .	7
4.3	Rammetall . . . . .	7
4.4	Reisemiddel- og reisehensiktfordeling . . . . .	8
4.5	Reiselengdefordeling . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Nettfordeling</b>	<b>8</b>
5.1	Bil . . . . .	8
5.1.1	Tellinger, døgntrafikk . . . . .	9
5.1.2	Tellinger, variasjonskurve . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Maskinvare</b>	<b>10</b>

## 1 Oppsett av scenario i brukergrensesnitt

### Definisjon av scenario

Region	DOM_Nidaros
Beregningsår	2018
Scenariokode	DOM_Nidaros_2018_basis
Antall tidsperioder	4
Inndeling av resultat	Timetraffikk
Metode for beregning av tur+retur i LoS-data	Separat beregning av kostnad i tur og retur
Antall timer i hver rushperiode	3
Antall iterasjoner	7

### Opsjoner for kjøring

- Buffermatriser
- Trengsel i kollektivtraffikk
- Tar bort interne turer i buffer i sluttresultat
- Benytte frekvens for rush der ettermiddagsrush ikke er kodet

### Definisjon av transportnett

Geodatabase fra TNext Cube-eksport	C:\Regmod_v4.0\DOM_Nidaros_Basis2018_NeTex.gdb\CubeLenke
Internavstand	Inndata\Internavstand\Internavstand_Norge.dbf

### Definisjon av kollektivsystem

Kollektivsystemfil	Inndata\Kollektiv\Kollektivsystem.pts
Takstsonedefinisjon	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\Takster\Kollektiv\TakstSoner_By.dbf
Takstnummer mellom takstsoner	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\Takster\Kollektiv\Sonetakst_By-soner_estimering.dbf
Taksttabell	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\Takster\Kollektiv\Taksttabell_by.dbf

### Turer fra NTM6

Turmatrise fra ntm6	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\NTM6-Matriser\DOM_Nidaros\ntm6_turtabell_ntm[Basis2018]_rtm[DOM_Nidaros18].dbf
---------------------	---

### Terminaler og turmatrise fra nasjonal godsmodell

Nettverk fra godsmodell	Inndata\Godsnettverk\Basis2012_netverk.NET
Godsmatrise	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Godsmatrise_2018_DOM_Nidaros18.txt

### Etterspørselsmodell

Sonedata befolkning	Inndata\Sonedata\sdat_1_befolkning_2018_290818.dbf
Sonedata utdanning inntekt	Inndata\Sonedata\sdat_3_utt_20xx_20xx.dbf
Sonedata arbeidsplasser	Inndata\Sonedata\sdat_4_arbeidsp_2016.dbf
Sonedata skoleplasser	Inndata\Sonedata\sdat_5_skolepl_2016.dbf
Sonedata areal	Inndata\Sonedata\sdat_6_Grunnkrets_areal.dbf
Sonedata parkering	Inndata\Sonedata\sdat_7_transport_20xx.dbf
Sonedata @vrig	Inndata\Sonedata\sdat_8_ovrig_20xx.dbf
Innfartsparkering	Inndata\Innfartsparkering\Innfartsparkering.dbf
Modellfaktorer	Inndata\Parametre\TB2_Modellfaktorer_2014_NVD_v4.txt
Parameterfil	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\Parametre\DOM-Nidaros-5.json

### Faste matriser

Buffermatrise bilfører	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Eksternturmatrise_CD_2018_DOM_Nidaros18.txt
Buffermatrise bilpassasjer	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Eksternturmatrise_CP_2018_DOM_Nidaros18.txt
Buffermatrise kollektiv	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Eksternturmatrise_PT_2018_DOM_Nidaros18.txt
Buffermatrise gang	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Eksternturmatrise_WK_2018_DOM_Nidaros18.txt
Buffermatrise sykkel	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\EksternturMatriser\Eksternturmatriser_DOM-Nidaros\Eksternturmatrise_BK_2018_DOM_Nidaros18.txt
Tilbringer flyplass bilfører	Inndata\Turmatriser\Flyplass_2017_CD.dbf
Tilbringer flyplass kollektiv	Inndata\Turmatriser\Flyplass_2017_PT.dbf

## Nettfordeling

Antall iterasjoner i nettfordeling av rushtidstimer	20
Differanseplott region	DOM_Nidaros
Differanseplott årstall	2018
Defferanseplott scenario	DOM_Nidaros_2018
Tellinger fra Nortraf	C:\Regmod_v4.0\INNDATA_RTM_DOM\Trafikkdata_Aarsverdier2017.dbf

## 2 Inndata

### 2.1 Innlesing av transportnett

Antall soner i transportnettverket er 1142 . Av dette er 1094 soner i kjerneområdet i modellen. Transportnettverk og kollektivrutebeskrivelser ble lest fra TNext-eksportgeodatabase beskrevet i tabell 1.

Tabell 1: TNext-info

Dato	2019-01-24 13:15
Versjon	2.83
Bruker	tormoa
Felt for kjerneverdi	Kjerne
Fartsmodell personbil	Arnesen-Hjelkrem(2017)
Fartsmodell tungbil	Tørset et al.(2011) SINTEF rapport A17524

### 2.2 Kommuner i modellområdet

Tabell 2 viser kommunene som er definert som kjerneområde. Det blir produsert turer i og mellom disse kommunene.

Tabell 2: Kommuner i kjerneområdet

Fylke	Kommuner				
16:Sør-Trøndelag	1601:Trondheim	1621:Ørland	1622:Agdenes	1624:Rissa	1627:Bjugn
	1630:Åfjord	1632:Roan	1633:Osen	1638:Orkdal	1648:Midtre Gauldal
	1653:Melhus	1657:Skaun	1662:Klæbu	1663:Malvik	1664:Selbu
17:Nord-Trøndelag	1702:Steinkjer	1711:Meråker	1714:Stjørdal	1717:Frosta	1718:Leksvik
	1719:Levanger	1721:Verdal	1723:Mosvik (-2012)	1724:Verran	1725:Namdalseid
	1729:Inderøy (-2012)	1736:Snåsa			

Tabell 3 viser kommunene som er definert som kjerneområde. Det blir produsert turer mellom bufferområdet og kjerneområdet.

Tabell 3: Kommuner i bufferområdet

Fylke	Kommuner
	Det er ikke definert noen bufferkommuner i modellområdet.

## 3 Kvalitetssikring av inndata

### 3.1 Soner som ikke er koblet til transportnett

Feilkoding i nettverket eller spesialtilfeller rundt eksternsoner kan føre til at noen soner ikke er tilgjengelig for ett eller flere transportmiddel. Tabell 4 viser hvilke soner som ikke har noe tilgjengelig tilbud. For kollektivsystemet er det listet opp soner som ikke kan benytte kollektivtilbudet.

Tabell 4: Soner uten tilbud

Reisemiddel	Soner
Bil	16350102 17420104 16170216 16170203 0
Kollektiv	16014219 16015232 16015233 16016205 16240101 16240105 16270213 16270214 16300101 16300105 16300109 16300110 16300114 16300115 16320104 16330105 16330109 16380401 16380405 16380406 16380407 16380408 16380409 16380410 16530208 16530302 16530303 16530501 16530503 16530504 16530506 16530509 16630510 16630512 16640109 16640110 16640111 16640112 16640113 16640118 16640120 16640121 17020503 17020603 17020604 17140109 17140110 17140301 17140304 17140305 17140306 17140307 17140308 17140309 17170101 17170102 17170103 17170105 17170111 17170112 17180101 17190304 17190305 17190402 17190405 17190407 17190504 17190506 17210404 17210405 17210601 17210602 17210603 17210604 17210605 17210606 17210607 17210608 17210609 17210610 17240204 17240205 17240206 17360101 17360102 17360103 17360104 17360105 17360106 17360107 17360108 17360109 17360110 17360111 17360112 17360113 17360114 17360115 17360116 17360117 17360118 17360119 16350102 17420104 16120301 16130101 16650106 17360102 0 16380408
Gang og sykkel	16014219 16016205 16018111 16530208 16530501 16530503 16530504 16530506 16530509 16350102 17420104 16170216 0

### 3.2 Asymmetri i LoS-data

Tabell 5 viser fordelingen av sonerelasjoner hvor avstanden er ulik mellom tur- og returretning. Tabellen viser antall relasjoner (N) som finnes innenfor et kilometerintervall (Fra,Til).

Tabell 5: Asymmetri i LoS-data

Fra	Til	N	Andel
0	1	1234932	95%
1	2	58132	4.5%
2	3	7432	0.6%
3	4	348	0.0%
4	5	524	0.0%
5	6	216	0.0%
6	7	142	0.0%
7	8	88	0.0%
8	9	54	0.0%
9	10	40	0.0%
10+		2256	0.2%

## 4 Etterspørselsmodell

### 4.1 Parameterfiler

Parameterfiler som ble benyttet av etterspørselsmodellen er vist i tabell 6.

Tabell 6: Parameterfiler til Tramod\_By

Filnavn	Beskrivelse	Region	Dato	Historikk
PAR_TG_AG13_24	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
PAR_TG_AG25_34	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
PAR_TG_AG35_54	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
PAR_TG_AG55_66	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
PAR_TG_AG67UP	Estimert mai 2018	Utgangspunkt	07.05.2018	
PAR_TG_Apbasert	Estimert mai 2018	Utgangspunkt	07.05.2018	
Par_MD_Arbeid	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
Par_MD_Tjeneste	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
Par_MD_Fritid	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
Par_MD_HentLev	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
Par_MD_Privat	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
Par_MD_Apbasert	Estimert mai 2018	Utgangspunkt	07.05.2018	
Par_Biltilgang	5te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex. Parkeringskostna- der 2014	DOM	13.02.2019	1te kalibrering. Kollektivru- ter fra NeTex
tidssone_apb	Tramod-by 2011. Basert p[ri]v privat	Utgangspunkt	16.08.2011	
tidssone_arbeid	Tramod-by 2011	Utgangspunkt	16.08.2011	
tidssone_fritid	Tramod-by 2011	Utgangspunkt	16.08.2011	
tidssone_hentlev	Tramod-by 2011	Utgangspunkt	16.08.2011	
tidssone_privat	Tramod-by 2011	Utgangspunkt	16.08.2011	
tidssone_tjeneste	Tramod-by 2011	Utgangspunkt	16.08.2011	
Transprob	Oppdatert TNM April 2018	Utgangspunkt	13.04.2018	
Husholdsinntekt	Oppdatert TNM April 2018	Utgangspunkt	12.04.2018	
Timeandeler	Fra RVU2009	Utgangspunkt	14.02.2018	

## 4.2 Iterasjoner over etterspørselsmodellen

Etterspørselsmodellen har kjørt i løkke med 7 iterasjoner. . Tabell 7 viser endringene i etterspørsel for de ulike reisemidlene mellom hver iterasjon, antall bilførerturer i makstime morgen, gjennomsnittlig generalisert kostnad i makstime morgen og gjennomsnittlig reisetid for bilfører i makstime morgen. Hvis modellen er kjørt med resultat for et helt normalvirkedøgn blir det ikke beregnet turer og trafikkarbeid for makstime morgen i siste iterasjon.

Tabell 7: Iterasjoner over etterspørselsmodellen

Iterasjon	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Gange	Sykkel	CD morgen	Gj.snitt GK (kr)	Gj.snitt tid (min)
1	555321	67348	100317	171124	49796	47338	46.77	16.89
2	553491	67256	100972	171742	50079	47089	46.33	16.65
3	552710	67217	101174	172015	50203	46982	46.16	16.56
4	552366	67200	101350	172123	50258	46936	46.10	16.53
5	552230	67192	101394	172169	50281	46917	46.07	16.51
6	552164	67189	101362	172197	50291	46908	46.06	16.51
7	552135	67188	101428	172201	50296	46905	46.24	16.69

## 4.3 Rammetall

Tabell 8 viser rammetall direkte fra etterspørselsmodellen Tramod\_By i antall turer. Tabell 9 viser andelen av disse turene.

Tabell 8: Rammetall fra Tramod\_By, antall turer, normalvirkedøgn

	Arbeid	Tjeneste	Fritid	Hentebringe	Privat	APbasert	RM. fordeling
Bilfører	144119	35491	110773	88724	167853	5176	552135
Bilpassasjer	9008	3989	19559	3425	30153	1054	67188
Kollektiv	30947	21268	15244	2305	26759	4905	101428
Gang	23351	13998	41992	14911	66621	11328	172201
Sykkel	21641	3879	14140	2840	6928	868	50296
IP	0	0	0	0	0	0	0
Totalt RH	229066	78625	201708	112205	298313	23330	943247

Tabell 9: Rammetall fra Tramod\_By, andeler

	Arbeid	Tjeneste	Fritid	Hentebringe	Privat	APbasert	RM. fordeling
Bilfører	63%	45%	55%	79%	56%	22%	59%
Bilpassasjer	4%	5%	10%	3%	10%	5%	7%
Kollektiv	14%	27%	8%	2%	9%	21%	11%
Gang	10%	18%	21%	13%	22%	49%	18%
Sykkel	9%	5%	7%	3%	2%	4%	5%
IP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
RH. fordeling	24%	8%	21%	12%	32%	2%	100%

Tabell 10 viser antall turer fra Tramod\_By summert opp for hver reisehensikt og fordelt på totalt, tur+retur og turkjeder. Turkjedeturene for bilpassasjer, gang og sykkel blir ikke skrevet ut til turmatriser. For å få riktig antall turer for disse reisemidlene blir matrisene blåst opp med en skaleringsfaktor. Prosentandelen for turkjeder for bilpassasjer, gang og sykkel i tabell 10 antyder usikkerheten i disse turmatrisene i tabell 11.

Tabell 10: Rammetall fra Tramod\_By, totalt (normalvirkedøgn)

Reisemiddel	Totalt	Tur+Retur	Andel	Turkjeder	Andel
Bilfører	552135	238733	43%	313403	57%
Bilpassasjer	67188	31596	47%	35592	53%
Kollektiv	101428	53629	53%	47799	47%
Gang	172201	80977	47%	91223	53%
Sykkel	50296	25056	50%	25239	50%
IP	0	0	0%	0	0%
Totalt	943247	429991	46%	513255	54%

#### 4.4 Reisemiddel- og reisehensiktfordeling

Tabell 11 viser fordelingen mellom ulike reisemiddel og antall turer for hver reisehensikt, etter innlesing av buffermatriser og omfordeling av turer på grunn av tilgjengelighet.

Tabell 11: Reisemiddel- og reisehensiktfordeling, normalvirkedøgn

Reisemiddel	Turer	Andel	Arbeid	Tjeneste	Fritid	Henteleverer	Privat	APbasert	Innfart-P	Skole	Faste matriser		Lange reiser			
											Flyplass	Gods	Tjeneste	Arbeid	Fritid	Sverige
Bilfører	611058	54%	144802	35426	110663	88900	168817	4953	0	29208	4550	10139	1588	808	11203	0
Bilpassasjer	73818	7%	8420	3743	18496	3362	28921	1224	0	0	0	0	305	112	9235	0
Kollektiv	157891	14%	30522	20721	14784	2216	26345	4708	0	51666	5548	0	270	129	983	0
Gang	238868	21%	23541	13966	42399	14898	67151	11412	0	65501	0	0	0	0	0	0
Sykkel	49761	4%	21494	3932	13873	2806	6782	876	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalt	1131397		228780	77787	200215	112182	298015	23172	0	146376	10098	10139	2163	1049	21421	0

#### 4.5 Reiselengdefordeling

Tabell 12 viser reiselengdefordeling for bilfører. Avstandene er basert på rutevalg for lavtrafikk. Gjennomsnittlig reiselengde for bilfører er på 8.74 km.

Tabell 12: Reiselengdefordeling for bilfører

Intervall	Turer	Andel	Turer (akk.)	Andel (akk.)
0-5	242793	43.9%	242793	43.9%
5-10	149407	27.0%	392199	70.9%
10-15	75688	13.7%	467888	84.5%
15-20	31662	5.7%	499550	90.2%
20-25	19572	3.5%	519122	93.8%
25-30	9909	1.8%	529031	95.6%
30-35	8565	1.5%	537596	97.1%
35-40	6023	1.1%	543619	98.2%
40-45	4205	0.8%	547824	99.0%
45-50	2464	0.4%	550288	99.4%
50-55	1263	0.2%	551551	99.6%
55-60	924	0.2%	552475	99.8%
60-65	636	0.1%	553111	99.9%
65-70	364	0.1%	553476	100.0%
70-75	39	0.0%	553515	100.0%
75-80	19	0.0%	553534	100.0%
80-85	14	0.0%	553548	100.0%
85-90	7	0.0%	553555	100.0%
90-95	4	0.0%	553558	100.0%
95-100	1	0.0%	553559	100.0%

## 5 Nettfordeling

### 5.1 Bil

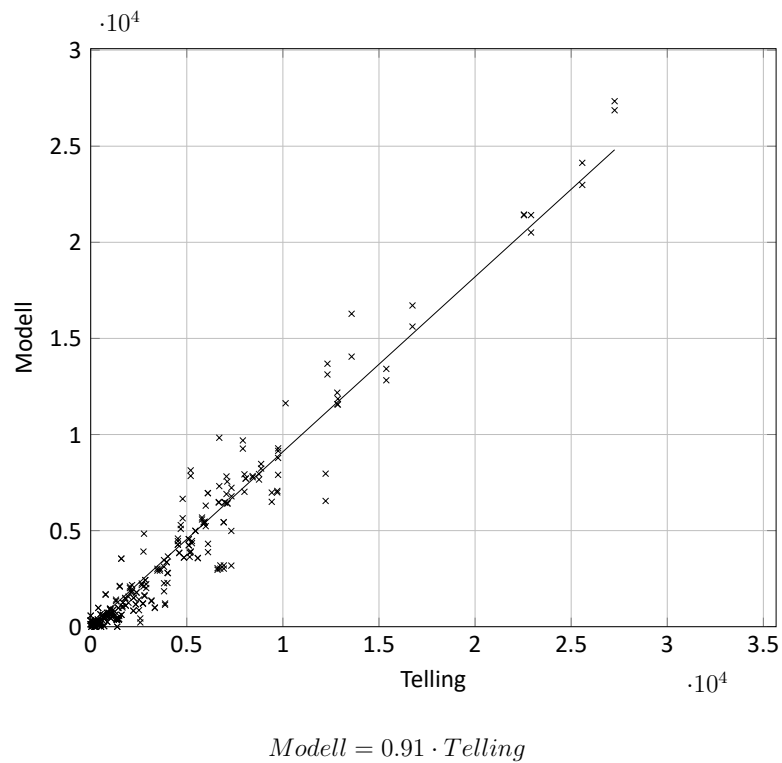
Nettfordeling av bilfører og bilpassasjer ble utført kapasitetsavhengig for hver rushtidstid, og kapasitetsuavhengig for lavtrafikkperioden. Nettfordelingen ble utført med 20 iterasjoner med 5.0 % av



turmatrisen i hver iterasjon.

### 5.1.1 Telling, døgntrafikk

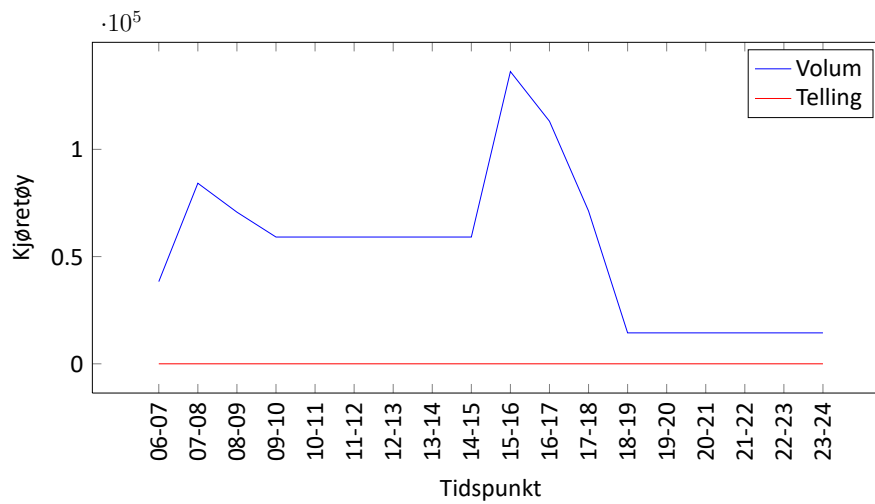
Figur 1 viser sammenligningen mellom tellinger og modellert trafikk for alle tellesnitt for døgntrafikk (normalvirkedøgn). Regresjonslinjen viser hvor godt samsvar det er mellom tellinger og modellert trafikk og formelen for regresjonslinjen er vist under grafen.



Figur 1: Telling mot modellert trafikk, normalvirkedøgn

### 5.1.2 Telling, variasjonskurve

Figur 2 viser variasjonskurven over en dag. Variasjonskurven er beregnet ved å summere alle tellesnitt som er definert.

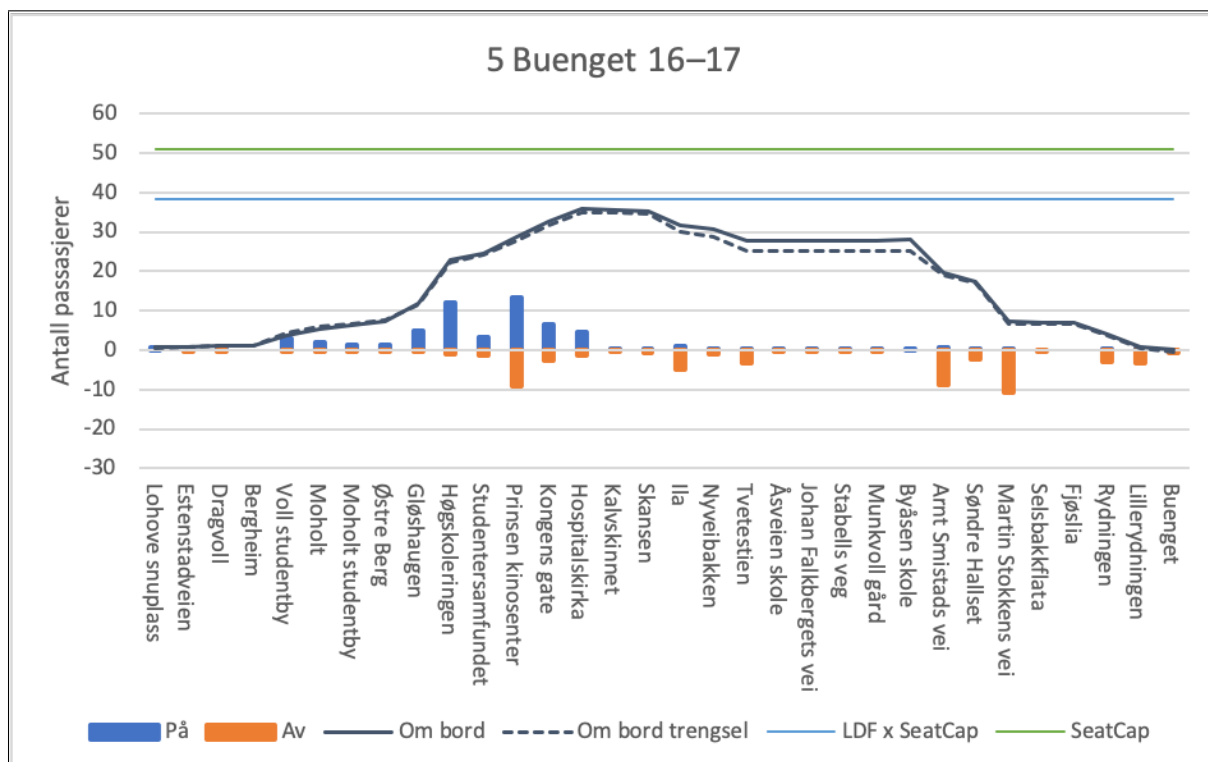
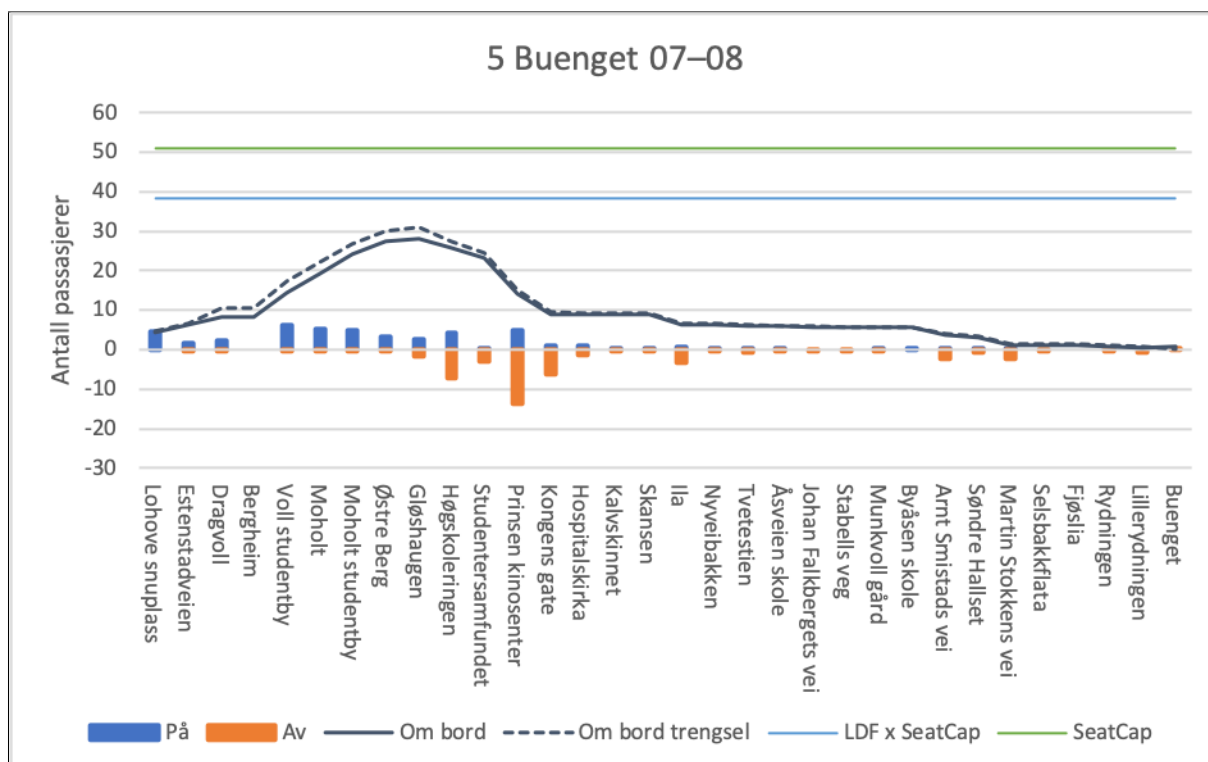


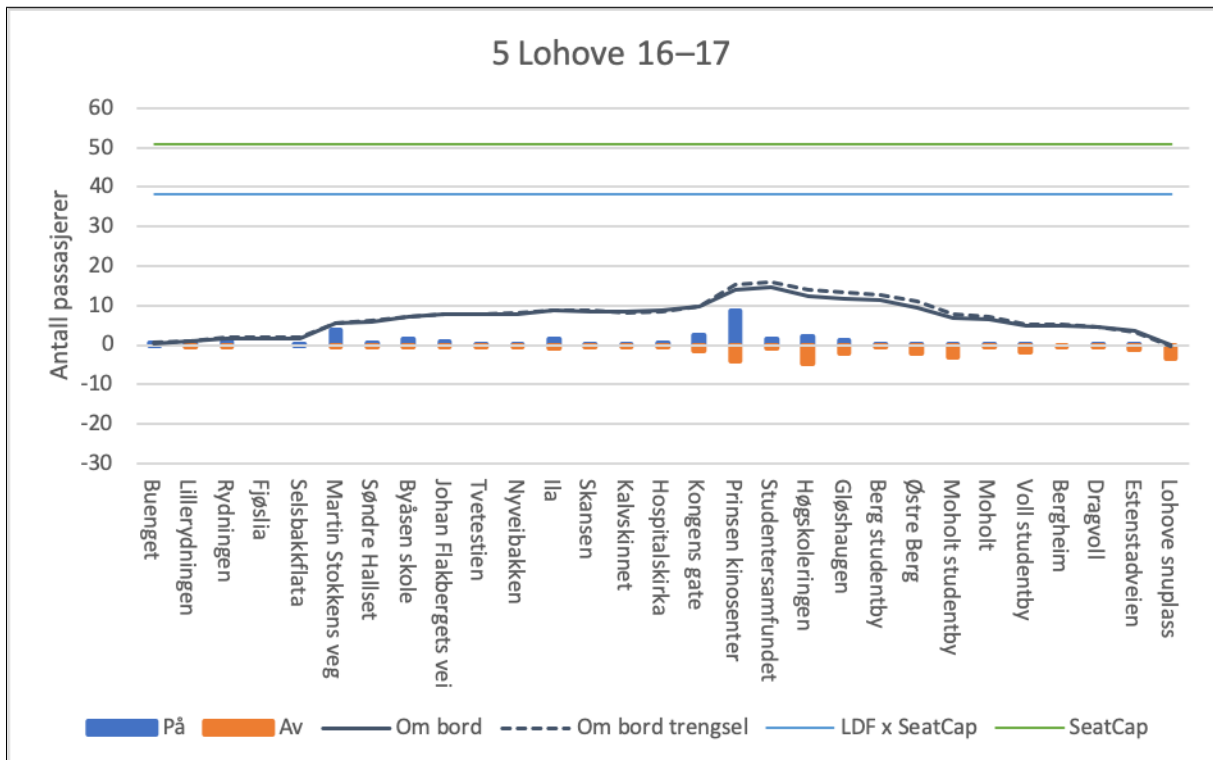
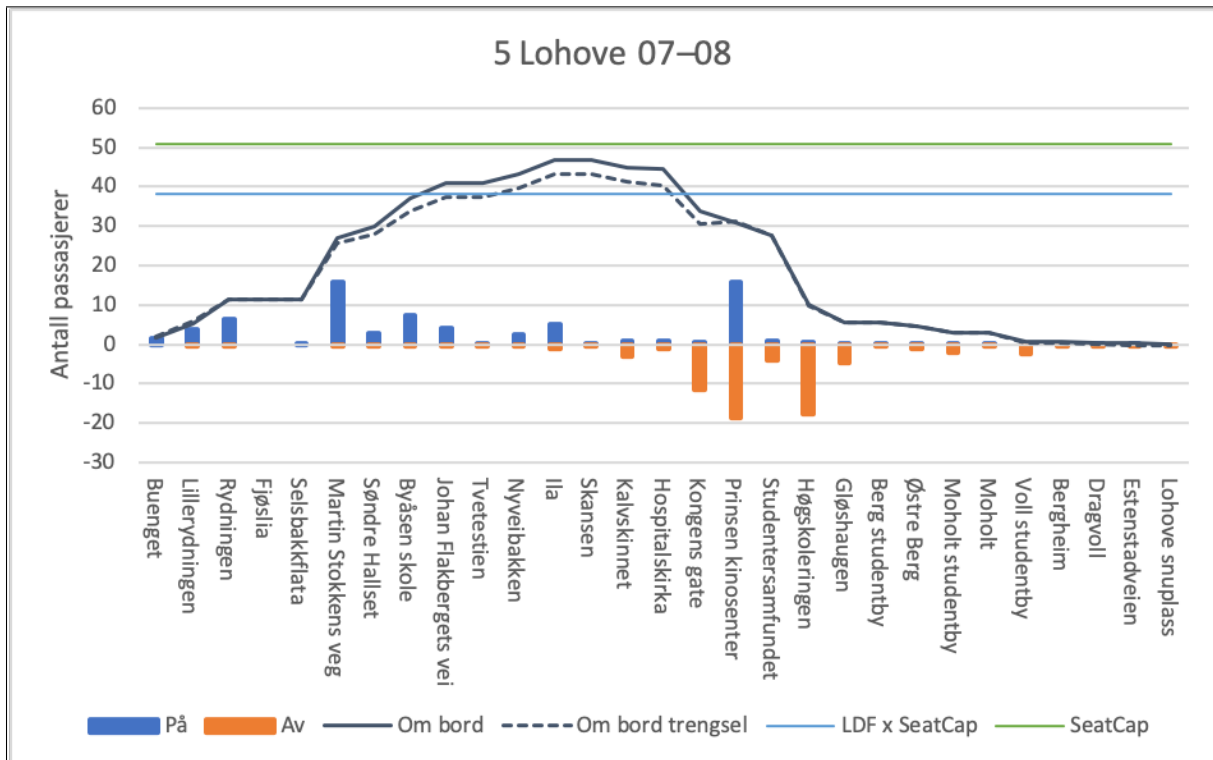
Figur 2: Variasjonskurve over alle tellesnitt

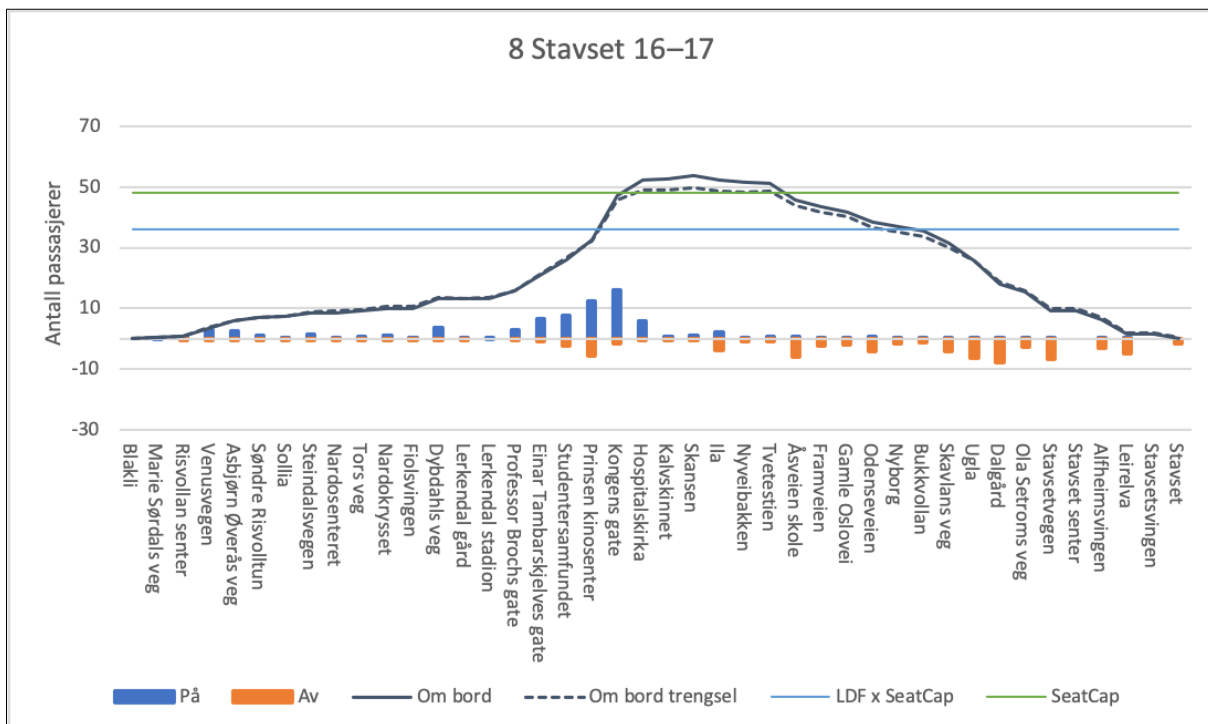
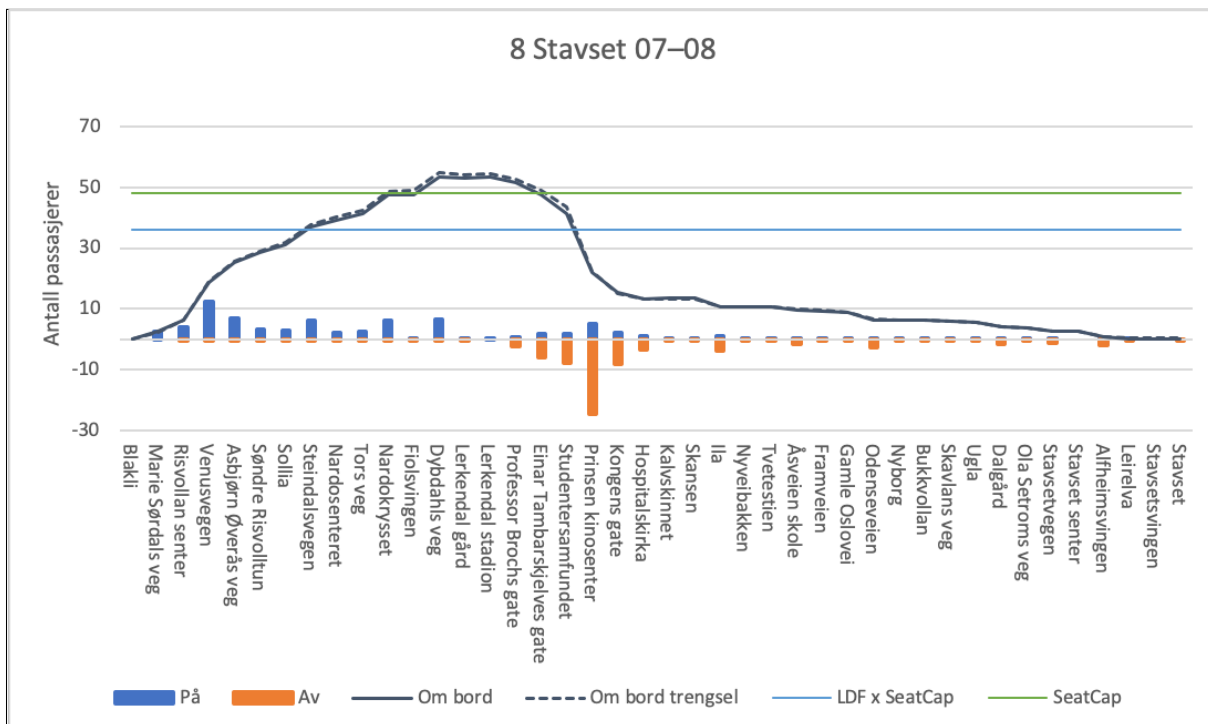
## 6 Maskinvare

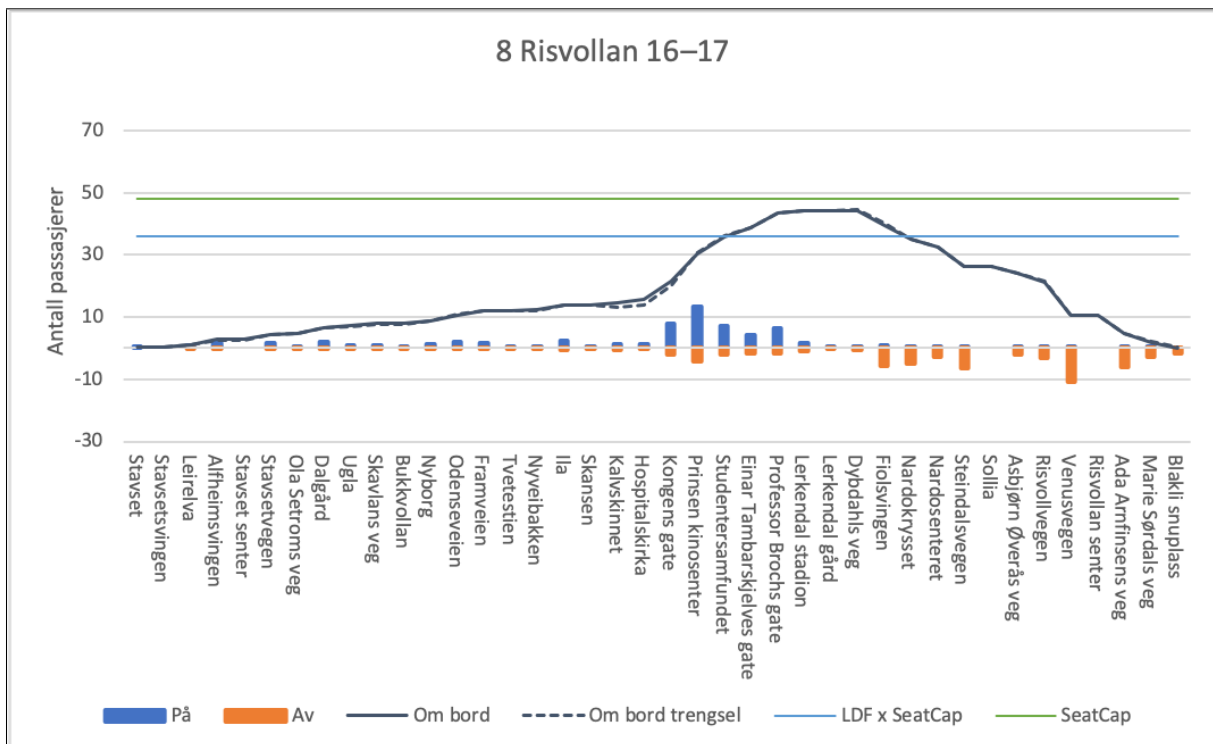
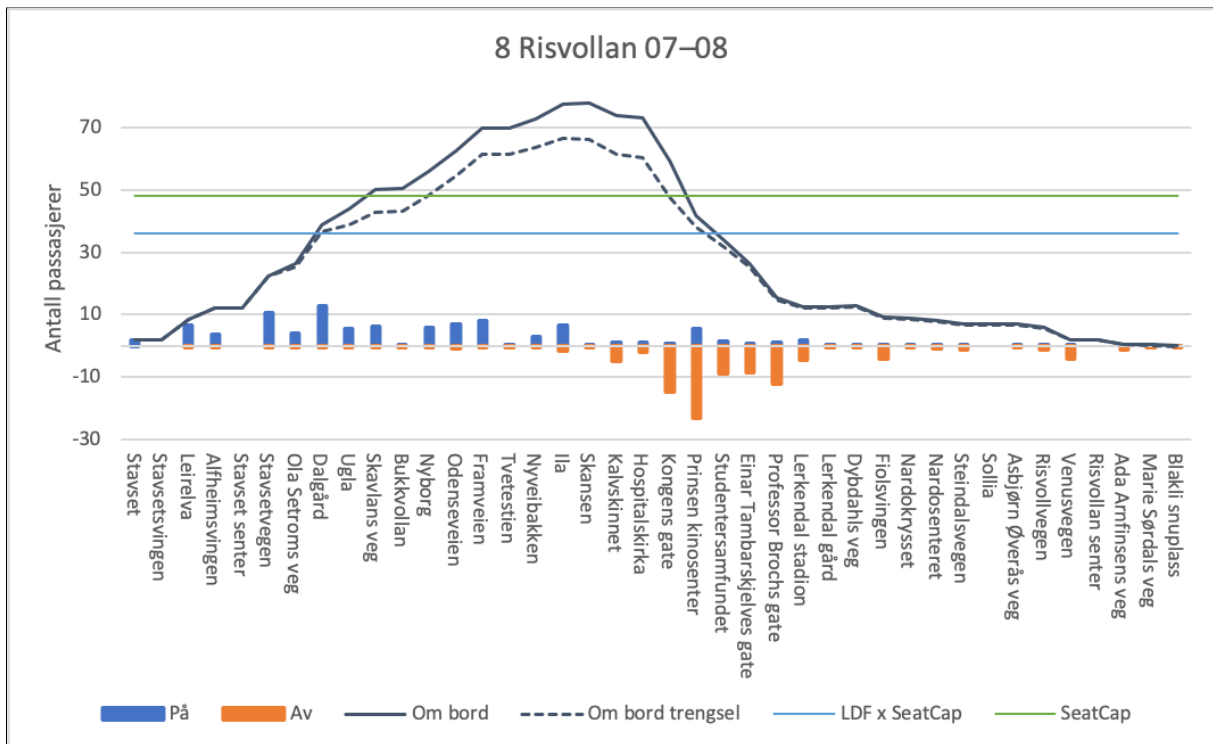
Maskinnavn	DESKTOP-B1HA78D
CPU-navn	Intel(R) Core(TM) i5-6267U CPU @ 2.90GHz
Antall kjerner	4
Klokkefrekvens	2.9000 GHz
Fysisk minne	16 GB

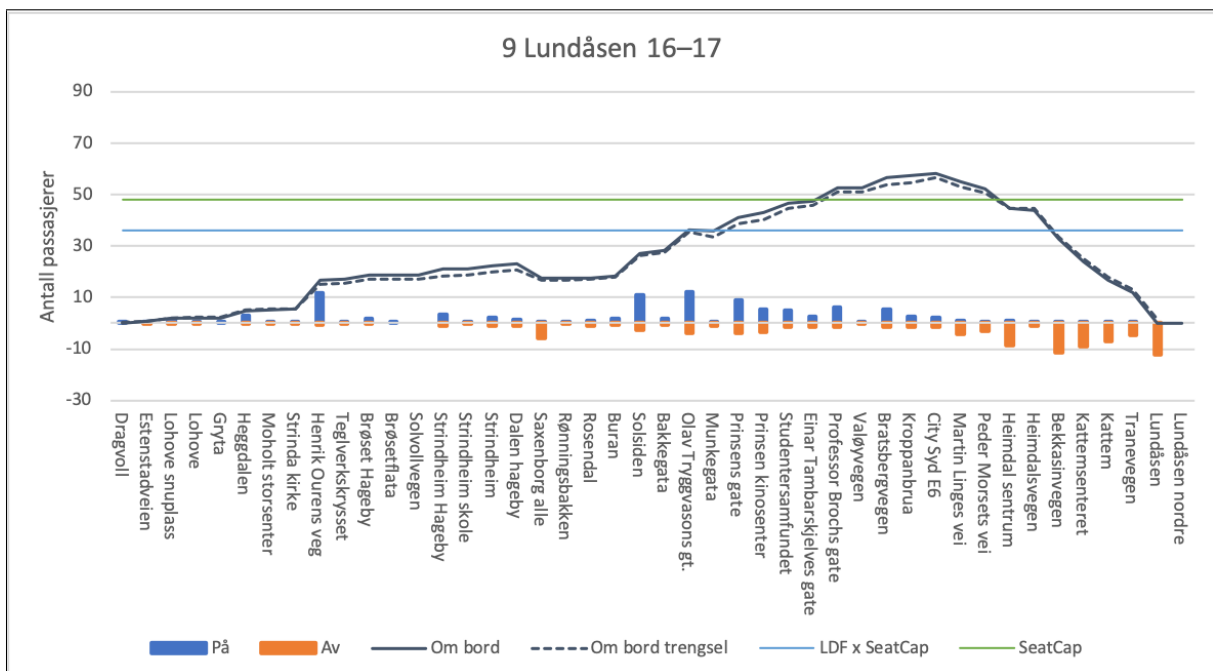
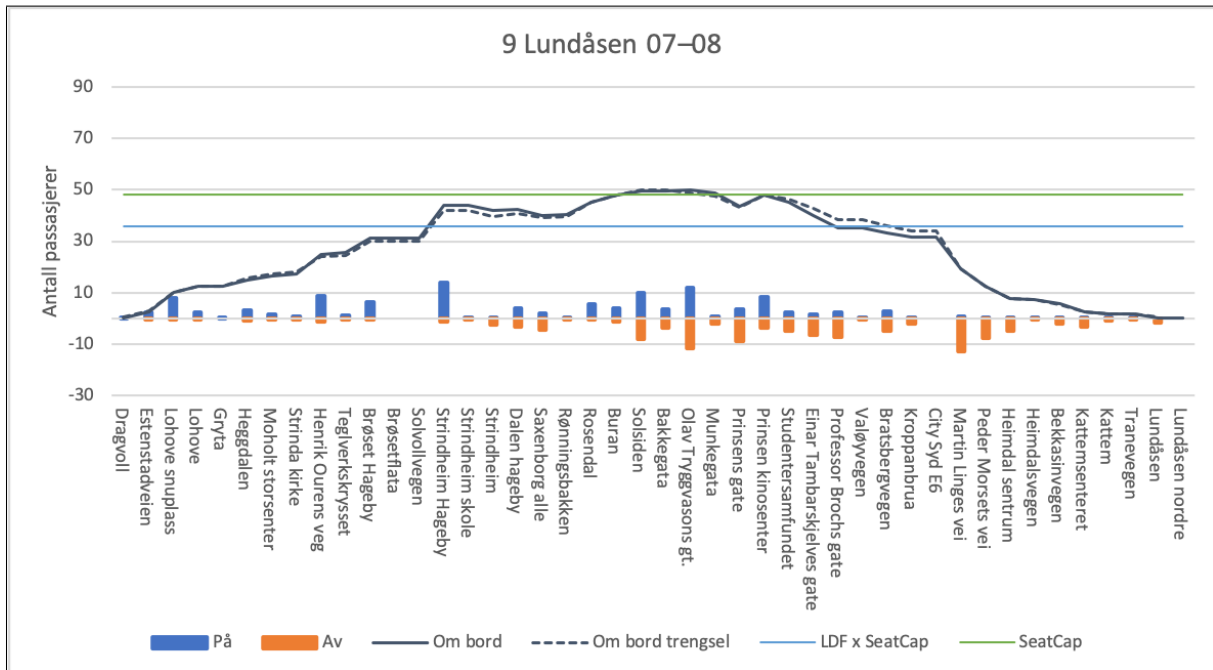
## D Passasjerprofiler fra RTM

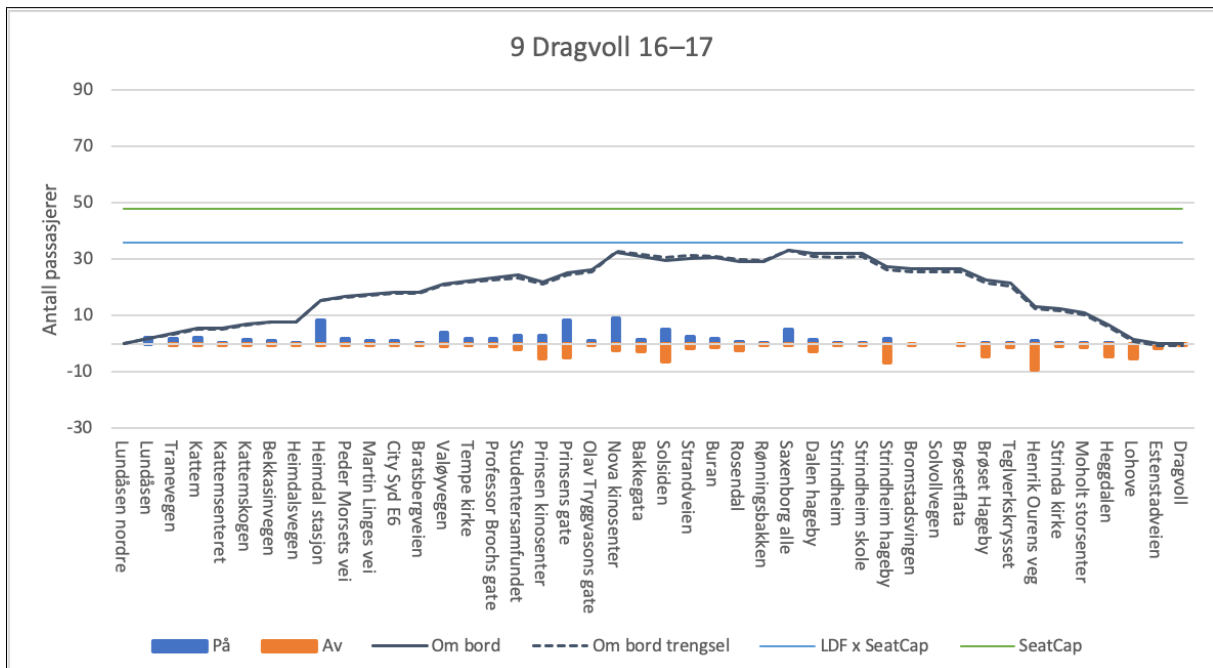
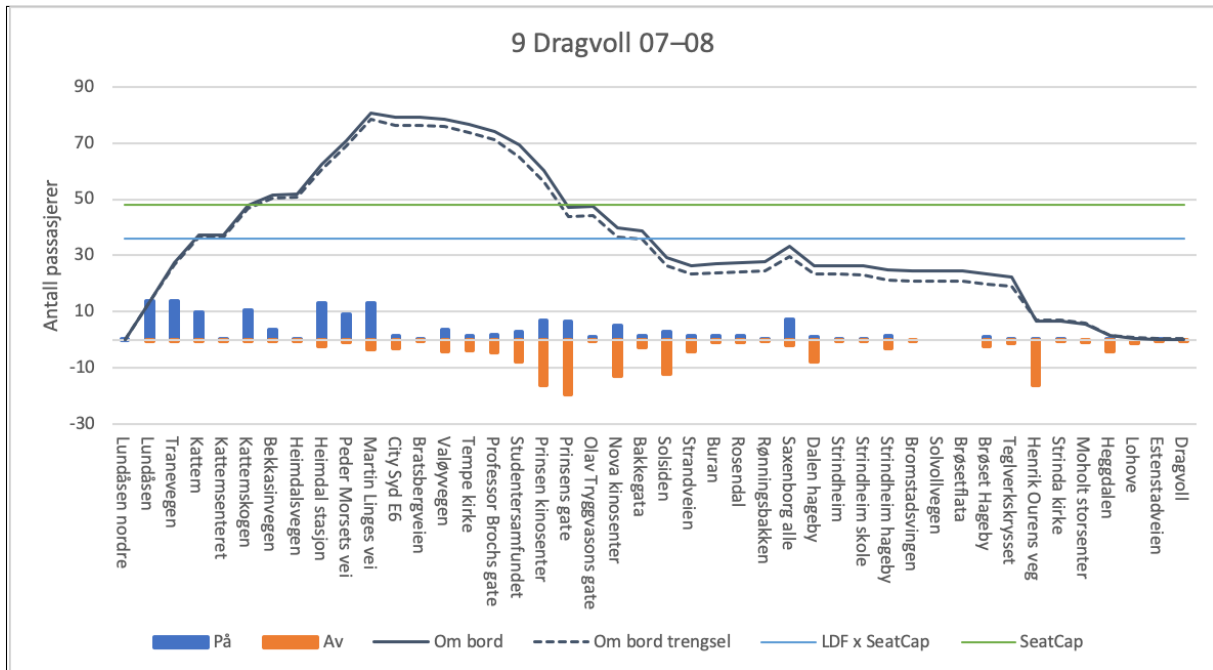






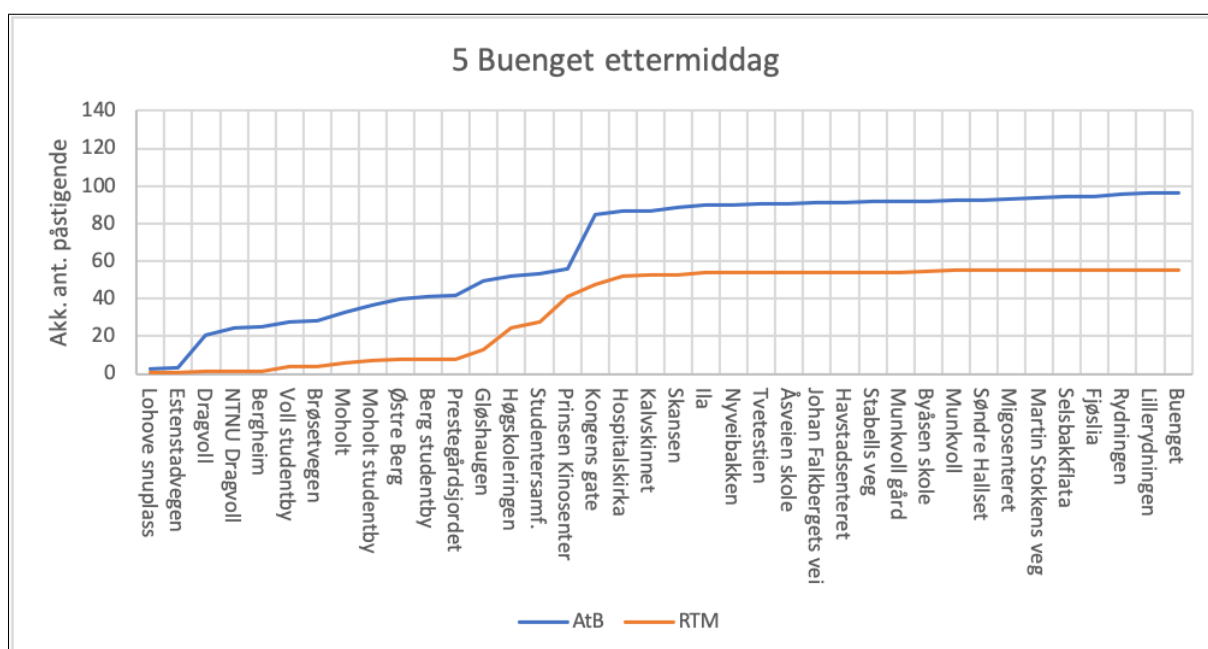
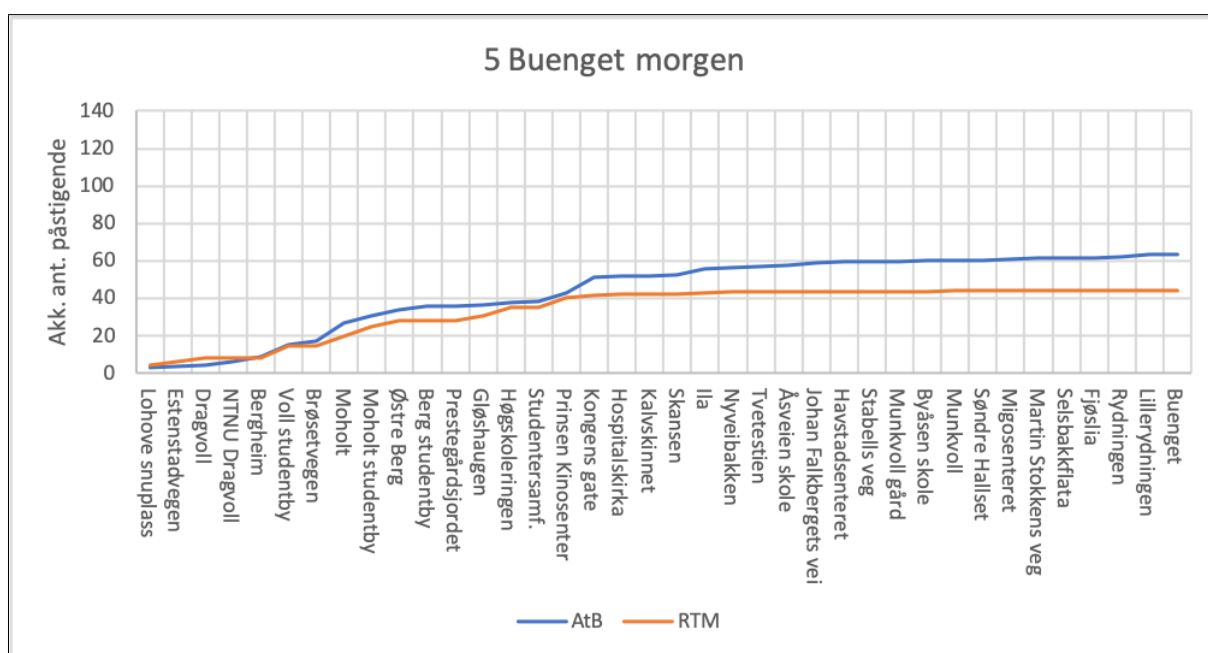


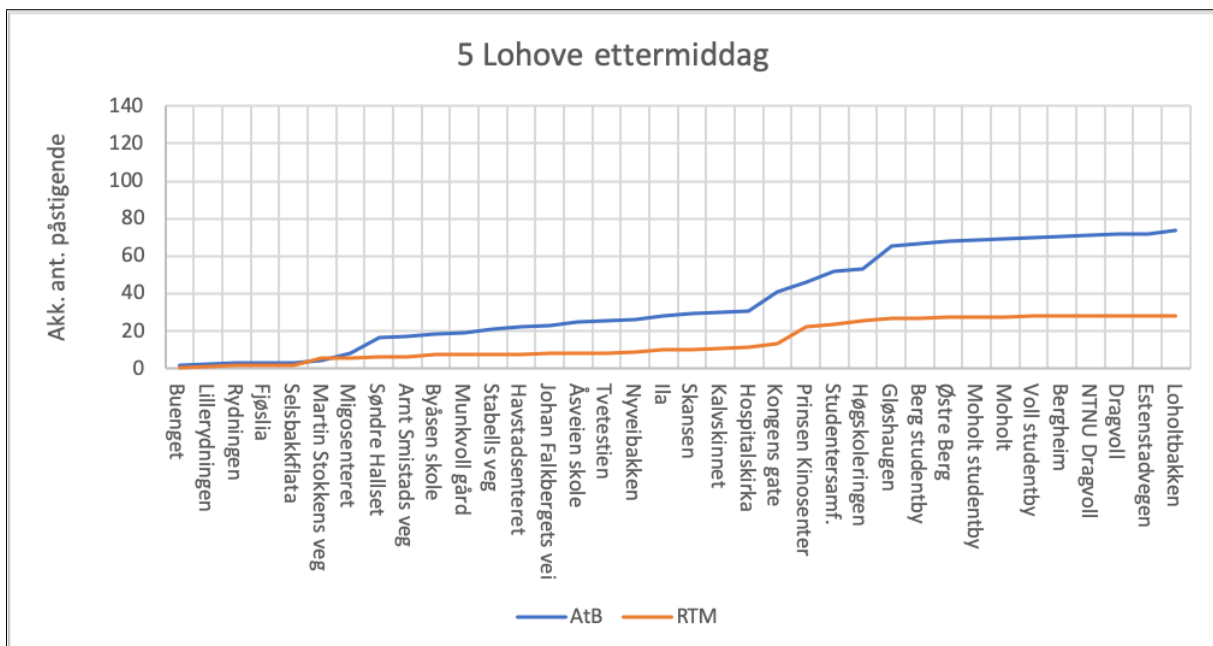
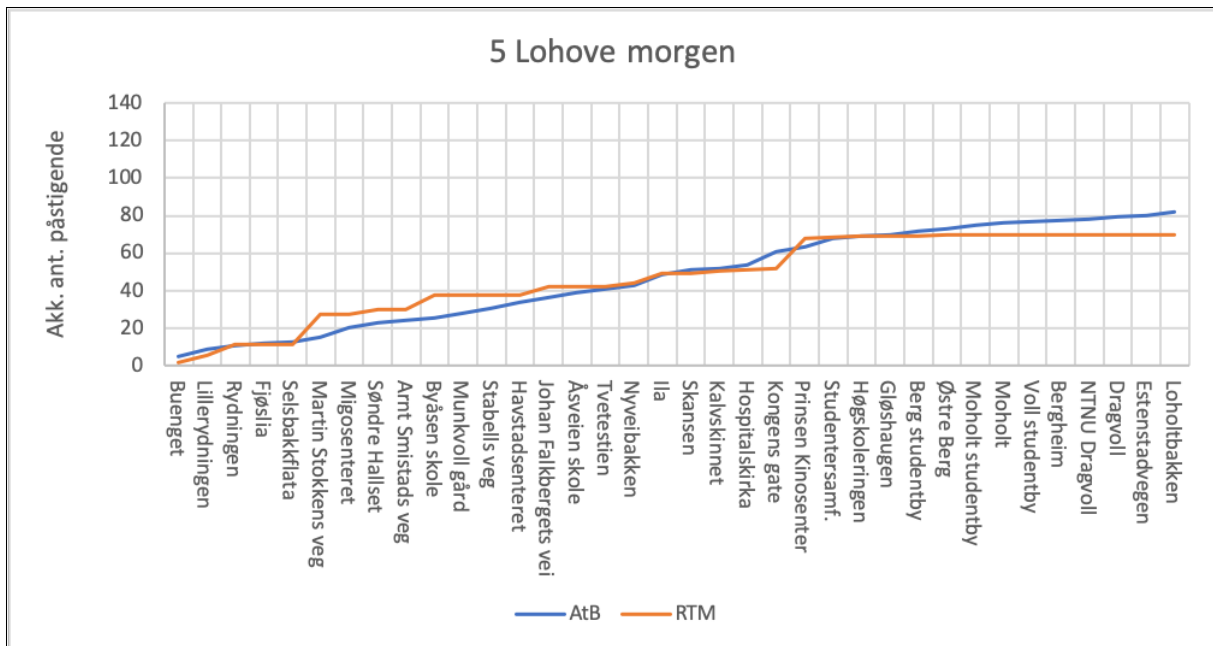




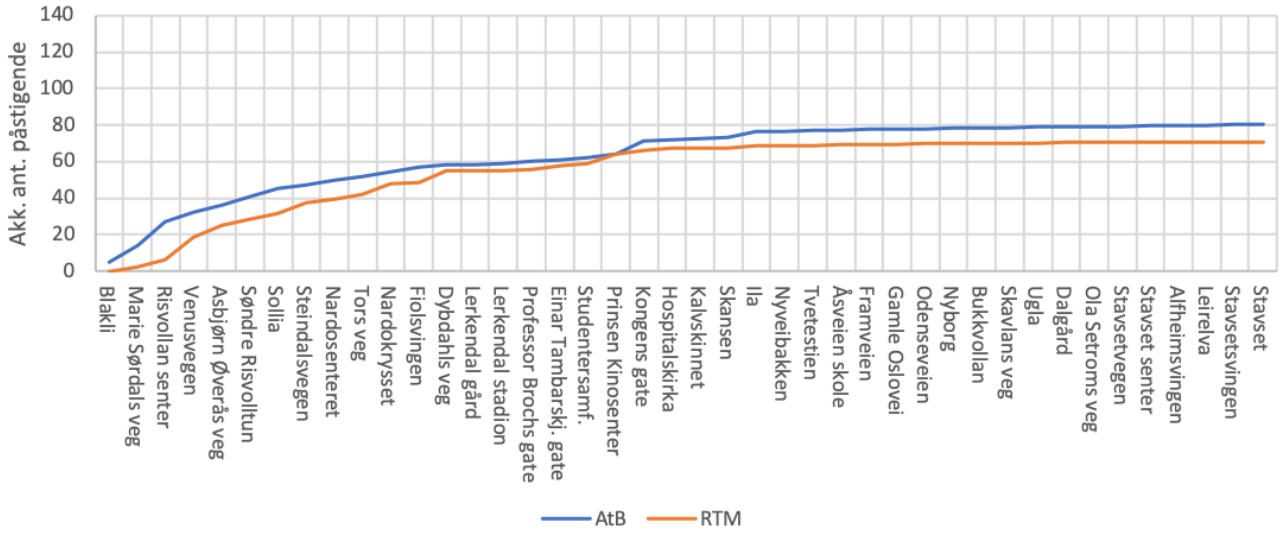


# E Påstigende, AtB og RTM sammenlig- net

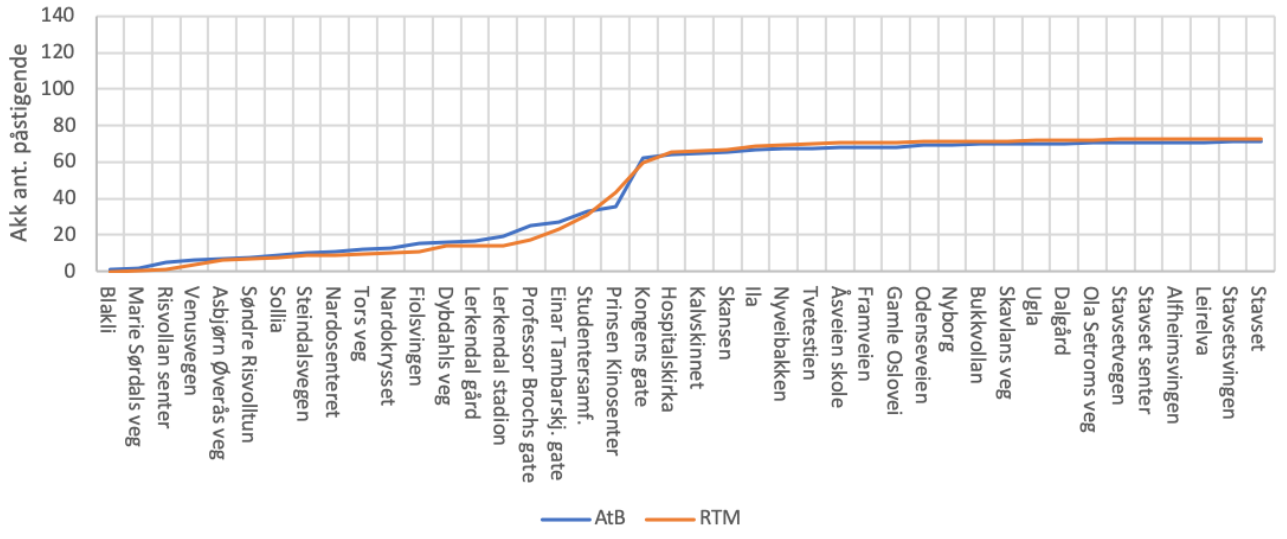


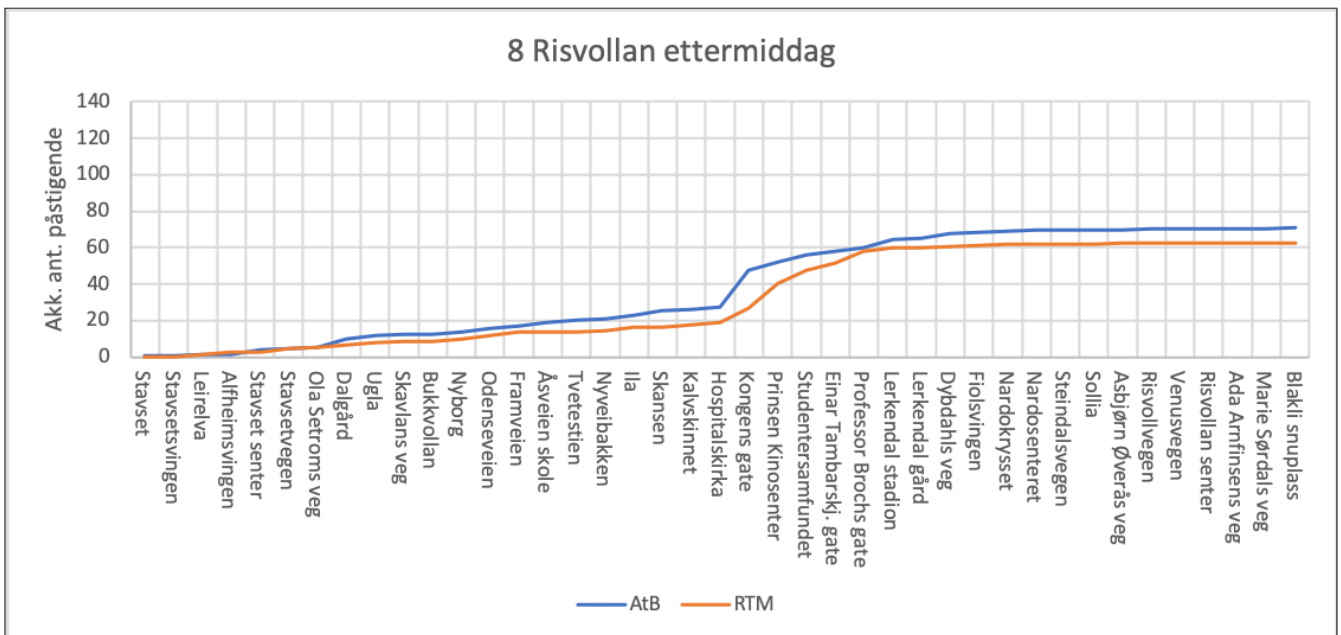
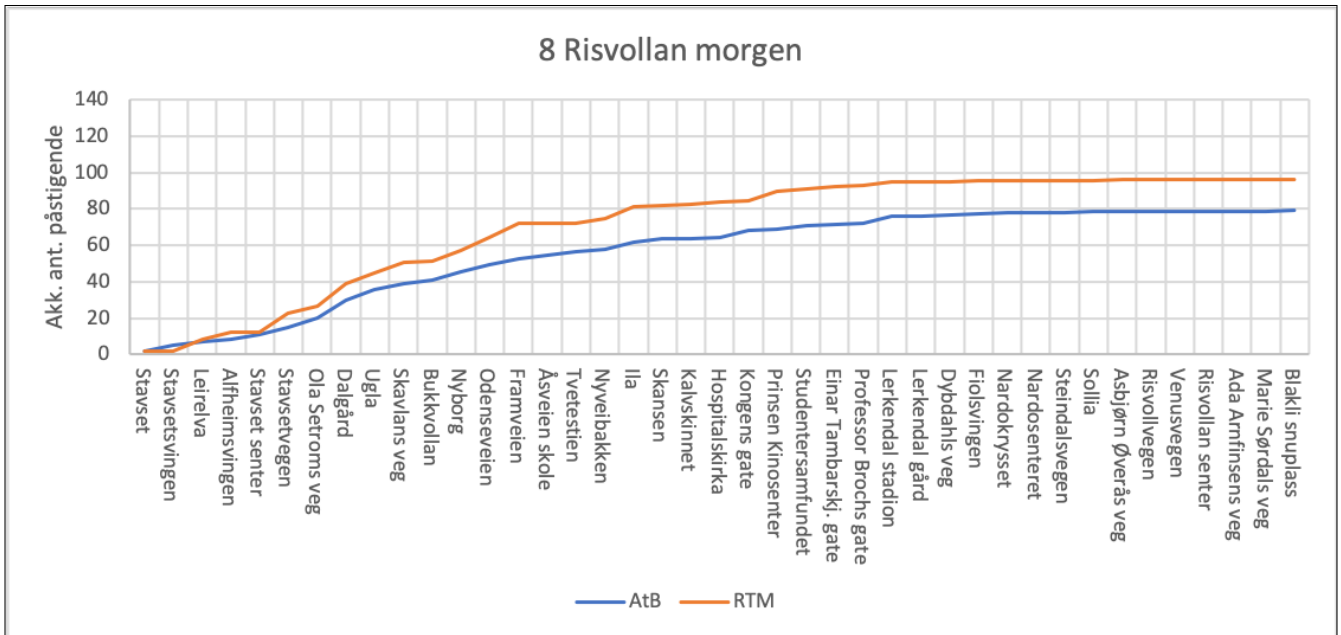


### 8 Stavset morgen

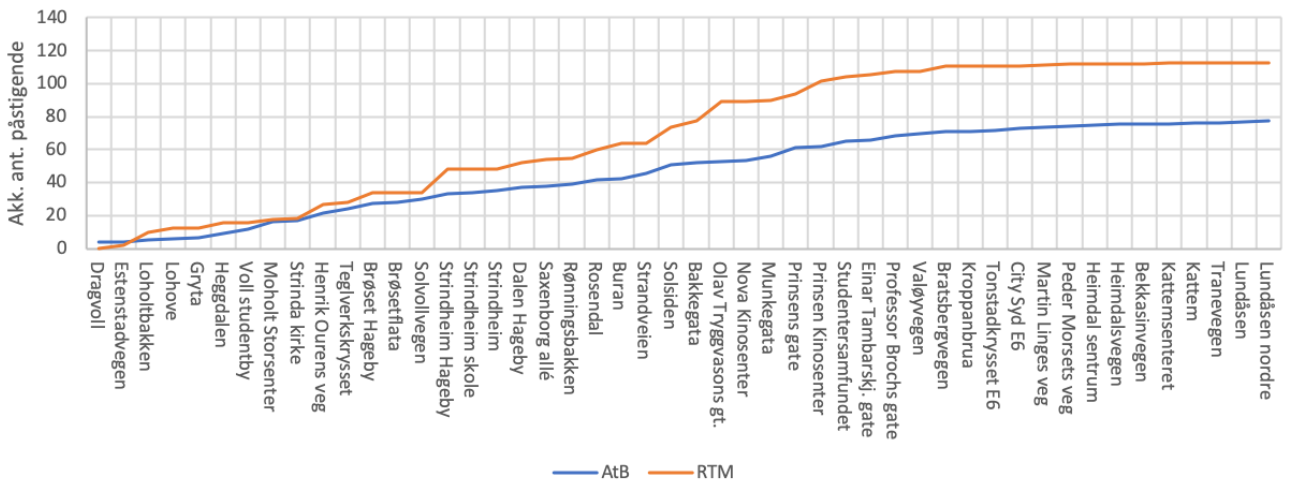


### 8 Stavset ettermiddag

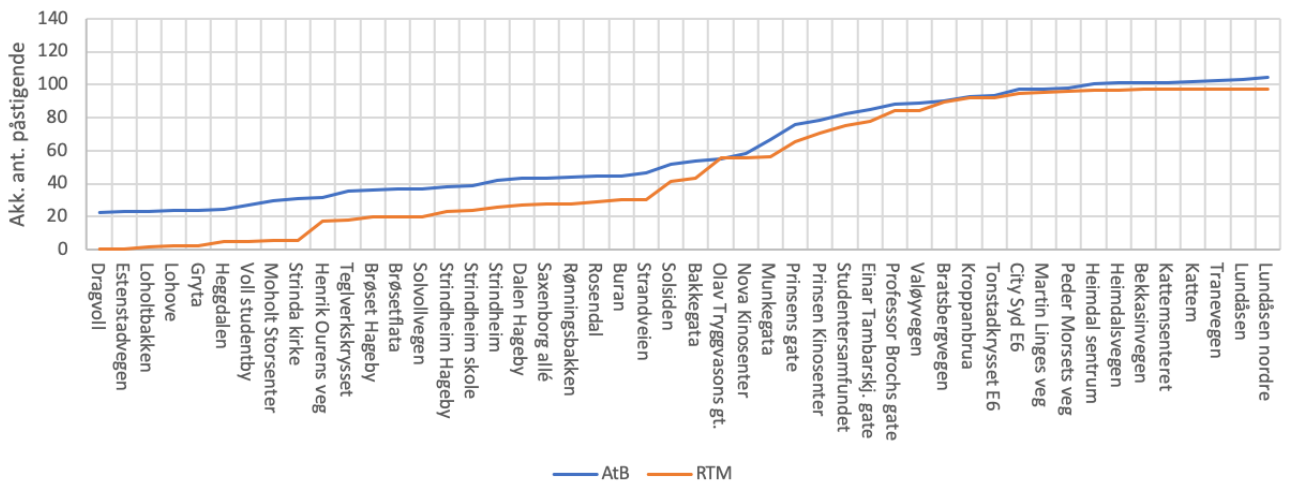


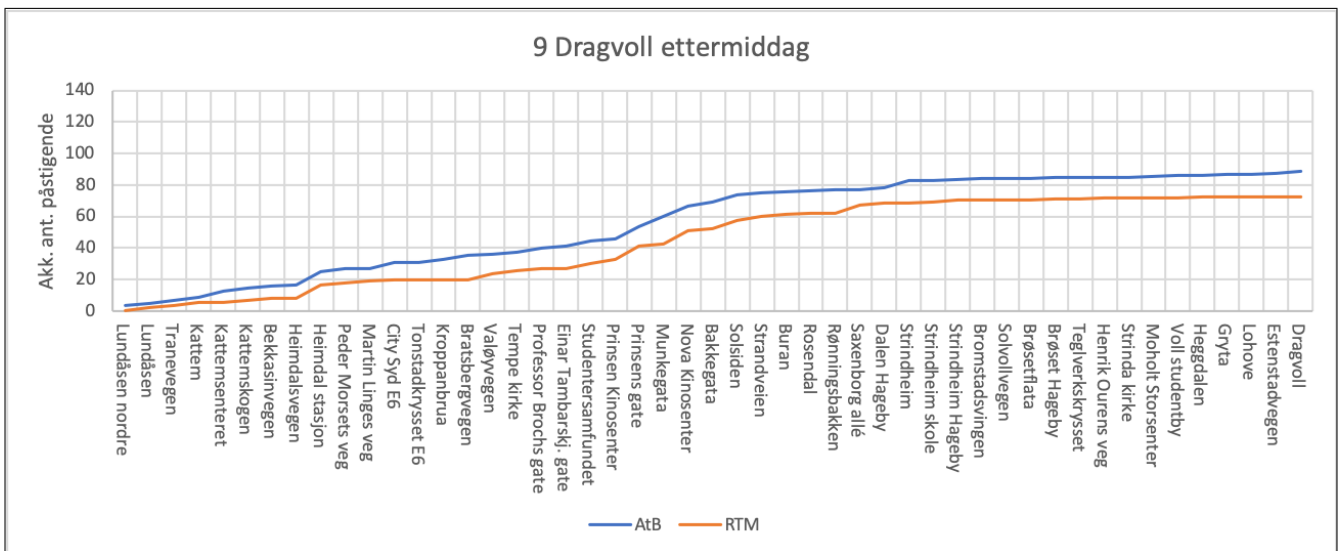
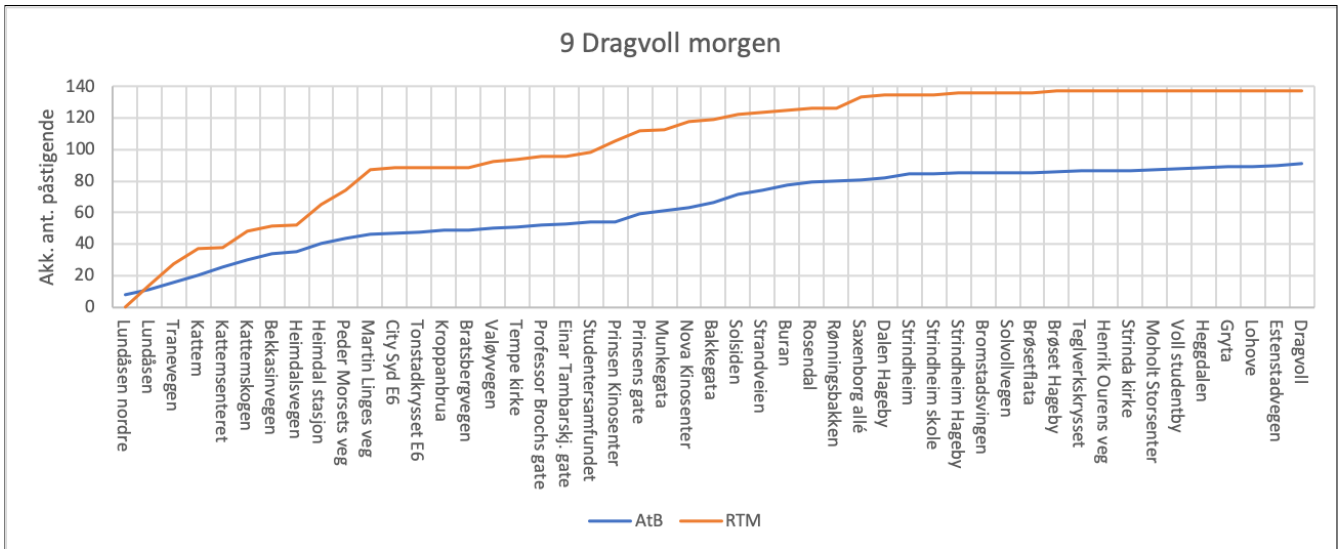


### 9 Lundåsen morgen



### 9 Lundåsen ettermiddag





# F SPSS-syntaks for uttak av plott

## F.1 Bearbeiding av det opprinnelige datasettet for rute 5 og summering for påstigninger per holdeplass

```
1 * Dette datasettet er et uendret uttak fra AtBs originale påstigningsdatasett for bare linje 5.
2 get file = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5.sav".
3 dataset name linje_5.
4
5 *Sørger for ett navn per stoppnummer.
6 recode StopName
7   ("Ila (K)" = "Ila")
8   ("Studentersamfundet 2 (K)"="Studentersamfundet 2")
9   ("Åsveien skole (K)"="Åsveien skole").
10
11 *Lager først ny variabel TripID som inneholder en unik id for hver gjennomkjøring av ruten.
12 formats JourneyNo (N4). /*alltid fire siffer.
13 formats Day (N2). /*alltid to siffer.
14 string TripID (A25).
15 compute TripID = concat(Periode, string(Day, N2),string(JourneyNo, N4)).
16 alter type TripID (A = AMIN).
17
18 *Lager variabel for alle transaksjoner som inneholder høyeste telling på den turen, kan så filtrere dem ut.
19 aggregate
20   /outfile =* mode = addvariables
21   /break TripID
22   /HoyesteTelling = max(PassengerCount).
23
24 *Flagg for urealistisk høyt antall påstigende, ref AtBs anbefaling, tar vekk alle TripIDs dersom en telling er for høy.
25 do if HoyesteTelling > 50.
26   compute GyldigTelling_flagg = 0.
27 else.
28   compute GyldigTelling_flagg = 1.
29 end if.
30 alter type GyldigTelling_flagg (F1).
31
32 *Flagg for linje fem som går i Trondheim (0 hvis Steinkjer).
33 do if CompanyNo = 172.
34   compute Trondheim_flagg = 0.
35 else.
36   compute Trondheim_flagg = 1.
37 end if.
38 alter type Trondheim_flagg (F8.2 = F1).
39
40 *Filter for andre rutemønstre enn de som er hovedruter.
41 do if JourneyPattern = "Buenget – Loholtbakken" or JourneyPattern = "Lohove snuplass – Buenget".
42   compute OKmoenster_flagg = 1.
43 else.
44   compute OKmoenster_flagg = 0.
45 end if.
46 alter type OKmoenster_flagg (F1).
47
48 *Flagg hvis billettype er mobillett.
49 do if ProductNo = 189 or ProductNo = 12004.
50   compute Mobillett_flagg = 1.
```

```

51 else.
52     compute Mobillett_flagg = 0.
53 end if.
54 alter type Mobillett_flagg (F1).
55
56
57 *Lage ny variabel TripStopID som er en kombinasjon av TripID og StopNo, skal brukes i aggregeringen.
58 string TripStopID (A25).
59 compute TripStopID = concat(TripID,ltrim(string(StopNo, F11))).
60 alter type TripStopID (A = AMIN).
61
62 *Finne andel påstigende med mobillett.
63 do if ProductNo = 189 or ProductNo = 12004.
64     compute Mobillett = PassengerCount.
65 else.
66     compute Mobillett = 0.
67 end if.
68
69 *Lager datasett som aggregerer for hvert stopp på hver tur (slik at det blir en linje per stopp per kjøring).
70 do if Trondheim_flagg and GyldigTelling_flagg and OKmoenster_flagg.
71     compute Filter_$ = 1.
72 else.
73     compute Filter_$ = 0.
74 end if.
75 filter by Filter_$.
76 aggregate
77     /outfile = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg.sav"
78     /break = TripStopID
79     /PassengerCount = sum(PassengerCount)
80     /TripID = last(TripID)
81     /Year Month Day WeekNo Period = last(Year Month Day WeekNo Periode)
82     /Direction JourneyPattern = last(Direction JourneyPattern)
83     /StopNo StopName = last(StopNo StopName)
84     /Timestamp DepartureTime = last(Timestamp DepartureTime)
85     /Virkedag_flagg = last(Virkedag_flagg)
86     /Mobillett_antall= sum(Mobillett).

```



## F.2 Beregning av gjennomsnittlig antall påstinginger per holdeplass for morgen og ettermiddag, og totale passasjertall per buss over døgnet

```
1 *OM DENNE FILEN: datasettet inneholder transaksjoner fra det opprinnelige linje_5-datasettet aggregert til hvert enkelt
  stopp for hver enkelt buss.
2 *den inneholder ikke turer der enkelttellingene var over 50, turer i Stjørdal eller andre kjøremønstre enn de to hovedmønstrene.
3 get file = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg.sav".
4 dataset name linje_5_agg.
5
6 * lage variabel som har et sekvensiell nummer for stopp for hver retning, 101 for direction 1, stopp 01.
7 if StopNo = 16010266 DirStop = 101.
8 if StopNo = 16010120 DirStop = 102.
9 if StopNo = 16010103 DirStop = 103.
10 if StopNo = 16011533 DirStop = 104.
11 if StopNo = 16011078 DirStop = 105.
12 if StopNo = 16011553 DirStop = 106.
13 if StopNo = 16011630 DirStop = 107.
14 if StopNo = 16011302 DirStop = 108.
15 if StopNo = 16011301 DirStop = 109.
16 if StopNo = 16011567 DirStop = 110.
17 if StopNo = 16011366 DirStop = 111.
18 if StopNo = 16010371 DirStop = 112.
19 if StopNo = 16011265 DirStop = 113.
20 if StopNo = 16011333 DirStop = 114.
21 if StopNo = 16011197 DirStop = 115.
22 if StopNo = 16011477 DirStop = 116.
23 if StopNo = 16011011 DirStop = 117.
24 if StopNo = 16010905 DirStop = 118.
25 if StopNo = 16010014 DirStop = 119.
26 if StopNo = 16010013 DirStop = 120.
27 if StopNo = 16010442 DirStop = 121.
28 if StopNo = 16010192 DirStop = 122.
29 if StopNo = 16010338 DirStop = 123.
30 if StopNo = 16010520 DirStop = 124.
31 if StopNo = 16010576 DirStop = 125.
32 if StopNo = 16010205 DirStop = 126.
33 if StopNo = 16010169 DirStop = 127.
34 if StopNo = 16010460 DirStop = 128.
35 if StopNo = 16010308 DirStop = 129.
36 if StopNo = 16010047 DirStop = 130.
37 if StopNo = 16010306 DirStop = 131.
38 if StopNo = 16010482 DirStop = 132.
39 if StopNo = 16010327 DirStop = 133.
40 if StopNo = 16010445 DirStop = 134.
41 if StopNo = 16010436 DirStop = 135.
42 if StopNo = 16010132 DirStop = 136.
43 if StopNo = 16010413 DirStop = 137.
44 if StopNo = 16010287 DirStop = 138.
45 if StopNo = 16010074 and Direction = 1 DirStop = 139. /* Buengen brukes i slutten av denne kjøreretningen og starten av
  den neste.
46 if StopNo = 16010074 and Direction = 0 DirStop = 1.
47 if StopNo = 16011287 DirStop = 2.
48 if StopNo = 16011413 DirStop = 3.
49 if StopNo = 16011132 DirStop = 4.
50 if StopNo = 16011436 DirStop = 5.
51 if StopNo = 16011445 DirStop = 6.
52 if StopNo = 16011327 DirStop = 7.
53 if StopNo = 16011482 DirStop = 8.
54 if StopNo = 16011043 DirStop = 9.
```

```

55 if StopNo = 16011047 DirStop = 10.
56 if StopNo = 16011308 DirStop = 11.
57 if StopNo = 16011460 DirStop = 12.
58 if StopNo = 16011169 DirStop = 13.
59 if StopNo = 16011205 DirStop = 14.
60 if StopNo = 16011576 DirStop = 15.
61 if StopNo = 16011520 DirStop = 16.
62 if StopNo = 16011338 DirStop = 17.
63 if StopNo = 16011192 DirStop = 18.
64 if StopNo = 16011442 DirStop = 19.
65 if StopNo = 16011013 DirStop = 20.
66 if StopNo = 16011014 DirStop = 21.
67 if StopNo = 16010907 DirStop = 22.
68 if StopNo = 16010011 DirStop = 23.
69 if StopNo = 16010477 DirStop = 24.
70 if StopNo = 16010197 DirStop = 25.
71 if StopNo = 16010333 DirStop = 26.
72 if StopNo = 16010265 DirStop = 27.
73 if StopNo = 16010366 DirStop = 28.
74 if StopNo = 16010567 DirStop = 29.
75 if StopNo = 16010301 DirStop = 30.
76 if StopNo = 16010302 DirStop = 31.
77 if StopNo = 16010553 DirStop = 32.
78 if StopNo = 16010078 DirStop = 33.
79 if StopNo = 16010533 DirStop = 34.
80 if StopNo = 16011103 DirStop = 35.
81 if StopNo = 16011120 DirStop = 36.
82 if StopNo = 16011268 DirStop = 37.
83 alter type DirStop (F3).
84 *legger riktige navn i value labels så de kan vises i grafene.
85 add value labels DirStop
86     1 'Buenget'
87     2 'Lillerydningen'
88     3 'Rydningen'
89     4 'Fjøsli'
90     5 'Selsbakkflata'
91     6 'Martin Stokkens veg'
92     7 'Migosenteret'
93     8 'Søndre Hallset'
94     9 'Arnt Smistads veg'
95     10 'Byåsen skole'
96     11 'Munkvoll gård'
97     12 'Stabells veg'
98     13 'Havstadsenteret'
99     14 'Johan Falkbergets vei'
100    15 'Åsveien skole'
101    16 'Tvetestien'
102    17 'Nyveibakken'
103    18 'Ila'
104    19 'Skansen'
105    20 'Kalvskinnnet'
106    21 'Hospitalskirka'
107    22 'Kongens gate K2'
108    23 'Prinsen Kinosenter'
109    24 'Studentersamfundet 2'
110    25 'Høgskoleringen'
111    26 'Gløshaugen Nord'
112    27 'Gløshaugen'
113    28 'Berg studentby'
114    29 'Østre Berg'
115    30 'Moholt studentby'
116    31 'Moholt'
117    32 'Voll studentby'
118    33 'Bergheim'

```

## F.2. Beregning av gjennomsnittlig antall påstinginger per holdeplass for morgen og ettermiddag, og totale passasjertall per buss over døgnet

```
119 34 'NTNU Dragvoll'
120 35 'Dragvoll'
121 36 'Estenstadvegen'
122 37 'Loholtbakken'
123 101 'Lohove snuplass'
124 102 'Estenstadvegen'
125 103 'Dragvoll'
126 104 'NTNU Dragvoll'
127 105 'Bergheim'
128 106 'Voll studentby'
129 107 'Brøsetvegen'
130 108 'Moholt'
131 109 'Moholt studentby'
132 110 'Østre Berg'
133 111 'Berg studentby'
134 112 'Prestegårdsjordet'
135 113 'Gløshaugen'
136 114 'Gløshaugen Nord'
137 115 'Høgskoleringen'
138 116 'Studentersamfundet 2'
139 117 'Prinsen Kinosenter'
140 118 'Kongens gate K1'
141 119 'Hospitalskirka'
142 120 'Kalvskinnet'
143 121 'Skansen'
144 122 'Ila'
145 123 'Nyveibakken'
146 124 'Tvetestien'
147 125 'Åsveien skole'
148 126 'Johan Falkbergets vei'
149 127 'Havstadsenteret'
150 128 'Stabells veg'
151 129 'Munkvoll gård'
152 130 'Byåsen skole'
153 131 'Munkvoll'
154 132 'Søndre Hallset'
155 133 'Migosenteret'
156 134 'Martin Stokkens veg'
157 135 'Selsbakkflata'
158 136 'Fjøsli'
159 137 'Rydningen'
160 138 'Lillerydningen'
161 139 'Buenget'.
162
163 *Filter for sommer og desember og første nyttårsdag og første halvdel av 2017.
164 do if (Day = 1 and Month=1) or Month = 6 or Month = 7 or Month = 8 or Month = 12 or (Year = 2017 and (Month = 1
    or Month = 2 or Month = 3 or Month = 4 or Month = 5)).
165     compute Month_flagg = 0.
166 else.
167     compute Month_flagg = 1.
168 end if.
169 alter type Month_flagg (F1).
170
171 *Filter for tellinger med gale tidsregistreringer.
172 alter type DepartureTime (TIME5).
173 alter type Timestamp (TIME8).
174 do if DepartureTime < TIME.HMS(23) and datediff(Timestamp, DepartureTime, "minutes") > 240.
175     compute Timeerror_flagg = 0. /*metoden vil slå ut for alle turer som passerer midnatt, så disse tas ikke med i filtreringen
    .
176 else.
177     compute Timeerror_flagg = 1. /*dette gjør at tallene ikke vil stemme for natteturene, men vi bryr oss ikke om dem
    uansett.
178 end if.
179 alter type Timeerror_flagg (F1).
```

```

180
181 *Sorterer turer i tre perioder: rush morgen, rush kveld og lavtrafikk.
182 alter type DepartureTime (TIME5).
183 string TimePeriod (A10).
184 do if range(DepartureTime, TIME.HMS(7), TIME.HMS(8)).
185     compute TimePeriod = "Morgen".
186 else if range(DepartureTime, TIME.HMS(15), TIME.HMS(16)).
187     compute TimePeriod = "Kveld".
188 else.
189     compute TimePeriod = "Lav".
190 end if.
191
192 *Lage kumulativ påstigningsverdi for hver TripID.
193 filter off.
194 sort cases by TripID DirStop. /*VIKTIG: generer Ombord med riktig sortering.
195 if TripID NE lag(TripID,1) Ombord=0. /*Initialize if new TripID.
196 compute Ombord=Ombord+PassengerCount. /*Running Sum PassengerCount.
197 leave Ombord. /* Don't initialize.
198 execute.
199
200 *Beregne andel mobilletter per avgang.
201 do if Mobillett_antall GT 0.
202     compute Mobillett_andel = Mobillett_antall / PassengerCount.
203 else.
204     compute Mobillett_andel = 0.
205 end if.
206 alter type Mobillett_andel (F1.2).
207
208 *Akrobatikk for å kunne telle opp turer i hver retning, samt flagg for når ett av stoppene på en tur har ulogisk timestamp.
209 aggregate
210     /outfile =* mode=addvariables overwrite = yes
211     /break = tripID
212     /StopsOnTrip = nu()
213     /TimeerrorOnTrip = min(Timeerror_flagg). /* 0 hvis noen av stoppene på turen har feilregistrering, 1 ellers.
214 compute ShareOfTrip = 1/StopsOnTrip. /* så man kan summere verdiene i denne kolonnen og få antall unike TripIDs.
215 alter type ShareOfTrip (F8.2).
216 string TimePeriodDirection (A10). /* holde turer i hver retning adskilt.
217 compute TimePeriodDirection = concat(TimePeriod, ltrim(string(Direction,F11))).
218 *****FILTER.
219 do if Virkedag_flagg and Month_flagg and TimeerrorOnTrip.
220     compute Filter_$ = 1.
221 else.
222     compute Filter_$ = 0.
223 end if.
224 alter type Filter_$ (F1).
225 filter by Filter_$.
226 execute.
227 *****.
228 aggregate
229     /outfile =* mode=addvariables overwrite = yes
230     /break = TimePeriodDirection
231     /TripCountByTimePeriod = sum(ShareOfTrip). /*summerer opp turer i de ulike tidsperiodene for hver retning.
232
233 *****MORGENAGGREGERING*****.
234 *****FILTER.
235 do if Virkedag_flagg and Month_flagg and TimeerrorOnTrip and TimePeriod = "Morgen".
236     compute Filter_$ = 1.
237 else.
238     compute Filter_$ = 0.
239 end if.
240 filter by Filter_$.
241 *****.
242 *lage statistikk for hvert stopp morgenfilter for morgenfil, og ettermiddagsfilter for kveldsfil.
243 aggregate

```

## F.2. Beregning av gjennomsnittlig antall påstinginger per holdeplass for morgen og ettermiddag, og totale passasjertall per buss over døgnet

```

244 /outfile = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg_DirStop_morgen.
      sav"
245 /break DirStop
246 /Direction = first(Direction)
247 /StopNo StopName = first(DirStop StopName)
248 /SnittCountMorgen = mean(PassengerCount)
249 /StopCount = nu() /*antall ganger stoppet brukes.
250 /TripCount = mean(TripCountByTimePeriod). /* mean fordi eventuelle feil vil bli synlige om ikke TripCount er et heltall.
251
252 *****KVELDSAGGREGERING*****
253 *****FILTER.
254 do if Virkedag_flagg and Month_flagg and TimeerrorOnTrip and TimePeriod = "Kveld".
255     compute Filter_$ = 1.
256 else.
257     compute Filter_$ = 0.
258 end if.
259 filter by Filter_$.
260 *****.
261 aggregate
262 /outfile = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg_DirStop_kveld.sav
      "
263 /break DirStop
264 /Direction = first(Direction)
265 /StopNo StopName= first(DirStop StopName)
266 /SnittCountKveld = mean(PassengerCount)
267 /StopCount = nu()
268 /TripCount = mean(TripCountByTimePeriod).
269 *****AGGREGERING FOR HVER TUR*****
270
271 *lage oversikt over totalt antall passasjerer per TripID.
272 *****FILTER.
273 do if Virkedag_flagg and Month_flagg and TimeerrorOnTrip.
274     compute Filter_$ = 1.
275 else.
276     compute Filter_$ = 0.
277 end if.
278 alter type Filter_$ (F1).
279 filter by Filter_$.
280 *****.
281 aggregate
282 /outfile = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg_TripID.sav"
283 /break = TripID
284 /PassengerTotal = sum(PassengerCount)
285 /Year Month Day WeekNo Period Direction JourneyPattern DepartureTime Virkedag_flagg TimePeriod = last(Year
      Month Day WeekNo Period Direction JourneyPattern DepartureTime Virkedag_flagg TimePeriod).

```

### F.3 Tegne påstigningsprofil for 07.00–08.00

Oppsettet for morgen- og kvelds-grafene er det samme, her vises syntakset for morgen.

```

1  get file = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg_DirStop_morgen.sav".
2  dataset name linje_5_agg_stat_morgen.
3
4  compute Vekt = StopCount/TripCount.
5
6  compute SnittCountVektet = SnittCountMorgen*Vekt.
7
8  *snitt ombordstigninger vektet mot hvor ofte stoppet blir brukt.
9  if Direction ne lag(Direction,1) SnittOmbordVektet=0. /*Initialize if new Direction.
10 compute SnittOmbordVektet=SnittOmbordVektet+SnittCountVektet.
11 leave SnittOmbordVektet.
12 execute.
13
14
15 *****RETNING 1*****
16 *****FILTER.
17 do if Direction = 1.
18     compute Filter_$ = 1.
19 else.
20     compute Filter_$ = 0.
21 end if.
22 filter by Filter_$.
23 execute.
24 *****
25 *tegne snitt for de ulike stoppene.
26 ggraph
27     /graphdataset name = "graphdataset" variables = StopNo SnittOmbordVektet
28     /graphspect source = inline.
29 begin gpl
30     PAGE: begin(scale(24cm,10cm))
31     SOURCE: s = userSource (id("graphdataset"))
32     DATA: StopNo = col (source (s), name ("StopNo"), unit.category())
33     DATA: SnittOmbordVektet = col (source (s), name ("SnittOmbordVektet"))
34     GUIDE: axis(dim(1), delta(0.5))
35     ELEMENT: line(position(smooth.step.center(StopNo*SnittOmbordVektet)), size(size."2"))
36     PAGE: end()
37 end gpl.
38
39 *****RETNING 0*****
40 *****FILTER.
41 do if Direction = 0.
42     compute Filter_$ = 1.
43 else.
44     compute Filter_$ = 0.
45 end if.
46 filter by Filter_$.
47 execute.
48 *****
49 *tegne snitt for de ulike stoppene.
50 ggraph
51     /graphdataset name = "graphdataset" variables = StopNo SnittOmbordVektet
52     /graphspect source = inline.
53 begin gpl
54     PAGE: begin(scale(24cm,10cm))
55     SOURCE: s = userSource (id("graphdataset"))
56     DATA: StopNo = col (source (s), name ("StopNo"), unit.category())
57     DATA: SnittOmbordVektet = col (source (s), name ("SnittOmbordVektet"))
58     GUIDE: axis(dim(1))

```

```
59 ELEMENT: line(position(smooth.step.center(StopNo*SnittOmbordVektet)), size(size."2"))
60 PAGE: end()
61 end gpl.
```

## F.4 Tegne plott for totalt antall påstigende for hver over døgnet

```

1  get file = "C:\Users\Ellen Heffer Flaata\Documents\MASTER\Pastigning_AtB\Linje5\linje_5_agg_TripID.sav".
2  dataset name linje_5_agg_TripID.
3
4  sort cases TripID DepartureTime.
5  *****Tidskategorier*****
6  compute DepHour = xdate.hour(DepartureTime).
7  alter type DepHour (N2).
8
9  string DepMin (A2).
10 compute DepMin = char.substr(string(DepartureTime,TIME5),4,2).
11 alter type DepMin (N2).
12
13 compute NextDepHour = xdate.hour(DateSum(DepartureTime, 1, "hours", "rollover")).
14 alter type NextDepHour (N2).
15
16 string DepTimeInterval (A20).
17 do if DepMin <15.
18     compute DepTimeInterval = concat(string(DepHour,N2), ":00 – ", string(DepHour,N2), ":15").
19 else if DepMin >= 15 and DepMin < 30.
20     compute DepTimeInterval = concat(string(DepHour,N2), ":15 – ", string(DepHour,N2), ":30").
21 else if DepMin >= 30 and DepMin < 45.
22     compute DepTimeInterval = concat(string(DepHour,N2), ":30 – ", string(DepHour,N2), ":45").
23 else.
24     compute DepTimeInterval = concat(string(DepHour,N2), ":45 – ", char.substr(string(NextDepHour,N2),1,2), ":00").
25 end if.
26 execute.
27 *****
28 string DirDepTime (A15).
29 compute DirDepTime = concat(ltrim(string(Direction, F11))," – ",string(DepHour,N2),":",string(DepMin,N2)).
30 execute.
31 aggregate
32     /outfile =* mode=addvariables overwrite =yes
33     /break = DirDepTime
34     /MeanPassengersByTime = mean(PassengerTotal)
35     /SdPassengersByTime = sd(PassengerTotal)
36     /DepartureTimeFreq = nu().
37
38 compute MeanPlusSd = MeanPassengersByTime + SdPassengersByTime.
39 compute MeanMinusSd = MeanPassengersByTime – SdPassengersByTime.
40 execute.
41
42
43 *****GRAF FOR RETNING 1*****
44 *grafer som viser gjennomsnittlig antall reisende per buss for hvert avreisetidspunkt -- men -- mulig problem med at
45     snittene er regnet ut over tidspunkt og ikke differensiert på retning.
46 * obs – når disse grafene genereres for ulike måneder, skifter de utseende over sommeren 2017 -- rutetidene endret seg.
47 * velger derfor vekk turer før 201709.
48 *****FILTER*****
49 do if Direction=1.
50     compute Filter_$ = 1.
51 else.
52     compute Filter_$ = 0.
53 end if.
54 filter by Filter_$.
55 execute.
56 *****
57 ggraph
58     /graphdataset name ="graphdataset" datafilter = Filter_$ (values=1)

```



## F.4. Tegne plott for totalt antall påstigende for hver over døgnet

```

58     variables = MeanPassengersByTime MeanPlusSd MeanMinusSd DepartureTime Filter_$
59     /graphspec source = inline.
60 begin gpl
61     PAGE: begin(scale(15cm, 4cm))
62     SOURCE: s=userSource(id("graphdataset"))
63     DATA: MeanPassengersByTime=col(source(s), name("MeanPassengersByTime"))
64     DATA: MeanPlusSd=col(source(s), name("MeanPlusSd"))
65     DATA: MeanMinusSd=col(source(s), name("MeanMinusSd"))
66     DATA: DepartureTime=col(source(s), name("DepartureTime"))
67     GUIDE: axis(dim(1), delta(3600))
68     SCALE: linear(dim(1), min(23400), max(86400))
69     SCALE: linear(dim(2), dataMaximum())
70     ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanPassengersByTime),size(size."2"))
71     ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanPlusSd),size(size."1"), transparency(transparency."0.7"))
72     ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanMinusSd),size(size."1"), transparency(transparency."0.7"))
73     PAGE: end()
74 end gpl.
75
76
77
78 *****GRAF FOR RETNING 0*****
79 *****FILTER*****
80 do if Direction=0.
81     compute Filter_$ = 1.
82 else.
83     compute Filter_$ = 0.
84 end if.
85 filter by Filter_$.
86 execute.
87 *****
88
89 ggraph
90 /graphdataset name ="graphdataset" datafilter = Filter_$ (values=1)
91     variables = MeanPassengersByTime MeanPlusSd MeanMinusSd DepartureTime Filter_$
92     /graphspec source = inline.
93 begin gpl
94     PAGE: begin(scale(15cm, 4cm))
95     SOURCE: s=userSource(id("graphdataset"))
96     DATA: MeanPassengersByTime=col(source(s), name("MeanPassengersByTime"))
97     DATA: MeanPlusSd=col(source(s), name("MeanPlusSd"))
98     DATA: MeanMinusSd=col(source(s), name("MeanMinusSd"))
99     DATA: DepartureTime=col(source(s), name("DepartureTime"))
100    GUIDE: axis(dim(1), delta(3600))
101    SCALE: linear(dim(1), min(23400), max(86400))
102    SCALE: linear(dim(2), dataMaximum())
103    ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanPassengersByTime),size(size."2"))
104    ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanPlusSd),size(size."1"), transparency(transparency."0.7"))
105    ELEMENT: line(position(DepartureTime*MeanMinusSd),size(size."1"), transparency(transparency."0.7"))
106    PAGE: end()
107 end gpl.

```

