

Lana Krehic
Mia Marie Wallgren Sohlman

En empirisk undersøkelse av hvilke faktorer som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim

Masteroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Jan Morten Dyrstad
Trondheim, juni 2017

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi

Forord

Etter flere års daglig erfaring med buss til og fra NTNUs campus Dragvoll, er det passende at vår avsluttende prøvelse skulle handle om akkurat buss. Arbeidet med masteroppgaven kan i stor grad sammenliknes med en bussreise, og langs traséen har det vært mange nyttige hjelpere som vi gjerne vil takke.

Uten Thomas Brekk Unnvik hos AtB ville det aldri vært en avgang fra startholdeplassen. Takk for at du har brukt mye tid på å hente ut data og svart på utallige spørsmål fra oss, både over mail og i møter.

Videre har Trondheim parkering, Miljøpakken og Trondheim kommune, Eiendom Norge, Norsk Petroleumsinstitutt, Vegamot og flere i AtB bidratt med essensiell ruteinformasjon. Uten disse bidragene hadde vi ikke visst hvor traséen skulle gå.

En bussreise er ikke optimal uten familie og venner. Takk til Jonas og Einar, samt alle i lunsjklubben, for å ha vært med på reisen. Dere har gitt oss mange gode minner de siste fem årene.

Til sist vil vi rette en dypfølt takk til Jan Morten Dyrstad, som har ledet oss på vår vei mot endeholdeplassen, og som mang en gang har fylt på drivstoff og vedlikeholdt bussen. Takk for at du har utfordret, motivert og veiledet oss lang utover det som står i retningslinjene. Uten deg hadde det vært mye forsinkelser og frakjøringer på reisen.

Masteroppgaven er i sin helhet et felles arbeid utført av Lana Krehić og Mia Sohlman. Synspunkter og tolkninger i oppgaven er våre egne. Det har vært en stor glede å gjennomføre oppgaven sammen og resultatet hadde ikke vært det samme uten de gode diskusjonene på datarommet.

Lana Krehić og Mia Sohlman

Trondheim, 1. juni 2017

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven er å undersøke hvilke faktorer som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim. Oppgaven tar utgangspunkt i et paneldatasett som følger 28 busslinjer i perioden 2010 til 2016. De avhengige variabelene er antall påstigende passasjerer med henholdsvis periodebillett og enkeltbillett.

Vi finner at reisende med enkeltbillett er marginale reisende som reagerer på flere faktorer enn reisende med periodebillett. Blant annet har billettpris og kostnaden ved bilbruk større betydning for etterspørselen etter reiser med enkeltbillett enn periodebillett.

Også forsinkelser og frakjøringer har betydning for etterspørselen etter kollektivtransport. Vi finner at høyt driftsavvik på busstilbudet overskygger betydningen av egenprisen, mens lavt driftsavvik gjør reisende mer følsomme overfor endringer i billettprisen.

Til sist finner vi at innføringen av bomring økte etterspørselsnivået for begge billetttyper. Samtidig øker egenpriselasitetene etter at bommen ble innført, som indikerer at reisende i Trondheim har blitt mindre avhengige av kollektivtransport. Sett i sammenheng med en økende trend i etterspørselen etter enkeltbillett etter at bomringen åpnet, kan resultatene tyde på at flere velger andre transportmåter etter åpningen av bomringen, og reiser med buss i enkelttilfeller.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Dagens transportsituasjon i Trondheim	1
1.2	Problemstilling og hypoteser	2
2	Litteraturgjennomgang	5
2.1	Pris- og inntektseffekter	5
2.2	Kvalitetseffekter	7
2.3	Effekter på bilbruk	8
3	Utgangspunkt for analyse	11
3.1	Teoretisk rammeverk	11
3.2	Transporttiltak i Trondheim	12
4	Datamaterialet	15
4.1	Valg av busslinjer	15
4.2	Avhengig variabel	15
4.3	Forklaringsvariabler	18
5	Økonometrisk rammeverk	27
5.1	Økonometriske utfordringer	27
5.2	Modellspekifikasjon	32
6	Resultater	35
6.1	Modell 1: Periodebillett	35
6.2	Modell 2: Enkeltbillett	38
6.3	Foreløpig oppsummering	41
7	Robusthet og utvidelser	45
7.1	Robusthetstest	45
7.2	Betydning av driftsavvik	49
7.3	Effekt av bomring	52
8	Oppsummering og diskusjon	57
8.1	Svakheter og videre forskning	61

9 Konklusjon	63
Referanser	65
A Appendiks	69
A.1 Rutekart og inkluderte busslinjer	69
A.2 Deskriptiv statistikk	71
A.2.1 Deskriptiv statistikk og variabelforklaring	71
A.2.2 Korrelasjonsmatrise	72
A.3 Tilleggsdata	73
A.3.1 Bompasseringer	73
A.3.2 Utvikling i arbeidsledighet	74
A.3.3 Utvikling i billettpriser	75
A.3.4 Utvikling i vognkilometer i Trondheim	77
A.4 Statisk modell	78

Figurer

1	Passasjerutvikling AtB (utvalgte linjer)	16
2	Passasjerutvikling for periodebillett og enkeltbillett	17
3	Utvikling i pris på periodebillett og enkeltbillett (utvalgte linjer)	18
4	Utvikling i pris på én time parkering - gateplan	20
5	Utvikling i pris på én liter diesel - deflaterte priser	21
6	Utvikling i befolkningen i Trondheim	22
7	Utvikling i boligpriser i Trondheim - indeks	23
8	Rutekart for området Stor-Trondheim AtB.	69
9	Utvikling i antall passeringer med miljøvennlige biler i bomringen	73
10	Utvikling av arbeidsledighet i Trondheim (i prosent)	74
11	Prisutvikling enkeltbillettprodukter	75
12	Prisutvikling periodebillettprodukter	76
13	Utvikling i vognkilometer i Trondheim	77

Tabeller

1	Dynamisk modellering - Periodebillett	36
2	Dynamisk modellering - Enkeltbillett	39
3	Robusthetstest - Sammenlikning av busslinje 5 og 60	46
4	Oversikt over busslinjer med flest og færrest gjennomsnittlige driftsavvik per uke	49
5	Utvidelse 1 - Betydningen av driftsavvik	50
6	Utvidelse 2 - Betydningen av bomring	53
7	Oversikt over inkluderte busslinjer	70
8	Deskriptiv statistikk og variabelforklaring	71
9	Statisk modellering - Periode- og enkeltbillett	78

1 Innledning

Mennesker har forskjellige grunner til å bevege på seg - det være seg for å nå jobb, besøke venner og familie, oppleve nye steder eller for reisen i seg selv. Transport tillater at jobb og bosted er geografisk separert, og øker derfor bostedsmulighetene for hver husholdning. I tillegg vil sosiale forhold være begrenset uten transport (Button, 2010, s. 49).

Det er en klar forventning om at et velfungerende samfunn skal ha en minimumsstandard på transporttilbudet, på lik linje som man forventer en slik standard på blant annet helsetjenester, utdanning og sikkerhet. Offentlig transport kan derfor bli sett på som et offentlig gode eller et *merittgode*. Et merittgode skal tilfredsstillende tilbys og finansieres over offentlige budsjetter med en større mengde enn hva markedet kan klarere (Button, 2010, s. 96). Enkelte grupper har større behov for offentlig transport for å kunne utføre daglige gjøremål. Det er viktig at disse har et tilfredsstillende tilbud av offentlig transport, slik at manglende mobilitet ikke hindrer dem i å delta i samfunnet på lik linje med andre.

Siden transport er en viktig del av samfunnet, er måten den organiseres av stor betydning. Å innhente informasjon om hva som påvirker menneskers valg av ulike transportmåter er derfor viktig for å kunne planlegge framtidige endringer og tiltak i transportsektoren. På denne måten kan man legge til rette for at så mange som mulig tilbys et tilstrekkelig godt transporttilbud.

1.1 Dagens transportsituasjon i Trondheim

Det er viktig at tilbudet av kollektivtransport er tilfredsstillende, slik at kollektivtransporten er et reelt alternativ til bil. I 2014 ble det beregnet at 92 prosent av Trondheims befolkning har et svært godt eller godt kollektivtilbud (Miljøpakken, 2016b, s. 5). Dette er på samme nivå som Bergen og Stavanger. Tall fra reisevaneundersøkelser utført i Trondheimsområdet viser at gjennomsnittlig andel som velger å reise med kollektivtransport har økt fra 7,9 prosent til 13,2 prosent i perioden 2009 til 2015. Samtidig har andelen som velger bil blitt redusert fra 58,9 prosent til 54,2 prosent i samme periode (Miljøpakken, 2016c, s. 5).

Befolkningen i Trondheim har økt fra 170.936 i januar 2010 til 190.404 i desember 2016, en økning på 11,4 prosent.¹ Boligprisene i Trondheim har i samme periode økt med 53,7 prosent.² Dette kan danne grunnlaget for at flere velger å bosette seg lengre utenfor

¹Befolkningsutviklingen i Trondheim oppgitt av Trondheim kommune per mail 21. januar 2017.

²Boligprisstatistikk oppgitt av Eiendomsverdi per mail 10. januar 2017.

Trondheim sentrum. Økt befolkning i en by kan gi press på boligpriser, og sammen med andre faktorer som forurensning, kriminalitet og trengsel, kan dette bidra til at noen flytter ut fra byen til nærliggende områder (Button, 2010, s. 36). Dette fenomenet er omtalt som *urban sprawl*.

De praktiske utfordringene for lokale myndigheter knyttet til *urban sprawl* er å kunne tilby tilstrekkelige offentlige tjenester, også for de som bor utenfor det sentrale byområdet. For disse husholdningene er avstanden til jobb og fritidsaktiviteter ofte større, og dersom ikke transportplanleggingen er optimal, blir behovet for bil større (Button, 2010, s. 37).

Lengre pendlervei til både arbeid og skole, i tillegg til et økt antall biler på veien, har negative eksternalitetseffekter både på trengsel og på miljøet. I 2015 stod veitrafikken for 10,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i Norge, dette tilsvarer rundt 19 prosent av de totale klimagassutslippene fra norsk territorium. Utslippene fra veitrafikken har siden 1990 økt med 32,6 prosent (Statistisk sentralbyrå, 2016).

For å håndtere klimautfordringene og en økende trengsel på vegnettet, ble *Miljøpakken Trondheim* vedtatt i Trondheims bystyre i april 2008. Miljøpakken omfatter flere hundre prosjekter som skal legge til rette for en mer effektiv og miljøvennlig trafikkavvikling (Sør-Trøndelag fylkeskommune, Trondheim kommune & Statens vegvesen Region midt, 2010). Noen av tiltakene er rettet mot kollektivtransport, og motivere hvorfor vi ønsker å undersøke etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim.

1.2 Problemstilling og hypoteser

I Nasjonal transportplan (NTP) legger myndighetene vekt på at personbiltrafikken må reduseres for at Norge skal kunne nå et «nullvekstmål» for privatbiltransport.³ Rapporten legger vekt på at redusert personbiltrafikk ikke bør gi en reduksjon i befolkningens mobilitet, men dreie mobiliteten over til bærekraftige løsninger (Avinor, Jernbaneverket, Kystverket & Statens vegvesen, 2016, s. 11). For at Norge skal være i stand til å oppnå dette målet, må det derfor legges føringer for at folk skal endre sine reisevaner fra personbil til mer bærekraftige løsninger, som for eksempel buss.

Vår undersøkelse baserer seg på data fra 2010 til 2016. I denne perioden økte bruken av kollektivtransport i Trondheim kraftig.⁴ I samme periode har antall passeringer med personbil i bomringene vært jevn.⁵ For å være i stand til å øke andelen som velger å kjøre

³Nullvekstmålet presenteres i Nasjonal transportplan 2014-2023 og innebærer at all vekst i trafikken skal være gjennom kollektivtransport, sykkel eller gange.

⁴Data for passasjerutvikling presenteres i kapittel 4.

⁵Utviklingen i bompaseringer presenteres i appendiks A.3.1.

kollektivt ytterligere må vi vite hva som har bidratt til denne veksten, slik at myndighetene kan bevilge midler til de tiltakene som har størst virkning.

I denne oppgaven skal vi undersøke hva som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim. Hvilke økonomiske faktorer har betydning for etterspørselen? På hvilken måte blir etterspørselen etter kollektivtransport påvirket av forskjellige tiltak? Er det forskjell i de reisendes reaksjon på negative tiltak på bilbruk, som blant annet økte drivstoffpriser, økt parkeringspris og innføring av bomring, og på typiske positive tiltak rettet mot tilbudet av kollektivtransport, som prisreduksjon og økt kvalitet?

For å undersøke effektene vil vi ta utgangspunkt i standard økonomisk teori for etterspørsel. Vi bruker antall påstigninger per linje per uke som et mål på total etterspørsel etter reiser med kollektivtransport i Trondheim. Det er grunn til å tro at reisende med forskjellig billettype reagerer forskjellig når relevante faktorer endrer seg. Vi har derfor delt opp antall påstigninger i to billettkategorier. Den ene er påstigende med periodebillett, som kan fange opp responsen til personer som er typiske bussbrukere eller pendlere. Den andre kategorien er enkeltbilletter. Den kan representere personer som vanligvis har en annen reisemåte, men som har en tilbøyelighet til å benytte bussen av og til. Det kan også tenkes at ulike grupper, som for eksempel studenter og arbeidsreisende, reagerer forskjellig på de relevante faktorene. Er det slik at adferden er forskjellig mellom ulike grupper reisende?

Resten av oppgaven vil være strukturert som åtte kapitler. Først vil vi presentere litteratur om etterspørsel etter kollektivtransport. Deretter vil vi i kapittel tre og fire gjøre rede for henholdsvis rammebetingelsene og datamaterialet som analysen vår baserer seg på. Økonometriske utfordringer og rammeverk vil bli diskutert i kapittel fem. I kapittel seks vil vi presentere resultatene fra de empiriske undersøkelsene. Robusthet og utvidelser vil bli gjennomgått i kapittel syv. I kapittel åtte vil vi oppsummere og drøfte resultatene, før vi tilslutt vil presentere en konklusjon i kapittel ni.

2 Litteraturgjennomgang

Det finnes omfattende forskning på transportøkonomi og effekter som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport. I 2004 publiserte Balcombe et al. (2004) sammen med flere universiteter i Storbritannia litteraturgjennomgangen *The demand for public transport: a practical guide*, som blant annet oppsummerer etterspørselsfunksjoner og elastisiteter, samt effekten av kvalitet, inntekt og konkurranse fra andre transportmåter. Resultatene fra denne rapporten har vært med på å danne grunnlaget for vårt valg av variabler som inkluderes i den empiriske analysen.

Balcombe et al. (2004, s. 1) peker på hvordan fokuset innenfor transportøkonomi har endret seg. Der de som utformet politikken tidligere var opptatte av å opprettholde tilbudet av offentlig transport, er det i dag viktigere å omvende bilister til å bli brukere av offentlig transport. I dette kapitlet vil vi presentere en oversikt over tidligere forskning som omfatter effekter som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport, men også forskning om effekter som påvirker bruken av bil.

Valg av reisemåte henger ofte sammen med hvilken livssituasjon man befinner seg i. På kort sikt kan derfor endringer i reisemåte heller være grunnet endring i bosted eller jobb, enn et resultat av forskjeller i reisemåtens karakteristika. Dette kan gi en høy omveltning i markedet, slik at nettoendringene i passasjervekst kan være vanskelig å oppdage fra ett år til et annet (Balcombe et al., 2004, s. 11). Det er derfor viktig å være oppmerksom på skillet mellom passasjerer som skifter transportmåte av personlige grunner, og de som skifter på grunn av forhold ved bussen, som for eksempel pris- og tilbudskarakteristika. Av denne grunn kan det være nyttig å skille mellom kort- og langsiktige reaksjoner av endringer i takst og kvalitet. Det er fordi kortsiktige endringer i reisemåte primært kommer av slike ikke-transportfaktorer, mens man på lang sikt har mulighet til å velge for eksempel bosted, og dermed kan endre transportmåten mellom den nye adressen og jobben (Balcombe et al., 2004, s. 11).

2.1 Pris- og inntektseffekter

På lang sikt finnes det flere grunner til at passasjermengden endres. Det forventes for eksempel at økte takster reduserer antall passasjerer. Priselasiteter varierer typisk både mellom byer og land. I en studie gjennomført av Transportøkonomisk institutt finner forfatterne en gjennomsnittlig kortsiktig priselastisitet på $-0,33$ i Norge. På lang sikt øker priselastisiteten til $-0,51$ (Vibe, Engebretsen & Fearnley, 2005, s. 8). I Trondheim ble

den kortsiktige elastisiteten funnet å være $-0,07$, en lav priseffekt som ikke var statistisk signifikant forskjellig fra null. Den samme undersøkelsen viste at effekten av tidstrend, altså forhold utenfor modellen som bidrar til årlig økning i etterspørselen, var $0,1$ prosent (Vibe et al., 2005, s. 8).

Bresson, Dargay, Madre og Piroette (2003) undersøkte effekten av blant annet tilbud, takst og inntekt på etterspørselen etter kollektivtransport i en komparativ undersøkelse gjennomført i Frankrike og England. De tok utgangspunkt i et paneldatasett og brukte en delvis justeringsmodell, samt Arrelano og Bond GMM-estimering. Undersøkelsen fant at den kortsiktige egenpriselasititeten var $-0,53$ i England og $-0,4$ i Frankrike. På lang sikt økte elastisitetene til henholdsvis $-0,73$ og $-0,7$ (Bresson et al., 2003, s. 620).

Andre undersøkelser har funnet at forskjellige endringer i pris og andre faktorer kan gi forskjellige effekter på etterspørselen. Størrelsen på prisendringen har en betydning, ved at store prisendringer resulterer i høyere elastisiteter sammenliknet med små prisendringer. Retningen på prisendringen kan også ha betydning. Her er tanken at reisende reagerer annerledes på en *økning* i billettprisen sammenliknet med en *reduksjon* i billettprisen. Til sist kan det også tenkes at nivået på billettprisen, relativt til personers inntekt, kan gi høyere elastisitet ved høye nivåer sammenliknet med lave nivåer (Balcombe et al., 2004, s. 17). Effekten av takstendringer på etterspørsel etter bussreiser har i de fleste tilfeller vist seg å være negativ, men tallverdien endrer seg, spesielt over tid.

Hjorthol, Engebretsen og Uteng (2014) finner i *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU)* for 2013/2014 at det er en klar sammenheng mellom tilgang til bil og inntekt. Reisende med høy inntekt kan derfor tenkes å være mer følsomme overfor endringer i billettprisen. Det kan begrunnes med at reisende med høy inntekt er mer tilbøyelige til å betale mer for å oppnå fleksibilitet og spare tid enn det reisende med lav inntekt er. På den andre siden vil en person med høyere inntekt være bedre rustet til å tåle en prisøkning. Samtidig antas det at personer med lav inntekt har en høyere tilbøyelighet til å gå eller sykle (Balcombe et al., 2004, s. 61).

Siden inntekten i den vestlige verden og Norge har vært økende de siste tiårene, kan det være med på å forklare en reduksjon i bruk av offentlig transport over tid. Etterhvert som markedet for bil blir mettet, forventes den negative effekten av økt inntekt å bli svakere. Siden det er en sterk korrelasjon mellom inntekt og bileierskap, kan det være vanskelig å skille effekten de to har på etterspørselen (Balcombe et al., 2004, s. 24). I følge Balcombe et al. (2004) er priselasititeten høyere for reisende med høy inntekt, både når turens hensikt er jobbrelatert og når man reiser til fritidsaktiviteter. I Norge er inntektselastisiteten funnet å være rundt $-0,39$. Dette resultatet er dog ikke signifikant

forskjellig fra null (Vibe et al., 2005, s. 8).

2.2 Kvalitetseffekter

Kvaliteten på produktet som tilbys, som i vårt tilfelle er bussreiser, kan omfatte en mengde faktorer. Vognkilometer, vognkarakteristika, pålitelighet og punktlighet, byttemuligheter mellom transportmåter samt brukervennlighet er alle eksempler på kvalitetsfaktorer som kan påvirkes av politikktutformere, og er i mange tilfeller målbare.

I litteraturen brukes ofte vognkilometer eller rutekilometer som en tilnærming til tilbudet. En økning vognkilometer⁶ kan bety at en fast rute har fått flere avganger eller at en rute med faste avganger har blitt lengre. Begge endringene vitner om bedre tilgjengelighet for kollektivtrafikken (Balcombe et al., 2004, s. 37). Det forventes derfor at en økning i vognkilometer vil bidra til en økt passasjermasse. I en undersøkelse i Norge ble det funnet at én prosent økning i vognkilometer økte etterspørselen etter kollektivtransport med 0,44 prosent (Vibe et al., 2005, s. 8).

At bussen er punktlig og pålitelig er et trekk ved kollektivtrafikken mange uttrykker påvirker deres valg av reisemåte (Balcombe et al., 2004, s. 90). Dersom bussen ofte er forsinket, medfører dette en usikkerhet i de reisendes hverdag. Videre kan dette medføre at folk blir nødt til å ta en buss tidligere enn de egentlig trenger. Forsinkelser er altså med på å gjøre det mindre komfortabelt å reise kollektivt. Det er blitt gjort få undersøkelser på hvordan reisende reagerer på forsinkelser, men den litteraturen som eksisterer sier at reisende reagerer mer negativt på tid de må vente på bussen utover planlagt rutetabell, enn de reagerer på den planlagte ventetiden (Balcombe et al., 2004, s. 90). Det indikerer at usikkerheten forsinkelser skaper kan føre til en reduksjon av antall reisende med kollektivtransport.

Kollektivtilbudet bør være så enkelt som mulig, slik at det finnes færrest mulig barrierer for bruk av kollektivtransport. Lodden (2001) legger vekt på at et enkelt takst- og billettsystem, samt å gjøre det enkelt å kjøpe og fornye rabattkort, er faktorer som reduserer barrierene for å benytte seg av kollektivtransport. Effekten av brukervennlighet eller «lave barrierer» på etterspørselen etter kollektivtransport er vanskelig å finne i litteraturen, men forventes å ha en ikke-negativ effekt.

⁶Vognkilometer er definert som total kjørelengde for kollektivtransport, inkludert posisjonskjøring og annen tomkjøring (Statistisk sentralbyrå, 2017).

2.3 Effekter på bilbruk

Privatbilen er, sammen med gange og sykkel, en konkurrent til kollektivtransport (Vibe et al., 2005, s. 8). Det er flere faktorer som påvirker bruken av bil. Forskning har funnet at både innføringen av bompenger og parkeringspolitikk påvirker bruken av bil. I tillegg vil drivstoffprisene påvirke hvor attraktivt det er å reise med privatbil. En økning i disse variablene øker kostnaden ved å reise med bil. En undersøkelse av krysspriselasiteteten mellom kollektivtransport og bensinpriser i Norge, viste at én prosent økning i bensinprisen ga 0,12 prosent passasjervekst (Vibe et al., 2005, s. 8).

Bruk av bompenger for å finansiere vegbygging har lang tradisjon i Norge (Statens vegvesen, 2017). Innføring av vegprising søker hovedsakelig å oppnå tre formål: finansiering av veien, redusere trafikk, støy og miljøkonsekvenser samt effektivisere trafikkavviklingen (Jensen-Butler, Sloth, Larsen, Madsen & Nielsen, 2008, s.10). Det finnes hovedsakelig to måter å veiprise. Den ene måten innebærer betaling for å kjøre en rute eller en strekning, mens den andre metoden innebærer betaling for å kjøre innenfor en sone i en by eller region.

I en undersøkelse av hvordan bilister endret sin atferd ved innføring og avvikling av 19 norske veipringsprosjekter, fant Odeck og Bråthen (2008) at den kortsiktige elastisiteten av bompenger på motorveier er mellom -0,40 til -0,48 og at den gjennomsnittlige kortsiktige elastisiteten på innføring av bompenger i Norge er på -0,56. I sistnevnte tilfelle betyr det at dersom bomavgiften øker med én prosent, reduseres trafikken med 0,56 prosent. Den langsiktige elastisiteten er en faktor mellom 1,05 og 1,6 høyere enn den kortsiktige. Forfatterne forklarer den økte elastisiteten på lang sikt med det faktum at bilistene har flere valgmuligheter i reisemåte- og bostedsvalg, og endrer derfor ikke sin atferd umiddelbart ved innføring av bomring. Forfatterne kommenterer dog ikke hvilke alternative transportmåter det kan tenkes at bilister benytter som følge av innføring av bomavgift.

Studier i London har funnet at vegprising ga en nedgang av bilbruken i sentrum på rundt 15 prosent. Anslag viser at over halvparten av den daglige trafikkreduksjonen gikk over til kollektivtransport (Minken, 2005, s. 5). En av hovedgrunnene til den observerte økningen i bruken av kollektivtransport begrunnes i den vesentlig bedre framkommeligheten for buss. Redusert kø førte til at hastigheten på veien økte med seks prosent, som medførte økt pålitelighet for kollektivtransporten (Minken, 2005, s. 5).

Studier fra Norge fant at trafikken ble redusert med rundt tre prosent i Bergen, mellom null og 10 prosent i Oslo og rundt 10 prosent i Trondheim som følge av vegprising (Minken, 2005, s. 7). Andelen av trafikken som er overført til kollektivtransport anses som

liten. Elastisiteten for kollektivreiser med hensyn på bomringpasseringer er 0,04 og 0,05 for henholdsvis arbeids- og fritidsreisende (Minken, 2005, s. 7).

Parkeringspolitikk er også et virkemiddel man kan bruke for å øke etterspørselen etter offentlig transport og dermed redusere bruken av privatbil. Ugunstiggjøring av parkering kan for eksempel bety å redusere antall tilgjengelige parkeringsplasser eller øke parkeringsprisen. Empirisk har det vist seg at begge metodene gir en positiv effekt på etterspørselen etter offentlig transport, men klare estimater på krysselastisitetene er vanskelig å finne (Balcombe et al., 2004, s. 30). Det er dog gjennomført undersøkelser som ser på effekten av parkeringspris på parkering, og i snitt finner man at parkeringens egenpriselastisitet har et spenn på mellom -0,07 og -0,4, basert på ulike studier i ulike land (Hanssen & Fearnley, 2012, s. 4). Rapporten kommenterer ikke hvilke transportmåter de reisende med bil velger etter en eventuell prisøkning på parkering.

3 Utgangspunkt for analyse

For å kunne gjøre gode analyser av etterspørselen etter kollektivtransport, er det viktig at modellen vi bruker gir et så riktig bilde av situasjonen i Trondheim som mulig. Derfor er det nødvendig å se på rammebetingelsene som danner grunnlaget for dagens trafikkbilde. Samferdselen og kollektivtransporttilbudet i Trondheim blir påvirket av tiltak gjennomført av aktører som blant annet Miljøpakken, Statens vegvesen og AtB.⁷ Slike tiltak vil påvirke etterspørselen etter reiser med kollektivtransport gjennom at de for eksempel gjør det mindre attraktivt å reise med privatbil, eller gjør det mer innbydende å reise kollektivt.

I dette kapittelet skal vi gjøre rede for det teoretiske rammeverket for etterspørselsanalysen. Deretter vil vi presentere tiltak gjennomført i Trondheim, som er med på å danne trafikkbildet.

3.1 Teoretisk rammeverk

Etterspørselsfunksjonen

Transportøkonomisk institutt definerer en reise som enhver forflytning utenfor egen bolig, skole, arbeidsplass eller fritidsbolig, uavhengig av forflytningens lengde, varighet, formål eller hvilket transportmiddel som brukes (Hjorthol et al., 2014). Etterspørselen etter reiser kan karakteriseres som en «avledet etterspørsel». Det innebærer at folk får liten nytte av selve konsumet av transport, men transport blir brukt som et middel for å komme seg fra en aktivitet til en annen (Balcombe et al., 2004, s. 32). Det som øker nyttenivået er muligheten til å kunne delta på de ulike aktivitetene.

I den empiriske analysen vil vi ta utgangspunkt i en etterspørselsfunksjon. Etterspørselsfunksjonen beskriver hvor mye en person er villig til å konsumere av en vare eller tjeneste under forskjellige rammebetingelser, herunder priser og inntekt. I konsumentteori blir det antatt at rasjonelle aktører alltid vil velge en samling av goder og tjenester som maksimerer deres nytte, gitt konsumentens budsjettbetingelse og preferanser (Varian, 1992, s. 99).

En etterspørselsfunksjon kan formuleres på følgende måte:

$$D_a = f(P_a, P_1, P_2, \dots, P_n, Y) \quad (1)$$

⁷AtB er navnet på busselskapet som opererer i Sør-Trøndelag. Selskapet presenteres i delkapittel 3.2.

Likning 1 forteller at mengden en person etterspør av et gode a , angitt ved D_a , avhenger av prisen på gode a (P_a), prisen på andre goder, P_1, P_2, \dots, P_n , og personens inntektsnivå, Y . (Button, 2010, s. 80).

Elastisiteter

Egenpriselasititeten måler den prosentvise endringen i samlet etterspørsel når prisen endres med én prosent (Riis & Moene, 2012, s. 199). Egenpriselasititeten er negativ, forutsatt at reiser med kollektivtransport er et alminnelig gode. I denne oppgaven vil egenpriselasititeten være den relative endringen i etterspørselen etter reiser med reiseprodukt i , i forhold til den relative endringen i prisen på reiseprodukt i .

Krysspriselasititeten måler den prosentvise endringen i samlet etterspørsel etter reise med reiseprodukt i når prisen på reiseprodukt j endres med én prosent.

Hvorvidt endringen i samlet etterspørsel etter reiseprodukt i er positiv eller negativ som en følge av en økning i prisen på reiseprodukt j , avhenger av om reiseprodukt j er et komplementærgode eller et alternativt gode til reiseprodukt i (Riis & Moene, 2012, s. 58-59). Dersom reiseprodukt j er et alternativt gode til reiseprodukt i , så vil en økning i prisen på reiseprodukt j føre til en økning i etterspørselen etter reiseprodukt i ettersom reiseprodukt i er blitt relativt billigere.

Dersom reiseprodukt j er et komplementærgode til reiseprodukt i , så vil etterspørselen etter reiseprodukt i reduseres av en økning i prisen på reiseprodukt j . Grunnen til dette er at et komplementærgode er et gode man konsumerer sammen med reiseprodukt i . Det betyr at når prisen på reiseprodukt j har økt, har den totale prisen av å konsumere reiseprodukt i og j også økt (Riis & Moene, 2012, s. 58-59).

3.2 Transporttiltak i Trondheim

Miljøpakken

Miljøpakken ble vedtatt av bystyret i Trondheim i april 2008. Miljøpakken er et samarbeidsprosjekt mellom Trondheim kommune, Sør-Trøndelag fylkeskommune og Statens vegvesen som ønsker å legge til rette for en mer miljøvennlig⁸ og effektiv trafikkavvikling i Trondheim (Sør-Trøndelag fylkeskommune et al., 2010). Et av de overordnede målene

⁸Miljøpakken definerer miljøvennlig som reiser med kollektivtransport, sykkel eller gange.

er å øke andelen som reiser miljøvennlig til 50 prosent⁹ innen 2018 (Miljøpakken, 2016b, s. 41). Det innebærer at all vekst i trafikken skal være miljøvennlig (Miljøpakken, 2016a).

Alle prosjektene i Miljøpakken blir delvis finansiert av bompengeneinnkreving, og rundt 45 prosent av alle inntekter i Miljøpakkesatsingen kommer fra bompenger (Miljøpakken, u.d.). Miljøpakken trinn 1 ble innført 31. mars 2010, som er utenfor vår observasjonsperiode. Disse bomstasjonene ligger noe utenfor sentrum, og omtales derfor som «ytre snitt». Mars 2014 åpnet 21 nye bomstasjoner som en del av Miljøpakken trinn 2 (Vegamot, u.d.). Miljøpakken trinn 2, også kalt «indre snitt», er en bomring hvor alle som skal inn til sentrum må betale ved passering.¹⁰ Innføring av bomstasjonene er et tiltak med formål om å redusere biltrafikken, og dermed miljøbelastningen, ved å øke kostnaden ved bil.

For å begrense trafikkveksten har Trondheim kommune som en del av Miljøpakken lagt til grunn en restriktiv utbyggings- og parkeringspolitikk. Kommunen ønsker at knappe arealer innenfor bysonen blir brukt til noe annet enn parkeringsplasser (Trondheim kommune, 2016). På denne måten søker Miljøpakken å gjøre det vanskeligere for folk å bruke bil, og dermed gjøre bilbruk mindre attraktivt. Samtidig søker politikken å gjøre det lettere for folk å ta «grønne valg», blant annet gjennom kravet om at minst 60 prosent av nye arbeidsintensive arbeidsplasser skal bygges i de sentrale byområdene. Her regnes sykkel- og kollektivtilbudet som godt, og nye arbeidsplasser kan dermed bygges uten parkering for de ansatte.

AtB

AtB er kollektivtransportleverandøren i Sør-Trøndelag, og er et aksjeselskap som eies av Sør-Trøndelag fylkeskommune (AtB, u.d.-a). De har ansvaret for å planlegge, kjøpe og markedsføre kollektivtjenester i fylket. Driften av rutetilbudet blir gjennomført av AtBs operatører Trønderbilene, Nettbuss Midt-Norge og Tide buss (AtB, u.d.-b).

Flere tiltak har blitt gjennomført for å bedre kvaliteten på kollektivtransporten i Trondheimsområdet. Blant annet ble det satt i drift 13 leddbuss på linje 5 i juni 2012. Ledbussene økte kapasiteten med opptil 45 flere passasjerer per buss (Leth-Olsen, 2012). I november samme år ble ytterligere seks leddbuss satt i drift. Disse ble fordelt på linje 46, 36 og 66 (AtB, 2012). Innføringen av leddbuss kan sees på som en kvalitetsforbedring, siden den har større kapasitet enn en standard buss. Ledbuss kan derfor tilby bedre komfort gjennom bedre plass for reisende samt redusere forsinkelser og frakjøring.

⁹Miljøvennlige reiser utgjorde 42 prosent av alle reiser i Trondheim i 2008.

¹⁰Det er forskjellige takster ved disse snittene, og dersom man passerer begge bomringene på én tur, må man også betale for begge.

Det finnes forskjellige måter man kan betale for en reise hos AtB. Det ene alternativet innebærer å kjøpe enkeltbillett. Det kan gjøres ved å kjøpe billett ombord på bussen eller på automat ved enkelte bussholdeplasser. Det andre og mest brukte alternativet innebærer validering av *t:kortet*.¹¹ Et tredje alternativ, *Mobillett*, ble innført 1. november 2011, og er en billettløsning der folk kan kjøpe bussbillett gjennom en applikasjon eller via SMS (AtB, 2016). Målet med *Mobillett* er å redusere påstigningstiden ved å redusere antall passasjer som kjøper billett ombord i bussen, samt gjøre det enklere og mer tilgjengelig for folk flest å kjøpe bussbillett. Fra 20. mai 2014 ble det også mulig å kjøpe periodebillett på *Mobillett*-appen,¹² som betyr at det ikke lenger er nødvendig å ha med *t:kort* dersom man reiser med periodebillett.

I en test gjennomført av Forbrukerrådet om brukervennlighet i billettsystemet kom kollektivtilbudet i Trondheim godt ut. Konklusjonen er begrunnet i tilgjengelighet for billettkjøp, kombinert med god informasjon om rutetilbud og forhåndskjøp av billett på bussholdeplassene (Forbrukerrådet, 2014, s.3). Innføringen av *Mobillett* har bidratt til å øke brukervennligheten ved å gjøre kjøp av enkeltbillett på forhånd lett tilgjengelig.

Strindheimtunnelen

Den 24. juni 2014 ble Strindheimtunnelen åpnet. Tunnelen er en del av prosjektet «E6 øst Trondheim - Stjørdal» og er ny hovedvei inn til Trondheim sentrum fra nord. Tunnelen er 2,5 kilometer lang, har to felt i hver kjøreretning og er beregnet å tåle 20-25.000 kjøretøy i døgnet (Statens vegvesen, 2015). Beregninger har vist at tunnelen vil fjerne mer enn halvparten av trafikken i Innherredsveien, som tidligere var en av hovedinnfartsårene til sentrum (Andersen, 2014).

Åpningen av tunnelen kan ha to motstridende effekter på kollektivtransporten. På den ene siden kan trafikkreduksjonen i Innherredsveien, der mange busslinjer har sin trasé, ha ført til bedre fremkommelighet for kollektivtransporten. Som en konsekvens kan dette ha medført at bussen er mer pålitelig, og dermed gjort det mer attraktivt å reise med kollektivtransport.

På den andre siden har tunnelen økt fremkommeligheten for bilister inn til sentrum, ettersom mye av trafikken har blitt flyttet ut av sentrum. Åpningen av tunnelen kan derfor ha ført til at også bilbruk har blitt mer attraktivt. Den totale effekten på etterspørselen etter kollektivtransport er derfor usikker.

¹¹T:kortet er et elektronisk reisekort som fungerer som en billett, og valideres ved ombordstigning i bussen.

¹²Oppgitt av AtB per mail 4.4.2017.

4 Datamaterialet

I dette kapittelet vil vi presentere datamaterialet vi bruker i den empiriske analysen. Data er hentet fra ulike aktører, og ettersom variablene blir redegjort for vil også kilder presenteres. Informasjonen blir så satt sammen til et paneldatasett for perioden august 2010 til og med 2016.

4.1 Valg av busslinjer

AtB opererer 49 bybussruter, 15 nattbussruter, en trikk og 13 skoleruter i Trondheim. Datamaterialet vi benytter i analysen består av 28 bybusslinjer i Trondheim.¹³ Vi har valgt å ekskludere nattbusslinjene, som er et tilbud for å komme seg hjem fra byen etter midnatt i helgene, når det ordinære rutetilbudet er avsluttet. Til forskjell fra vanlige billetter, er nattbussbilletter 100 prosent selvfinansiert, altså ikke subsidiert av fylkeskommunen, og koster derfor mer enn «dagsbilletter».¹⁴ På grunnlag av at nattbussen ikke opererer daglig, samt at billettkategorien rettmessig ikke kan plasseres innenfor periodebilletter eller enkeltbilletter, utelukkes disse bussrutene fra analysen.

I tillegg har vi valgt å utelate skoleruter fra analysen. Skolerutene inngår i det som kalles *skoleskyss*, og er et tilbud som omfatter elever ved ungdomskole og videregående skole som har lang skolevei eller funksjonshemninger. Elevene får tilgang til et t:kort de kan benytte på inntil to reiser om dagen i skoletiden. Disse blir subsidiert av fylkeskommunen.¹⁵ Ettersom elevene ikke betaler for reisen selv, og i tillegg har begrenset bruk, har vi ikke grunnlag for å si noe om for eksempel elevenes prissensitivitet. Derfor har vi valgt å ekskludere disse rutene.

Trikken er også utelatt ettersom vi ikke har fått tilgang til fullstendige målinger av antall påstigende passasjerer. Utover dette er ytterligere noen linjer med svært få avganger (mellom to og fem ganger per uke) blitt ekskludert.

4.2 Avhengig variabel

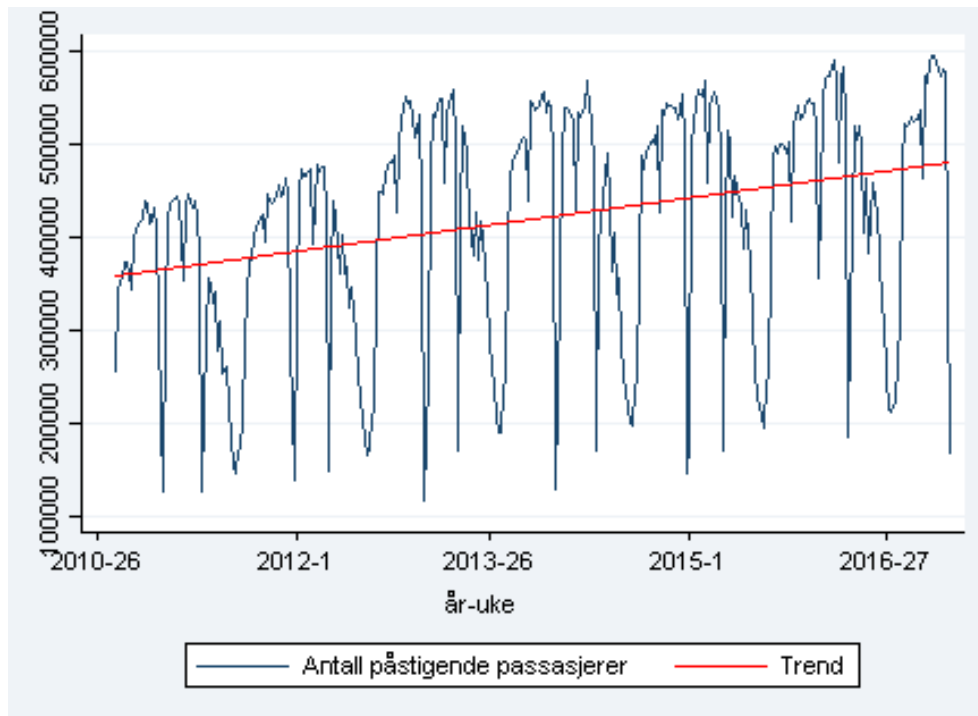
I oppgaven bruker vi antall påstigninger per linje per uke som et mål på etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim. Dette vil være den avhengige variabelen i analysen. Antall påstigninger er blitt delt inn i antall påstigninger med periodebillett og med enkeltbillett.

¹³Oversikt over hvilke busslinjer som er inkludert i analysen presenteres i appendiks A.1.

¹⁴Oppgitt av AtB per mail 01.02.17.

¹⁵Oppgitt i møte med AtB den 19.01.17.

Data består av et ubalansert paneldatasett som inneholder observasjoner for 28 forskjellige busslinjer i perioden uke 33 i 2010 til og med uke 52 i 2016, totalt 332 uker. Noen linjer har blitt opprettet eller avviklet i løpet av perioden og vil derfor ha kortere tidshorisont.

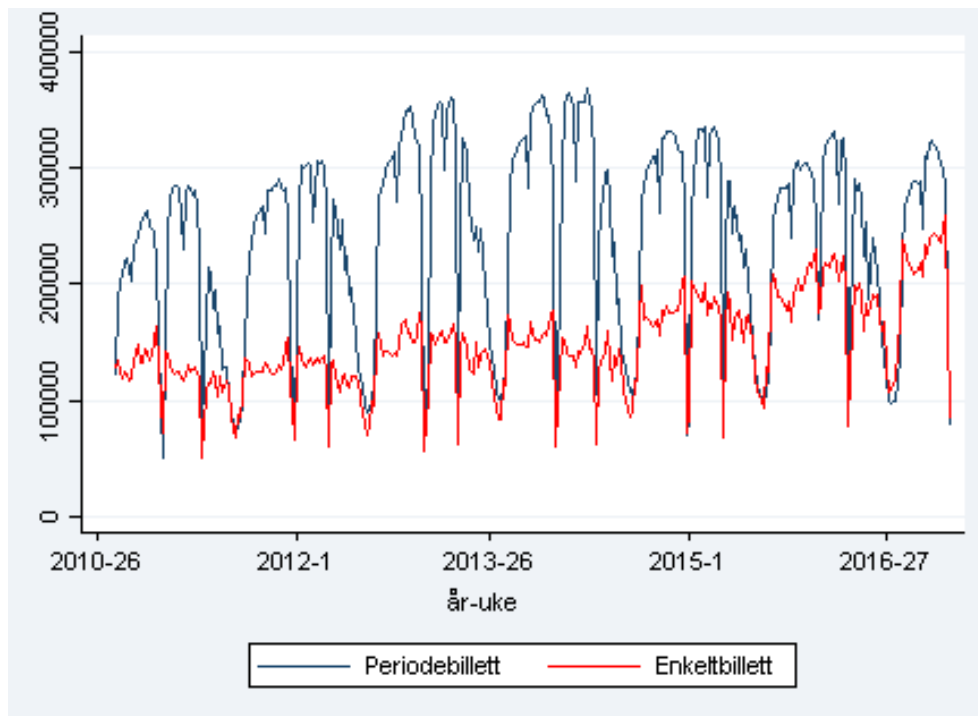


Figur 1: Passasjerutvikling AtB (utvalgte linjer)

I figur 1 presenteres utviklingen i antall påstigninger på de utvalgte busslinjene fra uke 33 i 2010 til og med uke 52 i 2016. Data er hentet fra AtB sitt datavarehus. Det framkommer av figur 1 har det vært en positiv utvikling i antall påstigninger, med tydelige sesong- og månedsvariasjoner.

Gjennomsnittlig over tidsperioden vi undersøker har det vært 418.998 påstigninger per uke. På det meste har det vært 595.973 påstigninger på én uke og på det laveste 116.116 påstigninger på én uke, dette er henholdsvis i uke 45 i 2016 og uke 52 i 2012.

Figur 2 viser utviklingen i antall påstigninger delt inn i passasjerkategoriene enkeltbillett og periodebillett. Periodebillett er definert som alle påstigende passasjerer som har benyttet seg av et periodebillettprodukt. Enkeltbillett er definert som alle påstigende passasjerer som har benyttet ett av følgende billettprodukt: enkeltbillett kjøpt på billett-automat, SMS eller på Mobillett-appen, klippekort eller kontantbillett kjøpt ombord på bussen.



Figur 2: Passasjerutvikling for periodebillett og enkeltbillett

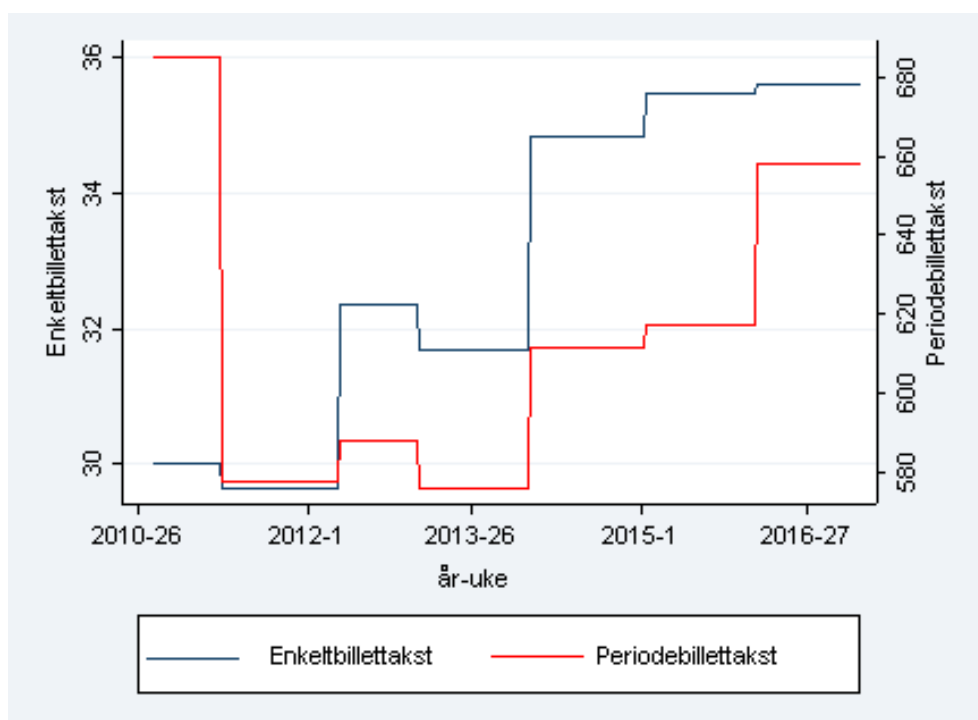
Det framkommer av figur 2 at det har vært en jevn økning i antall passasjerer som bruker periodebillett i perioden 2010 til 2014. Gjennomsnittlig var det 220.330,8 påstigninger per uke med periodebillett i 2010. Til sammenlikning var det i 2013 gjennomsnittlig 269.133,7 ukentlige påstigninger. Deretter er det en reduksjon i antall påstigninger med periodebillett. I 2014 faller antall ukentlige påstigninger med 2.500 sammenliknet med året før. Videre reduseres antallet ytterligere, og i 2016 er det i gjennomsnitt 246.052,4 påstigninger med periodebillett per uke. En av grunnene til at vi ser denne utviklingen kan være feilregistrering av billettyper. I analysen har vi forsøkt å korrigere for feilregistreringen. Dette forklares nærmere i delkapittel 4.3.

Antall påstigninger med enkeltbillett har en sterkere positiv utvikling. I 2010 var det gjennomsnittlig 135.931,3 påstigninger med enkeltbillett i uka. Årlig øker gjennomsnittlig antall påstigninger med 8.358,6, og stiger til 194.441,4 ukentlige påstigninger med enkeltbillett i 2016.

4.3 Forklaringsvariabler

I den empiriske analysen vil vi bruke en rekke forklaringsvariabler for å forklare utviklingen i antall påstigende passasjerer over tid i Trondheim. I dette delkapittelet vil disse bli presentert.

Billettpriser



Figur 3: Utvikling i pris på periodebillett og enkeltbillett (utvalgte linjer)

Figur 3 viser utviklingen i prisen på periodebillett og enkeltbillett i perioden 2010 til og med 2016.¹⁶ Prisene er deflaterte med årlig konsumprisindeks, hvor 2010 er basisår.

Som framkommer av figur 11 og 12 i appendiks A.3.3 har billetttypene hatt en nogenlunde lik prisutvikling i perioden vi undersøker. Det å ta utgangspunkt i én billettpris for hver billettkategori vil derfor være representativt for prisutviklingen. Etersom billettsystemet ikke skiller på om en reisende er voksen, student, barn eller honnør, har vi tatt utgangspunkt i billettprisene for en voksen, både for periodebillett og enkeltbillett. For prisen på enkeltbillett tar vi utgangspunkt i takstene for kjøp på Mobillett eller billettautomat.

¹⁶Data for utvikling av billettpriser er oppgitt av AtB per mail 22.11.2016.

I sammenheng med Miljøpakken ble realprisen på periodebillett i 2011 redusert med 15,65 prosent. Siden har det vært flere økninger i billettaksten. Den største økningen skjedde mellom 2015 og 2016 hvor realkaksten økte med 6,6 prosent. De årene de nominelle takstene ikke ble endret, ble likevel realprisen endret på grunn av generell årlig prisvekst.

I 2012 og 2014 økte realkakstene på enkeltbillett med henholdsvis 9,2 prosent og 10 prosent. Den nominelle billettprisen på enkeltbillett ble ikke endret i 2011 og 2013, og realkakstene falt på grunn av generell prisstigning. De nominelle prisene i 2015 og 2016 økte med henholdsvis 3,9 og 4,1 prosent, og ga derfor en svak realprisøkning i disse årene.

Kvalitetsfaktorer

Det kan tenkes at folk vil reagere på kvalitetsfaktorer, som for eksempel hvor ofte bussen er forsinket eller om det er en risiko for at bussen er overfull, og at man derfor blir frakjørt. I modellen har vi inkludert to variabler, forsinkelser og frakjøringer,¹⁷ for å fange opp effekten av forskjeller i kvalitet mellom busslinjene.

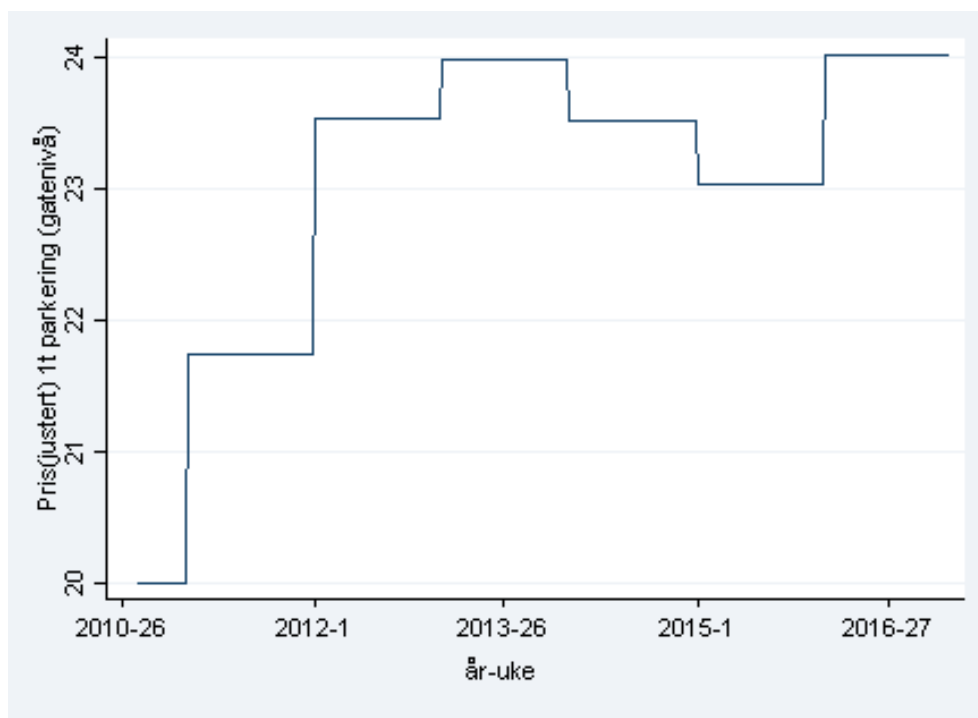
Forsinkelser angir hvor mange ganger en busslinje har startet en avgang *etter* oppsatt rutetid fra startholdeplassen i løpet av en uke. Gjennomsnittlig har hver busslinje vært forsinket 6,82 ganger hver uke. På det meste har én linje 114 forsinkelser på en uke, mens flere linjer har uker hvor de ikke har vært forsinket én eneste gang. Ettersom forsinkelser kun angir antall avganger hvor avgangen har startet etter oppsatt rutetid fra startholdeplass, vil totalt antall forsinkelser på holdeplass være betydelig større.

Frakjøringer angir hvor mange ganger hver busslinje har rapportert at den har kjørt fra passasjerer i løpet av en uke. En «frakjøring» defineres som hvis en eller flere ventende passasjerer på holdeplass ikke kan tas med fordi bussen er full. Dette rapporteres kun en gang per tur, selv om det på senere holdeplasser på turen skulle skje det samme. Gjennomsnittlig har hver linje 1,5 frakjøringer per uke. Linje 5 har flest frakjøringer per uke, og rekorden er 42 frakjøringer på én uke.

¹⁷Data og definisjoner for forsinkelser og frakjøringer er oppgitt av AtB per mail 19.12.2016 og er hentet fra AtB sitt datavarehus.

Den generelle kostnaden ved bil

Det er rimelig å anta at bil er en reell alternativ transportmåte til kollektivtransport. For å fange opp kostnaden ved å bruke bil har vi i analysen inkludert takstene for parkering, samt literprisen på drivstoff.

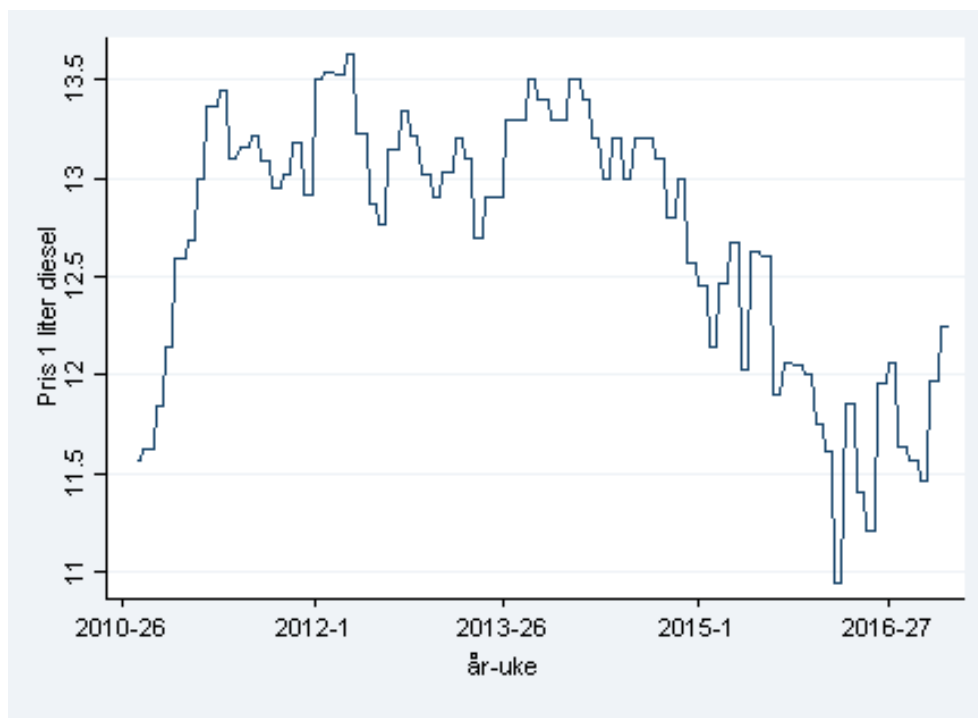


Figur 4: Utvikling i pris på én time parkering - gateplan

Parkeringstakst: Figur 4 viser utviklingen i prisen på én time parkering på gateplan i Trondheim, som omtales som basistaksten. Data er hentet fra Trondheim parkering og er deflatert med årlig konsumprisindeks hvor 2010 er basisår. I følge Trondheim parkerings egne beregninger er gjennomsnittlig parkeringstid rundt 80 minutter. Derfor er det rimelig å ta utgangspunkt i prisen på én time parkering. Prisen for parkering ut over en time er progressiv og prisene følger formelen: $(\text{basistakst} + 2) \times \text{tid}$.

De største prosentvise endringene i parkeringsprisen var i 2011 og 2012, da takstene økte med henholdsvis 8,65 og 8,26 prosent. I 2013 økte reeltakstene med to prosent. Takstene ble ikke endret i 2014 og 2015, som resulterte i at reeltakstene falt. Ved inngangen av 2016 ble den nominelle prisen for parkering satt opp med åtte prosent, som forklarer økningen i figur 4.

Drivstoffpris: Drivstoffprisene er hentet fra Norsk petroleumsinstitutt og er «pumpepriser» som baserer seg på månedlig statistikk fra SSB. De månedlige prisene er gjennomsnittspriser som er blitt beregnet ved innsamling av priser fra rundt 100 stasjoner i Norge gjennom én uke hver måned.¹⁸



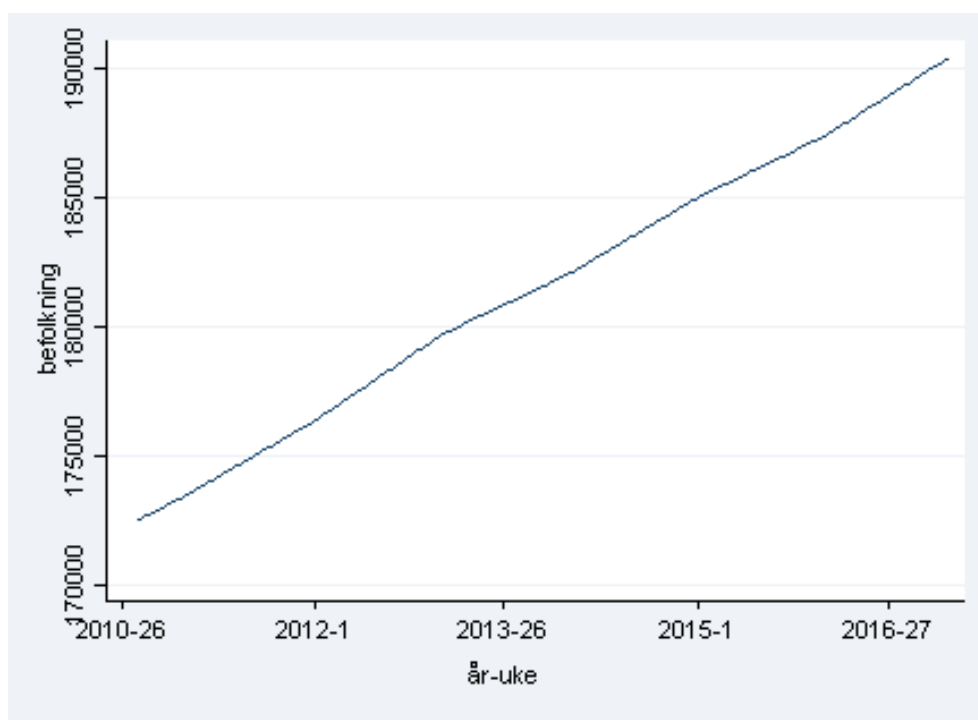
Figur 5: Utvikling i pris på én liter diesel - deflaterte priser

Figur 5 viser utviklingen i prisen på diesel. På grunn av høy korrelasjon mellom diesel- og bensinpriser, har vi valgt kun én pris for å representere drivstoffutgifter. Prisene er deflaterte med månedlig konsumprisindeks, med august 2010 som basis, og er omgjort til ukestall ved lineær interpolering. Som framkommer av figuren har det vært fluktuasjoner i prisen på diesel. Gjennomsnittsprisen på én liter diesel i perioden er 12 kroner. Den laveste prisen i perioden er 9,8 kroner og den høyeste er 13,24 kroner.

¹⁸Oppgitt av Norsk petroleumsinstitutt per mail 31.01.2017.

Befolkningsvekst

For å kontrollere for at veksten i antall påstigende passasjerer kan skyldes økt befolkning, har vi inkludert en variabel for utviklingen i befolkningen i Trondheim kommune.¹⁹ Data er omgjort fra årlige observasjoner til ukestall ved bruk av lineær interpolering.



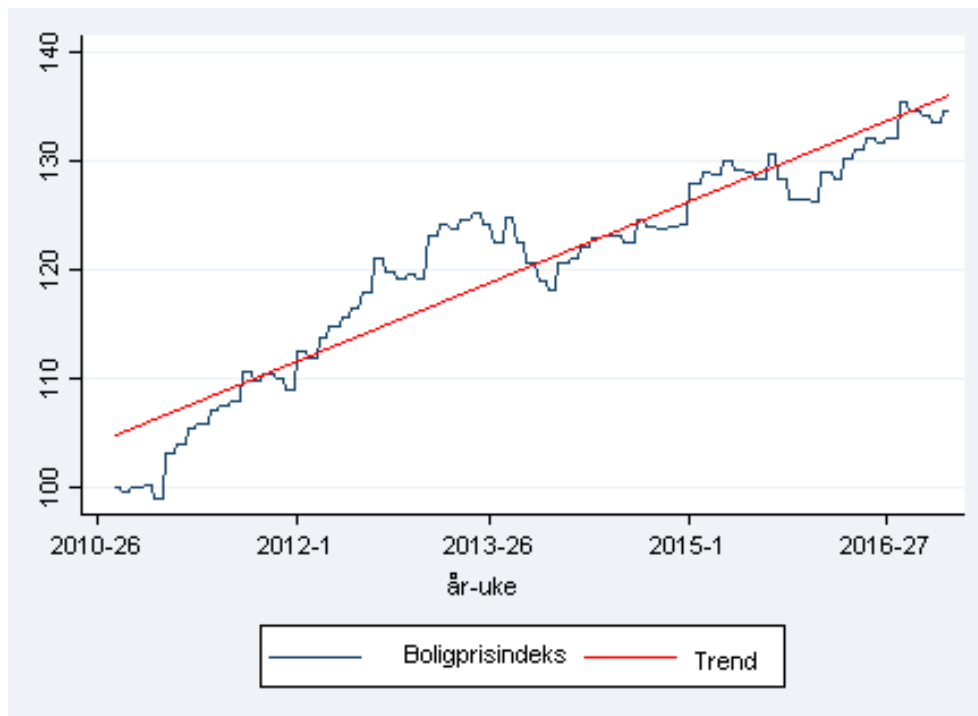
Figur 6: Utvikling i befolkningen i Trondheim

Figur 6 viser utviklingen i befolkningen i Trondheim kommune. Befolkningen i Trondheim kommune har økt fra 170.936 i januar 2010 til 190.404 i slutten av 2016, som er en økning på 11,4 prosent. Gjennomsnittlig har befolkningen økt med 1,55 prosent årlig, med den største veksten mellom 2012 og 2013 på 1,89 prosent.

Boligpris

Som diskutert i kapittel 2 er det en klar sammenheng mellom tilgang på bil og inntekt. Derfor er det viktig å inkludere en variabel som forsøker å plukke opp effekten av endrede inntekter i befolkningen. Vi har valgt å inkludere utviklingen i boligprisene i Trondheim som en tilnærming til utviklingen i folks inntekt eller formue.

¹⁹Dataen er hentet fra Trondheim kommunes byplankontor per mail 12.01.2017.



Figur 7: Utvikling i boligpriser i Trondheim - indeks

Boligprisene i Trondheim har i perioden 2010 til 2016 økt relativt jevnt.²⁰ Figur 7 viser en indeks over månedlig utviklingen i boligprisene i Trondheim i perioden, hvor indeksen er lik 100 i august 2010. Indeksen er justert for generell prisstigning i økonomien, med samme basismåned.

Dummyvariabler

Som nevnt i delkapittel 3.2 har det i perioden 2010 til 2016 blitt satt i gang flere tiltak for å redusere bruken av privatbil i Trondheim. Tiltakene kan ha påvirket etterspørselen etter kollektivtransport. For å kontrollere for tiltakene har vi inkludert et sett med dummyvariabler, som vil bli presentert i dette delkapittelet.

Mobillett: Variabelen tar verdien null før innføringen av muligheten til å kjøpe enkeltbillett på SMS eller i Mobillett-app og én etter innføringen. Mobillett ble innført første uken i november i 2011 (uke 44, 2011). Variabelen er inkludert ettersom det kan tenkes at økt brukervennlighet i billettsystemet gjøre at flere velger å reise kollektivt.

²⁰Boligprisstatistikk oppgitt av Eiendomsverdi per mail 10.01.2017.

Leddbuss: Variabelen tar verdien null for alle busslinjer som ikke opereres av leddbusser. Variabelen tar verdien én for linje 5 etter 5. juni 2012, da det ble satt i drift leddbuss på denne linjen. Dummyvariabelen tar også verdien én for linjene 46, 36 og 66 etter 5. november 2012.

Bom2014: Variabelen tar verdien null før innføringen av Miljøpakkens «indre bomsnitt» i uke 12 i 2014, og én etter åpningen. Åpningen av bomsnittet medførte at det ble dyrere å reise med bil, som kan ha påvirkning på etterspørselen etter kollektivreiser.

Mobillett2: Variabelen tar verdien null før innføringen av muligheten til å kjøpe periodebillett på Mobillett-appen og én etter, som ble mulig fra 20. mai 2014. Den er inkludert, av samme grunn som *Mobillett*, fordi det kan tenkes at det å gjøre det enklere å kjøpe periodebillett vil føre til at flere velger å reise kollektivt, eller at flere går fra å kjøpe enkeltbillett til å kjøpe periodebillett. Figur 2 viser at det er en reduksjon i antall påstigende som bruker periodebillett rundt tidspunktet for denne innføringen. Det blir ikke gjort forskjell i registreringen om Mobillett-produktet er et periodeprodukt eller et enkeltprodukt. Feilregistrering kan derfor være en årsak til utviklingen vi ser i figur 2.

Strindheimtunnelen: Variabelen tar verdien null før åpningen av Strindheimtunnelen, og én etter åpningen som var 24. juni 2014. Som drøftet tidligere kan det være to motstridende effekter av åpningen av Strindheimtunnelen. På den ene siden kan åpningen ha hatt en positiv effekt på kollektivtransporten ettersom dette har ført til bedre fremkommelighet for kollektivtrafikken. På den andre siden har åpningen av tunnelen også ført til bedre fremkommelighet for bilen, som kan ha en negativ effekt på etterspørselen etter kollektivtransport.

Sesong og måned: I figur 1 ser vi at antall påstigninger blir påvirket av sesongvariasjoner, og det er viktig å ta hensyn til dette. Vi har derfor inkludert dummyvariabler som korresponderer med skoleferiene i Trondheim.²¹ Vi har også inkludert månedsdummyer, for å kontrollere for forskjeller i vær og temperaturer som kan ha innvirkning på etterspørselen etter kollektivtransport. Eksempelvis kan det kan tenkes at i vår- og sommermånedene er det flere som velger å sykle og gå fremfor å ta bussen.

²¹Ferie-start og slutt følger skoleruta satt opp av Sør-Trøndelag fylkeskommune, og inkluderer juleferie, vinterferie, påskeferie, sommerferie og høstferie.

Trend

Det framkommer av korrelasjonsmatrisen i appendiks A.2.2 at mange variabler er innbyrdes høyt korrelerte. For eksempel har variabelen *lnbefolkning* en korrelasjon på 0,944 med variabelen *lnboligpris*. I tillegg til den høye innbyrdes korrelasjonen, har de nevnte variablene også høy korrelasjon med billettprisene. En lineær trendvariabel som utvikler seg med verdiene 1, 2, 3, \dots , 332, kan være en mulig erstatning dersom vi i løpet av analysen får mange ikke-signifikante variabler, som diskuteres nærmere i kapittel 5.1. I tillegg vil trendvariabelen kunne fange opp effekten av uobserverbare faktorer, for eksempel en økende miljøbevissthet i befolkningen.

5 Økonometrisk rammeverk

I dette kapittelet ønsker vi å belyse de økonometriske utfordringene vi står overfor. Deretter diskuterer vi hvordan disse utfordringene kan løses eller tas hensyn til. Denne diskusjonen vil legge grunnlaget for vår modellspesifikasjon, som presenteres i kapittel 5.2.

5.1 Økonometriske utfordringer

Et paneldatasett inneholder observasjoner over tid fra samme enhet, for eksempel individer, firma, land og så videre (Wooldridge, 2013, 372). Det betyr at vi har variasjon over to dimensjoner, enhet og tid, med henholdsvis fotskrift i og t . I vårt tilfelle er det *linjenummer* som representerer variasjon over enheter, mens *uke* er tidsdimensjonen.

Paneldatastrukturen gir oss mulighet til å undersøke variasjon i passasjerantallet på hver linje over tid, i tillegg til at vi kan analysere variasjon mellom linjer. Dersom vi bruker minste kvadraters metode (MKM)²² for å estimere sammenhengen mellom passasjerantall og andre variabler, får vi utnyttet all informasjon i datasettet, som er en klar fordel. Likevel har paneldata også sine ulemper.

For å utlede modellen samt belyse noen av utfordringene ved minste kvadraters metode, benytter vi følgende modell:

$$y_{it} = X_{it}\beta + u_{it} \quad (2)$$

hvor

$$u_{it} = \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Her er y_{it} antall passasjerer på linje i i uke t , X_{it} er en matrise av forklaringsvariabler, β er den assosierte koeffisientvektoren og u_{it} er et stokastisk restledd.

Videre antar vi at restleddet kan dekomponeres til et linjespesifikt restledd, η_i , og et idiosynkratisk restledd, ε_{it} . Det linjespesifikke restleddet fanger opp alle uobserverbare variabler som påvirker etterspørselen etter kollektivreiser, og som er faste for hver linje og som ikke varierer over tid. Dette kan eksempelvis være trafikk- eller veiforskjeller mellom ruter. Det idiosynkratiske restleddet fanger opp all uobservert variasjon som påvirker etterspørselen både mellom og innenfor linjenummer, over tid.

²²Ofte omtalt som «pooled» OLS i den engelske litteraturen.

Når alle de klassiske forutsetningene for MKM og restleddene er oppfylt,²³ vil pooled-MKM gi konsistente og forventningsrette estimatorer. Brudd i en av disse forutsetningene vil ha forskjellige konsekvenser, og det er disse vi ønsker å gjøre rede for i de påfølgende delkapitlene.

Seriekorrelasjon og heteroskedastisitet

Dersom man skriver ut varians-kovariansmatrisen til det sammensatte restleddet i modellen vår, vil man se at matrisen har en ikke-standard struktur på grunn av det linjespesifikke restleddet, og fører til at restleddet er seriekorrelert innenfor busslinjene. Konsekvensen av seriekorrelasjon innebærer at formlene for utregning av varians og standardavvik ikke lenger er gyldige. Dette vil ikke påvirke estimatene våre og derfor ikke endre det faktum at de er forventningsrette. Statistisk inferens basert på slike standardavvik vil være ugyldige og kan gi villedende resultater. I tillegg vil ikke lenger estimatene være effisiente (Verbeek, 2012, s. 95-96).

Løsningen på slike utfordringer er å benytte seg av cluster-robuste standardavvik, som tillater generelle former for heteroskedastisitet og tilfeldig seriekorrelasjon.

Målefeil

Målefeil oppstår når den observerte verdien av en variabel avviker fra den sanne verdien. Konsekvensen av målefeil avhenger av om målefeilen er i avhengig variabel eller i forklaringsvariabelen. Tilfeldige målefeil i den avhengige variabelen er generelt ikke et stort problem, siden estimatorene fortsatt vil være forventningsrette og konsistente. Dersom den tilfeldige målefeilen er stor, vil dette gi utslag i en høyere restleddsvariens, som kan gi høyere estimerte varianser for estimatorene. Systematiske målefeil i en forklaringsvariabel er dog et større problem, fordi det kan gi oss en skjevhet mot null i estimatet vårt.²⁴

Vårt datasett er i noen grad utsatt for målefeil, spesielt i avhengig variabel. Eventuelle målefeil som kan oppstå her, er tilfeller hvor registreringssystemet for t:kort har hatt tekniske problemer, og reisende ikke har blitt registrert. I tillegg kan Mobillett-appen også ha tekniske problemer. Tar vi likevel utgangspunkt i at slike tilfeller er tilfeldige og hender relativt sjeldent, er ikke denne målefeilen et særlig problem. I tillegg vil individer som sniker på bussen bety en underregistrering av antall passasjerer, men heller ikke dette anser vi som et stort problem.

²³Forutsetningene for pooled MKM med faste effekter er beskrevet i Wooldridge (2013, side 689-690).

²⁴Dette er nærmere forklart i Wooldridge (2013, side 307-313).

Påstigninger med bruk av enkeltbillett kan være mer utsatt for målefeil enn periodebillett-registreringen. Grunnen til dette er at innenfor enkeltbillett-kategorien inngår påstigninger hvor Mobillett er brukt som det gyldige reisepasset. Reisende som har kjøpt Mobillett må vise bussjåføren sin billett, og sjåføren har da ansvar for å registrere antall påstigende med denne typen reisepass. I samtaler med AtB ble vi gjort oppmerksomme på at denne billetttypen derfor var utsatt for underregistrering, men at de stadig minnet sine sjåførere på å være nøye med denne typen registrering. Det er vanskelig å korrigere for slike målefeil, men det er viktig å være oppmerksom på at underregistrering kan føre til økt usikkerhet i estimatene.

Multikollinearitet

En forutsetning som kreves for at MKM skal gi forvetningsrette og konsistente estimatører er at det ikke skal være en perfekt lineær sammenheng mellom eksogene variabler. Det betyr at forklaringsvariabler kan være høyt korrelerte, uten at dette bryter med forutsetningene for MKM eller faste effekter. Konsekvensene av multikollinearitet gjør det vanskelig å skille effekten av hver enkelt variabel på vår avhengige variabel. Det betyr at usikkerheten i estimatet vårt øker, og vi kan få estimert for høy parametervarians (Wooldridge, 2013, s. 43-45).

Siden flere variabler i datasettet vårt har utviklet seg lineært i observasjonsperioden, viser korrelasjonsmatrisen i appendiks A.2.2 at flere variabler er sterkt korrelerte.²⁵ Det betyr at variabler som egentlig bidrar til å forklare etterspørselen etter kollektivtransport, kan framstå som ikke-signifikante på grunn av høye standardavvik. Dersom denne situasjonen oppstår i våre analyser, er en mulig løsning å utelate variabler som er sterkt korrelerte. Farene ved en slik praksis er at det kan oppstå et utelatt variabel-problem, som senere vil bli nærmere diskutert. En bedre løsning kan derfor være å samle like variabler, som er sterkt korrelerte, og heller prøve å tolke marginaleffekten av en samlet kategori.

Et annet punkt som er viktig å merke seg, er at ved å inkludere to sterkt korrelerte variabler i samme regresjon, er det kun usikkerheten ved disse to estimatene som påvirkes. Dersom vi er interesserte i å estimere effekten av en tredje variabel som er uavhengig av de andre variablene, vil ikke standardavviket til dette estimatet øke.

²⁵Vi omtaler variabler med korrelasjonskoeffisienter over 0.8 som sterkt korrelerte.

Utelatt variabel-skjevhet

Ved å utelate en relevant variabel som er korrelert med en inkludert forklaringsvariabel i modellen, står vi i fare for å få forventningsskjevne estimater. I en slik underspesifisert modell vil restleddet plukke opp effekten av den utelatte variabelen. Det betyr at den inkluderte variabelen korrelerer med restleddet, som bryter med forutsetningen om eksogene forklaringsvariabler.

Sannsynligheten for at det foreligger uobserverbar heterogenitet i vår modell er stor, som betyr at vi ikke kan bruke pooled MKM for å analysere etterspørselen etter bussreiser. Løsningen blir derfor å kontrollere for linjefaste effekter i modellen, som er ekvivalent med å foreta en within-transformasjon av modellen. Da kontrollerer vi for alle effekter som er faste over tid for hver linje, og det linjespesifikke restleddet er ikke lengre et problem. En modell med faste effekter er derfor å foretrekke i vår oppgave.

Simultanitet

En annen utfordring er simultanitet, som kan gi endogene forklaringsvariabler. En slik situasjon oppstår når en eller flere av forklaringsvariablene blir bestemt samtidig som den avhengige variabelen (Wooldridge, 2013, s. 146-147). Simultanitet vil derfor føre til at forklaringsvariabelen som blir bestemt samtidig som den avhengige variabelen, er korrelert med restleddet, og derfor er endogen. Konsekvensen av dette for MKM er skjevhet og inkonsistente estimatører.

I vårt tilfelle er det spesielt *forsinkelser* og *frakjøring* som kan være utsatt for simultanitet. Det er rimelig å tenke seg at antall påstigninger påvirkes av forsinkelser og frakjøring, samtidig som antall forsinkelser og frakjøring påvirkes av hvor mange som tar bussen. Siden disse variablene varierer både over tid og for linje, vil vi ikke kunne transformere problemet bort ved hjelp av faste effekter. En mulig løsning kan derfor være å kun inkludere laggede verdier for disse to variablene. Da får vi fanget opp hvordan reisende i en bestemt uke reagerer på at bussen var forsinket eller kjørte fra dem tidligere uker. På denne måten unngår vi endogenitetsproblemet, samtidig som vi kan si noe om hvordan brukere av kollektivtransport i dag reagerer på at bussen typisk er forsinket, presis, eller frekvensen av frakjøring.

Seleksjonsskjevhet

Flere estimeringsmetoder bygger på forutsetningen om at utvalget er tilfeldig trukket fra populasjonen. Likevel kan flere datasituasjoner bryte denne forutsetningen, fordi det kan hende at det er en *type* mennesker som tar et valg, eller at vi kun observerer utfallet dersom valget er tatt. Slike situasjoner kan lede til skjeve estimater. Generelt oppstår seleksjonsskjevhet dersom sannsynligheten for at en bestemt observasjon inkluderes i utvalget avhenger av fenomenet vi prøver å forklare (Verbeek, 2012, s. 257).

Dersom vår avhengige variabel hadde bestått av antall bussreiser som et individ tar (over en eller flere perioder), hadde seleksjonsproblemet vært av større betydning, fordi vi da står i fare for å estimere etterspørselen etter buss for en viss type mennesker. Spørsmålet vi må stille oss er derfor om det virker plausibelt at sannsynligheten for at en bussreise blir gjennomført avhenger av antall påstigninger på bussen. Dersom dette er tilfellet, så har vi et seleksjonsproblem. Vi velger å legge til grunn at det er andre faktorer som bestemmer om en bussreise blir gjennomført, og ser derfor bort fra dette mulige seleksjonsproblemet.

Det er naturlig å diskutere seleksjon i form av at det er en viss type mennesker som har høyere tilbøyelighet til å ta bussen. Selv om dette teoretisk i sammenheng med vår modell, ikke er et seleksjonsproblem, er det greit å være klar over at dette fenomenet kan eksistere. Eksempler på grupper som er mer tilbøyelige til å ta bussen er personer med lavere inntekt, studenter og pensjonister samt miljøbevisste reisende.

Skjevheter i justeringskostnaden

Av flere grunner kan det være interessant å formulere dynamiske modeller, både i en autoregressiv form (AR) og en autoregressiv modell med distribuerte lag (ARDL). Gitt at restleddet består av uboserverbar heterogenitet, vil dette tidskonstante restleddet være positivt korrelert med den laggede endogene variabelen. Det betyr at ved å anvende pooled MKM på modellen får vi estimater som har en positiv skjevhet, og endogenitetsproblemet vil gjøre estimatet inkonsistent. I en statisk modellformulering vil en within-transformasjon fjerne det linjespesifikke restleddet, og problemet er løst jamfør diskusjonen ovenfor om utelatt variabel-skjevhet. Med en dynamisk formulering er løsningen noe mer intrikat.

Dersom vi befinner oss i en situasjon hvor $N \rightarrow \infty$ og T er gitt, så vil en modell med faste effekter undervurdere den sanne justeringskostnaden (Nickell, 1981). Skjevheten blir større for lavere verdier av T . Samtidig kan det vises at etterhvert som T stiger, vil skjevheten synke, og dersom $T \rightarrow \infty$, så vil faste effekter-estimatoren for justeringskostnaden

være forventningsrett.

I vårt datasett har vi at $T = 332$ som er et stort nok tall til å si at $T \rightarrow \infty$. Tidsdimensjonen gir derfor ikke grunnlag for skjevhet i estimatet for justeringskostnaden.

5.2 Modellspesifikasjon

Vi ønsker å undersøke sammenhengen mellom etterspørselen etter bussreiser og en rekke andre faktorer, blant annet egenprisen, prisen på andre billettyper, bilutgifter og kvalitetsfaktorer ved busstilbudet. De to avhengige variablene er antall påstigende passasjerer per uke per busslinje med henholdsvis periodebillett og enkeltbillett. Vi tar utgangspunkt i et paneldatasett som følger 28 busslinjer fra uke 33 i 2010 til og med uke 52 i 2016. Vi har ukentlige observasjoner av antall påstigende passasjerer, som betyr at vi har 332 observasjoner i tidsdimensjonen.

Basert på diskusjonen i kapittel 5.1 velger vi å estimere etterspørselen ved bruk av faste effekter. Vi estimerer fire modeller: en statisk modell og en dynamisk modell både for etterspørselen av periode- og enkeltbilletter.

$$\begin{aligned}
 \ln(reiser)_{jit} = & \beta_{0j} + \sum_{k=1}^5 \alpha_{kj} \ln(reiser)_{ijt-k} + \beta_{1j} \ln(periodepris)_t + \beta_{2j} \ln(enkeltpris)_t \\
 & + \beta_{3j} \ln(dieselpris)_t + \sum_{k=1}^5 \gamma_{kj} \ln(dieselpris)_{t-k} + \beta_{4j} \ln(parkpris)_t \\
 & + \sum_{k=1}^5 \theta_{kj} forsinket_{it-k} + \sum_{k=1}^5 \mu_{kj} frakjoring_{it-k} + \beta_{5j} \ln(befolkning)_t \\
 & + \beta_{6j} \ln(boligpris)_t + \delta_{1j} leddbuss_{it} + \delta_{2j} mobillett_t + \delta_{3j} strtunnelen_t \\
 & + \delta_{4j} bom2014_t + \delta_{5j} mobillett2 + \sum_{m=1}^{11} \tau_m måned_m + \sum_{f=1}^5 \lambda_f ferie_f \\
 & + \sum_{i=1}^{27} \phi_i linje_i + \eta_i + \epsilon_{it}
 \end{aligned} \tag{4}$$

$j = \text{periodebillett, enkeltbillett}$ $i = \text{Linjenummer}$ $t = 1, \dots, 332$

Her er $\ln(\text{billettype})_{jit}$ logaritmen til antall påstigende passasjerer på linje i i uke t med periode- eller enkelbillett. $\ln(\text{periodepris})_t$ er logaritmen til prisen på periodebillett i uke t , $\ln(\text{enkeltpris})_t$ er logaritmen til prisen på enkelbillett i uke t , $\ln(\text{dieselpris})_t$ er logaritmen til prisen på én liter diesel i uke t , $\ln(\text{parkpris})_t$ er logaritmen til prisen på parkering på gateplan i uke t , forsinkelser er antall forsinkelser for linje i i uke t , frakjøring er antall frakjøring for linje i i uke t , $\ln(\text{befolkning})_t$ er logaritmen til befolkningen i uke t , $\ln(\text{boligpris})_t$ er logaritmen til boligprisen i uke t . Videre er leddbuss_{it} , mobillet_t , strtunnelen_t , bom2014_t og mobillet2 dummyvariabler, som er definert i kapittel 4.3. Vi har også inkludert dummyvariabler for ferie, måned og linjenummer.

Likning (4) vil være en statistisk modell dersom følgende er oppfylt:

$$\alpha_{kj} = \gamma_{kj} = \theta_{kj} = \mu_{kj} = 0 \quad \forall \quad k = 1, \dots, 5 \quad (5)$$

Grunnen til at forsinkelser og frakjøring ikke er oppgitt på logaritmisk form, er at det finnes flere uker hvor en busslinje ikke har hatt forsinkelser eller frakjøring. Siden logaritmen av null ikke er mulig, vil disse variablene ha en semi-elastisk tolkning.

Modellen i likning (4) er en autoregressiv distribuert lag-modell, som fanger opp dynamikken i etterspørselen etter kollektivtrafikk. Vi har valgt å inkludere fem lag i den avhengige variabelen og utvalgte forklaringsvariabler. Det er hensiktsmessig ettersom et periodekort har en varighet på minst én måned. Ved å inkludere fem lag ønsker vi å fange opp effekten av at en påstigende passasjer etter fem uker kan ha valgt å fornye periodebilletten sin eller valgt en annen transportmåte. Valget kan antas å ha sammenheng med hendelser som oppstår i løpet av perioden siden siste kjøp av periodebillett.

Grunnen til at vi har valgt å effektforsinke Indieselpris er at dieselprisen har mye variasjon over tid, og endres fra uke til uke. De øvrige prisvariablene, som billettpris og parkeringspris, endres derimot kun én gang i året. Det gir derfor lite mening å effektforsinke disse variablene.

Vi har valgt å ikke inkludere årsummyer. Grunnen til dette er at vi har flere variabler, særlig prisvariabler, som endres ved årsskiftet, og ved å inkludere årsummyer står vi i fare for at disse har høy innbyrdes korrelasjon. Det kan føre til at vi mister muligheten til å estimere effekten av for eksempel billettpris og parkeringspris. Årsummyer plukker typisk opp makrovariabler som arbeidsledighet og inflasjon. Siden vi har inflasjonsjustert alle prisvariabler og arbeidsledigheten har holdt seg relativt stabil i perioden,²⁶ taler dette for å la være å inkludere årsummyer.

²⁶Utvikling av arbeidsledigheten for Trondheim i perioden presenteres i appendiks A.3.2.

6 Resultater

I dette kapittelet vil vi presentere resultatene av den empiriske analysen. Alle regresjoner har blitt gjennomført i programmet *Stata* og inkluderer linjefaste effekter, i tillegg til måneds- og sesongfaste effekter.

Vi anvender cluster-robuste standardavvik i alle estimeringene.

Etter å ha estimert en statisk versjon av likning (4), underlagt restriksjonene i likning (5), finner vi at få variabler er statistisk signifikante i etterspørselsmodelleringen av både periode- og enkeltbillett.²⁷ En statisk modellformulering forutsetter at de reisende tilpasser seg endringer i forklaringsvariablene umiddelbart. Dette kan være en urealistisk forutsetning, siden modellen er estimert med ukedata. Det er rimelig å anta at ved store endringer i eksempelvis prisen på parkering, vil reisende bruke mer enn én uke på å endre sin adferd. En dynamisk modellformulering vil derfor være rimelig. Vår videre analyse kommer derfor kun til å ta utgangspunkt i en dynamisk modellering, basert på likning (4). Vi har utelukket variabler basert på økonomisk teori og statistisk inferens.²⁸ Modellene presentert i tabell 1 og 2 er resultatet av disse modellforenklingene. I delkapittel 6.3 diskuterer vi resultatene.

6.1 Modell 1: Periodebillett

I dette delkapittelet skal vi presentere og kommentere resultatene fra den dynamiske modelleringen av etterspørselen etter reiser med periodebillett. Den forenklete modellen er presentert i tabell 1.

De endogene laggene er alle statistisk signifikante. Det fjerde lagget øker i forhold til det tredje lagget, men disse har 95 prosent konfidensintervaller som overlapper. Innenfor feilmarginen kan man derfor si at effektene av de endogene laggene er avtakende. Justeringskostnaden, som er summen av koeffisientene foran de endogene laggene, er funnet å være 0,7819, og vi vil bruke denne verdien til å finne langsiktige elastisiteter.

Modellen predikerer at 10 prosent økning i prisen på periodebillett vil medføre at etterspørselen reduseres med 1,8 prosent på kort sikt. Mange reisende med periodebillett har allerede betalt for reisekortet når prisendringen trår i kraft, og vil derfor ikke erfare

²⁷Resultatet fra estimeringen av de statiske modellene er presentert i appendiks A.4.

²⁸Siden vi har et paneldatasett estimert ved hjelp av faste effekter og cluster-robuste standardavvik benytter *Stata* seg av $n-1$ frihetsgrader, hvor n er antall busslinjer. I vårt tilfelle betyr det at vi har 27 frihetsgrader. Det betyr at det kreves en noe høyere t -verdi enn når $n \rightarrow \infty$ for at variabler skal bli ansett som signifikant forskjellig fra null.

Tabell 1: Dynamisk modellering - Periodebillett

VARIABLER	(1) lnperiode
lnperiode _{t-1}	0.418*** (0.0258)
lnperiode _{t-2}	0.116*** (0.0156)
lnperiode _{t-3}	0.0749*** (0.00853)
lnperiode _{t-4}	0.108*** (0.0108)
lnperiode _{t-5}	0.0650*** (0.0121)
lnperiodepris	-0.179** (0.0661)
lnenkeltpris	0.320* (0.168)
mobillett2	-0.0405*** (0.0109)
bom2014	0.0153* (0.00866)
Konstant	2.205*** (0.357)
Linjefaste effekter	Ja
Månedfaste effekter	Ja
Feriefaste effekter	Ja
Observasjoner	8,199
Antall busslinjer	28
Within R ²	0.838
Robuste standardavvik i parentesene	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

prisendringen før en senere periode. Den lave egenpriselasititeten er derfor i tråd med forventet resultat. En tilsvarende prisøkning vil på lang sikt føre til en reduksjon på 8,2 prosent i antall reisende med periodebillett. Siden responsen er mindre enn et en-til-en-forhold vil reiser med periodebillett klassifiseres som et nødvendighetsgode, og vi kan si at etterspørselen ikke er elastisk. En grunn til den lave elastisiteten kan være at de som reiser med periodebillett ikke har alternative reisemåter enn bussen, og har dermed ikke mulighet til å velge bort bussen når prisen øker. Dette gjelder i stor grad personer med lav inntekt, pensjonister og studenter. Det kan også tenkes at økt miljøbevissthet og endrede reisevaner bidrar til den lave elastisiteten.

Det er et signifikant og positivt kryssprisforhold mellom etterspørselen etter periodebillett og prisen på enkeltbillett. Sammenhengen er estimert til å være 0,32 på kort sikt. Det innebærer at 10 prosent økning i prisen på enkeltbillett fører til at antall påstigende passasjer med periodebillett øker med 3,2 prosent. Dette tyder på svært lav substitusjonsgrad fra reiser med enkeltbillett til periodebillett på kort sikt. Den langsiktige elastisiteten er 1,46, som er en betydelig større kryssprisfølsomhet. Når enkeltbillett blir dyrere, vil prisforskjellen mellom billettypene bli mindre, og periodebillett blir relativt billigere. Dette fører til at vi på lang sikt får en substitusjon fra enkeltbillett og over til periodebillett, *ceteris paribus*. Den store økningen i elastisiteten på lang sikt innebærer at det tar tid før reisende justerer sin adferd. Denne tregheten kan vanskelig forklares med at det tar lang tid å kjøpe en periodebillett, men kan heller være en indikasjon på at reisende bruker tid på å endre reisemåte.

Dummyvariabelen *mobillet2* har en koeffisientverdi på -0,04. Det skyldes at reisende med periodebillett på Mobillett-appen registreres som reisende med enkeltbillett, som forklart i kapittel 4.3. På lang sikt er koeffisienten -0,19. Nivåøkningen på lang sikt kan reflektere at flere etterhvert oppdager muligheten til å kjøpe periodebillett på Mobillett-app.

Parameterverdien foran dummyvariabelen *bom2014* er 0,0153. Det impliserer at etterspørselsnivået økte med 1,53 prosent etter at bomringen åpnet. Innføringen av bom økte kostnaden ved bilbruk, og kan av den grunn ha vridd etterspørselen mot reiser med periodebillett. På lang sikt øker nivået til syv prosent. Den store nivåforskjellen mellom kort og lang sikt tyder igjen på effektforsinkelser. Resultatet samsvarer med teorien om at man på lang sikt har større mulighet til å endre bosted, arbeidsplass og transportmåte. Siden vi ser på effekter over fem uker, som er en relativt kort tidsperiode, er det rimelig å anta at nivåforskjellen hovedsakelig kommer fra reisendes endringer i transportmåte, heller enn et bytte i bo- eller arbeidssted.

På grunn av høy korrelasjon mellom *lnbefolkning* og *lnboligpris*, har vi erstattet disse med en generell trendvariabel. På denne måten begrenser vi problemet med multikollinearitet, som forklart i kapittel 5.1. Trendvariabelen vil i tillegg plukke opp uobserverbare variabler med samme utvikling. Trendleddet er ikke signifikant, og er derfor utelatt fra resultatene i tabell 1.

Mange av variablene man a priori antar har en effekt på etterspørselen, som drivstoffpris og parkeringspris, er utelatte fra modellen ettersom de ikke er signifikante. Dette kan skyldes at personer som reiser med periodebillett ikke har mulighet til å substituere seg bort fra buss. I tillegg er også variabler som forsinkelser og frakjøringer utelatte. En forklaring på dette kan være at de som reiser regelmessig med kollektivtransport er innbefattet med risikoen for forsinkelser og frakjøringer, og derfor ikke synes å reagere på disse faktorene.

6.2 Modell 2: Enkeltbillett

I dette delkapittelet presenteres og diskuteres resultatene fra den dynamiske modelleringen av antall påstigende passasjerer med enkeltbillett.

I tabell 2 ser vi at reisende med enkeltbillett reagerer både på egenpris og kostnaden ved bilbruk. I tillegg ser vi at økt brukervennlighet i billettsystemet har betydning for etterspørselen etter enkeltbilletter. Justeringskostnaden er 0,7849, som er tilsvarende justeringskostnaden for periodebillett. Det indikerer at det er en symmetri i tilpasningen mellom de to billettypene.

Egenpriselasititeten er -0,31 på kort sikt. Dersom prisen på enkeltbillett øker med 10 prosent, så vil antall påstigende passasjerer reduseres med rundt tre prosent. Egenpriselasititeten for enkeltbillett er i tallverdi nesten dobbelt så stor som egenpriselasititeten for periodebillett. Det kan komme av at personer som ikke reiser fast med kollektivtransport ikke er like avhengige av å ta buss. På lang sikt er egenpriselasititeten -1,45. I motsetning til de som reiser med periodebillett, er de som reiser med enkeltbillett priselastiske, som er et rimelig resultat.

Modellen predikerer også at reisende med enkeltbillett reagerer på endringer i kostnaden ved bilbruk. Effekten av både dieselprisen, prisen på parkering og innføring av bom er statistisk signifikant, som indikerer at det er en sammenheng mellom bruk av bil og reiser med enkeltbillett. På kort sikt vil én prosent økning i dieselprisen øke etterspørselen med 0,62 prosent. Denne effekten reduseres til 0,46 på lang sikt. Den svakere effekten på lang sikt kan tyde på en «overshooting» i etterspørselen, som innebærer at man på kort

Tabell 2: Dynamisk modellering - Enkeltbillett

VARIABLER	(2) lnenkelt
lnenkelt _{t-1}	0.353*** (0.0395)
lnenkelt _{t-2}	0.113*** (0.0172)
lnenkelt _{t-3}	0.133*** (0.00863)
lnenkelt _{t-4}	0.0969*** (0.0267)
lnenkelt _{t-5}	0.0890*** (0.0192)
lnenkeltpris	-0.311*** (0.0903)
lnparkpris	-0.654*** (0.142)
Indieselpri	0.621** (0.282)
Indieselpri _{t-1}	-0.522* (0.305)
mobillet	0.0318*** (0.00756)
bom2014	0.0190* (0.00950)
strtunnelen	0.0424*** (0.00934)
mobillet2	-0.0558*** (0.00960)
trend	0.000726*** (0.000172)
Konstant	4.655*** (0.542)
Linjefaste effekter	Ja
Månedfaste effekter	Ja
Feriefaste effekter	Ja
Observasjoner	8,092
Antall busslinjer	28
Within R ²	0.739

Robuste standardavvik i parentesene

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

sikt reagerer *mer* på økte drivstoffpriser enn på lang sikt. Dersom drivstoffprisen får et hopp, kan konsumenter innta en «protesterende» rolle, og dermed unngå å kjøpe drivstoff i perioden etter prishoppet. Etterhvert vil reisende gå tilbake til gamle vaner og reise med bil, som slår ut i en lavere elasticitet på lang sikt. Likevel kan teorien om «overshooting» være noe søkt, ettersom prisen på drivstoff varierer ofte og med små endringer.

Effekten av endringer i prisen på parkering har motsatt effekt av hva vi a priori forventer. Estimatet foran *lnparkpris* viser en krysspriselasticitet på -0,65. Elasticiteten er -3,04 på lang sikt, som betyr at reisende med enkeltbillett er svært priselastiske overfor prisen på parkering. Som diskutert i kapittel 2.3 viser det seg å være vanskelig å finne klare estimater på krysspriselasticiteten mellom prisen på parkering og etterspørselen etter kollektivtransport. Litteraturen gir indikasjoner på at fortegnet skal være positivt, men da er det ikke gjort forskjell på billettyper. I Trondheim endres parkeringstakstene i begynnelsen av året. Risikoen er derfor stor for at dette estimatet har plukket opp effekter av utelatte variabler som påvirker etterspørselen, som endres på samme tidspunkt. I tillegg viser denne variabelen kun prisen for parkering på gateplan, og inkluderer derfor ikke endringer i prisen på parkering i parkeringshus.²⁹ På lang sikt blir effekten av denne variabelen sterkere. Resultatet kan virke urimelig, og diskuteres nærmere i delkapittel 6.3.

Innføringen av bomringen økte etterspørselsnivået med 1,9 prosent. Også denne effekten kan tenkes å vri etterspørselen fra bil mot kollektivreiser. På lang sikt finner vi at etterspørselsnivået øker med 8,8 prosent.

Åpningen av Strindheimtunnelen gir oss et interessant resultat. Som diskutert i delkapitlet 3.2 er denne effekten usikker. Resultatene predikerer en statistisk signifikant endring i bruk av enkeltbillett etter åpningen av Strindheimtunnelen, med en nivåøkning på 4,2 prosent. Den nye innfartsåren har redusert reisetiden for både privat- og kollektivtransport. Resultat tyder på at den reduserte reisetiden har medført økt tilbøyelighet til å velge buss i enkelttilfeller. På lang sikt øker nivået betydelig, til 19,7 prosent.

Innføringen av Mobillett økte nivået av antall reisende passasjerer med enkeltbillett med 3,18 prosent. På lang sikt er nivåøkningen 13 prosent.

Dummyvariabelen *mobillett2* har en negativ effekt på etterspørselen etter reiser med enkeltbillett. Muligheten til å kjøpe periodebillett på Mobillett-appen reduserer etterspørselsnivået for enkeltbillett med 5,6 prosent. På lang sikt øker tallverdien til 25,9. A priori vil vi anta at koeffisienten har et positivt fortegn på grunn av feilregistreringen, som forklart i delkapittel 4.3. Videre forventet vi en moderat effekt. Dette er dog ikke tilfellet.

²⁹Prisen for parkering i parkeringshus varierer mellom parkeringshusene, og er derfor vanskelig å måle.

Koeffisientens negative og sterke effekt leder oss til å tro at variabelen plukker opp effekten av noe annet. Noen uker før åpnet i tillegg Miljøpakkens indre bomsnitt. Dette er et tiltak vi forventer har påvirkning på etterspørselen etter kollektivreiser. Siden *mobilt2* ble innført etter bomringen, er det tenkelig at den plukker opp effektforsinkelser fra bomringen.

Av samme grunn som i modell 1, har vi inkludert et trendledd i modellen for reisende med enkeltbillett. Trendleddet er statistisk signifikant og positivt, men tallverdien er svært lav på kort sikt. På årsbasis er trenden 3,8 prosent,³⁰ som betyr at en generell økende trend gir økt etterspørsel etter enkeltbillett. Ettersom trendleddet kan fange opp effekten av flere andre variabler, kan vi ikke skille marginaleffektene av de forskjellige variablene. Trenden kan derfor *kun* tolkes som hvordan etterspørselen påvirkes av en generell økende trend.

6.3 Foreløpig oppsummering

Vi har i delkapitlene ovenfor undersøkt hvilke observerbare faktorer som har påvirkning på etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim. Vi har funnet at reisende med ulike billettkategori reagerer på forskjellige variabler, og at færre variabler har betydning for reisende med periodebillett enn for reisende med enkeltbillett.

Reisende med enkeltbillett reagerer i større grad på endringer i egenprisen. Det vitner om at reisende med enkeltbillett er mer tilbøyelige til å benytte seg av andre transportmåter, eksempelvis bil, og kun reiser kollektivt i engangstilfeller. Dette gjelder både på kort og lang sikt. Slutningen underbygges ytterligere av den store forskjellen i egenpriselastisiteten mellom de to billettypene. Egenpriselastisiteten til reiser med enkeltbillett er i tallverdi nesten dobbelt så stor som egenpriselastisiteten til reiser med periodebillett. Reiser med periodebillett kategoriseres som et nødvendighetsgode. Det antyder at reisende med periodebillett har færre substitusjonsmuligheter og er mindre sensitive overfor endringer i egenpris.

Vi finner at etterspørselen etter periodebillett blir påvirket av prisen på enkeltbillett. Det innebærer at en høyere pris på enkeltbillett kan vri etterspørselen fra reiser med enkeltbillett til reiser med periodebillett. Samtidig finner vi ingen sammenheng mellom etterspørselen etter reiser med enkeltbillett og prisen på periodebilletter. Prisen på enkeltbillett for én måned vil alltid være dyrere enn prisen på periodebillett med samme varighet. En økning i periodeprisen vil derfor sannsynligvis ikke være stor nok til å gjø-

³⁰Trenden på årsbasis er funnet ved å multiplisere koeffisienten foran *trend* med 52. Ettersom vi har et semi-elastisk forhold, multipliseres resultatet med 100 for å kunne oppgi tallet i prosent.

re enkeltbillett til det rimeligste alternativet. I tillegg har vi lagt til grunn at de som reiser med enkeltbillett hovedsakelig har en annen transportmåte, som for eksempel bil. Reisende med periodebillett er ofte personer med lavere inntekt eller personer som reiser kollektivt av miljøhensyn, og har derfor ikke mulighet eller ønske om å gjøre bil sin primære transportmåte. Basert på disse to argumentene, er det rimelig at vi ikke finner en krysspris i etterspørselen etter enkeltbillett.

Ettersom vi antar at reisende med periodebillett har buss som sin primære reisemåte, er det også et rimelig resultat at de er mindre følsomme for endringer i den daglige kostnaden ved bilbruk. Etterspørselen etter reiser med enkeltbillett er derimot følsom overfor endringer i kostnaden ved bilbruk. Estimeringene viser at dersom prisen på drivstoff øker, så vil etterspørselen etter reiser med enkeltbillett øke. Dette peker i retning av at bilbruk og reiser med enkeltbillett er substitutter. På den andre siden tyder den negative effekten av parkeringspris på at reiser med enkeltbillett og bil er komplementære reisemåter. Det betyr at en høyere parkeringspris vil føre til redusert etterspørsel etter enkeltbilletter, gjennom redusert bilbruk. Det er naturlig å anta at høyere parkeringspris vrir etterspørselen mot periodereiser. Vi finner dog ikke en statistisk signifikant sammenheng mellom parkeringspris og reiser med periodebillett. Resultatet innebærer at reisende velger andre transportmåter enn buss når parkeringsprisen øker.

Innføring av bomring medfører økte kostnader for de som reiser med konvensjonell bil. Kostnaden vil være betydelig dersom bilen er den primære transportmåten, siden den marginale reisen blir dyrere. Vi finner liknende effekter av bom for begge billettypene. Effektene er lave på kort sikt, som kan tyde på at reisende ikke reagerte mye på innføringen av bomringen. Vi ser at det er en økning i etterspørslsnivået på lang sikt, altså er det flere som vrir sin etterspørsel mot reiser med kollektivtransport etter å ha erfart den økte kostnaden ved bilbruk. Effektene er mindre enn det vi forventet, og antyder at bomavgiften ikke er stor nok til at bilistene er villige til å avstå fra friheten som bil gir.

Effekten av åpningen av Strindheimtunnelen er ikke signifikant i modellen for etterspørselen etter periodebillett. Det ikke-signifikante resultatet kan skyldes tunnelens motstridende effekter, som kan tenkes å ha nulltet hverandre ut. Resultatet kan også tyde på at den reduserte reisetiden ikke gjør kollektivtransport tilstrekkelig attraktivt til å gjøre buss den primære transportmåten. Derimot er *strtunnelen* positiv og signifikant i modellen for etterspørselen etter reiser med enkeltbillett. Den positive effekten antyder at bussreiser har blitt en mer attraktiv reisemåte i enkelttilfeller. Åpningen av Strindheimtunnelen gjorde det mer fordelaktig å kjøre bil, ettersom mye trafikk ble flyttet ut av sentrum. Resultatet er rimelig og forsterker antakelsene om at det er en sammenheng

mellom enkeltbillett og bil.

Generelt er det lite som peker på at reisende med kollektivtransport reagerer på kvalitetsfaktorer. Av kvalitetsvariablene vi inkluderte, som leddbuss, forsinkelser, frakjøringer og Mobillett, er det kun sistnevnte vi finner en effekt av. Innføringen av Mobillett har en positiv effekt på etterspørselen etter reiser med enkeltbillett. Resultatet er ikke overraskende ettersom billettkjøp på mobil øker brukervennligheten og reduserer terskelen for å reise kollektivt. Den store effekten vi ser på lang sikt taler også for viktigheten av brukervennlighet.

Resultatene tilsier at det ikke finnes en effekt av trend på etterspørselen etter reiser med periodebillett, etter at vi har kontrollert for andre faktorer. Derimot finner vi en lav og positiv effekt av trend i etterspørselen etter reiser med enkeltbillett. Trendleddet er ment å fange opp effekten av blant annet befolkning og inntekt på etterspørselen. Befolkning og inntekt vil a priori gi motstridende effekter. De lave og ikke-signifikante estimatene av trend kan være et resultat av at disse variablene nuller hverandre ut.

7 Robusthet og utvidelser

I dette kapitlet ønsker vi å se nærmere på hvordan resultatene fra grunnmodellen endrer seg når vi endrer utvalget og tidsperiodene. Først studerer vi to linjer som hovedsakelig benyttes av to forskjellige grupper reisende. Deretter studerer vi linjer av høy og lav kvalitet, for å undersøke hvilken effekt driftsavvik har på etterspørselen. Til slutt vil vi sammenlikne reisendes sensitivitet overfor de inkluderte variablene før og etter innføring av bomring. Samtlige robusthetstester og utvidelser vil ta utgangspunkt i modellene estimert i tabell 1 og 2.

7.1 Robusthetstest

I dette delkapitlet skal vi teste hovedmodellens robusthet ved å studere to enkeltlinjer nærmere. Dette gjøres for å undersøke om modellen kan forklare etterspørselen etter reiser på enkeltlinjer, som benyttes av ulike grupper reisende. Vi har valgt å ta for oss en «student»-busslinje og en busslinje som benyttes av forskjellige typer reisende. Til dette formålet har vi valgt ut henholdsvis linje 5 og 60.

Linje 5 har trasé som starter på vestsiden av byen, går gjennom sentrum og passerer flere av NTNUs campuser. Traséen avsluttes på campus Dragvoll, i den sørøstlige delen av byen. Selv om bussruten passerer gjennom sentrum, er det studenter som utgjør den største gruppen reisende.

Linje 60 starter på østsiden av byen og går deretter vestover mot sentrum. Traséen avsluttes ved sentralbanestasjonen i sentrum.³¹ Linjen går gjennom flere boligområder og det er derfor tenkelig at de reisende hovedsakelig består av folk på vei til og fra arbeid. Begge linjene er forholdsvis tungt belastet og har høy avgangsfrekvens.³² Det gjør at linjene egner seg godt til sammenlikning.

Resultatene i tabell 3 viser variasjoner i både signifikans og elastisiteter. De største forskjellene mellom hovedmodellene og modellene i tabell 3 er signifikansen av de laggede endogene variablene. Som tabellen viser er kun det første lagget signifikant i alle robusthetsmodellene. Det peker i retning av en hurtigere tilpasning på de utvalgte linjene, sammenliknet med hele utvalget. Vi finner ingen effekt av variablene *bom2014*, *mobillett*, *parkpris* og *trend* i noen av modelleringene i tabell 3.

³¹For full oversikt over rutetrasé, se figur 8 i appendiks A.1.

³²Med høy frekvens mener vi minst fire avganger per time i rushtiden, samt minst én avgang i timen både lørdag og søndag.

Tabell 3: Robusthetstest - Sammenlikning av busslinje 5 og 60

VARIABLER	(R1)	(R2)	(R3)	(R4)
	lnperiode Linje 5	lnenkelt Linje 5	lnperiode Linje 60	lnenkelt Linje 60
lnperiode _{t-1}	0.365*** (0.0329)		0.300*** (0.0315)	
lnperiode _{t-2}	-0.0237 (0.0348)		0.00540 (0.0320)	
lnperiode _{t-3}	-0.00245 (0.0352)		0.0289 (0.0322)	
lnperiode _{t-4}	0.0462 (0.0341)		0.0439 (0.0313)	
lnperiode _{t-5}	-0.0271 (0.0274)		-0.00300 (0.0270)	
lnenkelt _{t-1}		0.117*** (0.0363)		0.156*** (0.0353)
lnenkelt _{t-2}		-0.0530 (0.0350)		-0.0316 (0.0347)
lnenkelt _{t-3}		0.0239 (0.0364)		0.0572 (0.0356)
lnenkelt _{t-4}		0.00444 (0.0341)		0.0427 (0.0341)
lnenkelt _{t-5}		-0.00901 (0.0329)		0.0351 (0.0328)
lnperiodepris	-0.239 (0.164)		-0.422*** (0.162)	
lnenkeltpris	0.220 (0.231)	-0.672** (0.319)	0.470** (0.224)	-1.008*** (0.344)
lnparkpris		-0.0464 (0.416)		-0.322 (0.437)
Indieselpris		1.734 (1.296)		2.450* (1.365)
Indieselpris _{t-1}		-2.676** (1.297)		-2.808** (1.359)
mobillett		0.00235 (0.0387)		-0.0113 (0.0409)
bom2014	0.00252 (0.0581)	0.0148 (0.0519)	0.0612 (0.0560)	0.0578 (0.0549)
strtunnelen		0.143** (0.0615)		0.133** (0.0642)
mobillett2	-0.114** (0.0519)	-0.0231 (0.0701)	-0.0903* (0.0494)	-0.0622 (0.0737)
trend		0.000230 (0.000425)		0.000581 (0.000447)
Konstant	7.956*** (1.502)	13.94*** (1.958)	6.675*** (1.458)	11.51*** (2.044)
Månedfaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Feriefaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Observasjoner	327	323	327	323
R ²	0.945	0.875	0.926	0.846

Standardavvik i parentesene
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

I modellene for henholdsvis periode- og enkeltbillett, ser vi at konstantleddene for de forskjellige rutene er forholdsvis like. Det gir en indikasjon på at nivået av reisende på de to linje er sammenliknbare, og gir ytterligere grunnlag for sammenlikningen av disse linjene.

Modell R1 antyder at studenter som reiser med periodebillett generelt reagerer svært lite på endringer i de inkluderte variablene. Eksempelvis er variablene *lnperiodepris* og *lnenkeltpris* er ikke-signifikante. Det peker i retning av at studenter har få substitusjonsmuligheter når det kommer til valg av reisemåte.

Sammenlikner vi reisende med periodebillett på linje 60 med linje 5, reagerer denne gruppen på flere variabler. Både egen- og kryssprisene er signifikante. Vi har en større egenpriselasitet i tallverdi enn i hovedmodellen, som indikerer at denne gruppen reisende har større fleksibilitet i reisevalg enn resten av utvalget. Estimatet av kryssprisen likner den vi så i modell 1. Utfallet underbygger robustheten til hovedmodellen.

Effektene av *strttunnelen* er litt sterkere i modell R2 og R4 enn det vi så i hovedmodellen. Resultatet er noe merkelig ettersom ingen av de to busslinjene har trasé gjennom tunnelen, og derfor ikke opplever den reduserte reisetiden direkte. På den andre siden har tunnelen flyttet noe av trafikken ut av sentrum, som har resultert i generelt bedre trafikkflyt og kan være en forklaring på estimatet. Den økte effekten tyder på at linje 5 og 60 påvirkes mer av bedre trafikkflyt i sentrum enn generelt i utvalget.

Estimatet for *mobillett2* er sterkere for periodereiser på linje 5 enn i hovedmodellen. Dette kan forklares med at studenter generelt sannsynligvis er mer tilbøyelige til å benytte seg av billettkjøp på mobil. Variabelen har også en sterkere effekt i modell R3 enn i hovedmodellen, som tyder på at også linje 60 har over gjennomsnittet mange som benytter seg av periodebillettkjøp på Mobillett. Vi finner ingen effekt av *mobillett2* i modelleringen av etterspørselen etter reiser med enkeltbillett på noen av linjene.

Både modell R2 og R4 viser høye koeffisienter foran *Indieselpris*. I modell R2 er ikke den kortsiktige effekten av drivstoffpris signifikant, men prisen av drivstoff uken før er signifikant. Den langsiklige elastisiteten er, i motsetning til hovedmodellen, negativ og indikerer en komplementaritet mellom reiser med enkeltbillett og bil. I modell R4 finner vi også komplementaritet på lang sikt, men effekten er betydelig svakere. På kort sikt antyder estimatet i modell R4 at reiser med enkeltbillett og bil er substitutter. De høye estimatene er lite troverdige, og kan tyde på at vi har utelatte variabler i modellene.

Resultatene viser at de to gruppene reisende reagerer på forskjellige faktorer. Studenter reagerer på få variabler, som ikke er et overraskende utfall ettersom de regnes som

en lavinntektsgruppe, og dermed har få substitusjonmuligheter fra buss.

Generelt indikerer resultatene fra denne robusthetstesten at hovedmodellene i tabell 1 og 2 ikke er representativ for å beskrive etterspørselen etter reiser på enkeltlinjer. Dette er begrensingen ved bruk av paneldata, hvor vi analyserer sammenhenger både *mellom* og *innenfor* enheter. Parameterestimatene i hovedmodellene forutsetter derfor at effekten av eksempelvis egenpris er lik for alle busslinjer og for alle uker. Det er rimelig å anta at enkelte busslinjer i større grad benyttes av enkelte grupper, og at vi dermed observerer forskjellig prissensitivitet. På samme måte er det rimelig å anta at betydningen av for eksempel pris er forskjellig mellom uker eller år. For å utnytte all informasjon som hver busslinje kan gi, må man studere hver linje individuelt, på samme måte som vi har gjort i tabell 3. I vårt tilfelle er det likevel mest hensiktsmessig å estimere effekter basert på hele utvalget. Det gir oss informasjon om hvordan Trondheims befolkning som *helhet* endrer sin etterspørsel etter reiser med kollektivtransport ved endringer i de inkluderte variablene.

7.2 Betydning av driftsavvik

I dette delkapittelet ønsker vi å undersøke hvordan ulik kvalitet påvirker reisendes adferd. Litteraturen anser pålitelighet som et mål på kvalitet, og kan måles ved for eksempel driftsavvik.³³ I en uoffisiell undersøkelse som Adresseavisen har gjennomført, uttrykte 25 prosent av respondentene at det viktigste for dem ved bussen er at den er i rute (Nygård & Bråten, 2017). Er det slik at folk faktisk reagerer på om bussen er presis, eller er de som reiser med buss inneforstått med risikoen for forsinkelser og frakjøringer?

Som forklart i kapittel 5.1 utgjør disse variablene en risiko for å ha et simultanitetsproblem. På grunn av disse utfordringene, i tillegg til at de effektforsinkelsene av variablene ikke var signifikante i hovedmodellen, har vi ikke hatt mulighet til å estimere effekten av driftsavvik. For å undersøke hvordan elastisiteter blir påvirket av forskjellig kvalitet, har vi rangert busslinjene etter gjennomsnittlig driftsavvik per uke. Vi har estimert tabell 1 og 2 på nytt, hvor utvalget er de fem linjene som har henholdsvis flest og færrest driftsavvik. En oversikt over hvilke linjer som er inkludert er presentert i tabell 4. Eksempelvis har linje 5 gjennomsnittlig 22,34 driftsavvik per uke, mens linje 17 i gjennomsnitt har 0,55 driftsavvik per uke.³⁴

Tabell 4: Oversikt over busslinjer med flest og færrest gjennomsnittlige driftsavvik per uke

Linjer med flest driftsavvik	Gjennomsnittlig ukentlig driftsavvik	Linjer med færrest driftsavvik	Gjennomsnittlig ukentlig driftsavvik
5	22,34	17	0,54
6	19,72	15	0,60
8	18,07	10	0,85
4	17,7	67	0,89
18	13,46	48	1,28

Modell 3 og 4 viser resultatene basert på busslinjene med henholdsvis flest og færrest gjennomsnittlige driftsavvik per uke, hvor avhengig variabel er reiser med periodebillett. Sammenlikner vi modell 3 med hovedmodellen i tabell 1, er estimatene marginalt forskjellige. I modell 3 er dog ikke *lnenkeltpris* og *bom2014* lenger statistisk signifikante.³⁵ Det betyr at vi står igjen med kun *lnperiodepris* som signifikant forklaringsvariabel. Resultatene innebærer derfor at når kvaliteten er lav, er det kun endringer i egenprisen som har betydning for etterspørselen.

³³Driftsavvik er derfinert som summen av antall frakjøringer og forsinkelser.

³⁴Oversikt over driftsavvik for alle busslinjer finnes i tabell 7 i appendiks A.1.

³⁵I dette tilfellet benytter Stata seg av 5-1 frihetsgrader, basert på antall linjer inkludert i utvalget. I t-fordelingen betyr det at observert t-verdi må være høyere enn i hovedmodellen. Ettersom vi undersøker et lite utvalg av linjer, er det rimelig å kreve høyere sikkerhet i estimatene.

Tabell 5: Utvidelse 1 - Betydningen av driftsavvik

VARIABLER	(3) lnperiode_flest	(4) lnperiode_færrest	(5) lnenkelt_flest	(6) lnenkelt_færrest
lnperiode _{t-1}	0.408*** (0.0459)	0.321*** (0.0505)		
lnperiode _{t-2}	0.0475* (0.0191)	0.157** (0.0404)		
lnperiode _{t-3}	0.0521*** (0.00771)	0.0581 (0.0357)		
lnperiode _{t-4}	0.0871*** (0.00570)	0.0502* (0.0186)		
lnperiode _{t-5}	0.0316* (0.0140)	0.0526 (0.0308)		
lnenkelt _{t-1}			0.227*** (0.0213)	0.299** (0.0788)
lnenkelt _{t-2}			0.0662** (0.0219)	0.0760 (0.0484)
lnenkelt _{t-3}			0.127*** (0.0141)	0.102** (0.0243)
lnenkelt _{t-4}			0.0890*** (0.0139)	0.0208 (0.0705)
lnenkelt _{t-5}			0.132*** (0.0247)	0.0456 (0.0266)
lnperiodepris	-0.215* (0.0993)	-0.593 (0.321)		
lnenkeltpris	0.538 (0.254)	1.497** (0.396)	-0.360** (0.123)	-0.433 (0.741)
lnparkpris			-0.503** (0.176)	-0.442 (0.598)
Indieselpris			0.438* (0.192)	4.022 (1.917)
Indieselpris _{t-1}			-0.636* (0.295)	-4.089 (2.061)
mobillett			0.0327 (0.0239)	0.0152 (0.0494)
bom2014	0.0154 (0.0163)	0.00657 (0.0448)	0.0197** (0.00560)	0.0871* (0.0330)
strtunnelen			0.0473* (0.0206)	-0.0383 (0.0611)
mobillett2	-0.0469*** (0.00881)	-0.0745 (0.0795)	-0.0446** (0.0160)	0.00636 (0.0846)
trend			0.000756* (0.000309)	0.00140 (0.00110)
Konstant	3.558*** (0.469)	1.055 (1.954)	6.732*** (1.362)	5.627* (2.529)
Linjefaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Månedfaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Feriefaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Observasjoner	1,531	1,029	1,511	1,013
Within R ²	0.904	0.738	0.853	0.656
Antall busslinjer	5	5	5	5

Robuste standardavvik i parentesene

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Videre sammenlikner vi modell 4 med modell 1. Mange av variablene som er signifikante i hovedmodellen, er ikke lenger signifikante. Dette kan tolkes som at pålitelighet overskygger betydningen av andre variabler. Kryssprisen *lmenkeltpreis* er den eneste signifikante variabelen. Den sterke positive kryssprisen kan indikere at høy kvalitet bidrar til økte substitusjonsmuligheter mellom enkeltbillett og periodebillett. Det betyr at en økning i enkeltbillettprisen gir en sterkere overvelting til periodebillett når kvaliteten er høy, sammenliknet med en linje av lav kvalitet.

Forklaringskraften er lavere i modell 4, enn i både modell 1 og 3. Det kan tyde på at modellen er mindre robust når utvalget består av busslinjer med få driftsavvik.

Modell 5 og 6 er på samme måte estimert med et utvalg av busslinjer med henholdsvis flest og færrest gjennomsnittlige driftsavvik per uke. Disse modellene har reiser med enkeltbillett som avhengig variabel. Resultatene i modell 5 likner resultatene vi så i hovedmodellen i tabell 2. Igjen viser det seg at hovedmodellen gir robuste estimater for utvalget med flest driftsavvik. Forskjellen er at vi i modell 5 har en negativ effekt av drivstoffprisen på lang sikt. Tolkningen av fortegnet er analog med forklaringen på den negative effekten av *lnparkpris* i hovedmodellen.

I modell 6 undersøker vi busslinjer av høy kvalitet. I likhet med modell 4 har vi også i denne modellen få signifikante resultater. Det kan bety at når bussen er pålitelig, blir de økonomiske variablene ikke vesentlige for etterspørselen. Variabelen *bom2014* er den eneste variabelen som kan sies å ha påvirkning på etterspørselen etter reiser med enkeltbillett, men effekten er kun svakt signifikant. På grunn av et pålitelig busstilbud oppleves ikke innføring av bomring som like ugunstig for de reisende. *Strtunnelen* er en av variablene som ikke er signifikant. Det indikerer at redusert trafikk i sentrum har lite betydning på etterspørselen når bussen allerede har få forsinkelser.

Generelt ser vi at få driftsavvik reduserer betydningen av de økonomiske variablene. Dette tyder på at pålitelighet er et viktig element i reisendes beslutning om å reise kollektivt. På grunn av de mange ikke-signifikante estimatene i modellene hvor utvalget er av høy kvalitet, er det rimelig å anta at våre hovedmodeller er bedre egnet til å forklare etterspørselen etter kollektivtransport for busslinjer som har driftsavvik. Dette er ikke overraskende i og med at vårt datasett har en overvekt av busser med relativt høyt driftsavvik. Gjennomsnittlig driftsavvik per uke for alle linjene er åtte, som er høyere enn medianen på 6,8.

Det er verdt å merke seg at de busslinjene som har store ukentlige driftsavvik også er busslinjer med stor passasjertrafikk og høy frekvens. Økt frekvens og stor belastning øker sannsynligheten for forsinkelser og frakjøring. Derfor kan summen av driftsavvik per

linje gi et misvisende bilde av kvaliteten. På den andre siden vil økt frekvens i seg selv bli oppfattet som høy kvalitet, samtidig som risikoen for forsinkelser og frakjøringer reduseres. Følgelig mener vi at summen av driftsavvik likevel kan være en lugom tilnærming til kvalitet.

7.3 Effekt av bomring

I dette delkapittelet ønsker vi å undersøke om reisendes sensitivitet overfor de inkluderte variablene er forskjellig før og etter at Miljøpakkens indre bomsnitt ble innført. Det kan for eksempel tenkes at innføringen av bomringen har endret bilreisendes tilbøyelighet til å velge kollektivtransport, ettersom marginalkostnaden av reise med bil har økt.

I modell 7 og 9 har vi estimert modellene basert på utvalget *før* bomringen åpnet. Modell 8 og 10 er tilsvarende basert på utvalget *etter* at bomringen åpnet. Enkelte dummyvariabler som er inkluderte i hovedmodellen vil kun ha effekt i én av tidsperiodene, og er derfor utelatt i den andre perioden.

I modelleringen for enkelt- og periodebillett er justeringskostnadene høyere *før* bommen ble innført, enn etter innføringen. Det betyr at tilpasning ved endringer i forklaringsvariabler tar lengre tid i første periode av datasettet.

Modell 7 og 8 har reiser med periodebillett som avhengig variabel. Før bommen ble innført, viser vår modell at reisende ikke reagerer på endringer i egenprisen. Det underbygger resultatene fra hovedmodellen, hvor reiser med periodebillett ble klassifisert som et nødvendighetsgode. I modell 8 finner vi en negativ og relativt høy effekt av egenprisen. Det indikerer at betydningen av pris økte etter at bommen ble innført, som er et litt overraskende resultat. Siden kostnaden av å reise med bil nå har økt, ville man forventet at prissensitiviteten av periodebillett reduseres, ettersom buss nå er en gunstigere reisemåte. Våre resultater tyder derfor på at innføringen av bom ikke økte avhengigheten av periodebillett. Derimot indikerer resultatene at Trondheims befolkning har råd til eller preferanser som gjør at de velger å betale den ekstra kostnaden som bom forårsaker, eksempelvis for å beholde fleksibiliteten som bil medfører. Krysspriseffekten er ikke-signifikant verken før eller etter åpningen av bomringen. Det kan forklares med at ved å dele opp datasettet gjenstår færre endringer i enkeltbillettprisen i hver periode, som kan gi stor usikkerhet i estimatene.

Effekten av *mobillett2* er som forventet negativ, siden den er ment å korrigere for feiltellingen som forklart i kapittel 6.3. Verdien likner estimatet fra hovedmodellen.

Før innføringen av bomringen har egenprisen en liknende effekt på reiser med enkelt-

Tabell 6: Utvidelse 2 - Betydningen av bomring

VARIABLER	(7)	(8)	(9)	(10)
	lnperiode_før	lnperiode_etter	lnenkelt_før	lnenkelt_etter
lnperiode _{t-1}	0.410*** (0.0260)	0.399*** (0.0367)		
lnperiode _{t-2}	0.129*** (0.0171)	0.0861*** (0.0176)		
lnperiode _{t-3}	0.0816*** (0.00739)	0.0470*** (0.0150)		
lnperiode _{t-4}	0.130*** (0.0107)	0.0666*** (0.0126)		
lnperiode _{t-5}	0.0697*** (0.0143)	0.0341** (0.0163)		
lnenkelt _{t-1}			0.327*** (0.0570)	0.378*** (0.0401)
lnenkelt _{t-2}			0.131*** (0.0228)	0.0817*** (0.0140)
lnenkelt _{t-3}			0.165*** (0.0120)	0.0521*** (0.0137)
lnenkelt _{t-4}			0.106*** (0.0310)	0.0617** (0.0232)
lnenkelt _{t-5}			0.0976*** (0.0324)	0.0506*** (0.0172)
lnperiodepris	0.00348 (0.0600)	-0.731** (0.298)		
lnenkeltpris	0.261 (0.169)	0.195 (0.451)	-0.332*** (0.0787)	-16.57*** (2.425)
lnparkpris			-0.685*** (0.165)	-4.850*** (0.706)
Indieselpris			0.734 (0.462)	-0.144 (0.426)
Indieselpris _{t-1}			-0.824* (0.480)	0.0775 (0.569)
mobillett			0.0390*** (0.00535)	
trend			0.000671*** (0.000147)	0.00511*** (0.000580)
mobillett2		-0.0564*** (0.0120)		-0.0873*** (0.00860)
strtunnelen				0.0596*** (0.0123)
Konstant	0.972** (0.399)	7.381*** (1.299)	5.006*** (0.367)	76.47*** (10.27)
Linjefaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Månedfaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Feriefaste effekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Observasjoner	4,339	3,860	4,339	3,753
Within R ²	0.854	0.820	0.712	0.711
Antall busslinjer	27	28	27	28

Robust standardavvik i parentesene

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

billett som vi så i hovedmodellen. På grunn av større effektforsinkelser vil den langsiktige tilpasningen være høyere i modell 9 enn i modell 2.

Effekten av egenprisen etter innføringen av bomringen er urealistisk. Resultatet i modell 10 innebærer at én prosent økning i prisen på enkeltbillett reduserer etterspørselen med 16,6 prosent på kort sikt. Dersom vi tar utgangspunkt i gjennomsnittlig antall reiser med enkeltbillett etter at bommen ble innført, som er 773.746 per uke, impliserer estimatet en reduksjon på 28.842 reiser på én uke. På lang sikt vil samme prisøkning halvere antall reiser. Tallverdien på estimatet gir derfor ikke mening, og det er flere mulige grunner til at vi observerer store elastisiteter i egenprisen i etterspørselen etter reiser med enkeltbillett.

Den ene grunnen kan være at i tidsperioden etter innføringen av bomringen har vi kun hatt to endringer i enkeltbillettprisen. I januar 2015 ble prisen på enkeltbillett satt opp, noe som utgjorde en realprisøkning på 1,9 prosent. I januar 2016 ble en prisendring gjennomført for å justere for inflasjon, som ga en realprisøkning på 0,3 prosent. Det betyr at det er svært lite variasjon i prisen på enkeltbillett etter åpningen av indre bomsnitt, som kan by på utfordringer når vi prøver å estimere effekten av endret pris. I tillegg ble det i *forkant* av perioden gjennomført en stor økning i prisen på enkeltbillett. Real økningen var på 9,9 prosent, og de nye prisene trådte i kraft 2. januar 2014. Siden bommen åpnet 20 uker etter denne store prisøkningen, er det grunn til å tro at egenpriselastisiteten i modell 10 plukker opp et etterslep av denne prisøkningen. Samtidig er det en mulighet for at vi har utelatt variabler som er relevant for å forklare etterspørselen etter reiser med enkeltbilletter *etter* at bomringen ble åpnet. Et eksempel på variabler som kan være utelatt er endringer i rutetilbudet, gitt ved for eksempel vognkilometer, samt holdningskampanjer eller politikkendringer. Vognkilometer er av spesiell interesse. Som det framkommer av appendiks A.3.4 var det en reduksjon i antall vognkilometer i Trondheim i både 2015 og 2016, som kan ha påvirket etterspørselen etter reiser med kollektivtransport.

Estimatet av parkeringsprisen i modell 9 er tilsvarende resultatet vi så i modell 2. Effekten av *lnparkpris* er urealistisk i modell 10. I figur 4 i kapittel 4.3 ser vi at realprisen på parkering endres kun to ganger i perioden vi undersøker. På samme måte som for egenprisen kan det også her være vanskelig å få fornuftige estimater.

Modell 9 tilsier at det ikke er en kortsiktig sammenheng mellom dieselpriis og etterspørselen etter reiser med enkeltbillett før bomringen åpnet. Derimot er koeffisienten foran den laggede drivstoffprisen svakt signifikant og negativ. Etter å ha testet *Indieselpriis* og *Indiesepris_{t-1}*, finner vi at disse simultant kan utelates fra modell 9 til én prosent signifikansnivå. Før bommen har vi altså verken en kort- eller langsiktig effekt av drivstoffprisen. Resultatet fra modell 10 leder oss til samme konklusjon.

Effekten av *mobillett* i modell 9 er lite forandret sammenliknet med hovedmodellen. Det samme gjelder effekten av *strttunnelen* i modell 10. Dette kan tyde på at estimatene av disse variablene i hovedmodellen er robuste. *Mobilett2* har tilsvarende effekter i modell 10 som i modell 2. Også her er det grunn til å tro at estimatene plukker opp effekter utenom feilregistreringen, som forklart i kapittel 6.2.

Koeffisientene foran trendvariabelen er fortsatt svært lave, men vi ser en økning fra modell 9 til modell 10. Det betyr at trenden er sterkere etter åpningen av bomringen, og kontrollert for de inkluderte faktorene, øker bruken av enkeltbillett. Det kan tolkes i retning av at flere velger andre transportmåter etter åpningen av bomringen, og derfor reiser buss i enkelttilfeller.

8 Oppsummering og diskusjon

For å kunne tolke og vurdere resultatene nærmere er det relevant å sammenlikne våre resultater med tidligere empiriske studier av etterspørselen etter kollektivtransport. Ettersom vår oppgave bygger på et unikt datasett og empirisk spesifikasjon, vil ikke nødvendigvis resultatene fra våre estimeringer sammenfalle med resultatene fra tidligere studier.

Vi finner i likhet med Balcombe et al. (2004, s. 11) at valg av reisemåte kan henge sammen med inntekt og hvilken livssituasjon man befinner seg i. Etter å ha sammenliknet en «student»-linje med en linje benyttet av alle typer reisende, finner vi at studenter i liten grad reagerer på endringer i de inkluderte variablene. Dette underbygger teorien om at studenter har færre substitusjonsmuligheter grunnet lavere inntekt. Vi finner også at gruppen av andre reisende reagerer sterkere og på flere variabler. Dette kan begrunnes med at denne gruppen består av flere arbeidsreisende, som har en høyere inntekt. Sett i sammenheng med funnene fra Hjorthol et al. (2014) om at det er en klar sammenheng mellom tilgang til bil og inntekt, er ikke våre resultater overraskende.

I undersøkelsen gjennomført av Vibe et al. (2005), som er basert på observasjoner før Miljøpakkens bomringer åpnet, er det funnet at den kortsiktige egenpriselastisiteten av bussreiser i Trondheim er $-0,07$ og ikke statistisk signifikant. Dette er analogt med våre funn for reiser med periodebillett før bomringen åpnet. Den samme undersøkelsen finner en egenpriselastisitet i Norge på $-0,33$ på kort sikt og $-0,51$ på lang sikt. Bresson et al. (2003, s. 620) finner at egenpriselastisiteten i England og Frankrike har et spenn på $-0,4$ og $-0,53$, hvor langtidselastisitetene varierer mellom $-0,69$ og $-0,73$. Ingen av undersøkelsene gjør forskjell på billettyper. Våre estimater for egenpriselastisiteten av periodebillett for hele utvalget er $-0,18$, som i tallverdi er lavere enn gjennomsnittsestimatene for Norge, England og Frankrike. Estimater for egenpriselastisiteten av enkeltbillett likner resultatene fra de nevnte studiene, med en verdi på $-0,31$ på kort sikt. I våre modeller er langtidseffektene funnet å være $-0,83$ for periodebillett og $-1,45$ for enkeltbillett, som er høyere enn i tidligere studiene.

Forskningen gjengitt i Balcombe et al. (2004, s. 90) sier at folk reagerer mer negativt på tiden de må vente på bussen grunnet forsinkelser, enn de reagerer på planlagt ventetid. Vår modell har ikke undersøkt hvor negativt folk reagerer på forsinkelser. Derimot har vi funnet at reisende er mer følsomme for endringer i billettprisen dersom det er høyt driftsavvik på busslinjen. Det kan indikere at reisende har forskjellig adferd dersom de blir utsatt for forskjellig kvalitet.

Det er vanskelig å finne litteratur som har studert effekten av et mobilt billettsystem

på etterspørselen etter kollektivtransport, ettersom dette er relativt ny teknologi. Det er grunn til å tro at Mobillett øker brukervennligheten i billettsystemet, som reduserer terskelen for å reise med kollektivtransport. Våre estimater bekrefter antakelsen, og viser en positiv nivåøkning i reiser med enkeltbillett etter innføringen av Mobillett.

Vi finner større elastisiteter av drivstoffprisen enn det Vibe et al. (2005) finner. En grunn til de avvikende estimatene kan være et resultat av at vår empiriske spesifikasjon gjør forskjell på billetttypene. Våre estimater tilsier kun en sammenheng mellom dieselpris og reiser med enkeltbillett.

I vår undersøkelse har det, i likhet med tidligere studier, vist seg å være vanskelig å finne fornuftige sammenhenger mellom parkeringspris og etterspørselen etter kollektivtransport. Vi finner en krysspriselastisitet i modelleringen av etterspørselen etter enkeltbillett som er negativ. Sammenhengen tilsier at det er komplementaritet mellom reiser med enkeltbillett og bil. Estimater strider derfor imot tidligere litteratur, eksempelvis bemerker Balcombe et al. (2004, s. 30) at sammenhengen forventes å være positiv. Vårt resultat virker urimelig, og kan skyldes lite variasjon i realprisen på parkering i løpet av observasjonsperioden.

Analysene hvor vi sammenlikner reisendes adferd før og etter åpning av bomringen viser en økt prissensitivitet etter åpningen av bommen. Resultatet er overraskende, fordi det indikerer at innføringen av bomringen fører til økt fleksibilitet i reisemåte. Dette resultatet, sett i sammenheng med at andelen bompasseringer av miljøvennlige kjøretøy³⁶ har økt kraftig i perioden etter at bomringen ble innført, åpner for videre drøfting av estimatene.³⁷

El-bil har flere økonomiske fordeler, som blant annet innebærer at den passerer gratis gjennom bomringen. Innføringen av bom fører til at den relative prisen på el-bil i forhold til konvensjonell bil, samt den relative prisen på bussreiser i forhold til konvensjonell bil, reduseres.³⁸ Når den relative prisforskjellen reduseres, vil man anta at reisende vrir sin etterspørselen mot det rimeligste alternativet. Vi forventer derfor at etterspørselen etter blant annet el-bil og buss vil øke. Likevel kan det tenkes at en overgang fra bil til buss medfører en tilleggs kostnad i form av redusert frihet. Gitt at reisende har et sett av preferanser og inntekt, er det nærliggende å tro at en som tidligere har hatt konvensjonell bil som sin primære transportmåte, har større tilbøyelighet til å gå over til el-bil i stedet for kollektivtransport.

³⁶Miljøvennlige kjøretøy vil heretter bli omtalt som el-bil.

³⁷Utvikling og nærmere forklaring av andel miljøbilpasseringer er presentert i appendiks A.3.1.

³⁸Gitt at $\frac{P(\text{El-bil})}{P(\text{Konvensjonell bil})}$ og $\frac{P(\text{Buss})}{P(\text{Konvensjonell bil})}$, hvor $P(i)$ er pris på bruk av transportmåte i .

Likeledes har inntekten i Trondheim generelt økt i perioden vi undersøker. På grunn av den klare sammenhengen mellom inntekt og tilgang til bil, leder dette oss til slutningen om at reisende foretrekker å «kjøpe» seg frihet i form av el-bil, eller fortsetter å reise med konvensjonell bil. Dette kan derfor forklare den økte prissensitiviteten overfor reiser med kollektivtransport etter at bommen åpnet. I tillegg kan den ikke-signifikante effekten av dieselpriisen etter åpningen av bomringen også vitne om økt bruk av el-bil.

På den andre siden ser vi at reisende som benytter seg av alternative reisemåter har en tilbøyelighet til å vri etterspørselen mot periodebillett. Dette framkommer av det økte etterspørselsnivået etter innføringen av bomringen. Samtidig finner vi også en økning i etterspørselen etter reiser med enkeltbillett. Generelt kommer dette av at den marginale reisen med konvensjonell bil har blitt dyrere.

For å illustrere valgene en reisende står overfor etter at Miljøpakkens indre bomsnitt åpnet, setter vi opp et eksempel. La oss anta at en person ønsker å reise tur-retur til sentrum. Vi antar at personen har tilgjengelig en bil og et tilstrekkelig busstilbud. Først tar vi utgangspunkt i en reise fra Bergheim i den sørøstlige delen av byen. Reiselengden er på 5,8 kilometer én vei. Den reisende står blant annet overfor følgende valg: Dersom vi tar utgangspunkt i billettprisene for 2016, vil kostnaden ved kjøp av enkeltbillett tur-retur på Mobillett være 80 kroner. Til sammenlikning vil en reise med konvensjonell bil koste 62,1 kroner.³⁹ Ruten innebærer passering av indre bomsnitt, som har en sats på ni kroner per passering.⁴⁰ Et rasjonelt valg etter økonomisk teori vil i dette stiliserte eksempelet være å gjennomføre reisen med bil.

Et annet eksempel vil være å betrakte en reise fra Vikhammer, som ligger 14,4 kilometer øst for sentrum. Kostnaden for enkeltbillett kjøpt på Mobillett er fortsatt 80 kroner tur-retur. Dersom den reisende velger å kjøre med bil, må personen i dette tilfellet passere både ytre og indre bomsnitt, hvor førstnevnte har en sats på 11 kroner per passering.⁴¹ Den totale kostnaden som tilkommer blir derfor 149,44 kroner. I dette eksempelet vil bussen ha en klar økonomisk fordel, *ceteris paribus*.

Dersom de nevnte eksemplene representerer faktiske valg som en reisende står overfor, er det rimelig å anta at personen i første eksempel alltid vil velge bil fremfor enkeltbillett, selv etter at bomringen er innført. For at kollektivtransport skal konkurrere på pris må taksten på enkeltbillett reduseres til 31 kroner. Personen i det andre eksempelet har insentiver til å velge kollektivtransport både i enkelttilfeller og på lang sikt. Dersom det

³⁹Til å beregne kostnader per kilometer har vi anvendt Statens satser for reiser innland ved bruk av egen bil. I denne beregningen beregnes bilkostnadene per kilometer til 3,8 kroner (Skatteetaten, 2017).

⁴⁰For passeringer utenfor rushtid med autopassbrikke tilbys 20 prosent rabatt.

⁴¹Satsene for bompassering gjelder utenom rushtid. Prisen for rushtidspassering er 22 kroner.

er snakk om daglig pendling, vil reise med periodebillett være det mest rasjonelle valget i begge eksempler.

Det kan derfor tenkes at det finnes terskelverdier i prisen på enkeltbillett. En prisøkning på enkeltbillett reduserer etterspørselen etter enkeltbillett. Vi kan ikke si noe sikkert om etterspørselen overveltes mot økt etterspørsel etter periodebillett, økt konvensjonell bilbruk eller en økning i bruk av andre transportmåter. Likevel finner vi i modelleringen av periodebillett en positiv krysspris mellom de to billetttypene. Det gir oss en indikasjon på at noe av etterspørselsreduksjonen i enkeltbillett blir vridd mot periodebillett. Det er grunn til å tro at dersom prisen er tilstrekkelig lav, øker dette tilbøyeligheten til å ta buss, i stedet for bil, i enkelttilfeller. Derimot, dersom prisen er tilstrekkelig høy vil dette øke tilbøyeligheten for å kjøpe periodebillett, kjøre bil, sykle eller gå. Innføringen av bompenger, kombinert med en høy enkeltbillettpris, som kan trekke folk i retning av å reise med periodebillett, som i det stiliserte eksempelet.

Det finnes enkelte faktorer som kan skifte disse terskelverdiene. En av disse faktorene er el-bil. Som vi har diskutert tidligere har el-bil flere økonomiske fordeler. Derfor vil ikke økte bompenger nødvendigvis føre til den ønskede veksten i reiser med kollektivtransport, som er en del av «Nullvekstmålet» i Nasjonal transportplan 2014-2023. El-bil vil øke terskelen for å reise kollektivt i begge de stiliserte eksemplene presentert ovenfor. Som diskutert i det første eksempelet, vil det være nødvendig med en stor reduksjon i prisen på enkeltbillett for at den reisende skal være villig til å endre reisemåte fra konvensjonell bil til kollektivtransport. Dersom el-bil er alternativet som kollektivtransport vurderes opp, må en ytterligere takstreduksjonen må til. I første og andre eksempel vil den samme reisen med el-bil koste henholdsvis 44,1 og 109,4 kroner. I det første eksempelet må enkeltbillettaksten reduseres til 22 kroner for at buss skal kunne konkurrere mot el-bil på pris. I det andre eksempelet er fortsatt kollektivtransport den økonomiske foretrukne transportmåten.

Et annet aspekt vi ikke har tatt hensyn til i diskusjonen, og som i tillegg er vanskelig å måle, er de ikke-økonomiske kostnadene ved de forskjellige reisemåtene. På den ene siden kan reiser med kollektivtransport oppfattes som en praktisk reisemåte, fordi det medfører at man blant annet ikke behøver å lete etter parkeringsplass. På den andre siden kan kollektivtransport oppfattes som en ubeleilig reisemåte fordi det innebærer avhengighet av rutetabell, i tillegg til risiko for å bli forsinket. Dette er kostnader som går ut over individets fleksibilitet eller frihet.

I våre undersøkelser finner vi at høy kvalitet i form av pålitelighet i rutetabellen reduserer prissensitiviteten for etterspørselen etter reiser med kollektivtransport. Krysspriselasitet mellom periodebillett og prisen på enkeltbillett er sterk når busslinjen er

av høy kvalitet. Det betyr at en økning i enkeltbillettprisen gir en stor overvelting til periodebillett. Gitt sammenhengen mellom enkeltbillett og bil, kan det tenkes at et godt busstilbud vil bidra til å redusere tapet av fleksibilitet, og dermed terskelen, for å bytte fra bil til kollektivtransport.

8.1 Svakheter og videre forskning

En av de største svakhetene ved å benytte seg av paneldata over antall påstigende for å undersøke etterspørselen etter kollektivtransport er at vi kun ser netto endring i etterspørselen over tid. Vi vet ikke om det er de samme individene som benytter seg av kollektivtransport i 2010 som i 2016, eller om sammensetningen av reisende har endret seg over tid.

I den sammenheng har vi heller ikke mulighet til å si noe om hvorfor et individ velger eller ikke velger å benytte seg av buss. Faktorer av betydning kan være individets inntekt, familiesituasjon, tilgjengelighet av forskjellige transportmåter og miljøholdninger.

Samtidig baserer vår oppgave seg på antall registrerte reiser. Det betyr at vi ikke gjør forskjell på en reise på 200 meter og en reise på fem kilometer. En alternativ måte å undersøke et individs reisevalg er derfor å gjennomføre spørreundersøkelser over flere år, hvor det stilles spørsmål om våre inkluderte variabler, i likhet med *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen*.

En annen framgangsmåte kan være å ta utgangspunkt i salget av periodebillett og enkeltbillett, i stedet for bruken av de to billettypene. På denne måten reduserer man risikoen for målefeil. I tillegg har man mulighet til å studere forskjellige billettkategorier, eksempelvis studenter, voksen og honnør, for mer presis analyse av etterspørselen mellom grupper. I en slik analyse mister man dog informasjon om betydningen av tilbudet på de enkelte busslinjene.

Våre utvidelser har tatt utgangspunkt i hovedmodellene vi kom fram til i kapittel 6. Det er tenkelig at variabler ekskludert i hovedmodellene kan ha betydning for etterspørselen etter kollektivtransport når busslinjer er av forskjellig kvalitet, samt før eller etter bomringen åpnet. En alternativ framgangsmåte vil derfor være å modellere utvidelsene med det fulle settet av variabler, for så å ekskludere basert på økonomisk teori og statistisk inferens.

I januar 2017 ble gratis parkering i sentrum fjernet for el-biler, som kan tenkes å påvirke de som kjører og jobber i sentrum. I framtidig forskning vil det følgelig være interessant å undersøke hvordan dette tiltaket har påvirket etterspørselen etter kollektivtransport.

I tillegg kan en videreføring av våre analyser gjennomføres etter at *superbuss*⁴² har blitt innført i Trondheim. Høsten 2019 omlegges hele kollektivtilbudet i byen, hvor antall busslinjer reduseres til fordel for hyppigere avgang. Det vil være spennende å undersøke hvordan dette påvirker etterspørselen etter kollektivtransport.

⁴²Mer om den nye rutestrukturen og superbuss kan finnes i rapporten *Framtidig rutestruktur med superbuss i Stor-Trondheim 2019 – 2029 (AtB, 2016, s. 4)*.

9 Konklusjon

I denne oppgaven har vi brukt paneldata for antall påstigende passasjerer til å undersøke hvilke faktorer som påvirker etterspørselen etter kollektivtransport i Trondheim. Perioden vi undersøker er fra august 2010 til og med 2016. Vi har delt opp etterspørselen i reiser med enkeltbillett og periodebillett. Vi finner at reisende med enkeltbillett er marginale bussreisende og følgelig reagerer på et større sett av variabler enn reisende med periodebillett. Resultatene kan tilsi at reisende med periodebillett har færre substitusjonsmuligheter, og følgelig reagerer i mindre grad på endringer i kostnader ved bil og buss.

Videre ønsket vi å undersøke om ulike grupper reisende reagerer forskjellig på endringer i de inkluderte variablene. Vi undersøkte en «student»-linje og en linje som benyttes av andre reisende. Resultatene våre tyder på at adferden er forskjellig mellom studenter og andre reisende. Studenter er mindre prissensitive enn de andre reisende, som kan skyldes inntektsforskjellen mellom de to gruppene.

Vi har også studert hvordan kvaliteten på reisetilbudet har innvirkning på adferden til reisende med kollektivtransport. I våre undersøkelser finner vi at høy kvalitet i form av pålitelighet i rutetabellen overskygger betydningen av egenprisen. Når busslinjen er av høy kvalitet finner vi en sterk krysspriselastisitet mellom periodebillett og prisen på enkeltbillett. Det betyr at en økning i enkeltbillettprisen gir en sterkere overvelting til periodebillett. Dersom vi antar at de som reiser med enkeltbillett primært bruker bil som transportmåte, kan økt enkeltpris i kombinasjon med høy kvalitet, gjøre terskelen for en overgang fra bil til periodebillett lavere.

Hensikten med oppgaven har også vært å undersøke om innføringen av bomring endret etterspørselen etter reiser med kollektivtransport. Vi finner at innføringen av bomringen økte etterspørselsnivået av begge billettyper. Samtidig har reisende blitt *mer* prissensitive etter at bomringen ble innført. Dette kan skyldes økt bruk av el-bil i perioden etter at bomringen åpnet. De økonomiske fordelene ved el-bil kan dermed tenkes å ha dempet effekten som bomringen har på etterspørselen etter kollektivtransport.

Referanser

- Andersen, O.-E. (2014, 26. april). Strindheimtunnelen. *Byggeindustrien*. Hentet 26.04.2017 fra <http://www.bygg.no/article/1200165>
- AtB. (u.d.-a). *Om atb as*. Hentet 24.03.2017 fra <https://www.atb.no/om-atb-as/category172.html>
- AtB. (u.d.-b). *Våre operatører*. Hentet 24.03.2017 fra <https://www.atb.no/vare-operatorer/category1412.html>
- AtB. (2012). *Nye leddbusser*. Hentet 24.03.2017 fra <https://m.atb.no/nye-leddbusser-article65294-596.html>
- AtB. (2016). *Framtidig rutestruktur med superbuss i Stor-Trondheim 2019-2029* (Sammendragsrapport med anbefalinger). Hentet fra https://www.atb.no/getfile.php/Filer/Rapporter/AtB_Framtidig_rutestruktur_2019-2029_Sammendragsrapport_13.05.16.pdf
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket & Statens vegvesen. (2016). *Nasjonal transportplan 2018-2029* (Grunnlagsdokument). Hentet fra http://www.ntp.dep.no/Om+NTP/Hva+er+NTP/_attachment/1215451/binary/1108802?_ts=154a51c1a38
- Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., ... White, P. (2004). *The demand for public transport: a practical guide* (TRL Report TRL593). Berkshire: TRL.
- Bresson, G., Dargay, J., Madre, J.-L. & Pirotte, A. (2003). The main determinants of the demand for public transport: A comparative analysis of England and France using shrinkage estimators. *Transportation Research part A: policy and practice*, 37(7), 605–627.
- Button, K. (2010). *Transport economics* (3. utg.). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Forbrukerrådet. (2014). *Brukervennlige billettsystem - Inn i billettjungen* (Teknisk rapport). Hentet fra <https://www.forbrukerradet.no/wp-content/uploads/2015/10/Rapport-brukervennlige-billettsystem-rapport-Forbrukerr%C3%A5det.pdf>
- Hanssen, J.U. & Fearnley, N. (2012). *Sammendrag: Grunnlagsdata om parkering i byområder: Registreringer av tilbudet og parkeringens priselastisitet* (vol. 1206/2012). Transportøkonomisk institutt.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. & Uteng, T.P. (2014). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14-nøkkelrapport* (TØI rapport 1383/2014). Oslo: Transportøkonomisk institutt.

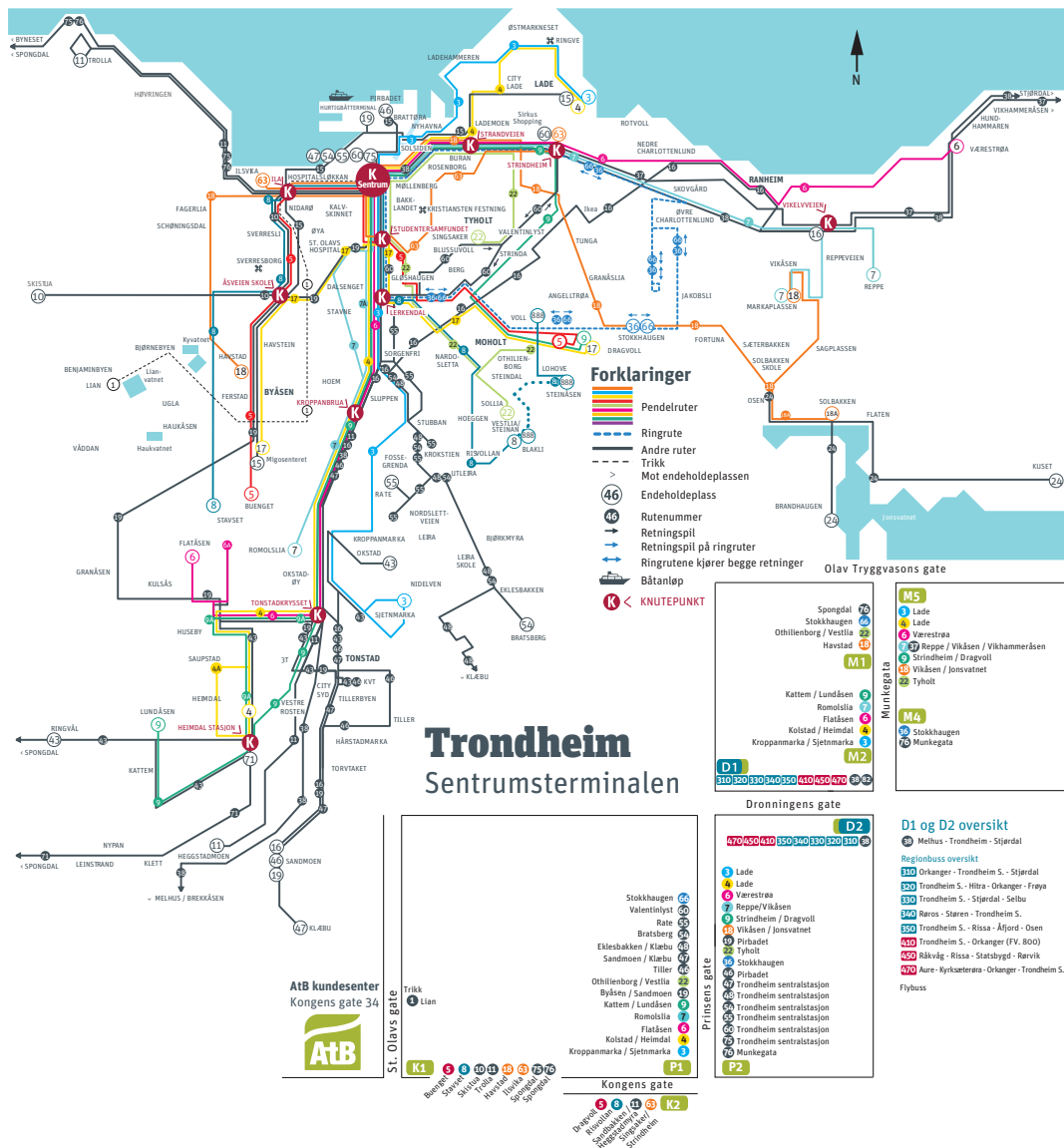
- Jensen-Butler, C., Sloth, B., Larsen, M.M., Madsen, B. & Nielsen, O.A. (2008). *Road pricing, the economy and the environment*. Leipzig: Springer Science & Business Media.
- Leth-Olsen, L. (2012, 7. juni). *Nå er de nye leddbussene her*. Hentet 24.03.2017 fra <http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/article1832845.ece>
- Lodden, U.B. (2001). Sammendrag: Enklere kollektivtilbud. Barrierer mot kollektivbruk og tiltak for et enklere tilbud. *TØI rapport, 540/2001*.
- Miljøpakken. (u.d.). *Bompunkter*. Hentet 13.04.2017 fra <https://miljopakken.no/om-miljoepakken/bompunkter>
- Miljøpakken. (2016a). *Miljøpakkens mål*. Hentet 21.03.2017 fra <http://miljopakken.no/om-miljoepakken/maal>
- Miljøpakken. (2016b). *Reisevaner 2013-14 - Trondheim/Trondheimsregionen* (Miljøpakken rapport 3/2016). Hentet fra http://miljopakken.no/wp-content/uploads/2011/01/Reisevaner-2013-14_ferdig.pdf
- Miljøpakken. (2016c). *Reisevaneundersøkelser: Mini-RVU - Trondheim 2014-2015* (Notat 15.03.2016). Hentet fra http://miljopakken.no/wp-content/uploads/2011/01/Mini-RVU_.pdf
- Minken, H. (2005). *Vegprising, kollektivtiltak og sosial ulikhet* (TØI rapport 815/2005). Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1417–1426.
- Nygård, K. & Bråten, R.T. (2017, 21. februar). - Det viktigste er at bussen er i rute. *Adresseavisen*. Hentet 07.05.2017 fra <http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2017/02/21/Det-viktigste-er-at-bussen-er-i-rute-14289659.ece>
- Odeck, J. & Bråthen, S. (2008). Travel demand elasticities and users attitudes: A case study of norwegian toll projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42, 77–94.
- Riis, C. & Moene, E. (2012). *Moderne mikroøkonomi* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skatteetaten. (2017). *Bilgodtgjørelse (kilometergodtgjørelse)*. Hentet 16.05.2017 fra <http://www.skatteetaten.no/no/Tabeller-og-satser/Bilgodtgjorelse-kilometergodtgjorelse/?ssy=2016#formulaDiv>
- Sør-Trøndelag fylkeskommune, Trondheim kommune & Statens vegvesen Region midt. (2010). *Informasjon om miljøpakken*. Hentet 21.03.2017 fra <http://www.vegvesen>

- .no/_attachment/127485/binary/248057
- Statens vegvesen. (2015). *Strindheimtunnelen*. Hentet 13.04.2017 fra <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6ost/Strindheimtunnelen>
- Statens vegvesen. (2017, feb). *Bompenger i Norge*. Hentet 22.03.2017 fra <http://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/Reiseinformasjon/Bompenger>
- Statistisk sentralbyrå. (2016, desember). *Utslipp av klimagasser*. Hentet 21.03.2017 fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-endelige>
- Statistisk sentralbyrå. (2017, mai). *Kollektivtransport*. Hentet 29.05.2017 fra <https://www.ssb.no/kolltrans>
- Trondheim kommune. (2016, 1. april). *Parkering*. Hentet 13.04.2017 fra <https://www.trondheim.kommune.no/content/1117723666/Parkering>
- Varian, H.R. (1992). *Microeconomic analysis* (3. utg.). New York: W.W. Norton and Company, Inc.
- Vegamot. (u.d.). *Om bomprosjektene*. Hentet 22.03.2017 fra http://www.vegamot.no/Om_bompengeprosjektene.aspx
- Verbeek, M. (2012). *A guide to modern econometrics*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Vibe, N., Engebretsen, Ø. & Fearnley, N. (2005). *Sammendrag: Persontransport i norske byområder - utviklingstrekk, drivkrefter og rammebetingelser* (TØI rapport 761/2005). Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2005/761-2005/S-drag%20Drivkrefter.pdf>
- Wooldridge, J.M. (2013). *Introductory econometrics: A modern approach* (5. utg.). Boston: South-Western Cengage Learning.

A Appendiks

A.1 Rutekart og inkluderte busslinjer

Rutekart og rutetabell er hentet fra AtBs nettsider (www.atb.no).



Figur 8: Rutekart for området Stor-Trondheim AtB.

Tabell 7: Oversikt over inkluderte busslinjer

Busslinje	Rute	Gjennomsnittlig antall driftsavvik
3	Lade - Trondheim sentralstasjon - Sentrumsterminalen - Koppanmarka - Sjetnmarka	6,09
4	Lade -Sentrumsterminalen - Kolstad - Heimdal	17,7
5	Lohove/Dragvoll - Sentrumsterminalen - Buenget	22,34
6	Værestrøa - Sentrumsterminalen - Flatåsen	19,72
7	Vikåsen - Reppe - Sentrumsterminalen - Romolslia	12,9
8	Risvollan - Sentrumsterminalen - Stavset	18,1
9	Dragvoll- Strindheim - Sentrumsterminalen - Heimdal - Kattem - Lundåsen	10,9
10	Sentrumsterminalen - Skistua	0,85
11	Heggestadmyra/Sandbakken - Sentrumsterminalen - Trolla	7,45
15	Migosenteret - Byåsen skole - Åsveien skole - Pirbadet - City Lade - Lade	0,60
16	Sandmoen - Omkjøringsveien - Vikelvveien - Ranheim	6,42
17	Dragvoll - Hallset via St. Olavs Hospital	0,55
18	Vikåsen - Jonsvatnet - Sentrumsterminalen - Havstad	13,46
19	Hurtigbåtterminalen - Sentrum - St. Olavs Hospital - Byåsen - Flatåsen - City Syd - Sandmoen	10,83
22	Tyholt - Persaunet - Sentrumsterminalen - Othilienborg - Vestlia	7,8
36	Sentrumsterminalen - Brundalen - Stokkhaugen - Moholt - Sentrumsterminalen (ringrute)	5,26
43	Okstad - Tiller - Ringvål via Heimdal (Spongdal)	2,82
46	Pirbadet - Sentrumsterminalen - Tiller - Sandmoen	8,51
47	Sentrumsterminalen - City Syd - Sandmoen - Klæbu	6,3
48	Sentrumsterminalen - Bratsberg - Klæbu	1,3
54	Bratsberg - Sentrumsterminalen - Trondheim sentralstasjon	5,53
55	Trondheim sentralstasjon - Sentrumsterminalen - Krokstien - Nordslettvegen - Rate	10,51
60	Trondheim sentralstasjon- Valentinlyst - Strindheim	7,02
63	Strindheim - Singsaker - Sentrumsterminalen - Ilsvika	6,59
66	Sentrumsterminalen - Moholt - Stokkhaugen - Brundalen - Sentrumsterminalen (ringrute)	8,53
67	Bergheim - Moholt - Persaunet - Leangen - City Lade - Sentrumsterminalen - St. Olavs Hospital	0,89
71	Heimdal - Leinstrand - Klett - Spongdal	2,27
75	Trondheim sentralstasjon - Sentrumsterminalen - Spongdal via Klefstadhaugen	2,26

A.2 Deskriptiv statistikk

A.2.1 Deskriptiv statistikk og variabelforklaring

Tabell 8: Deskriptiv statistikk og variabelforklaring

Variabler	Variabel forklaring	Gjennomsnitt	Standard avvik	Min.	Maks.	N
<i>periode</i>	Antall påstigende passasjerer med periodebillett per uke	9.669,648	11.927,505	4	71.046	8.429
<i>enkelt</i>	Antall påstigende passasjerer med enkeltbillett per uke	5.863,677	6.072,195	5	36.648	8.429
<i>enkeltpris</i>	Pris på enkeltbillett kjøpt før ombordstigning	33,103	2,32	29,63	35,58	8.431
<i>periodepris</i>	Pris på periodebillett for voksen 30 dager	612,683	35,057	575,86	685	8.431
<i>pakrpris</i>	Pris for en time parkering på gateplan	23,17	1,039	20	24,02	8.431
<i>dieselpris</i>	Pris på en liter diesel	11,958	0,951	9,802	13,239	8.310
<i>forsinket</i>	Antall forsinkelser per linje per uke	6,821	9,213	0	114	7.245
<i>frakjøring</i>	Antall frakjøring per linje per uke	1,503	2,899	0	42	7.245
<i>boligprisindeks</i>	Indeks for utvikling i boligpriser	121,116	9,243	98,961	135,416	8.431
<i>befolkning</i>	Befolkning i Trondheim kommune	181.847,165	5.033,738	172.505,216	190.403,82	8.431
<i>mobillet</i>	Innført uke 44 2011	0,835	0,371	0	1	8.431
<i>leddbuss</i>	Leddbuss på linje 5 fra uke 23 2012 og på linjene 36, 46 og 66 fra uke 45 2012	0,11	0,31	0	1	8.431
<i>bom2014</i>	Åpnet uke 12 2014	0,464	0,5	0	1	8.431
<i>mobillet2</i>	Innført uke 21 2014	0,435	0,5	0	1	8.431
<i>strttunnel</i>	Åpnet uke 26 2014	0,419	0,494	0	1	8.431

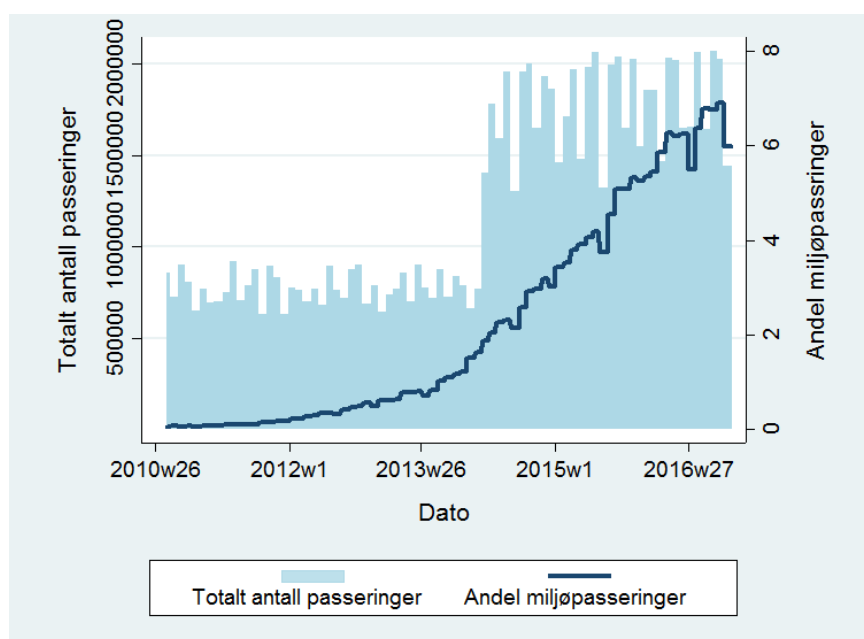
A.2.2 Korrelasjonsmatrise

	lnperiode	lnenkelt	lnperiodepris	lnenkeltpris	lnparkpris	lndieselpris	lnboligpris	lnbefolkning	mobillet2	trend	mobillett	leddbuss	strtunnelen	bom2014	forsinket	frakjøring
lnperiode	1															
lnenkelt	0.977	1														
lnperiodpris	0.0196	0.0705	1													
lnenkeltpris	0.0190	0.0498	0.368	1												
lnparkpris	0.0176	0.00419	-0.281	0.553	1											
lndieselpris	-0.0243	-0.0873	-0.633	-0.751	-0.243	1										
lnboligpris	0.0176	0.0417	0.0485	0.861	0.818	-0.650	1									
lnbefolkning	0.0206	0.0595	0.285	0.931	0.672	-0.807	0.944	1								
mobillet2	0.00771	0.0668	0.468	0.839	0.301	-0.813	0.701	0.838	1							
trend	0.0208	0.0619	0.312	0.929	0.648	-0.824	0.931	0.999	0.849	1						
mobillett	0.0239	0.00961	-0.228	0.640	0.850	-0.290	0.800	0.690	0.391	0.666	1					
leddbuss	0.278	0.270	0.0120	0.171	0.152	-0.114	0.185	0.180	0.124	0.176	0.152	1				
strtunnelen	0.00979	0.0706	0.470	0.819	0.291	-0.827	0.696	0.832	0.968	0.844	0.378	0.120	1			
bom2014	0.0100	0.0592	0.465	0.877	0.319	-0.787	0.709	0.846	0.943	0.855	0.414	0.131	0.913	1		
forsinket	0.430	0.394	-0.229	-0.234	0.0337	0.191	-0.193	-0.206	-0.235	-0.209	-0.00819	0.0320	-0.231	-0.249	1	
frakjøring	0.497	0.476	-0.0553	-0.104	-0.0674	0.0321	-0.0800	-0.0792	-0.0573	-0.0767	-0.0620	0.141	-0.0447	-0.0752	0.461	1

A.3 Tilleggsdata

A.3.1 Bompasseringer

Det har vært en stor økning i antall miljøvennlige biler i Norge i perioden 2010 til 2016. Data innhentet fra Vegamot, bomvegselskapet i Trondheim, viser en tilsvarende utvikling i Trondheim.

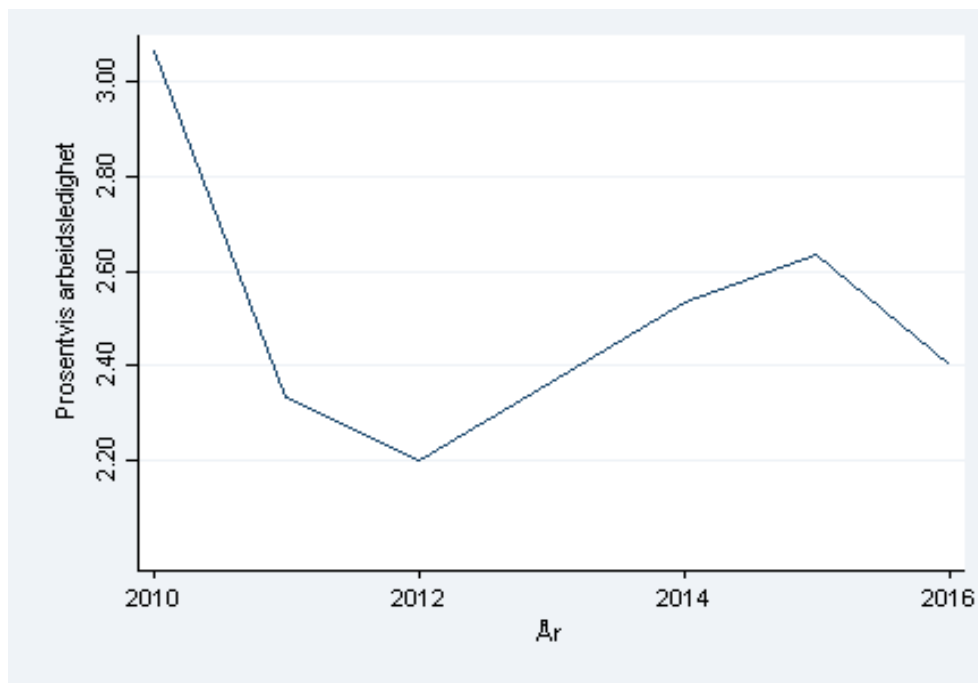


Figur 9: Utvikling i antall passeringer med miljøvennlige biler i bomringen

Figur 9 viser utviklingen i total antall passeringer gjennom bomstasjonene i Trondheim, samt utviklingen i andelen passeringer med el-bil. Figuren viser et nogenlunde konstant nivå i totalt antall passeringer både før og etter innføringen av «indre bomsnitt». ⁴³ I perioden etter innføringen av indre bomsnitt har andelen passeringer med el-bil økt fra rundt 2,5 prosent til syv prosent av totalt antall passeringer.

⁴³I figuren var det tilsynelatende mer enn en dobling av antall passeringer i første halvdel av 2014. Denne voldsomme økningen kommer av at et nytt bomsnitt, Miljøpakken trinn 2 (også kalt indre snitt), ble innført på dette tidspunktet (Vegamot, u.d.). Det betyr at billister som kjører gjennom begge bomringene, blir talt to ganger.

A.3.2 Utvikling i arbeidsledighet



Figur 10: Utvikling av arbeidsledighet i Trondheim (i prosent)

Figur 10 viser utviklingen i den registrerte arbeidsledigheten i Trondheim i perioden august 2010 til desember 2016. Data er hentet fra SSBs statistikkbank og er oppgitt som prosent av arbeidsstyrken i Trondheim. I perioden ligger den registrerte arbeidsledigheten i intervallet mellom 2,2 og 3,5 prosent.

A.3.3 Utvikling i billettpriser

Enkeltbillettprodukter:

Figur 11 viser prisutviklingen for enkeltbillettprodukter, og inkluderer enkeltbillett kjøpt kontant ombord i buss, Mobillett, SMS og bruk av verdikort autoreise.⁴⁴



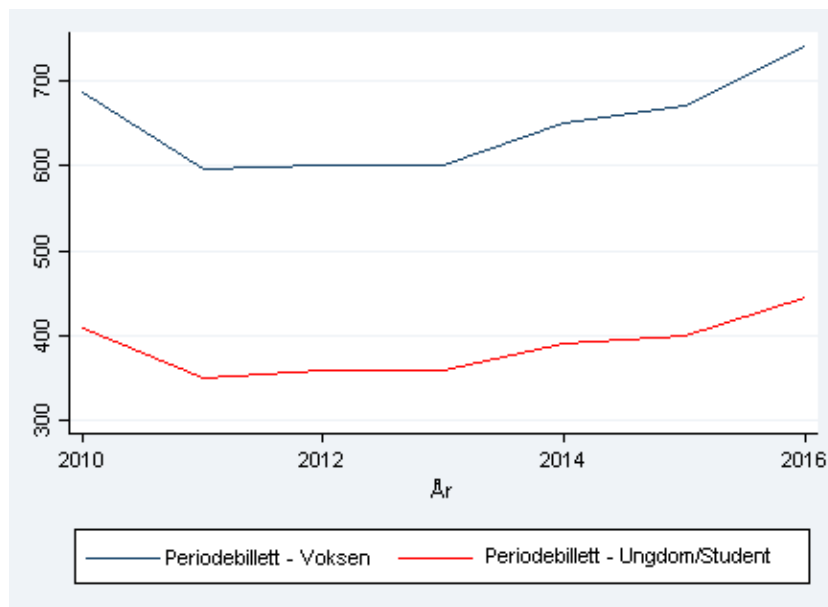
Figur 11: Prisutvikling enkeltbillettprodukter

Det framkommer av figuren at selv om prisen på de forskjellige enkeltbillettproduktene har forskjellig nivå, så har de liknende utvikling i perioden vi ser på. I tillegg har prisendringer i de forskjellige kategoriene skjedd samtidig, med unntak av i 2015 og 2016, da prisen på enkeltbillett kjøpt ombord i buss ikke ble endret, mens prisen på de to andre enkeltbillettproduktene ble satt økt.

⁴⁴Verdikort autoreise fungerer som et klippekort hvor passasjerer legger inn et beløp på forhånd. Ved validering på bussen trekkes beløpet som tilsvarer prisen for passasjerens billettkategori.

Periodebillettprodukter:

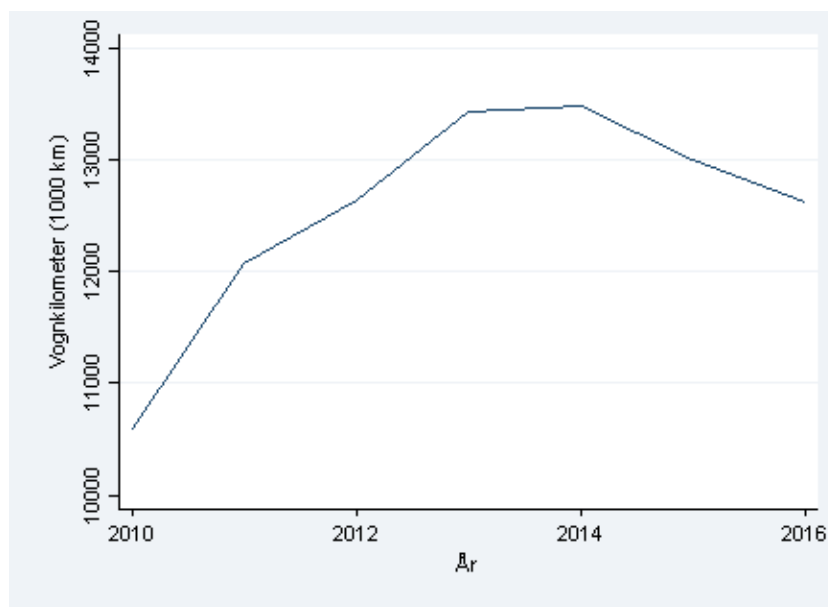
Figur 12 viser utviklingen i prisen på periodebillettproduktene for voksen, samt ungdom og student. Prisene tar utgangspunkt i periodebillettprodukter med varighet på 30 dager.



Figur 12: Prisutvikling periodebillettprodukter

Som framkommer av figuren følger de to billettkategoriene samme prisutvikling, som kommer av at prisen på periodebillett for ungdom og student tilsvarer 60 prosent av prisen for periodebillett for voksen.

A.3.4 Utvikling i vognkilometer i Trondheim



Figur 13: Utvikling i vognkilometer i Trondheim

Figur 13 viser utviklingen i antall vognkilometer i Trondheim. Data for vognkilometer er hentet fra SSBs statistikkbank.⁴⁵ Som det framkommer av figur 13 økte antall vognkilometer i perioden 2010 til 2014. I denne perioden økte antall vognkilometer fra 10.601.000 i 2010 til 13.483.000 i 2014. Antall vognkilometer har siden falt. I 2015 ble antall vognkilometer redusert til 13.001.000, før det i 2016 ble redusert ytterligere til 12.629.000 vognkilometer. Det tilsvarer samme nivå som 2012.

⁴⁵Vognkilometer er ikke inkludert i analysene ettersom tallene for 2016 ikke ble publisert på SSBs hjemmesider før 29.05.2017.

A.4 Statisk modell

Tabell 9: Statisk modellering - Periode- og enkeltbillett

VARIABLER	(S1) lnperiode	(S2) lnenkelt
lnperiodepris	-0.0279 (0.161)	0.286* (0.157)
lnenkeltpris	0.348 (0.292)	-1.140*** (0.276)
Indieselpris	1.216** (0.501)	-0.277 (0.499)
lnparkpris	-0.0813 (0.491)	-0.420 (0.505)
lnboligpris	-0.585 (0.639)	0.110 (0.637)
lnbefolkning	6.363** (2.429)	5.737** (2.375)
leddbuss	-0.118 (0.0861)	-0.0579 (0.0705)
mobillett	0.0843** (0.0389)	0.0241 (0.0250)
strtunnelen	0.00892 (0.0445)	0.142*** (0.0411)
bom2014	0.0228 (0.0257)	0.0202 (0.0221)
mobillett2	-0.0848*** (0.0151)	-0.0646*** (0.0146)
Konstant	-69.64** (29.39)	-57.89* (28.80)
Linjefaste effekter	Ja	Ja
Månedsfaste effekter	Ja	Ja
Feriefaste effekter	Ja	Ja
Observasjoner	8,308	8,308
Within R ²	0.627	0.476
Antall busslinjer	28	28

Robuste standardavvik i parentesene

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1