

Hva er de trafikale effektene ved innføring av rushtidsavgift og økte bompengesatser i Osloringen?

JONAS AKSDAL & DANIEL DINO BOTTERI

VEILEDER

Kjetil Andersson

Universitetet i Agder, 2020

Handelshøyskolen ved UIA

Master

Forord

Vi nærmer oss slutten av et 5-årig siviløkonomstudium ved Handelshøyskolen ved Universitet i Agder. Masteroppgaven skal svare på forskningsspørsmål, og står for de gjenværende 30 studiepoengene i studiet. Dette har vært en spennende, krevende og ikke minst lærerik utfordring med mange variabler som skulle settes sammen for å forme oppgaven på best mulig måte. Ved bruk av økonometrisk analyse har vi målt effekten bompengeringen har på lett- og tungtransporten ved en økning i bompengesats og implementering av rushtidsavgift. Bruken av bomstasjoner for å finansiere bypakker og landeveier er kontroversielt. Vi valgte å ta for oss Oslos indre bompengering, da det her forelå velegnede data for analyse. Vi vil gjerne rette en stor takk til Fjellinjen AS som har skaffet dataene til oppgaven. Vi ønsker å takke Nye Veier for inspirasjon og hjelp med temaet til oppgaven. For korrekturlesing vil vi rette en særlig takk til Marthe Michelsen. Vi vil også takke Kjetil Andersson og Sigbjørn Reidar Sødal for god hjelp og veiledning underveis.

Kristiansand 21.05.2020

Daniel Dino Botteri

Jonas Aksdal

Sammendrag

Vi har sett en stor oppgang i bruken av bompengeringer i Norge for å kunne finansiere byggeprosjekter, forbedre kollektivtilbud, eller bedre bymiljø for de aktuelle byene. I denne oppgaven vil vi se på hvilken effekt en økning i bompengesats og implementering av rushtidsavgift har på trafikantene innenfor Osloringen.

For å kunne belyse dette temaet vil vi først presentere tidligere forskning fra Sverige, England og Singapore, som har analysert effekten av å etablere en bompengering rundt et bysentrum og hvorfor dette var nødvendig. Vi skal deretter se på historien og bakgrunnen til Norges bruk av bompengeringer innenfor Oslo-området. Det teoretiske utgangspunktet for denne oppgaven er basert på samfunnsøkonomisk teori, som blant annet er fokusert på teori om hvordan maksimering av en gitt veistrekning bidrar til negative eksternaliteter, alternativkostnader og samfunnsøkonomisk tap.

Det er hovedsakelig effekten i Oslos indre bompengering som belyses i denne oppgaven, fordi data vi besitter baserer seg på denne bompengeringen. Oppgaven er basert på en empirisk tilnærming, der vi har brukt regresjonsanalyse til å se om det er en sammenheng mellom en økning i bompengesats og antall bompasseringer for transporttypene bensin-, diesel- og elbil, samt Euro 5- og Euro 6-lastebiler. Vi har analysert tre tidsperioder om morgenen: antall passeringer i rushtid, samt antall passeringer i halvtimen før og etter rushtiden. Dette er for å kunne se om trafikantene endret kjøremønster etter at det skjedde en økning i bompengesatsen.

Basert på resultatene fra oppgaven, kan vi fortelle at bompengeringen i Oslo har en effekt på trafikantene. Effekten er noe variert avhengig av tidspunkt på morgenen og hvilken kjøretøyklasse vi så på. Den største effekten var under rushtid, da det var tydelig en tydelig endring i kjøremønster for de fleste kjøretøyene. I halvtimen før og etter fikk vi resultater som tydet på en svakere effekt blant kjøretøyklassene. Totalt sett er det tydelig at bompengeringen mer eller mindre påvirker trafikantene til å endre kjøremønster.

Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag	2
Innholdsfortegnelse	3
Figurer og tabeller	5
1 Innledning	6
2 Bakgrunn	8
2.1 Tidligere forskning	9
2.1.1 Stockholmforsøket.....	9
2.1.2 London congestion charge	10
2.1.3 Singapore congestion charge	12
2.2 Historie	13
2.3 Bypakker i Oslo	14
2.3.1 Oslopakke 1.....	14
2.3.2 Oslopakke 2.....	15
2.3.3 Oslopakke 3.....	15
2.3.3.1 Trinn 1	16
2.3.3.2 Trinn 2	16
2.4 Byvekstavtale	17
2.5 Krav for bruk av bompengefinansiering	17
2.6 Rushtidsavgift	19
3 Teori	21
3.1 Marginal betalingsvillighet og marginal alternativkostnad	21
3.2 Kollektive goder	25
3.3 Eksternaliteter	25
3.4 Køprising	29
3.5 Substitusjonseffekten	31
3.5.1 Multihoming.....	33
3.6 Priselastisitet	33
3.7 Utredning av hypotese	34
4 Data	38
4.1 Presentasjon av data	38
4.1.1 Presentasjon av variabler	39

4.1.2 Definisjon av normale yrkesdøgn.....	40
4.1.3 Takstgrupper og priser	41
4.2 Yrkesdøgntrafikk i og utenfor rushtiden.....	44
5 Metode	49
5.1 Regresjonsmodell.....	49
5.2 Regresjonsanalyse.....	50
5.2.1 Multikollinearitet.....	52
5.2.2 Korrelasjonsmatrise	52
5.2.3 Test for autokorrelasjon	54
5.2.4 Test for heteroskedastisitet	54
5.2.5 Korrigering for autokorrelasjon og heteroskedastisitet	55
6 Resultater.....	56
6.1 Rushtidstrafikk.....	57
6.2 Halvtimen før rushtid.....	60
6.3 Halvtimen etter rushtid.....	62
6.4 Drøfting.....	64
7 Konklusjon	71
7.1 Svakheter ved oppgaven.....	72
7.2 Forslag til videre forskning.....	73
8 Kilder	75
Appendix.....	78
Vedlegg 1: Tabell for gjennomsnittspris for bensin og diesel 2013 til 2019	78
Vedlegg 2: Koeffisienter og t-verdier med og uten robust.....	78
Vedlegg 3: Regresjon uten yrkesdøgn	79
Vedlegg 4: Utregninger totalt oppgang og nedgang antall passeringer.....	82
Vedlegg 5: Rensing av data	83
Vedlegg 6: Test for heteroskedastisitet og Autokorrelasjon	84
Vedlegg 7: Elastisitetsberegninger.....	86
Vedlegg 8: Refleksjonsnotat Daniel Dino Botteri.....	86
Vedlegg 9: Refleksjonsnotat Jonas Aksdal.....	90

Figurer og tabeller

Figur 2.1: Bompengeprosjekter i Norge per 10.09.2019 (Statens Vegvesen, 2019).....	8
Figur 2.1.1.1: Kart over bomringen i Stockholm (Vingan, Fridstrøm, & Johansen, 2007).....	9
Figur 2.1.2.1: London <i>congestion zone</i> (Transport for London, 2006)	11
Figur 2.2.3.1: Oslos indre bompengering og Bærumssnittet (Rognlien, 2015)	16
Figur 3.1.1: Betalingsvillighet for en husholdning.....	22
Figur 3.1.2: Alternativkostnadskurve	23
Figur 3.1.3: Samfunnsøkonomisk overskudd.....	24
Figur 3.3.1: Eksempler på negative eksternaliteter.....	26
Figur 3.3.2: Eksempel på bruk av en veistrekning med opphopningsproblem	27
Figur 3.4.1: Eksempel på køprising	30
Figur 4.2.1: Yrkesdøgnpasseringer for lett transport i rushtid	44
Figur 4.2.2: Yrkesdøgnpasseringer i halvtimen før rushtidsperioden for lett transport.....	45
Figur 4.2.3: Yrkesdøgnpasseringer i halvtimen etter rushtidsperioden for lett transport	46
Figur 4.2.4: Yrkesdøgnpasseringer for Euro 5- og 6-lastebiler i rushtid	46
Figur 4.2.5: Yrkesdøgnpasseringer for halvtimen før rushtidsperioden for tungtransport	47
Figur 4.2.6: Yrkesdøgnpasseringer for halvtimen etter rushtidsperioden for tungtransport... ..	47
Tabell 2.1.1.2: Takster ved passering av bomstasjonene i Stockholm.	10
Tabell 2.1.2.1: Effekten av <i>congestion charge</i> på trafikken innenfor bomringen (Transport of London, 2006).	12
Tabell 4.2.1.1: Oversikt over avhengige variabler med forklaring og deskriptiv statistikk....	39
Tabell 4.2.1.2: Oversikt over uavhengige variabler med forklaring og deskriptiv statistikk..	40
Tabell 4.1.3.1: Bompengesatser i perioden fra 01.02.2017 til 31.05.2019 (Fjellinjen AS, 2019).	42
Tabell 5.2.1.1: VIF-verdier for uavhengige variabler.....	52
Tabell 5.2.2.1: Korrelasjonsmatrise	53
Tabell 6.1.1: Regresjonsresultater innenfor rushtidsperioden	57
Tabell 6.2.1: Regresjonsresultater for halvtimen før rushtid.....	60
Tabell 6.3.1: Regresjonsresultater for halvtimen etter rushtidsperioden	62

1 Innledning

Formålet med oppgaven er å undersøke om en økning i bompengesatser og implementering av rushtidsavgift påvirker trafikantenes adferd og kjørevaner. Temaet er dagsaktuelt, og det er gjort lite forskning tidligere på den langsiktige effekten av innføringen av rushtidsavgift innenfor Osloringen. Formålet er også å se på hvordan prisdifferensieringen påvirker de ulike biltyperne, som er henholdsvis bensin-, diesel-, og elbil, samt tungtransport med Euro 5- eller eldre og Euro 6-motorer.

Vi vil først presentere relevant internasjonal forskning på temaet, samt bakgrunnen til dagens bompengesystem i Oslo. I kapittel 3 vil vi komme inn på relevant teori som benyttes for å drøfte problemstillingen. Teorien er fundamentet for resten av oppgaven. Vi tar opp faglige begrepsforklaringer, samt teori knyttet opp til konseptet bompengering.

I kapittel 4 skal vi gå gjennom data som er lagt til grunn og presentere variablene som er konstruert. Dataene som skal undersøkes kommer fra Fjellinjen AS, som drifter bompengeringene i Oslo, og inneholder 150 millioner passeringer over nesten 2 år.

Kapittel 5, metodedelen, vil basere seg på en kvantitativ analyse hvor flere regresjoner vil benyttes for å finne ut om det foreligger en signifikant sammenheng mellom innføringen av rushtidsavgift og økte bomsatser, og endring i trafikkmengde og trafikkmønster. I Kapittel 6 skal vi legge frem og drøfte resultatene fra de gjennomførte regresjonene.

I kapittel 7 vil vi oppsummere funnene våre og presentere konklusjonen vi har kommet frem til basert på resultatene fra regresjonene. Vi vil også presentere våre forslag til videre forskning på emnet.

For å presisere hva vi ønsker å komme frem til har vi formulert følgende problemstilling:

Hva er de trafikale effektene ved innføring av rushtidsavgift og økte bompengesatser i Osloringen?

For å besvare spørsmålet vil vi benytte oss av samfunnsøkonomisk teori som er relevant for å forstå de negative og positive effektene av å benytte en bompengering. Videre skal vi bruke kvantitativ metode i form av regresjonsanalyse for å måle de trafikale effektene i Oslo-bomringen.

Vi har utarbeidet flere hypoteser som vil støtte opp under og belyse problemstillingen. Disse vil vi utrede og komme nærmere inn på i kapittel 3.7.

Gjennom problemstillingen avgrenses oppgaven til å omhandle rushtidsavgift og økte bompengesatser om morgenen i områder omfattet av Osloringen. Datasettet vi har benyttet viser data fra Oslos indre bomring i perioden 1. april 2017 til 31. desember 2018. En årsak til at vi har avgrenset dataene til denne perioden er at rushtidsavgiften ble innført i denne perioden, noe som gjør det mulig å måle trafikale effekter av endringen. En annen årsak er at datamaterialet før 1. april ikke var differensiert på samme måte som for denne perioden. Dette vil vi komme nærmere inn på i kapittel 4.1. Grunnen til at vi kun analyserer trafikken på morgenen er fordi det kun er bompengeinnkreving inn til byen, slik at det bare registreres for passeringer inn til Oslo sentrum. Dette er også grunnen til at vi kun har data frem til 31. desember 2018, da systemet rundt innkrevingen ble endret fra å gjelde en retning til å gjelde begge retningene etter denne datoen.

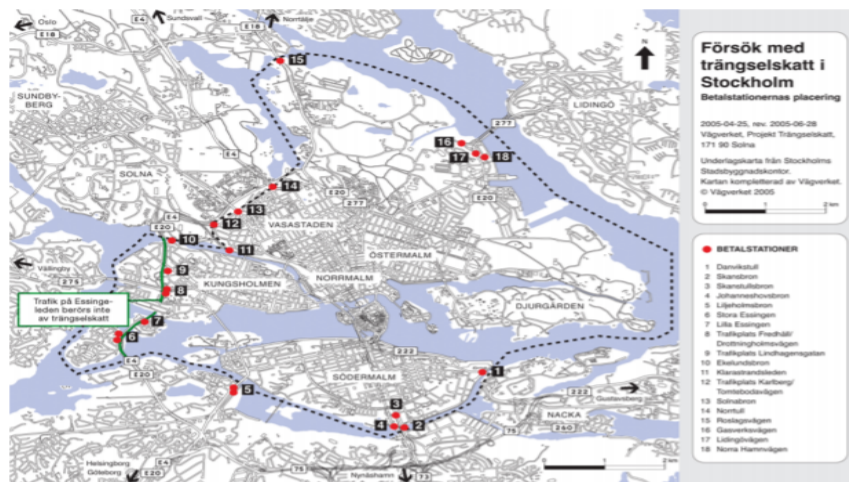
Datasettet vi har fått fra Fjellinjen AS er svært omfattende og differensiert, med passeringer innenfor hver halvtime i døgnet for hver kjøretøygruppe. Det finnes dermed rikelig med spennende aspekter ved datasettet som er verdt et dypdykk, men vi har valgt å fokusere på personbiler og tungtransport i morgentrafikken. Vi utelater dermed trafikk ved andre tidspunkter på døgnet. Trafikkmønsteret til personbiler og tungtransport er det vi finner mest interessant da dette gjelder en stor del av trafikken, med tilhørende potensial for stor økonomisk konsekvens. I tillegg sitter vi som nevnt kun på data som måler trafikken inn til Oslo, og dermed er morgentimene de mest interessante å se på, da det er rimelig å anta at trafikken inn mot Oslo er høyere på morgenen enn utover dagen.

bompengefinansiering, for eksempel en bro eller en veistrekning. Nye Veier og Statens Vegvesen hadde opp mot 62 bompengeprojekter i Norge der det kreves eller vil kreves inn bompenger per 2018. Disse prosjektene har 656 millioner passeringer i løpet av 2018 og en inntekt på 11 milliarder kroner (Statens Vegvesen, 2018).

2.1 Tidligere forskning

2.1.1 Stockholmforsøket

I motsetning til Oslo, var byer som Stockholm og London tidlig ute med å innføre rushtidsavgift (Vingan, Fridstrøm, & Johansen, 2007). Den 2. juni 2003 besluttet Stockholm å foreslå et forsøk med trengselsskatt. I april 2005 besluttet regjeringen at forsøket skulle starte 3. januar 2006, med sluttdato 31. juli 2006. Stockholmforsøket bestod av tre deler: trengselsskatt, økt kollektivtilbud, og flere innfartsparkeringer. Hovedmålet var å redusere køproblemen, øke fremkommeligheten og bedre miljøet i sentrum (Vingan, Fridstrøm, & Johansen, 2007).



<http://www.stockholmsforsoket.se/upload/Trangselkarta1000x707.gif>

Figur 2.1.1.1: Kart over bomringen i Stockholm (Vingan, Fridstrøm, & Johansen, 2007)

Køprisingssystemet bestod av en avgiftsring med tidsdifferensierte takster rundt Stockholm sentrum, på henholdsvis 10, 15 og 20 SEK, avhengig av passeringstidspunkt. Avgiftsringen inneholdt 18 punkter, med en maksimal avgiftsbetaling for en enkelt bil på 60 SEK per dag. Det var ingen køavgift på kvelds- og nattetid, offentlige fridager, eller dagen før en offentlig fridag.

Tabell 2.1.1.2: Takster ved passering av bomstasjonene i Stockholm.

Klokkeslett	Takst
06:30-06:59	10 SEK
07:00-07:29	15 SEK
07:30-08:29	20 SEK
08:30-08:59	15 SEK
09:00-15:29	10 SEK
15:30-15:59	15 SEK
16:00-17:29	20 SEK
17:30-17:59	15 SEK
18:00-18:29	10 SEK
18:30-06:29	0 SEK

Kilde: <http://www.stockholmsforsoket.se/>

Budsjettet for forsøket var på 3,8 milliarder SEK, som ble dekket av den svenske staten. Rundt 1,9 milliarder ble brukt på selve køavgiftssystemet, hvor en stor del av utgiftene var knyttet til oppstartsfasen ved å teste ut avgiftssystemet. 1,3 milliarder SEK ble brukt på å utvide kollektivtransporttilbudet, som ble gjennomført mellom 31. august 2005 og 31. januar 2006.

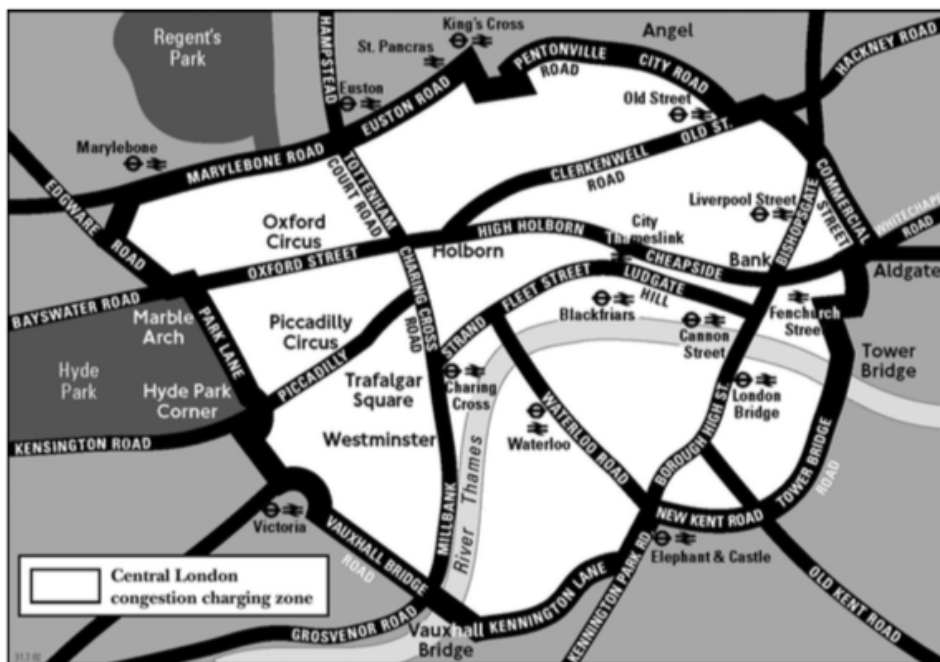
Målene med forsøket ble i vesentlig grad oppfylt. Man opplevde en trafikkreduksjon til og fra sentrum på 20-25%. Tid tilbrakt i kø ble redusert med 30-50% i og omkring sentrum, og utslipp av miljøgasser gikk ned med 14% i sentrum. Den største reduksjonen i biltrafikken var i rushtoppen på ettermiddagen. Dette er antageligvis fordi en større andel av trafikantene om morgenen ikke kan endre destinasjon, og at returen hjem ikke i like stor grad er tidsbestemt som turen til jobb om morgenen (Eliasson, Hultkrantz, Nerhagen, & Rosqvist, 2006).

Da Stockholmforsøket ble avsluttet i juli 2006, la trafikken seg på omtrent samme nivå som før køprisingen ble innført. I samarbeid med riksdagsvalget 17. september 2006 ble det gjennomført folkeavstemninger i flere kommuner for å få svar på hva innbyggerne selv mente om Stockholmforsøket. Folkeavstemningen førte til at tiltaket ble gjort permanent fra 1. august 2007 (Stamm, Giordano & Perez, 2011). Svenskene konkluderte dermed med at man så en klar sammenheng mellom økt avgift, redusert biltrafikk og mindre luftforurensing.

2.1.2 London congestion charge

Tempoet på London-trafikken var blitt redusert fra en gjennomsnittlig fart på 20,5 km/t i 1968 til 16 km/t (10 mph) i 1998. Selv i de større områdene i London brukte trafikantene 30% av tiden til å stå stille i rushtiden og med en gjennomsnittlig fart på under 16km/t (10 mph) i halvparten av tiden. I 2002 ble dette ytterligere redusert til 14 km/t (Leape, 2006).

På grunn av et stadig stigende antall personer som skulle inn til London sentrum mellom 07.00 og 10.00, ble det kunngjort et program som skulle bruke avgift til å redusere trafikken, samt å gi en positiv økonomisk gevinst til byen (Leape, 2006). 17. februar 2003 ble London introdusert for den første *congestion charge* på 5 pund per dag, der man betalte hvis man kjører inn eller parkerte i en *congestion zone* mellom 07.00 og 18.30 på dagen, mandag til fredag (Leape, 2006). Inntektene generert av denne avgiften ble øremerket til den offentlige kollektivtransporten.



Figur 2.1.2.1: London *congestion zone* (Transport for London, 2006)

Med hensyn til effekten av avgiften kan vi se i tabellen under, som viser kjørte kilometer i tusen for ulike kategorier av transportmidler, at det var en tydelig reduksjon på de fleste av kategoriene.

Tabell 2.1.2.1: Effekten av *congestion charge* på trafikken innenfor bomringen (Transport of London, 2006).

	2002		2003		Percentage change
Cars	771	(47%)	507	(35%)	-34%
Vans	287	(18%)	273	(19%)	-5%
Trucks	73	(4%)	68	(5%)	-7%
Taxis	256	(16%)	312	(21%)	22%
Buses	54	(3%)	65	(5%)	21%
Motorcycles	129	(8%)	137	(9%)	6%
Bicycles	69	(4%)	89	(6%)	28%
All vehicles	1,640	(100%)	1,451	(100%)	-12%

Tabellen over viser at det er en reduksjon for både privatbiler, varebiler og lastebiler på henholdsvis 34%, -5% og -7%. Det ble også gjort en undersøkelse som viste at flere gikk over til alternative transportmidler, som for eksempel kollektivtransport (Leape, 2006). Tabellen bekrefter dette, da det er en økning i bruk av busser, motorsykler, sykler og taxi.

2.1.3 Singapore congestion charge

Befolkningen i Singapore vokste fra 2,4 millioner i 1975 til 4,5 millioner i 2005, som blant annet medførte en stor økning i antall biler i byen. I følge K. T. Analytics' rapport fra 2008 økte antall biler i Singapore med hele 430 000 biler i tidsperioden mellom 1975 og 1998. Singapore er en voksende forretningsby, som har medført at det er lite plass for å kunne ferdes i trafikken. Allerede tidlig på 1970-tallet begynte Singapore å få problemer med trafikkmengden, som medførte at de begynte med strategisk planlegging av hvordan de kunne få bukt med problemet (Bhatt, Higgins, & Berg, 2008).

I 1975 begynte myndighetene i Singapore å kreve at trafikanter som skulle inn til *restricted zone*, som er i sentrum av forretningsområdet, måtte ha en forhåndsbetalt lisens som ble klistret på frontruta til de aktuelle kjøretøyene. Dette kostet den gang 1,3 dollar og gjaldt mellom 07.30 og 09.30 på morgenen. Dette ble senere endret til å gjelde frem til kl. 10.15, da de opplevde en stor pågang rett etter at avgiften ikke gjaldt lenger. Busser, motorsykler eller offentlige kjøretøy gikk ikke under disse kravene (Bhatt et.al., 2008).

I 1994 endret myndighetene tidsperioden for avgiften til å gjelde hele dagen, men med en rabatt hvis man kjørte inn i forretningssonen midt på dagen. Alle tre motorveiene, som er på

utsiden av bedriftsområdet, fikk også avgifter som måtte betales på forhånd. I 1998 ble hele prosessen for innkrevingen endret fra manuell til elektronisk innkreving, og foregår nå i mer enn 50 forskjellige punkter i hele byen, inkludert forretningssonen (Bhatt et.al., 2008).

Den kortsiktige effekten etter 1975 viste en reduksjon i antall passeringer inn til forretningsområdet på 44%. Kollektivtrafikken økte i samme periode fra 28% til 42% i retning mot byens forretningsområde. Det var også en økning i trafikkmengde i perioden rett før avgiften (kl. 07.30) med 13%, men dette medførte ikke store komplikasjoner (Bhatt et.al., 2008).

Den langsiktige effekten viste at etter 1998, da elektronisk avgiftsinnkreving kom på plass, ble det en reduksjon fra 271 000 passeringer til 206 000 passeringer per dag (24% reduksjon). Dette har resultert i at gjennomsnittlig hastighet har økt fra 30-35 km/t til 45-45 km/t (Bhatt et.al., 2008). Singapore har altså fått bedre gli i trafikken og trafikantene har endret kjøremønster etter implementering av de nevnte tiltakene.

2.2 Historie

Bompenger har blitt brukt i flere tiår, men konseptet har endret seg med tiden. Det første offentlige bompengeprojektet i Norge var gamle Vrengen bro mellom Nøtterøy og Tjøme i 1930. Broen skulle erstatte ferjestrekningen i området, som i lenger tid skapte stadig større køer på grunn av den økende trafikken. Det var spesielt mange bro-prosjekter som ble finansiert med bompenger. Det settes da opp én bom til å finansiere én bro, som igjen fjernes når broen er betalt (Aftenposten, 1932).

Bompenginnkreving var et velkjent finansieringsmiddel for vei i enkeltprosjekter frem til 1980-tallet, men fra 1986 skulle man se en annen versjon av denne løsningen. Bergen valgte å bruke bompengefinansiering til flere prosjekter knyttet til byen. Da settes det opp en *bompengering* som skal dekke kostnadene for flere prosjekter i samme byområde. Oslo gjorde det samme i 1990 og Trondheim i 1991. Dette skulle løse opp i flere prosjekter knyttet til bysentrum som slet med økende trafikk i og rundt sentrum (Knutsen & Boge, 2005).

Bompengeringer har i stadig økende grad blitt brukt for å finansiere flere byprosjekter. I starten var det manuell innkreving, i form av betaling med bompengevakter til kontant avgiftsbetaling eller klippekort. Senere kom flere aktører i gang med elektronisk innkreving, før en felles elektronisk innkrevingsmetode i form av Autopass ble innført. Autopass-brikken

ga også 10% rabatt av normalpris. Slik kunne man hindre at trafikanter måtte stoppe hver gang det skulle betales, og det var enklere å sende faktura hjem til trafikanten (Knutsen & Bøge, 2005).

Automatisering av bomsatser har også gjort det mulig å endre priser på kort varsel, enten ved bruk av såkalt *tidsdifferensiert bomsats*, for å bremse ned trafikken i perioder der forurensing kan være spesielt høy, eller at man betaler ekstra under spesielt trafikkerte perioder som *rushtidsavgift*. Hovedhensikten bak dette er å spre trafikantene utover andre perioder på døgnet for å redusere køtrafikken og det samfunnsøkonomiske tapet dette medbringer (Larsen & Hamre, 2000).

2.3 Bypakker i Oslo

På 1970- og 1980-tallet var Oslo preget av stadig økende trafikk, dårlig veinett og miljøkostnader som følge av forurensing, støynivå og tett trafikk. Det var flere prosjekter i byen som var under planlegging, men hvilke som skulle prioriteres ble diskutert lenge. Bypakker skulle være løsningen. En bypakke omfatter gjerne en rekke prosjekter satt sammen over en 15 års periode (Rognlien, 2015). Eksempler kan være utbedring av veinett, kollektivtransport, eller gang- og sykkelsti. Disse bypakkene har endret seg over tid.

2.3.1 Oslopakke 1

Oslopakke 1 ble vedtatt i 1990. Denne hadde som formål å forbedre ringveiene, tunneler og kollektivtransporten i området. Infrastrukturen i Oslo hadde behov for opprustning, og som det står i et notat fra Statens Vegvesen, var Rådhusgata, Rådhusplassen og tilstøtende veier de mest berørte områdene i Oslo sentrum (Rognlien, 2015). E18 gikk den gangen via Rådhusplassen, noe som førte til et høyt støynivå i området. Oslopakke 1 skulle fjerne trafikk fra de mer trafikkerte veiene og sende trafikken via tunneler.

Innenfor Oslopakke 1 ble det finansiert opp mot 11 milliarder i løpende kroneverdi i perioden 1990 til 2001. Dette tilsvarer rundt 27.5 milliarder kroner i dagens verdi. Av de fordelte midlene ble cirka 3.9 milliarder kroner investert i Akershus, og cirka 7.1 milliarder i Oslo. Fordelingen var tredelt: det ble fordelt 4.1 milliarder i ordinære statsmidler, 0.7 milliarder i storbymidler fra staten, og 6.2 milliarder i bompenger (Rognlien, 2015).

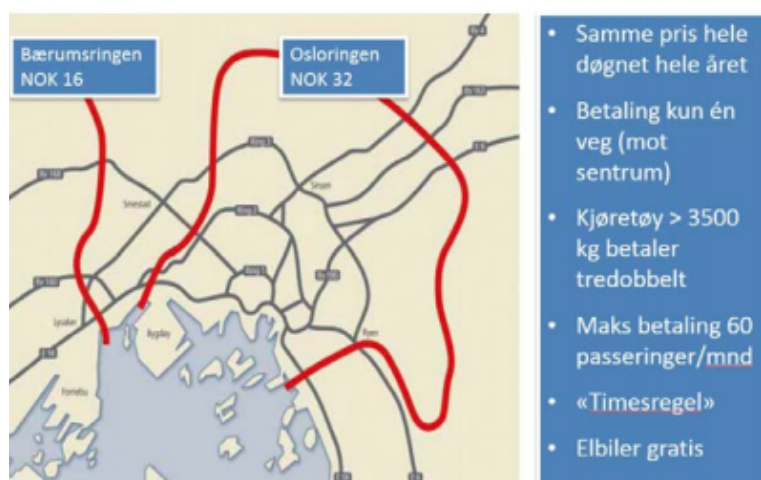
Det første prosjektet som ble fullført var E18 Festningstunnelen (nå Operatunnelen). Senere, da Vestbanekrysset ble bygget, kunne Oslo gjøre hele Rådhusplassen bilfri. Oslopakke 1 finansierte i de neste årene en rekke vei- og kollektivtiltak. Noen av kollektivprosjektene som kan nevnes er prioritering av buss og trikk i lyskryss, oppgradering av terminaler og holdeplasser, tiltak for T-bane og trikk, samt forlengelse av T-banen fra Skullerud til Mortensrud i 1997.

2.3.2 Oslopakke 2

I 2002 ble det vedtatt en rekke prosjekter under navnet Oslopakke 2. Denne Oslopakkens hovedformål var økt fokus på forsterkninger til kollektivtransporten i byen (Rognlien, 2015). Med Oslopakke 2 økte finansieringen til kollektivtransporten fra 20% til 40% fra Oslopakke 1. Prisen for å passere bompengestasjonen inn til sentrum økte med 2 kr per passering under denne pakken. Kollektivtransporten fikk også en prisøkning på 75 øre som var øremerket til nytt materiell, som kunne inkludere nye trikker eller t-banetrokker. Et av de viktigere prosjektene i Oslopakke 2 var utbyggelsen av ny T-banering med nye stasjoner på Nydalen, Storo og Sinsen. Det ble også gitt ressurser til utbyggelse av nytt sanntidssystem for kollektivtransporten, slik at det ble bedre prioriteringer i lyskryssene, samt at brukerne fikk informasjon på mobiler og stasjoner. Det ble bygget flere nye kollektivknutepunkter som Skøyen, Nationaltheatret, Vestby og Årnes, samt nye innfartsparkeringsplasser (Rognlien, 2015).

2.3.3 Oslopakke 3

Under planleggingen av Oslopakke 3 viste undersøkelser at det var et stort behov for å fortsette forbedringene av transportsystemet i Osloregionen, selv etter Oslopakke 2 (Rognlien, 2015). Det ble også konstruert ny bomring mellom Oslo og Bærum, slik at flere skulle bidra til finansieringen av Oslopakkens prosjekter. Oslopakken er et samarbeid mellom Oslo og Akershus, som har en fordeling på 60/40. Avtaleperioden strekker seg fra 2008 til 2027. Kollektivtransporten skal igjen bli kraftig forsterket under Oslopakke 3, der hele 60% av bompengene skal brukes til utbygging og drift av T-banenettet, bygge Fornebu-banen, nye trikker, og gi god kollektivbetjening til flere byutviklingsområder (Rognlien, 2015).



Figur 2.2.3.1: Oslos indre bompengering og Bærumssnittet (Rognlien, 2015)

Ovenfor ser man den nye Bærumsringen til venstre, og den gamle Osloringen til høyre. Bærumsringen skal bidra med en enhetsinntekt til halvparten av det Osloringen innehar, som vist i figuren over. Oslopakke 3 har en økonomisk ramme på 54 milliarder kroner. 20 milliarder er øremerket til kollektivprosjekter som driftsmidler, der noen av tiltakene er å bestille inn flere trikkevogner og legge opp for flere buss- og T-baneavganger. Det største veiprojektet i denne pakken er E18-strekningen Asker sentrum-Framnes (Rognlien, 2015).

2.3.3.1 Trinn 1

I Oslopakke 3 er det satt opp flere trinn som skal tre i kraft underveis. Det første trinnet trådte i kraft 1. oktober 2017, og inkluderte tids- og miljødifferensierte bompengesatser i dagens Oslo-ring. Det er dette trinnet som er i fokus i denne oppgaven, da det var her innføringen av tids- og miljødifferensierte takster fant sted.

2.3.3.2 Trinn 2

Neste trinn i Oslopakke 3 er trinn 2, der fokuset er å øke fremkommeligheten for alle trafikantgrupper (Rognlien, 2015). Videre er det satt opp mål knyttet til transportmiddelfordeling, miljø, trafiksikkerhet, kollektivtilbud, universell utforming og utvikling av byer og tettsteder. Med utgangspunkt i disse målene er det satt opp følgende seks hovedmål med tilknytning til porteføljestyling av Oslopakken: god fremkommelighet for alle trafikantgrupper, større andel av transport med kollektiv til fots og på sykkel, et sikkert transportsystem, et attraktivt og universelt utformet kollektivsystem, å redusere miljøproblemer, og bidra til god by- og tettsteds-kvalitet. Trinn 2 trådte i kraft 1. juni 2019 (Rognlien, 2015).

Det skal også nevnes at det er et trinn 3 som ikke er iverksatt. Dette trinnet er planlagt til 1. juni 2020. Vi kommer ikke til å gå nærmere inn på dette trinnet, da oppgaven kun tar for seg de siste 6 månedene før Oslopakke trinn 1, samt trinn 1.

2.4 Byvekstavgift

For at det skal bli en felles forståelse for hvordan byutvikling skal gjennomføres har det blitt satt sammen en såkalt *byvekstavgift*. Håndbok V718 Bompengeprojekt presenterer avtalen slik:

“Byvekstavgift er en sammenslåing av bymiljøavtale og byutviklingsavtale som skal sikre en samordnet areal- og transportpolitikk i byområder. Avtalen representerer et forpliktende samarbeid mellom stat, fylkeskommuner og kommuner for å oppnå overordnede mål blant annet for miljø. En bompengepakke er ofte en sentral del av dette. Det er bare de største byområdene som er omfattet av ordningen med byvekstavgift.” (Bymiljøavtale mellom Oslo kommune, Akershus fylkeskommune og Staten v/Samferdselsdepartementet, 2017)

I Oslopakke 3 fremlegges byvekstavgiften, som innebærer et samarbeid mellom Oslo, Akershus og staten. I Oslopakke 1 var det, som nevnt i kapittelet over, prosjekter knyttet til forbedring av tunneler og ringvei med noe kollektivsatsing som var i fokus, mens det i Oslopakke 3 legges mer vekt på forbedringer for fotgjengere, syklistene, og kollektivtransporten. Avtalen er en forpliktelse fra alle parter som skal bidra til at transportveksten i fremtiden skal skje ved bruk av kollektivtransport, sykkel, eller gange, og dermed sikre en nullvekst i biltransport (Bymiljøavtale mellom Oslo kommune, Akershus fylkeskommune og Staten v/Samferdselsdepartementet, 2017)

2.5 Krav for bruk av bompengefinansiering

Det stilles en rekke krav for at det skal kunne brukes bompengefinansiering ved utbyggelse av prosjekter. I utgangspunktet er det et samarbeid mellom flere parter fra prosjektets planleggingsfase til byggestart. Disse inkluderer kommunene eller fylkene som blir berørt av det aktuelle prosjektet. Hvis det blir et politisk flertall for å fortsette videre med prosjektet, skal dette videreformidles til Statens Vegvesen, som deretter gjør en vurdering om det kan brukes bompenger for å finansiere prosjektet. Denne vurderingen kalles et *mulighetsstudie* (Statens Vegvesen, 2019). Prosjektet vil etter dette gå gjennom et prinsippvedtak gjort av

Statens Vegvesen, som inkluderer planlegging av prosjektet lokalt. Statens Vegvesen vil til slutt lage et endelig forslag til en bompengoordning, som da vil gå gjennom det politiske systemet for å skrive en endelig avtale om veiutbygging (Statens Vegvesen, 2019).

Hvis det skal bygges ut en enkel veistrekning eller bro, skal *nytteprinsippet* benyttes for å fastslå nytteverdien for prosjektet (Statens Vegvesen, 2019). Nytteprinsippet innebærer at den trafikanten som betaler for strekningen også skal ha nytten av å bruke denne strekningen. Det betyr også at de som har indirekte nytte av strekningen skal betale for den (Statens Vegvesen, 2019).

Ved bruk av finansiering med bompengering stilles det ikke like store krav til forholdet mellom nytten og trafikanten i prosjektet. Under transportplan 2018-2029 er det lagt til et *utvidet nytteprinsipp* (Statens Vegvesen, 2019). Dette prinsippet inkluderer at trafikanten også skal betale for gangvei, sykkelvei, og kollektivtransport, og at disse også regnes som nytte for trafikanten. Disse alternative reiserutene har til hensikt å trekke til seg trafikanter som ellers ville brukt bil, og dermed gi bedre flyt i trafikken som et indirekte resultat. Dette vil følgelig avlaste veinettet over tid, noe som gir bedre flyt i trafikken og dermed kortere reisetid for trafikanten.

I noen tilfeller finner man trafikanter som velger å benytte alternative veier for å unngå bomstasjoner på nye hovedveier (Statens Vegvesen, 2019). Dette er en uheldig konsekvens, da det vil redusere nytten for prosjektet og svekke finansieringsgrunnlaget. Derfor er det i noen tilfeller lagt til et unntak for å legge opp bomstasjon på alternativ vei for at trafikanten skal bruke den nye strekningen. Dette vil for trafikantenes skyld bedre trafikksikkerheten og miljøet (Statens Vegvesen, 2019).

Når det gjelder selve finansieringen av prosjektet, tas dette ofte opp i form av lån. Dette kan gjøres av de gjeldende bompengeselskapene involvert i prosjektet, men bompengeselskapene har rammeverk som skal følges ved inngåelse av låneavtalene. Lånene skal tas opp på mest gunstig økonomisk vis. I håndboken V718 Bompengeprojekt kommer det frem:

“I brev av 14.11.2012 fra Samferdselsdepartementet til Staten Vegvesen (og senere i Prop. 1 S (2016-2017)) har departementet sluttet seg til at det skal brukes beregningsteknisk lånerente på 5,5 prosent de første 10 årene etter første låneopptak og deretter 6,5 prosent når man beregner bompengebdraget til prosjektet”.

Inntekten skal brukes til å nedbetale gjeld så fort det lar seg gjøre. Normalt har dette vært innenfor en tidsperiode på 15 år. Ved ferdig utført nedbetaling av gjeld skal bomstasjonene fjernes, med mindre avtalen blir fornyet, og nye prosjekter inkluderes (Statens Vegvesen, 2019)

2.6 Rushtidsavgift

Innføring av rushtidsavgift for bompengeringene har til hensikt å redusere biltrafikken i rushtiden, som gir bedre fremkommelighet for busser, trikker og annen næringstrafikk som kjører i rushtidene (Statens Vegvesen, 2018). Rushtidsavgiften har også en samfunnsøkonomisk gevinst knyttet til miljø i form av redusert lokal luftforurensing. Inntektene generert av både bompenger og rushtidsavgift blir brukt til å finansiere diverse veiprosjekter og kollektivtrafikk.

Innføringen av rushtidsavgiften har lenge vært et kontroversielt tema i befolkningen (Aas, Minken, & Samstad, 2009). Mange mener rushtidsavgiften er et urettferdig system som rammer samfunnet skjevt, og blir særlig kostbart for personer som er avhengige av å kjøre bil i rushtiden, og som ikke har noen gode alternativer. Dersom inntektene blir brukt til å finansiere utviklingen av kollektivnettet og forbedrede forhold for myke trafikanter, svekker det imidlertid noen av hovedargumentene for hvorfor man ikke burde innføre rushtidsavgift. Trafikale effekter man forventer å se ved tidsdifferensierte bompengetakster er blant annet nettopp en overføring av reiser fra bil til kollektivtrafikk i rushtiden.

Man forventer også å se en jevnere fordeling av biltrafikken gjennom bompengeringen innenfor rushtidene. En viss økning i antall bilreiser med både start og mål innenfor rushtidene kan man også forvente å se, fordi man ved slike reiser får bedre fremkommelighet uten at disse reisene får noen form for ekstra avgiftsbelastning. I lavtrafikkperioder vil man også anta å kunne se en viss økning i antall passeringer av fritidsreisende, da avgiften vil være mindre sammenlignet med rushtiden (Larsen & Hamre, 2000).

Høyere takster i rushtidene vil medføre at man får bedre fremkommelighet for den gjenværende biltrafikken. Det skal nevnes at det skal en relativt liten trafikkendring til for å gjøre fremkommeligheten vesentlig bedre. Det er de 10-15% ekstra trafikanter som kommer "på toppen" i rushtidene som skaper de virkelige køproblemene. Mindre trafikk og bedre fremkommelig har også en innvirkning på lang sikt, i form av at det er mindre nødvendig å

øke kapasiteten til veinettet. I dette tilfellet bør man imidlertid ikke overvurdere denne effekten (Larsen & Hamre, 2000).

3 Teori

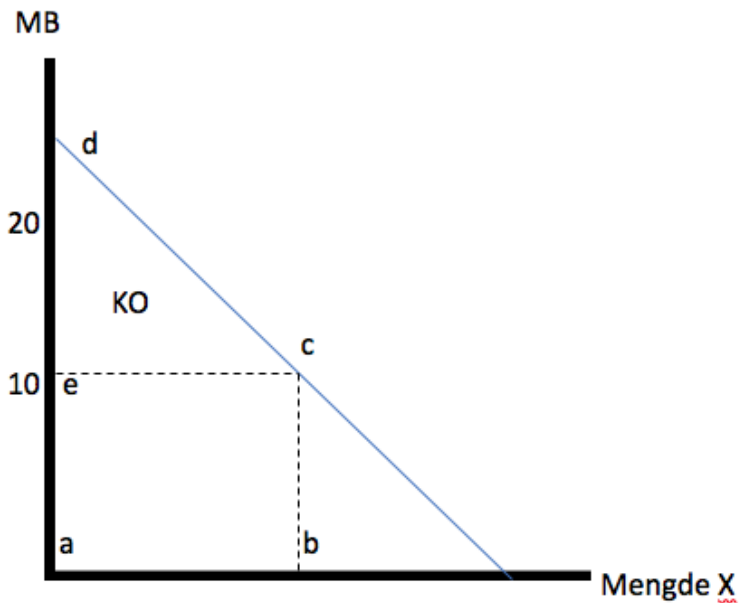
Dette kapitlet er viet til den samfunnsøkonomiske teorien som ofte ligger bak vurderingene og en eventuell beslutning om å sette opp en bomring. Vi vet fra kapittel 2.2 at finansiering av byggeprosjekter innenfor bydelen er et av formålene med bompengeringen i Oslo, men i dette kapitlet skal vi også se på miljøaspektene. Vi skal blant annet se på hvorfor det er ønskelig å opprettholde en samfunnsøkonomisk optimal trafikkmengde.

3.1 Marginal betalingsvillighet og marginal alternativkostnad

Den nytten en husholdning har av et gode er vanskelig å få noe informasjon om. Det er ikke mulig å måle i verken kilo eller liter, som er mulig med godene selv, eller i timer brukt på arbeid (Ringstad, 2017). Det finnes likevel i prinsippet en indirekte måte å måle nytte på, som har vist seg å ha stor praktisk betydning i en del sammenhenger.

For å måle dette, går vi ut fra at en husholdning er i stand til å anslå i kroner og øre hvor mye en ut fra sine nyttevurderinger er villig til å betale for en bestemt mengde av et gitt gode. Dette kalles husholdningens *betalingsvillighet*. Dette innebærer også at husholdningen er i stand til å angi hva den, ut fra sine nyttevurderinger, maksimalt er villig til å betale for en ekstra enhet av godet. Dette kalles *marginal betalingsvillighet* (Ringstad, 2017).

Noe som er dokumentert at generelt sett er tilfeldig praksis, er at den marginale betalingsvilligheten kan ses på som avtagende etter mengde man har av godet fra før, som vist i figuren under (Ringstad, 2017).

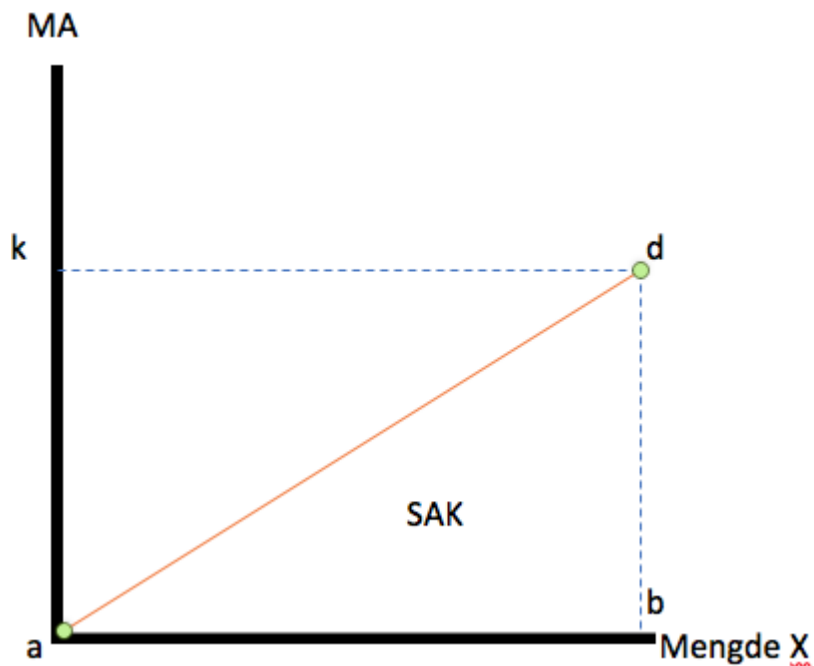


Figur 3.1.1: Betalingsvillighet for en husholdning

Figuren over tar for seg en marginal betalingsvillighet (heretter kalt MB) etter en mengde av godet X. Den er som vist fallende, fordi MB faller jo mer av godet X som husholdningen besitter. Dette kan enkelt forklares ved at en familie som har fylt opp lageret med godet X ikke vil etterspørre enda mer når dette er fylt opp. For den gitte markedsprisen 10 for bruken av godet X vil husholdningen etterspørre så mye at det blir likt mellom MB og markedspris, altså det husholdningen faktisk betaler. For alle enheter opp til dette nivået er nytten av hver enhet større enn prisen som betales. Over dette nivået er nytten lavere enn betalingsviljen. Den maksimale nettonytten (nytte minus kostnader for alle enheter) kalles *konsumentoverskuddet*, og oppnås i punkt c. Da vil konsumentoverskuddet tilsvare KO i figuren. Sett fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, er konsumentoverskuddet summen av individuelle konsumentoverskudd for alle konsumenter.

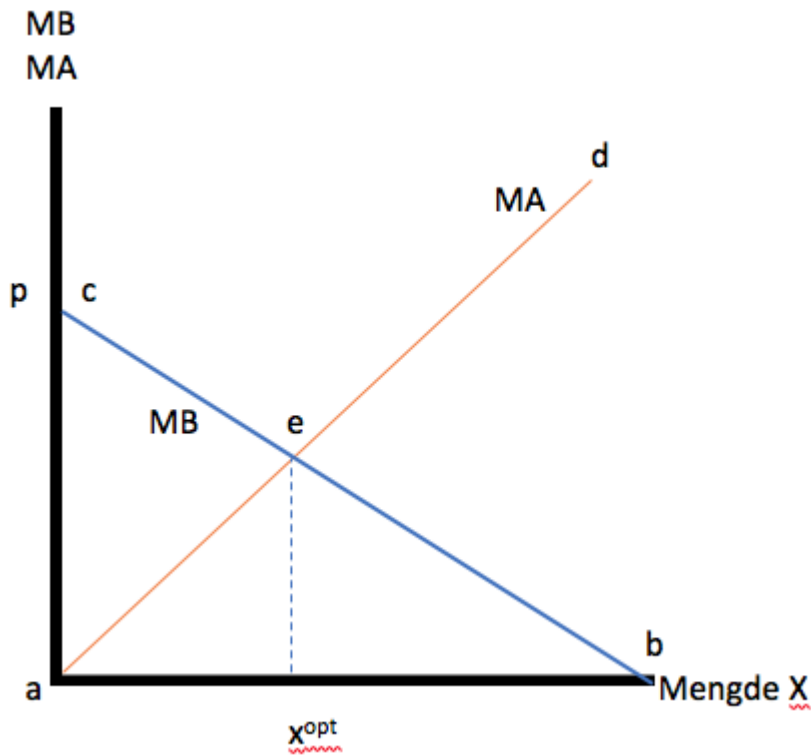
Å gi konsumenter tilgang på en gitt mengde av X, som i denne oppgavens tilfelle er bruken av en veistrekning, er ikke utelukkende positivt. Bruken av ressurser på et konsumgode har en «pris» ved at dette går ut over andre tilgjengelige goder, som også har en nytteverdi. En bestemt mengde av et gode vil altså fortrenge andre goder ved at det legges beslag på ressurser. Nyttieverdi, som er målt ved betalingsvillighet, av godene som fortrenses kalles *alternativkostnad* ved denne mengden av godet (Ringstad, 2017). For enkeltindivider i et marked der en betaler en fast pris, er denne alternativkostnaden gitt ved prisen, altså den

horisontale linjen mellom e og c i figur 3.1.1. På samfunnsnivå vil alternativkostnaden typisk være en stigende funksjon, som vist i figur 3.1.2.



Figur 3.1.2: Alternativkostnadskurve

Figuren over viser en typisk marginal alternativkostnadsfigur, der kostnaden (k) stiger fra punkt a til d etter mengde X . X kan i dette tilfellet eksempelvis være trafikkavviklingskapasiteten. Mer presist viser denne funksjonen betalingsvilligheten for de godene som fortrenses ved at det brukes ressurser på å framstille én enhet av det aktuelle godet (Ringstad, 2017), som i dette tilfellet kan være kapasitet av en veistrekning som okkuperes av at trafikanter benytter seg av denne kapasiteten. Dette kalles gjerne for *marginale alternativkostnader*. Figur 3.1.2 viser at samlede alternativkostnader (SAK) under tilbudskurven er arealet (abd). Nyttan en bestemt mengde av godet gir er dermed betalingsvilligheten minus alternativkostnaden, som da blir et samfunnsøkonomisk overskudd for dette godet (Ringstad, 2017).



Figur 3.1.3: Samfunnsøkonomisk overskudd

I figuren over kan vi se sammenhengen mellom betalingsvillighet og alternativkostnad. Netto nytte for en mengde av X , som vi også kalles *samfunnsøkonomisk overskudd*, kan måles som differansen mellom betalingsvillighet og alternativkostnader for den gitte mengden X (Ringstad, 2017). I figuren har vi positiv nytte ved mengde X i punkt b , men alle alternative kostnader etter mengde x^{opt} vil imidlertid bidra negativt til netto nytte, fordi de marginale alternativkostnadene er høyere enn den marginale betalingsvilligheten. Ved produksjon av mengden i punkt b vil det samfunnsøkonomiske overskuddet bli negativ, mens vi ved punkt e har maks samfunnsøkonomisk overskudd (Ringstad, 2017). Et viktig poeng i vår sammenheng er at enkeltindividene i trafikken ikke ser alle alternativkostnadene. For eksempel kan en persons kjøring bidra til køer som sinker andre. Denne miljøkostnaden tar ikke hensyn til om personen ikke må betale noe for å kjøre, selv om han bidrar til disse køene. Når dette summeres for alle kjørende, kan det resultere i en tilpasning i punkt b (der $MB=0$), mens det beste hadde vært en tilpasning i punkt e , der forbruket (trafikken) er mindre (X^{opt}). Der er nemlig marginal nytte (MB) lik marginal alternativkostnad (MA) for samfunnet som helhet.

3.2 Kollektive goder

I kapittelet over snakker vi om konsumentenes etterspørsel etter gitte private goder. Dette kan for eksempel være klær, mat eller biler. Disse kjennetegnes ved to egenskaper. Den ene er at det kun er den som disponerer over et slikt konsumgode (for eksempel en kilo poteter) som har nytte av det. Dette kalles gjerne *rivalisering*. Den andre egenskapen kjennetegnes ved at en enhet som kjøpes av en konsument ekskluderer andre konsumenter fra å få tak i denne enheten. Man sier med andre ord at private goder gir mulighet for ekskludering (Ringstad, 2017). Et kollektivt gode kan defineres på følgende måte:

“Kollektive goder er i så henseende akkurat det motsatte av private goder. De har to kjennetegn: a) De er preget av ikke-rivalisering. Det betyr at den nytten en person har av et slikt gode, ikke påvirker den nytten andre måtte ha av det. b) Det er ikke mulig å ekskludere brukere; de er preget av ikke ekskludering. Ingen som ønsker å gjøre seg nytte av godet kan ekskluderes fra å bruke det” (Ringstad, 2017).

Kan så et veinett betraktes som et kollektivt gode? Ja, men bare i den grad det ikke er overbelastet, for da blir veien et knapt gode som det typisk vil rivaliseres om. En vei i seg selv er altså ikke et rent kollektivt gode, men er mer en form for et blandet gode, som er en mellomform mellom rene, private goder, og rene kollektive goder (Ringstad, 2017). Det er ytterst få goder som fullt ut tilfredsstillende de nevnte kravene på kollektive goder. Dette vil også gjelde for vei, hvor den siste forutsetningen ikke uten videre blir oppfylt. Dette har spesielt sammenheng med at det for slike goder kan oppstå såkalt negative konsum-konsum virkninger. Dette vil vi komme nærmere inn på i neste kapittel 3.3 om eksternaliteter.

Det er rimelig å anta at en veistrekning kan ses på som et kollektivt gode som er tilbudt av staten, til nytte for konsumentene. Det skal poengteres at ikke alle nødvendigvis har nytte av et kollektivt gode. Det er heller ikke nødvendigvis slik at alle som har nytte av det, har lik nytte (Ringstad, 2017). For eksempel vil en trafikant med høy betalingsvillighet for tidsbesparelser ha en høyere nytte av veien enn trafikanter med lavere betalingsvillighet.

3.3 Eksternaliteter

En av grunnene til at bomringer eksisterer er ifølge bymiljøavtalen at det skal oppnås nullvekst i biltrafikken, som skal bidra til å opprettholde samfunnsøkonomisk overskudd for bruk av individuell persontransport. Teorien bak dette kan forklares med *eksternaliteter*.

Eksternaliteter omtales ofte som tredjepartsvirkninger (Riis & Moen, 2013). Eksterne virkninger er en form for markedssvikt som man kan finne i forskjellige varianter: “De defineres gjerne som de effektene av økonomiske aktørers virkninger på andre aktører som ikke fanges opp av markedssystemet.” (Ringstad, 2017).

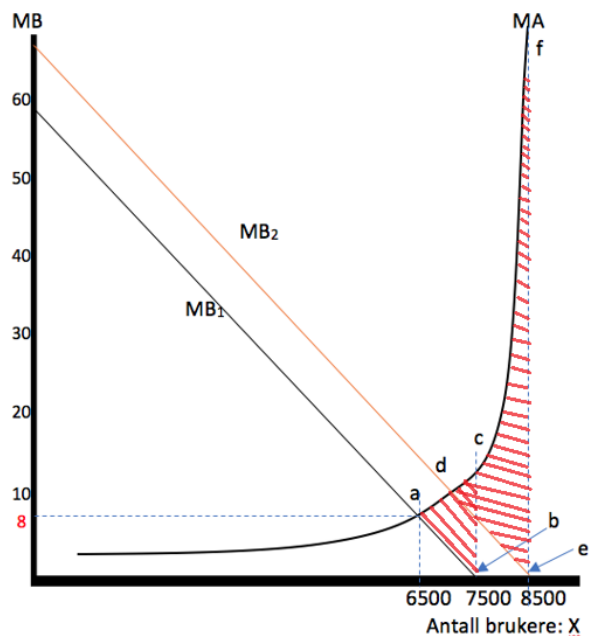
I en del tilfeller er de eksterne virkningene ubetydelige ved et lavt nivå på den økonomiske aktiviteten som ligger bak virkningene, men når aktiviteten går over en grense kan den eksterne virkningen stige kraftig. Dette kan knyttes opp til kostnader forbundet med kø i biltrafikken. Når man ligger under kapasitetsgrensen til et veinett, vil ikke trafikantene bli betydelig berørt av ekstra reisetid, men når man nærmer seg maks kapasitetsbruk av denne veistrekningen, vil de eksterne virkningene påføre økt reisetid. Samtidig vil det ved dårlig flyt i trafikken føre til økte miljøskader i form av ekstra forurensing og økt støy (Ringstad, 2017).



Figur 3.3.1: Eksempler på negative eksternaliteter

Man har flere typer negative eksternaliteter som påvirker på forskjellige måter. Figuren over viser typiske sammenhenger der både konsum og produksjon kan bli påvirket av negative eksternaliteter (Ringstad, 2017). Den første viser en negativ eksternalitet i sammenheng med tobakksrøyking, der den ene konsumenten påfører den andre et tap. Samme kan nevnes der en produksjon forurensar luft og vann. Neste er et eksempel der produsenter påvirker andre produsenter, for eksempel ved at oljeleting/utvinning hindrer fiskerinæringen i å fiske på området. Det siste eksempelet er konsument til produksjon, der fritidskjøring hindrer næringstransport. Situasjonen er i prinsippet den samme for alle eksemplene. I denne oppgaven er fokuset på at trafikanter som bidrar til kødannelser påfører andre en belastning som ikke blir kompensert for, i form av økende tidstap, forurensing, eller psykisk stress.

Dette er kostnader som vil stige jo lenger man nærmer seg kapasitetsgrensen til en veistrekning (Ringstad, 2016).



Figur 3.3.2: Eksempel på bruk av en veistrekning med opphopningsproblem

Brukerne av et veinett kan rangeres etter avtakende maksimal betalingsvillighet (MB1) for å bruke veien (Ringstad, 2017). Marginal alternativkostnad (MA) består i dette tilfellet av det nyttetapet en ekstra bruker av veistrekningen påfører de andre brukerne. Hvis forutsetning om ikke-rivalisering gjaldt for denne veistrekningen vist i figuren over, ville MA vært null. Så lenge det er få brukere av veien i forhold til kapasitetsgrensen, kan man si at man har en tilnærmet lik situasjon. I en slik situasjon vil alle kunne bruke denne veien uten at det går ut over andre. Det skal imidlertid nevnes at slitasje og vedlikehold av veistrekningen må påregnes, noe som i et samfunnsøkonomisk regnestykke vil gi staten god grunn til å ta inn kilometeravgifter, bensinavgifter o.l. Andre virkninger, som eksos og støv som bilistene påfører hverandre, er normalt sett små mot de virkningene man får når antall brukere er stort i forhold til kapasitetsgrensen på veistrekningen.

Når biltrafikken når kapasitetsgrensen får man opphopingsproblemer, hvor det blir køer som påfører venting, psykisk stress, og økt bruk av drivstoff og forurensing som resultat (Ringstad, 2017). En ekstra bruker vil i en slik situasjon bidra med betydelige ekstra ulemper for de andre brukerne. MA blir dermed eksponentielt stigende med økende antall brukere.

Opphopingsproblemene gjør at de marginale alternativkostnadene går fra å være små til moderat bruk av veien, til å øke kraftig når man nærmer seg kapasitetsgrensen til veistrekningen. Med utgangspunkt i figur 3.3.2 får vi dermed et optimalt antall brukere hvor betalingsvilligheten for siste bruker akkurat tilsvarer alternativkostnadene. Dette tilsvarer punkt "a" i figuren, altså ved 6500 brukere. Dersom det ikke hadde vært noen alternativkostnader knyttet til bruk av veien (med andre ord et rent kollektiv gode), ser vi at vi ville hatt 1000 flere brukere (punkt "b"). Dermed får vi et samfunnsøkonomisk effektivitetstap tilsvarende det skraverte arealet "abc". Dette har sammenheng med at velferdstapet de siste 1000 brukerne bidrar med i form av eksterne virkninger blir større enn nytten, som tilsvarer betalingsvilligheten for bruk av veien.

Som nevnt er den optimale tilpasningen når MA er tilsvarende MB, gitt ved punkt "a" som tilsvarer 6500 trafikanter. Hvis vi tar for oss den enkle situasjonen i figuren over, finnes det muligheter for myndighetene til å justere for trafikantenes marginale betalingsvilje. Ved å innføre en bompengavgift lik MA i den optimale situasjonen ("a"), vil alle brukere med lavere betalingsvillighet falle bort. I dette tilfellet vil en kostnad på 8 kroner være nok til å oppnå et samfunnsøkonomisk optimalt antall brukere av veien, som illustrert ved figuren. Bakgrunnen for innføring av en slik avgift er å bli kvitt effektivitetstapet av typen "abc" i figuren.

Beløpet som kreves inn trenger altså bare å være av marginal størrelse. Det trenger ikke nødvendigvis engang å dekke selve kostnaden for innkrevningen, men det kan likevel være samfunnsøkonomisk forsvarlig. Det sentrale er om innkrevingskostnaden (dersom de gir riktig uttrykk for alternativkostnadene) er mindre enn effektivitetstapet som oppstår ved gratis bruk av veien. Hvis vi antar at effektivitetstapet per døgn utgjør 10 000 kr, innebærer det at innkrevingsordningen ikke må overstige dette per døgn. Da ville det i tilfellet være samfunnsøkonomisk mer fornuftig å la trafikantene kjøre gratis (Ringstad, 2017).

En bompengavgift vil også normalt sett generere et finansielt overskudd. Det er åpenbart i dette tilfellet, dersom avgiften i det hele tatt bør innføres ut i fra en samfunnsøkonomisk vurdering. Dersom man hadde innført en avgift på 8 kr, ville vi fått en inntekt tilsvarende 52 000 kr pr. døgn ($8 \text{ kr} * 6500 \text{ brukere}$). Hvis vi antar at innkrevingsordningen utgjør 5000 kr pr. døgn, får vi et finansielt overskudd på 47 000 kr pr. døgn. Dette er midler som kan brukes til vedlikehold og forbedring av vei, for eksempel ved å øke veikapasiteten slik at en unngår opphopingsproblemer og andre eksterne virkninger i samme grad som ved det eksisterende

veinettet. Dermed vil en unngå det effektivitetstapet som vanlig beskatning normalt vil medføre.

Et viktig poeng er de eksterne kostnadene den marginale bilisten bidrar med på reisetiden på en veistrekning. Eksterne kostnader er kostnader som forbrukerne påfører andre aktører, og som ikke trenger å ta hensyn til sin egen tilpasning (Regjeringen, 2003). Forsinkelsen rammer ikke bare bilisten selv, men også alle de andre trafikantene på veistrekningen ved at køene forplanter seg i tid og rom. Den enkelte bilisten tar normalt sett ikke hensyn til hvilke kostnader han påfører de andre når han tar fritesitt reisevalg. Han tar normalt sine valg ut fra kostnader og priser han selv utsetter seg for, og tar ikke hensyn til kostnadene han påfører samfunnet (Vingan et. al, 2007). Et hovedresultat fra økonomisk velferdsteori er at dersom prisene ikke samsvarer med den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden, oppstår det et velferdstap som kunne blitt unngått dersom det ble pålagt en avgift tilsvarende den eksterne kostnaden. Dette er grunntanken bak prinsippet om at “forurensere betaler”.

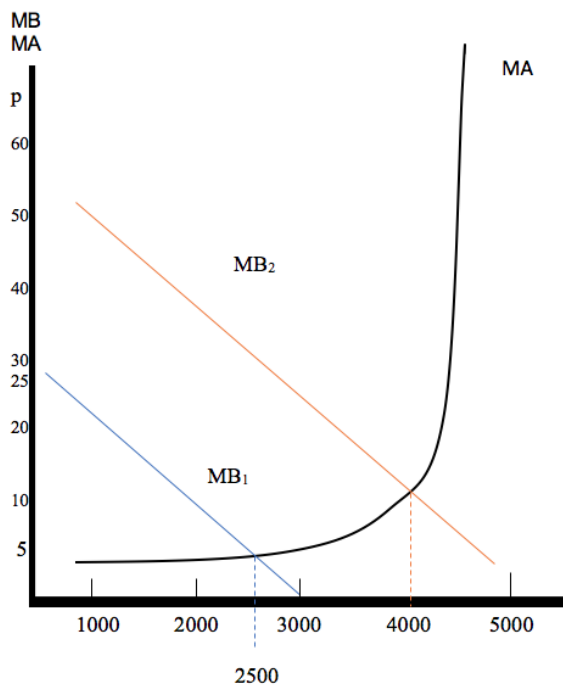
Dersom alle trafikanter betaler for bruk av veien tilsvarende den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden, vil den ulønnsomme delen av trafikken bli “priset bort”, med den følge av at de reisende trafikantene får redusert sine tidskostnader (Fridstrøm, Minken, & Vold, 1999). De reisende trafikantene vil til gjengjeld måtte betale en høyere pengekostnad, i form av køavgiften på toppen av de øvrige, private reisekostnadene.

Ved å øke bompengavgiftene i rushtiden kan en også redusere unødig forurensing, blant annet ved å redusere antall biler som står på tomgang i kø. Individuer som har høy betalingsvillighet for tidsbesparelser får mulighet til å komme fortere fram. Ved å innføre en avgift lik den marginale sosiale kostnaden ved å kjøre, vil individene ta hensyn til kostnaden de påfører andre og naturen. Bilistene tar dermed utgangspunkt i den samfunnsøkonomiske kostnaden, og ikke kun den private kostnaden (Vingan et. al, 2007).

3.4 Kjøprising

Som nevnt i kapittel 3.3 er det mulig å justere trafikkmengde ved bruk av avgifter eller lignende tiltak. Det forekommer imidlertid ofte et problem ved prissetting av offentlige produserte goder, nemlig variasjoner i etterspørselen (Ringstad, 2017). For veistrekninger inn og ut fra større byer kan det under gitte tidspunkter oppstå en betydelig økning i

trafikkmengde når det ellers på dagen flyter som normalt. Disse tidspunktene er typisk morgentimene og ettermiddagstimene, en såkalt rushtid.



Figur 3.4.1: Eksempel på køprising

I eksempelet over har vi tatt for oss en situasjon der vi har to forskjellige etterspørsler i form av marginal betalingsvilje (MB1 og MB2) i og utenfor rushtid, hvor MB1 illustrerer betalingsvilje utenfor rushtid, og MB2 tilsvarer betalingsvilje innenfor rushtid. Hvis vi har en situasjon lik figuren over, kan man se at optimal bruk av veien er på ca. 2500 brukere utenom rushtiden og 4000 i rushtiden, gitt tidligere resonnement i forrige kapittel. Som vi ser i figuren, kan dette oppnås ved at man tar 5 kroner ved bruk av veien utenfor rushtid og 10 kroner under rushtiden, altså en dobling i pris. Dette er dermed en type køprising, der prisen varierer etter etterspørselen (Ringstad, 2017).

Bruken av bompenger i og rundt sentrumsområder har vært relativt vanlig de siste årene, men i senere tid har det også i økende grad blitt mer vanlig med køprising. I Norge var man særdeles tidlig ute med bompengeneinnkreving i trafikkbelastede områder, i hvert fall i europeisk sammenheng (Ieromonachou, Potter & Warren, 2006). Bergen (i 1986), Oslo (i 1990) og Trondheim (i 1991) var de første europeiske byene som fikk bompengeringer, hvor Trondheim og (til dels) Bergen har hatt tidsdifferensierte takster fra starten av.

Rushtidsavgiften resulterte i en nedgang i rushtrafikken på 10% og 14% for henholdsvis

Trondheim og Bergen (BA, 2016). I internasjonal sammenheng var Stockholm og London som nevnt i kapittel 2.1 tidlig ute med å innføre rushtidsavgift. I begge tilfellene ga rushtidsavgiften den hensiktsmessige effekten i form av mindre trafikk, redusert forurensing og bedre fremkommelighet (Ringstad, 2017).

Det er viktig å påpeke at ikke alt er positivt med køprising. Mens effektivitetsvirkningen både av bompenger og køprising kan sies å ha gitt stor positiv effekt, er fordelingsvirkningen noe diskutabelt. Dette kan knyttes til at det ikke bare er betalingsvillighet som gjelder, men også betalingsevne. Fordelingsvirkninger av ulike tiltak i denne sammenheng er sammensatte, og at det i praksis i stor grad blir et politisk spørsmål hvordan en vurderer betydningen av dette (Ringstad, 2017).

3.5 Substitusjonseffekten

Substitusjonseffekten er en situasjon der prisen på et gitt gode øker, som videre fører til at konsumenten velger å gå over til et annet gode fordi det er blitt billigere relativt til det andre godet. Teorien forklarer at når man opplever økt pris på for eksempel strøm, vil dette føre til redusert kjøpekraft for dette produktet. Reduksjonen i kjøpekraft kan påvirke konsumentene til å gå for andre billigere løsninger, som oljeovner eller pelletsovner (Riis & Moen, 2013). I dette tilfellet vil resultatet være at konsumentene i økende grad går bort fra bensin- og dieselbiler fordi det er dyrere å kjøre gjennom bomringen, mens elbiler går gratis. Det skal nevnes at det i dag opereres med halv pris av bompengavgiften noen steder for å bruke elbil gjennom bomringer. Prinsippet er uansett det samme: trafikantene vil tendere til å substituere seg fra bensin- og dieselbiler over til elbiler.

Det har blitt gjort forskjellige undersøkelser på substitusjonseffekten fra kollektivtransport eller bensin- og dieseltransport til eltransport de siste årene. En undersøkelse ble foretatt i en rapport fra (Halvorsen & Frøyen, 2009), som undersøkte en gruppe på 600 personer med elbil og en kontrollgruppe på 600 med førerkort, men da uten elbil. Undersøkelsen kom fram til at de som brukte kollektivtransport til 23% av reisene sine før elbil kom på markedet, endte opp med å redusere dette til 6% etter at de kjøpte elbil. Det ble også gjort funn for de som brukte bil til jobb. Her var det en økning fra 65% til 83% for bruk av bil til jobb. Dette utgjorde en 18% økning i biltransport til jobb. Det kom også frem i undersøkelsen at elbileierne brukte mindre offentlig transport enn de med bensin- og dieselbil. Videre kom det frem at bruken av sykkel og gange var mindre blant de med elbil enn de med bensin- og dieselbil.

Undersøkelsen kom dermed frem til at elbiler bidro til økning i bruk av persontransport og at elbiler i større grad tok over for sykkel og gange (Halvorsen & Frøyen, 2009).

Det er gjort annen forskning som har undersøkt substitusjonseffekten fra en annen synsvinkel. Figenbaum, Kolbenstvedt og Elvebakk gjorde i 2014 en ny undersøkelse der de sendte e-post til alle medlemmene av Norwegian Electric Vehicle Association (NEVA) for å få resultater fra elbileierne. Det ble også sendt ut 10 000 e-poster til tilfeldige utvalgte i Norges Automobil Forbund (NAF) som kontroll i undersøkelsen. De fikk svar på 1721 e-poster fra NEVA og 2241 fra NAF. For å undersøke det urbane området ble det isolert en gruppe fra Kongsberg- og Oslo-området (Figenbaum, Kolbenstvedt, & Elvebakk, 2014). Undersøkelsen tok utgangspunktet i distanse kjørt av trafikantene og endringer forbundet med hvilken transport som var brukt, inkludert bruk av kollektivtransport. For å finne ut av dette ble mulig årlig kjørelengde i forsikringsavtalen per husstand brukt. Resultatene så ut til å vise at 18 % av respondentene økte forsikringen i årlig kjørelengde, mens 6% av respondentene reduserte årlig kjørelengde i forsikringsavtalen, og for resten ble det ikke noen endringer i årlig kjørelengde etter at det var anskaffet elbil (Figenbaum et al., 2014).

Videre undersøkelser av Oslo-Kongsberggruppen kom frem til at 28% av de som kjørte elbil hadde en økning i årlig kjørelengde enn før de anskaffet elbil, mens 7% kjørte mindre. Bruken av kollektivtransport så ut til å bli redusert for 24% av casene, mens det var en økning i kollektivbruk for 4% av casene.

Det så ikke ut til å være stor påvirkning på de som spaserte eller brukte manuell transport, da 7% av respondentene reduserte bruken av gange og manuell transport, mens 5% økte bruken. Dermed nulles resultatet praktisk talt ut. For elbilbrukerne ble det oppgitt at 80% hadde erstattet vanlige bensin- og dieselbil med elbil, 11% hadde tidligere kjørt kollektivtransport, mens 4% oppga at de erstattet manuell transport med elbil (Figenbaum et al., 2014).

Funnene etter denne undersøkelsen viser at elbiler medfører en økning i bruken av individuell persontransport i husstander, og reduserer bruken av offentlig transport. Elbilene subsidierer også for mye vanlig bensin- og dieseltransport. Elbiler har lite påvirkning på gange eller manuell transport. Det er viktig å understreke at noen av endringene fra kollektivtransport til elbil eller lignende kan være på grunn av endret behov. Den endelige konklusjonen er at det er sannsynlig at elbiler har bidratt til trafikkvekst og økning i bruk av individuell

persontransport på grunn av de lave kostnadene forbundet ved å bruke det (Figenbaum et al., 2014).

3.5.1 Multihoming

Det vil også være familier som benytter både bensin- eller dieslbiler og elbiler, og at valget av kjøretøyet ofte vil være avhengig av reisemålet. Elbiler benyttes gjerne til kortere distanser, som til og fra jobb, mens biler med drivstoff benyttes gjerne til de lengre reisene. Dette konseptet kalles *multihoming*. Multihoming går ut på at konsumenten kjøper flere versjoner av det samme type godet (Anderson, Foros, & Kind, 2018). Kim og Serfes (2006) nevner at det ikke gir mening å kjøpe to produkter som er homogene, som for eksempel to identiske aviser, men hvis produktene er differensiert vil det gi verdi i form av variasjon på avisene. Et eksempel på multihoming i denne oppgaven kan dermed være en husstand som benytter elbil til jobb og bensin-/dieselbil til lengre fritidsreiser. Nyttens til konsumenten vil øke hvis begge produktene blir brukt. Hvis dette er tilfellet for mange husstander i Osloområdet, kan det bidra til at vi får en markant større andel elbiler i rushtiden i forhold til resten av døgnet.

3.6 Priselastisitet

Elastisitet er et samfunnsøkonomisk begrep på hvor responsivt tilbudet eller etterspørselen etter et gode er for endringer i pris eller inntekt. Mer spesifikt er elastisitet et mål på følsomheten til et økonomisk utfall (y) mot en endring i en pris (P), gitt at alt annet holdes konstant. Elastisiteten er konstruert følgende: den prosentvise endringen i y , dividert med den prosentvise endringen i P .

Etterspørselens priselastisitet kan defineres ved denne formelen:

$$\frac{\text{Relativ endring i reise etterspørsel}}{\text{Relativ endring i bomsatser}} = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta P}{P}}$$

hvor Δy viser endringen i etterspørsel y , og ΔP viser endring i forklaringsvariabelen pris, altså bompengesatsen (Odeck & Bråthen, 2008).

Det finnes mange studier av priselastisiteter innenfor transportmarkedet. Priselastisiteter på bompenger er mindre omfattende, men Odeck og Bråthen (2008) har vist til 17 studier som

gjennomgående viste estimater på -0,5 eller mindre. Det vil si at en økning i de generaliserte kostnadene på 1% som følge av økningen i bomsatsene fører til en reduksjon i trafikken på 0,5%.

Faktorer som påvirker trafikken følsomhet innebærer størrelse på bompenger, reisehensikt, reisefrekvens, samt tilgjengeligheten på alternative (Welde, Bråthen, Rekdal, & Zhan, 2016). I denne analysen er det antall passeringer i bomringen som brukes som et mål for etterspørsel etter bilkjøring i Osloregionen. Etterspørselastisiteten etter bilkjøring vil vise den prosentvise endringen i antall passeringer ved prosentvise endringer i generaliserte kostnader gjennom endringer i bomsatsene.

3.7 Utredning av hypotese

I dette kapittelet skal vi drøfte og forklare hypotesene vi har valgt for å besvare problemstillingen og hvordan det knyttes opp til teorigrunnlaget nevnt i kapittelet over. Vi har kun valgt å sette opp alternativhypotesene som vil vise den forventede effekten basert på teorien vi har gjennomgått. Nullhypotesene vil alltid vise den motsatte effekten av det vi forventer.

Hypotese 1

Hypotese 1 er satt opp for å kunne se om en økning i bompengesats vil føre til en nedgang i trafikkmengde for bensin- og dieselbil. En av effektene vi forventer å se er at trafikantenes betalingsvillighet vil reduseres dersom kostnaden for å passere bompengeringen øker. Noe av hensikten med rushtidsavgiften er som nevnt i kapittel 2.6 å redusere trafikken innenfor rushtiden, samt å forbedre og få trafikanter til å benytte seg av kollektivtransport. Vi nevnte i kapittel 2.6 at en reduksjon på 10 til 15 prosent av trafikantene vil hjelpe mot kødannelser i trafikken på kort sikt. Ved forventet effekt vil dette bidra til å øke fremkommeligheten i trafikken og samtidig gi mulighet for å bygge ut infrastruktur, som dermed vil bidra med økt fremkommelighet på lang sikt. Når det gjelder bensin- og dieselbiler er det et kjent faktum at disse biltypene bidrar med forurensing. Hvis nullhypotesen forkastes i dette tilfellet, vil det være en samfunnsøkonomisk gevinst ved en reduksjon i de negative eksternalitetene, som nevnt i kapittel 3.3. I kapittel 2.4 trekkes bymiljøavtalen inn som politisk satsing på kollektivtrafikk, samt utbedringer for bruk av manuell transport. Det er dermed også mulig å anta at det er en substitusjonseffekt fra bensin- og dieselbiler til eventuelt kollektivtransport, elektriske kjøretøy, eller manuell transport i form av sykkel og gange.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til nedgang i trafikkmengde for bensin- og diesalbiler om morgenen.

Hypotese 2

Hypotese 2 handler om sammenhengen mellom innføringen av rushtidsavgift, økte bomsatser og elbilpasseringer. Vi ønsker med denne hypotesen å se på om bomavgiften har en signifikant påvirkning på økningen i antall passeringer av elbil, eller om denne økningen utelukkende skyldes andre faktorer. Hvis de empiriske resultatene viser en signifikant effekt, er det mulig å argumentere for at trafikanter i større grad har begynt å favorisere elbiler framfor andre transportalternativer på grunn av bomavgiften. Dette vil også bidra til en høyere samfunnsøkonomisk gevinst i form av lavere støy eller mindre forurensing, som nevnt i kapittel 3.3.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til en oppgang i trafikkmengde for elbiler om morgenen.

Hypotese 3 og 4

Ved hypotesene for halvtimen før og etter rushtiden er det forventet å se en omvendt effekt av den forventede effekten innenfor rushtiden, altså en økning i trafikkmengde for bensin- og diesalbiler. Dette er fordi betalingsvilligheten for å kjøre i halvtimen før og etter rushtiden er høyere når kostnaden for å kjøre i rushtiden øker. Hvis nullhypotesen forkastes i dette tilfellet, vil vi få en positiv samfunnsøkonomisk gevinst i form av et mer optimalt trafikkmonster. Hypotese 3 ser på effekten av bompengeringen i halvtimen før rushtiden, og hypotese 4 ser på effekten i halvtimen etter rushtidsperioden.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for bensin- og diesalbiler i halvtimen før rushtidsperioden.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for bensin- og diesalbiler i halvtimen etter rushtidsperioden.

Hypotese 5 og 6

Hypotese 5 tar for seg effekten av bompengeringen før rushtidsperioden for elbiler, og hypotese 6 ser på effekten etter rushtidsperioden for elbiler. Akkurat som for diesel og bensin er et av poengene med rushtidsavgiften å spre trafikantene over lenger perioder, i stedet for at

alle skal kjøre på en gang. I dette tilfellet er det imidlertid viktig å poengtere at elbiler ikke betaler rushavgift. Vi forventer dermed å se en oppgang i trafikkmengde blant elbiler, da det relativt sett fortsatt er billigere å kjøre elbil, selv om avgiften er på et lavere nivå sammenlignet med rushtidsperioden. Det kan derimot argumenteres for at effekten vil være noe redusert, da avgiften som nevnt er mindre.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for elbil i halvtimen før rushtidsperioden.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for elbil i halvtimen etter rushtidsperioden.

Hypotese 7

Hypotese 7 skal se på om økte bompengesatser og implementering av rushtidsavgift har en sammenheng med nedgang i antall passeringer for Euro 5 og Euro 6 tungtransport. Det er forventet å se de samme nedadgående effektene på Euro 5 og Euro 6 som for bensin- og dieslbiler, men noe redusert. Dette er fordi at det er mulig å argumentere for at priselastisiteten for tungtransporten ligger lavere enn for lett-transport. Som nevnt i kapittel 3.6 er de generaliserte reisekostnadene mindre for en bedrift enn det er for vanlige trafikanter. Her kan det altså argumenteres for at vi vil se en redusert effekt på bakgrunn av den lavere priselastisiteten.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til en nedgang i trafikkmengde for tungtransporten under rushtid.

Hypotese 8 og 9

Som nevnt i kapittel 3.6, forventes det mindre effekt for tungtransporten enn for lett-transporten. Akkurat som i rushtidsperioden, er det logisk å anta at på grunn av den lavere priselastisiteten vil det kun bli en liten økning i antall passeringer for tungtransporten i halvtimen før og etter rushtidsperioden. Hypotese 8 tar dermed for seg effekten av bompengesatsen i halvtimen før rushtidsperioden for tungtransport, og hypotese 9 ser på den tilsvarende effekten i halvtimen etter rushtidsperioden. Vi forventer å se en økning i antall passeringer for tungtransport på bakgrunn av et av hovedpoengene bak rushtidsavgiften, som er å spre trafikkmengden bort fra rushtidsperioden.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for Euro 5 og Euro 6 i halvtimen før rushtidsperioden.

HA: Innføring av økte bompengesatser og rushtidsavgift har ført til oppgang i trafikkmengde for Euro 5 og Euro 6 i halvtimen etter rushtidsperioden.

4 Data

4.1 Presentasjon av data

I dette studiet ønsker vi å bruke bompasseringer fra bompengeringen i Oslo til å måle trafikale effekter av en innføring av rushtidsavgift og andre generelle endringer i bomsatser. Fjellinjen AS bistod oss med et datasett som strekker seg fra 01.04.2017 til 31.12.2018. Det mest interessante med dette datasettet er den markante prisendringen som skjer 1. oktober 2017, da rushtidsavgiften implementeres. Det er hovedsakelig denne prisendringen som gjør det interessant å analysere de trafikale effektene. Datasettet består av et halvt år med data før innføringen av rushtidsavgift (1. april-1. oktober 2017), samt trinn 1, som strekker seg fra 1. oktober 2017 og ut 2018. Vi har dermed over ett år med data etter innføringen av trinn 1, som bør være tilstrekkelig til å justere for forskjeller i trafikkmengde som oppstår i måneder og ukedager.

Vi kunne alternativt ha hentet inn data fra en lengre periode, men det ville ført til noen utfordringer. Grunnen til at vi ikke har data fra før 01.04.2017 er at Fjellinjen ikke hadde samme type differensiering på kjøretøyklassene før denne perioden. Før denne perioden ble det bare skilt mellom lett- og tungtransport, ettersom det var lik takst på henholdsvis lett- og tungtransporten. Perioden etter 31.12.2018 byr også på utfordringer, da det etter innføring av trinn 2 den 1. juni 2019 ble innført ny bomring (indre ring), samt at det ble innført toveisinnkreving i Osloringen og indre ring. Det ble også flyttet en del bomstasjoner i denne perioden, slik at det totalt sett ville blitt mye vanskeligere å sammenligne en klar før- og etter-situasjon. Disse faktorene er dermed alle årsak til at vi har valgt å avgrense tidsperioden til 01.04.17 til 31.12.18.

De avhengige variablene i datasettet består av antall bompasseringer for henholdsvis bensin-, diesel-, el-, Euro 5- og Euro 6-kjøretøy i rushtiden, i halvtimen før rushtiden, og i halvtimen etter rushtiden. Tungtransporten adskilles i denne perioden mellom Euro 5 og Euro 6. Denne differensieringen skiller hvilken motortype lastebilene har. Da Euro 5 og eldre lastebiler har motorer som slipper ut mer forurensende avgasser enn Euro 6-motorer, vil disse ha en høyere bomavgift, og må dermed differensieres fra de mer miljøvennlige Euro 6-motorene. Bompasseringer i rushtiden er passeringer i tidsrommet 06.30-08.59. Halvtimen før rushtiden

er bompaseringer mellom kl. 06.00-06.29, mens halvtimen etter rushtiden er bompaseringer mellom kl. 09.00-09.29.

4.1.1 Presentasjon av variabler

Tabell 4.2.1.1: Oversikt over avhengige variabler med forklaring og deskriptiv statistikk

Variabel	Forklaring	Obs	Mean	Std. Dev	Min	Max
RUSH_BE _t	Antall passeringer i rushtid for bensin	639	9222,90	5248,24	1040	15925
RUSH_DI _t	Antall passeringer i rushtid for diesel	639	16390,96	9587,27	1128	29831
RUSH_EL _t	Antall passeringer i rushtid for elbil	639	7819,49	5483,87	341	16433
RUSH_E5 _t	Antall passeringer i rushtid for Euro 5	639	1782,43	1031,00	85	3309
RUSH_E6 _t	Antall passeringer i rushtid for Euro 6	639	1105,66	644,50	77	2044
HFRUSH_BE _t	Antall passeringer i halvtimen før rushtid for bensin	639	1026,19	631,76	85	1917
HFRUSH_DI _t	Antall passeringer i halvtimen før rushtid for diesel	639	2318,40	1490,68	126	4314
HFRUSH_EL _t	Antall passeringer i halvtimen før rushtid for elbil	639	587,00	420,10	23	1407
HFRUSH_E5 _t	Antall passeringer i halvtimen før rushtid for Euro 5	639	245,77	150,63	11	487
HFRUSH_E6 _t	Antall passeringer i halvtimen før rushtid for Euro 6	639	197,95	121,46	7	380
HERUSH_BE _t	Antall passeringer i halvtimen etter rushtid for bensin	639	1635,41	656,92	188	2824
HERUSH_DI _t	Antall passeringer i halvtimen etter rushtid for diesel	639	2806,87	1286,52	224	5261
HERUSH_EL _t	Antall passeringer i halvtimen etter rushtid for elbil	639	1014,01	575,73	59	2264
HERUSH_E5 _t	Antall passeringer i halvtimen etter rushtid for Euro 5	639	403,67	227,23	21	757
HERUSH_E6 _t	Antall passeringer i halvtimen etter rushtid for Euro 6	639	267,25	15,31	20	524

Tabellen over viser en oversikt over de avhengige variablene. Alle variablene er knyttet til bompaseringer. Alle variablene har 639 observasjoner, som tilsvarer antall datoer i datasettet. Passeringer i rushtid har variabelnavn som starter med “RUSH”. Halvtimen før har notasjonen “HFRUSH”, mens halvtimen etter har “HERUSH”. Hvis vi eksempelvis tar for

oss den første avhengige variabelen “RUSH_BE_t”, vil den altså inneholde antall bomplasseringer i rushtiden for bensinbiler over dag t , som indeksen indikerer.

Tabell 4.2.1.2: Oversikt over uavhengige variabler med forklaring og deskriptiv statistikk

Variabel	Forklaring	Obs	Mean	Std.Dev	Min	Max
TID	Generisk tidsvariabel	639	-	-	0	639
UKEDAG	Dummyvariabler for ukedager	639	-	-	0	1
MÅNED	Dummyvariabler for måneder	639	-	-	0	1
YRKD	Dummyvariabel for yrkesdøgn	639	-	-	0	1
AVG_BE	Avgiftsvariabel for bensin	639	38,38	8,95	30,6	49,5
AVG_DI	Avgiftsvariabel for diesel	639	40,25	11,16	30,6	54
AVG_E5	Avgiftsvariabel for Euro 5	639	127,04	40,94	91,8	178,2
AVG_E6	Avgiftsvariabel for Euro 6	639	103,87	13,54	91,8	121,5

Tabellen over viser oversikt over de uavhengige variablene vi har benyttet. Variabelen “TID” er en generisk tidsvariabel som har verdi “1” i observasjon 1, verdi “2” i observasjon 2 og så videre. Denne variabelen er inkludert for å fange opp en lineær tidstrend. Videre har vi laget dummyvariabler for hver ukedag som har verdien “1” i den aktuelle ukedagen og “0” utenom. Det samme er gjort for månedene. Bakgrunnen for å inkludere disse dummyvariablene er for å fange opp at passeringer kan variere mellom ukedager og mellom måneder. “YRKD” er en dummyvariabel for yrkesdøgn, som er “1” i yrkesdøgn og “0” når det ikke er yrkesdøgn. Denne variabelen er inkludert fordi trafikkmønsteret er betydelig annerledes på dager det er yrkesdøgn, sammenlignet med når det ikke er yrkesdøgn. En nærmere beskrivelse av hva som innebærer et yrkesdøgn forklares i neste kapittel. Videre har vi avgiftsvariablene for henholdsvis bensin, diesel, Euro 5 og Euro 6. Bensin- og dieselkjøretøy har lik avgift frem til 1. oktober 2017, hvor differensieringen starter. Det samme gjelder for Euro 5 og Euro 6.

4.1.2 Definisjon av normale yrkesdøgn

Vi har satt opp en variabel for yrkesdøgn (YRKD) for å fange opp trenden av bomplasseringer i yrkesdøgn sammenlignet med dager uten yrkesdøgn. Med normale yrkesdøgn menes alle hverdager, ekskludert helligdager, vinterferie, juli måned, høstferier og juleferier.

Vinterferien og høstferien er ikke regnet som yrkesdøgn til tross for at det kreves inn rushtidsavgift i disse periodene. Årsaken til dette er at trafikken sannsynligvis vil være noe lavere, særlig i rushtiden om morgenen. På den måten unngår vi å få et feilaktig bilde av hvordan rushtidsperioden påvirker trafikken. Yrkesdøgn har variabelnavnet “YRKD” i regresjonene.

4.1.3 Takstgrupper og priser

Bomringen i Oslo har endret seg i takt med de forskjellige Oslopakkene de siste tre tiårene, og spesielt måten avgiftene hentes inn på har endret seg. Tidligere var det en enkel takst for biler som passerte uavhengig om det var bensin- eller dieselbil, samt en enkel takst på tung bil. I senere tid har dette blitt endret til mer differensierte takster, slik at man kan skille de forskjellige person- og lastebilclassene fra hverandre - dette for å gi gevinst til de som velger å være mer miljøvennlige. Under kan vi se de forskjellige takstene før og etter takstendring 1. oktober 2017 (Fjellinjen, 2019). I regresjonsanalysen har vi konstruert prisvariablene AVG_BE, AVG_DI, AVG_E5 og AVG_E6 som inneholder de gitte takstprisene, som vist i tabell 4.1.3.1. Vi kommer til å fokusere på prisene som inkluderer rabatt fra Autopass, ettersom majoriteten av trafikantene har Autopassavtale og benytter disse takstene. Takstene fra tabell 4.2.3.1 viser de ulike takstene for de respektive kjøretøyene fra perioden 1. april 2017 til 31. desember 2018. Det skjer flere endringer i takstene løpet av denne perioden, som også vises i tabellen.

Tabell 4.1.3.1: Bompengesatser i perioden fra 01.02.2017 til 31.05.2019 (Fjellinjen AS, 2019).

01.02.2017 til 31.06.2017	Takstgruppe 1		Takstgruppe 2		
Oslo, med avtale	Kr 30,60		Kr 91,80		
01.07.2017 til 30.09.2017					
Oslo, med avtale	Kr 31,50		Kr 94,50		
01.10.2017 til 30.06.2018	Takstgruppe 1			Takstgruppe 2	
Kjøretøy	Bensin/ladbar hybrid	Diesel	El- og Hydrogen	Euro 5 og eldre	Euro 6
Oslo, med avtale	Kr 39,60	Kr 44,10	-	Kr 146,70	Kr 91,80
Oslo i rush, med avtale	Kr 48,60	Kr 53,10	-	Kr 173,70	Kr 118,80
01.07.2018 til 31.05.2019					
Oslo, med avtale	Kr 40,50	Kr 45,00	-	Kr 149,40	Kr 93,60
Oslo i rush, med avtale	Kr 49,50	Kr 54,00	-	Kr 178,20	Kr 121,50

Tabell 4.1.3.1 viser alle takstene vi kommer til å benytte oss av når vi konstruerer avgiftsvariablene. Vi velger kun å presentere prisene med Autopassavtale, da det er kun disse som blir benyttet. Alle de fire avgiftsvariablene vil være konstruert ut ifra pristabellen. For eksempel vil avgiftsvariabelen for bensinbiler være konstruert på følgende måte:

$$AVG_BEt = 30,60 \text{ for } t = 1 \text{ til } 91$$

$$AVG_BEt = 31,50 \text{ for } t = 92 \text{ til } 183$$

$$AVG_BEt = 39,60 \text{ hvis yrkesdøgn} = 0 \text{ for } t = 184 \text{ til } 456$$

$$AVG_BEt = 48,60 \text{ hvis yrkesdøgn} = 1 \text{ for } t = 184 \text{ til } 456$$

$$AVG_BEt = 40,50 \text{ hvis yrkesdøgn} = 0 \text{ for } t = 457 \text{ til } 639$$

$$AVG_BEt = 49,50 \text{ hvis yrkesdøgn} = 1 \text{ for } t = 457 \text{ til } 639$$

Avgiftsvariablene AVG_DI, AVG_E5 og AVG_E6 vil ha identisk oppsett, med de tilhørende avgiftene gitt i tabellen 4.1.3.1. For å forstå konstruksjonen i disse avgiftsvariablene må man se på sammenhengen de har med yrkesdøgnvariabelen. I alle yrkesdøgn er det rushtidsavgiften som vil være gjeldende avgift i observasjonene. For alle andre dager er det ordinær avgift som er gjeldende. For å illustrere dette ytterligere, viser vi dette med et eksempel. Hvis vi tar utgangspunkt i AVG_BE, og lar observasjon 184 være en fredag og et normalt yrkesdøgn, så vil avgiften vise 48,6, som er rushtidsavgiften. Da vil observasjon 185, som blir en lørdag (og da ikke et yrkesdøgn) vise 39,6, som er ordinær avgift, da det på lørdager ikke er rushtidsavgift.

Når det gjelder takstgruppe 2 kan vi i tabell 4.1.3.1 se takstene for kjøretøy med Euro 5-motor eller eldre og Euro 6-motor. Differensieringen er satt opp etter nyere og eldre lastebilmotorer, med den hensikt at Euro 6-motorer slipper ut mindre utslipp av avgassen NOx, noe som bedrer luftkvaliteten i større byer. Norge følger også EUs direktiver for nye kjøretøy. Dette innebærer at alle nye kjøretøy på veiene i Norge vil ha Euro 6-motorer. Det nye takstsystemet har økt fokus på å belønne de mer miljøvennlige kjøretøyene sammenlignet med tidligere, og samtidig straffe de mer forurensende kjøretøyene. Dette kan man se ved prissettingen på de nyere, miljøvennlige Euro 6-motorene og de eldre Euro 5-motorene (Hagman & Amundsen, 2013).

Når det kommer til kalkuleringen av den faktiske endringen i passeringer, vil vi benytte oss av den gjennomsnittlige endringen i bompengesatsene. Dette er gjort ved å ta gjennomsnittet av rushtidsavgiftene og å trekke fra gjennomsnittet for ordinær avgift. Dette er gjort for hver kjøretøyklasse. Differansen av disse to verdiene vil bli satsene som skal brukes til å kalkulere faktisk endring i trafikkmengde. En viktig presisering her er at disse gjennomsnittstallene kun blir brukt til å regne ut den faktiske endringen i trafikkmengde (koeffisient*gjennomsnittlig takstendring). Gjennomsnittstallene brukes *ikke* i avgiftsvariablene - der brukes de reelle tallene. Formelen for måten vi har beregnet gjennomsnittlig endring i takst er presentert under. Videre følger også utregningene for samtlige kjøretøyklasser.

$$\begin{aligned} & \text{Gjennomsnitt rushtidsavgift for kjøretøy } X - \text{Gjennomsnitt ordinær avgift for kjøretøy } X \\ & = \text{Gjennomsnitt endring i takst for kjøretøy } X \end{aligned}$$

$$\text{Gj. endring Bensin} = \frac{48,6 + 49,5}{2} - \frac{30,6 + 31,5 + 39,6 + 40,5}{4} = 13,5$$

$$\text{Gj. endring Diesel} = \frac{53,10 + 54}{2} - \frac{30,6 + 31,5 + 44,10 + 45}{4} = 15,75$$

$$\text{Gj. endring Euro 5} = \frac{173,79 + 178,20}{2} - \frac{91,80 + 94,50 + 146,70 + 149,40}{4} = 55,35$$

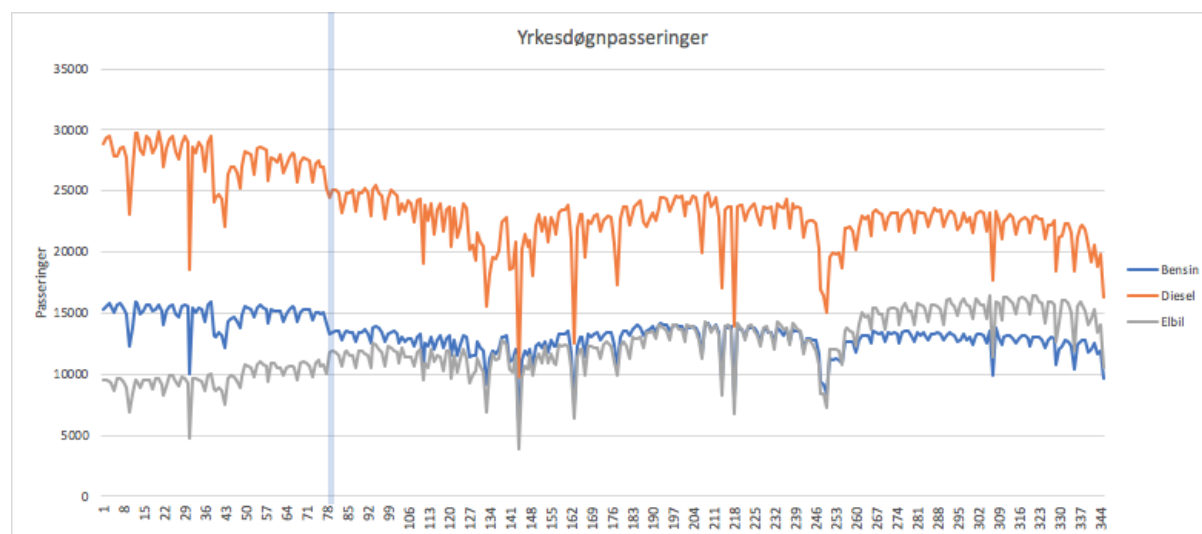
$$\text{Gj. endring Euro 6} = \frac{118,80 + 121,50}{2} - \frac{91,80 + 94,50 + 91,80 + 93,60}{4} = 27,23$$

Det skal nevnes at dersom det ikke brukes bombrikke, belastes man for det dyreste av alternativene gitt i tabell 4.1.3.1, uansett om det måtte gjelde biltyper som passerer gratis eller ikke (Fjellinjen, 2019) Flere bomringer i Norge, inkludert Osloringen, bruker *timesregel* ved bruk av bombrikke. Det betyr at dersom du betaler for en bompasering, skal du ikke betale i flere bompaseringer innenfor en time. Den høyeste satsen gjelder dersom du passerer flere bommer i løpet av en time (Vegdirektoratet, 2019).

I tillegg til elbiler og hydrogenbiler er det også andre kjøretøy som har takseringsfritak fra bompengene. Kjøretøy som er fritatt fra takseringssystemet inkluderer uniformerte og sivile utrykningskjøretøy, samt kollektivtransport som har bomstasjoner langs den aktuelle bussruten (med unntak av enkelte ferjeavløsningsprosjekter) (Vegdirektoratet, 2019).

4.2 Yrkesdøgntrafikk i og utenfor rushtiden

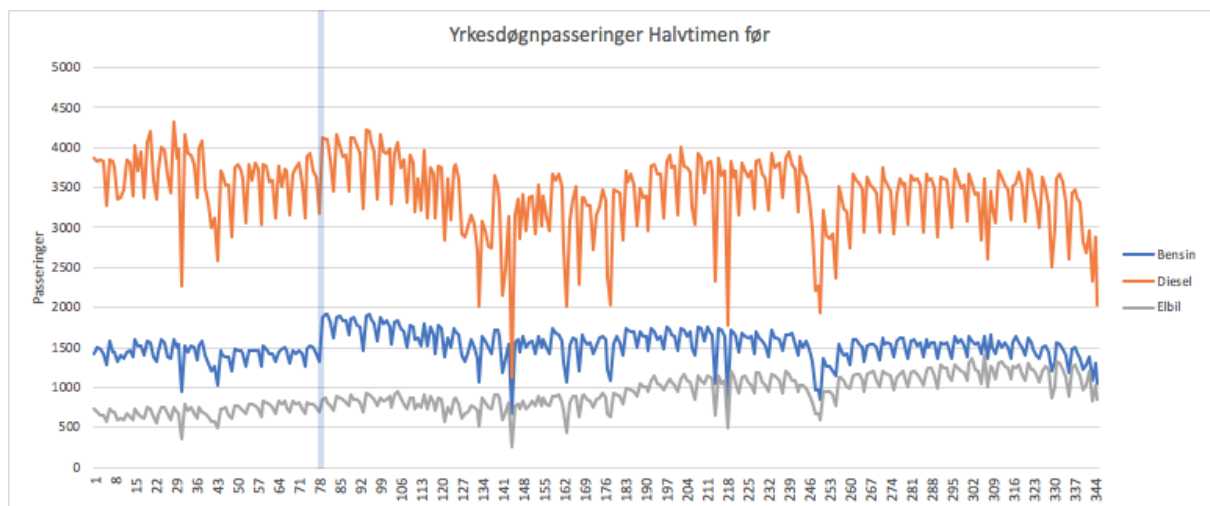
I figuren under har vi sett på trenden av rushtidspasseringer i yrkesdøgn for lett transport. Det inkluderer alle passeringer av lettkjøretøy i tidsrommet kl. 06.30-08.59. Langs X-aksen har vi observasjonsnummer (dato). Langs Y-aksen har vi antall passeringer. Den blå linjen i grafen viser punktet hvor rushtidsavgiften innføres. Dette er ment for å gi en initial kikk på dataen før selve analysen begynner. Fokuset i kurvene er på observasjon 78 (blå strek), som tilsvarende datoen 1. oktober 2017, da rushtidsavgiften ble implementert.



Figur 4.2.1: Yrkesdøgntrafikk for lett transport i rushtid

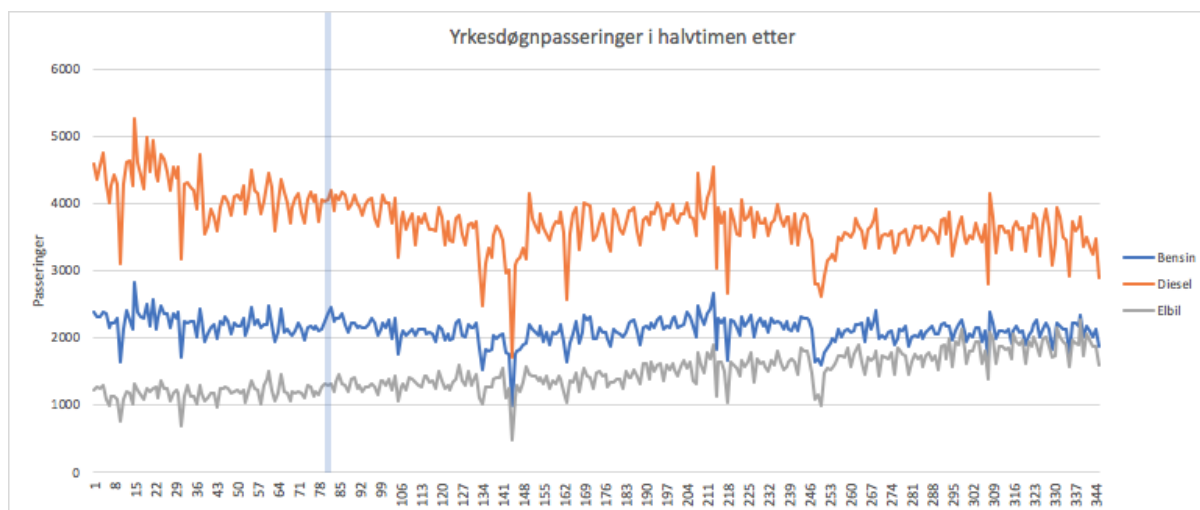
Figuren 4.2.1 viser bensin- diesel og elbil gjennom hele datasettet fra 1. april 2017 til 31. desember 2018. Figuren inkluderer kun yrkesdøgn med rushtid. Langs X-aksen har vi antall observasjoner som viser passeringer innenfor den gitte dagen.

Når det gjelder bensin- og dieslbiler ser vi at antall passeringer ligger jevnt over høyere i tiden før innføringen av rushtidsavgiften. Dette fremkommer fra observasjon 1 til ca. observasjon 71. Enkelte dager har et uvanlig lavt antall passeringer. Årsaker til dette kan være vær, ulykker eller lignende. I figuren kan vi se at det er en nedgang både i antall bensinbiler og antall dieslbiler i observasjon 78, som er på dagen 1. oktober 2017. I samme observasjon ser vi en tilsvarende type endring i antall elbilpasseringer, men her viser observasjonen altså en liten oppgang i antall passeringer.



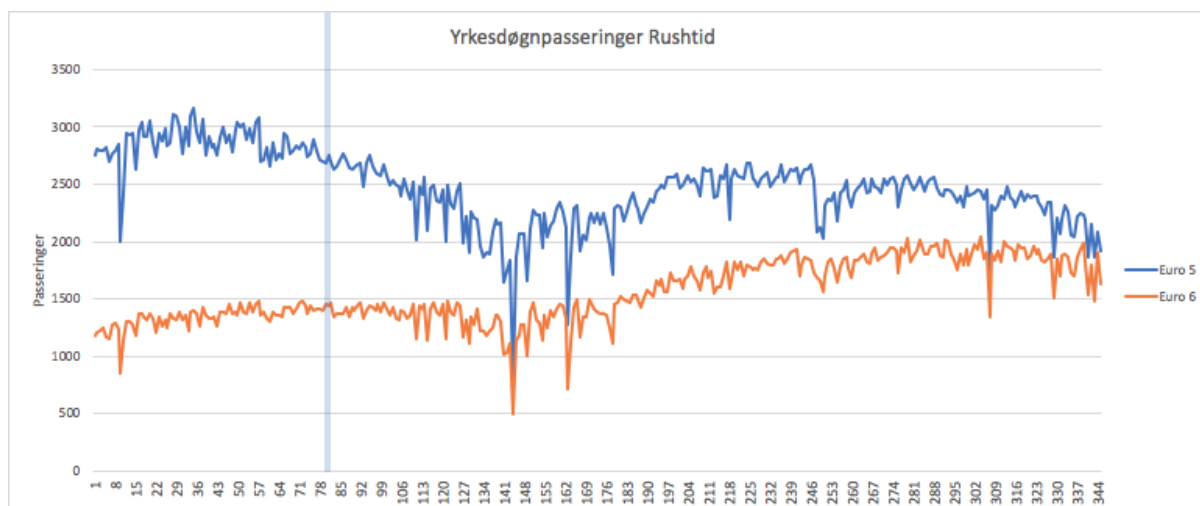
Figur 4.2.2: Yrkesdøgnpasseringer i halvtimen før rushtidsperioden for lett transport

Med hensyn til halvtimen før rushtiden, som vist i figur 4.2.2, vet vi fra teorien at et av formålene med rushtidsavgiften er å spre trafikantene utover døgnet, slik at ikke alle skal kjøre på likt og skape køproblemer. I figur 4.2.2 kan man se at det er en større oppgang i antall bensinbilpasseringer i observasjon 78, som er 1. oktober 2017. Dieslbiler ser ut til å ha en økende trend i samme observasjon, men at dette faller igjen kort tid senere i observasjon 99. Fra figuren kan vi altså se at etter observasjon 78 kan noe av morgentrafikken ha flyttet seg til litt tidligere på dagen, sammenlignet med før rushtidsavgiften ble implementert.



Figur 4.2.3: Yrkesdøgnpasseringer i halvtimen etter rushtidsperioden for lett transport

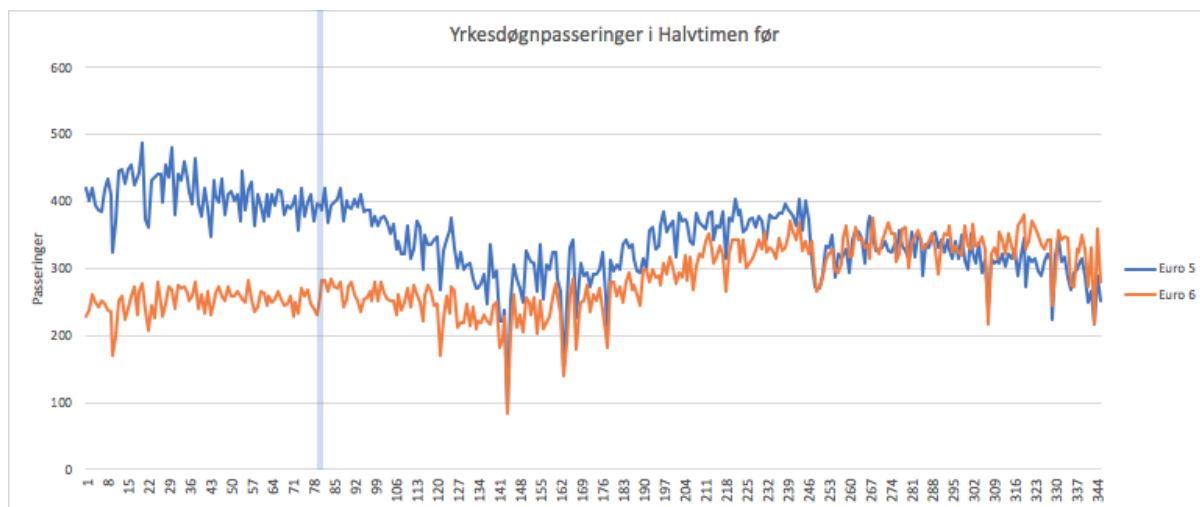
I figur 4.2.3 fremkommer det at rundt tiden for implementering av rushtidsavgift og økte bomsatser (observasjon 78) skjer lite endringer i halvtimen etter rushtidsperioden for lette kjøretøy. Antall passeringer av bensin- og dieselbil holder seg relativt stabilt, med en liten nedgang i antall dieselbilpasseringer som stabiliserer seg utover. Antall elbilpasseringer er på en stadig oppgang, men vi ser ingen spesifikke endringer i kjøremønsteret rundt observasjon 78.



Figur 4.2.4: Yrkesdøgnpasseringer for Euro 5- og 6-lastebiler i rushtid

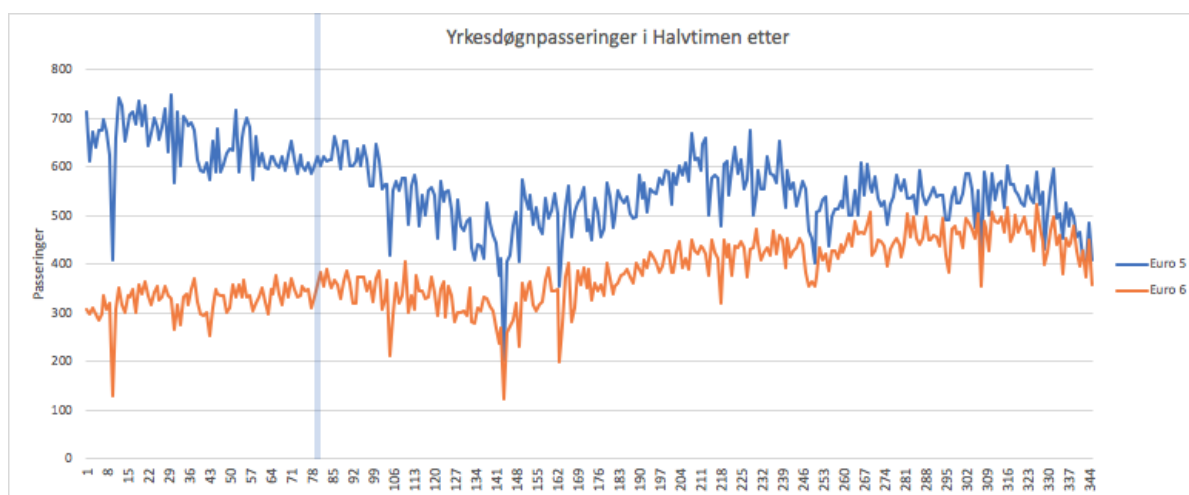
Som vist i figur 4.2.3, er det en tydelig nedgang i antall passeringer for Euro 5 og eldre lastebiler fra perioden før bompengesatsen økte. Det ser ikke ut til at endringen i observasjon 78, da bompengesatsen økte, er hovedårsaken til den store nedgangen vi ser i figur 4.2.3 for

Euro 5-lastebiler. Ser vi nærmere på Euro 6-passeringene, ser vi at det ikke er store endringer i passeringer etter observasjon 78.



Figur 4.2.5: Yrkesdøgnpasseringer for halvtimen før rushtidsperioden for tungtransport

Figuren over viser trenden for antall passeringer for tungtransporten i yrkesdøgn i halvtimen før rushtidsperioden som innenfor rushtiden. Euro 5-kjøretøy ser ut til å ha en nedgang i antall passeringer etter implementering av rushtidsavgift. Euro 6-kjøretøy ser ikke ut til å ha store endringer i passeringer i observasjon 78, da bompengesatsen økte.



Figur 4.2.6: Yrkesdøgnpasseringer for halvtimen etter rushtidsperioden for tungtransport

Som figur 4.2.6 viser, observerer vi en nedgang i antall passeringer av Euro 5-kjøretøy rundt observasjon 78, samt en liten oppgang i antall passeringer av Euro 6-kjøretøy. Dette ser

imidlertid ikke ut til å skyldes implementeringen av rushtidsavgift og økte bomsatser rundt observasjon 78, da oppgangen var stabil både før og etter denne observasjonen.

5 Metode

5.1 Regresjonsmodell

Hensikten med vår studie er å se hvordan innføringen av rushtidsavgiften og økningen i bomstansene vil påvirke trafikkmengden blant forskjellige biltyper, som inkluderer bensinbil, dieselbil, elbil og tungtransport (Euro 5- og Euro 6-motor). Retningen på hypotesene vil avhenge av hvilken biltype vi gjør regresjon på, samt om det er i eller utenfor rushtiden. Vi vil eksempelvis forvente en nedgang i trafikkmengde blant bensin-, diesel- og tungtransportkjøretøy i rushtiden, mens vi vil forvente en økning blant elbiler. Modellen vi tar i bruk er en multippel regresjonsmodell med en avhengig variabel og flere uavhengige variabler. Bilpasseringer kan bli påvirket på flere måter. Effekten måles ved å se på avgiftsvariabelen. Modellen inkluderer også ukedager og måneder, som gjør det mulig å fange opp at trafikken kan variere mellom ukedager og måneder. Nedenfor følger et eksempel på modellen vi kommer til å jobbe videre med i denne oppgaven:

$$\text{RUSH_BE}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{DATO}_t + \sum_{k=2}^7 \beta_k \text{ukedag}_k + \sum_{l=9}^{18} \beta_k \text{måned}_l + \beta_{19} \text{yrkesdøgn}_t + \beta_{20} \text{AVG_BE}_t + \varepsilon_t$$

Denne modellen tar riktignok kun for seg rushtiden for bensinbiler, men ettersom modellene for de øvrige regresjonene følger det samme oppsettet, velger vi for enkelthets skyld å forklare ut ifra denne modellen.

RUSH_BE viser rushtidspasseringer for bensinbiler. AVG_BE er prisvariabelen for bensin. Avgiften vil variere over tid, og viser vanlig avgift før rushtiden blir implementert, vanlig sats når det ikke er yrkesdøgn, og rushtidsavgift når det er yrkesdøgn. Hovedfokuset i modellen ligger på koeffisienten foran AVG_BE, hvor koeffisienten vil indikere den marginale effekten dersom avgiften øker med 1 kr.

“TID”-variabelen viser en lineær tidstrend. For eksempel viser 01.04.2017 som verdi 1, 02.04.2017 som verdi 2, og så videre. Resterende variabler er dummyvariabler for henholdsvis ukedager, måneder og yrkesdøgn som tilsvarer 1 for den tilhørende ukedagen/måneden/yrkesdøgn, og vil kontrollere for variasjon på tvers av ukedager og

måneder. Bakgrunnen for at vi har inkludert yrkesdøgnsvARIABLEN er at trafikken er markant annerledes fra øvrige dager, som helge- og ferietrafikken, etc. Ukedags- og månedsvariablene er inkludert for å fange opp at trafikken kan variere mellom ukedager og mellom måneder. Det er verdt å merke seg at regresjonsmodellen ekskluderer en ukedags- (søndag) og en månedsvariabel (juli) for å unngå perfekt multikollinearitet.

5.2 Regresjonsanalyse

Når man jobber med separate tidsserier er noen av hovedproblemene som kan oppstå heteroskedastisitet og autokorrelasjon. Feilleddet er generelt seriekorrelert over t for en gitt i , og heteroskedastisk over i . Da vi i dette tilfellet kjører separate regresjoner for hver i , vil riktignok ikke heteroskedastisitet over i være et problem dette tilfellet.

For at vi skal kunne stole på resultatene i en regresjonsanalyse er det visse forutsetninger som må legges til grunn for at dette kan gjennomføres. Wooldridge (2008) presenterer seks forutsetninger for lineær regresjon. Det er kun de tre første forutsetningene som må være til stede for at OLS gir forventningsrette estimater. Forutsetning 1-5 følger Gauss-Markov teoremet, som innebærer at OLS er BLUE med samme minimum varians.

Normalitetsforutsetningen (forutsetning 6) er inkludert for å gjøre det mulig å utføre nøyaktig statistisk inferens for hvilken som helst utvalgsstørrelse. De tre siste forutsetningene må være til stede at standardavvikene skal være korrekt estimert. Ved brudd på disse forutsetningene kan vi fortsatt ha forventningsrette og konsistente estimater, men standardavvikene vil være ugyldige og derfor ikke presise estimater.

Forutsetninger for at OLS gir forventningsrette estimater:

1. *Ikke perfekt multikollinearitet*

I populasjonsutvalget er ingen av de uavhengige variablene konstante, og det finnes ikke et eksakt lineært forhold mellom de uavhengige variablene. Det kan likevel finnes korrelasjon mellom de uavhengige variablene, men det er essensielt at de ikke er perfekt korrelert.

2. *Korrelasjonen mellom feilleddet og de uavhengige variablene er lik 0 (Corr (feilleddet, uavhengige variabler))*

Forutsetningen holder ikke dersom det finnes variabler som er korrelert med de uavhengige variablene som ikke er inkludert i modellen. Problemet med utelatte variabler løses med å inkludere så mange kontrollvariabler som mulig i modellen.

3. *Randomisert utvalg*

Det er brukt et randomisert utvalg på n observasjoner.

Forutsetninger for at vi skal stole på t-tester (at standardavvikene er korrekt estimert):

4. *Fravær av autokorrelasjon*

Verdien til feilleddet i en periode skal ikke systematisk avhenge av verdien til feilleddet i en annen periode.

5. *Fravær av heteroskedastisitet*

Feilleddet har samme varians for ulike observasjoner og er uavhengig av verdien på de ulike forklaringsvariablene. Heteroskedastisitet kan løses ved å bruke robuste standardavvik i estimering av koeffisientene.

6. *Feilleddet skal være normalfordelt*

Feilleddet er uavhengig av X og er uavhengig og identisk distribuert som $\text{Normal}(0, \sigma^2)$.

En forutsetning ved bruk av minste kvadraters metode er at variansen i feilleddet, e_t , i ligning over er konstant, med andre ord at det foreligger ingen heteroskedastisitet. En annen forutsetning er at de ikke relaterer til hverandre, altså at det foreligger ingen autokorrelasjon. Da regresjonen vår bryter med disse forutsetningene, er vi nødt til å korrigere for dette. Dette er gjort ved å bruke en GMM (Generalized Method of Moments) estimator. Da det foreligger heteroskedastisitet- og autokorrelasjonsproblemer i feilleddene, velger vi å korrigere standardfeilene, og dermed t-verdiene for dette ved bruk av heteroskedastisitet- og autokorrelasjonkonsistente (*Heteroscedasticity and autocorrelation correction - HAC*) og cluster robuste variansestimater i Stata. Dette er derfor inkludert i alle regresjonene. Dette vil ikke eliminere heteroskedastisitets- og autokorrelasjonsproblemene fullstendig, men det vil gi mer effektive og konsistente resultater når modellen viser tegn til autokorrelasjon og heteroskedastisitet. En nærmere gjennomgang for hvordan vi har taklet disse problemene kommer vi videre inn på senere i kapittelet.

5.2.1 Multikollinearitet

For å unngå perfekt multikollinearitet i dummyvariablene har vi utelatt en ukedag (søndag) og en måned (juli) fra regresjonen. Tabell 5.2.1.1 viser VIF (Variance Inflation Factor) verdiene for alle uavhengige variabler etter at en tilfeldig ukedag og måned er fjernet. Alle VIF-verdiene ligger på under 5, og vi kan konkludere med at multikollinearitet ikke lenger er et problem i modellen. For å beregne VIF-verdier er *ivvif*-modulen benyttet.

Tabell 5.2.1.1: VIF-verdier for uavhengige variabler.

Variabel	VIF	1/VIF
AVG_BE	4,52	0,221
YRKD	4,33	0,231
TID	3,08	0,324
FRE	2,81	0,356
ONS	2,78	0,359
TIR	2,78	0,360
TOR	2,72	0,367
MAN	2,62	0,381
AUG	2,45	0,409
SEP	2,42	0,413
NOV	2,42	0,413
JUN	2,35	0,426
MAI	2,24	0,446
OKT	2,21	0,453
APR	2,19	0,456
DES	2,19	0,457
JAN	1,80	0,556
LØR	1,71	0,585
MAR	1,65	0,608
FEB	1,58	0,632
Mean VIF	2,54	

5.2.2 Korrelasjonsmatrise

I korrelasjonsmatrisen under kan vi se korrelasjoner mellom samtlige uavhengige variabler som brukes i regresjonsmodellen. Vi har perfekt multikollinearitet mellom avgiftsvariablene “AVG_BE”, “AVG_DI”, “AVG_E5” og “AVG_E6”. Dette er fordi alle variablene representerer bompengesatsene for de respektive kjøretøyklassene. I regresjonsmodellen blir kun en av de uavhengige avgiftsvariablene brukt om gangen, som dermed vil føre til at vi unngår perfekt multikollinearitet.

Tabell 5.2.2.1: Korrelasjonsmatrise

	DAY	MAN	TIR	ONS	TOR	FRE	LØR	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	YRKD	AVG_B	AVG_D	AVG5	AVG6	
DAY	1.0000																							
MAN	0.0022	1.0000																						
TIR	-0.0033	-0.1668	1.0000																					
ONS	-0.0011	-0.1668	-0.1658	1.0000																				
TOR	0.0011	-0.1668	-0.1658	-0.1658	1.0000																			
FRE	0.0033	-0.1668	-0.1658	-0.1658	-0.1658	1.0000																		
LØR	-0.0022	-0.1679	-0.1668	-0.1668	-0.1668	-0.1668	1.0000																	
JAN	-0.0360	0.0113	0.0123	0.0123	-0.0085	-0.0085	-0.0095	1.0000																
FEB	-0.0000	-0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	-0.0005	-0.0483	1.0000															
MAR	0.0360	-0.0095	-0.0085	-0.0085	0.0123	0.0123	0.0113	-0.0509	-0.0483	1.0000														
APR	-0.2133	0.0057	-0.0082	-0.0082	-0.0082	-0.0082	0.0057	-0.0726	-0.0688	-0.0726	1.0000													
MAI	-0.1631	0.0013	0.0179	0.0179	0.0028	-0.0123	-0.0137	-0.0739	-0.0701	-0.0739	-0.1053	1.0000												
JUN	-0.1071	-0.0095	-0.0082	-0.0082	0.0072	0.0225	0.0057	-0.0726	-0.0688	-0.0726	-0.1034	-0.1053	1.0000											
AUG	0.0000	-0.0137	0.0028	0.0179	0.0179	0.0028	-0.0137	-0.0739	-0.0701	-0.0739	-0.1053	-0.1073	-0.1053	1.0000										
SEP	0.0531	-0.0095	-0.0082	-0.0082	-0.0082	0.0072	0.0210	-0.0726	-0.0688	-0.0726	-0.1034	-0.1053	-0.1034	-0.1053	1.0000									
OKT	0.1081	0.0164	0.0179	0.0028	-0.0123	-0.0123	-0.0137	-0.0739	-0.0701	-0.0739	-0.1053	-0.1073	-0.1053	-0.1073	-0.1053	1.0000								
NOV	0.1593	-0.0095	-0.0082	0.0072	0.0225	0.0072	-0.0095	-0.0726	-0.0688	-0.0726	-0.1034	-0.1053	-0.1034	-0.1053	-0.1034	-0.1053	1.0000							
DES	0.2163	0.0013	-0.0123	-0.0123	-0.0123	0.0028	0.0164	-0.0739	-0.0701	-0.0739	-0.1053	-0.1073	-0.1053	-0.1073	-0.1053	-0.1073	-0.1053	1.0000						
YRKD	0.0248	0.1385	0.1986	0.2076	0.1895	0.2166	-0.4736	0.0628	-0.0156	-0.0107	-0.0034	0.0378	0.0833	0.1126	0.0724	-0.0049	0.1050	-0.0476	1.0000					
AVG_BE	0.4090	0.1153	0.1377	0.1562	0.1382	0.1562	-0.3502	0.1261	0.0447	0.0529	-0.0639	-0.0828	-0.0531	-0.0116	-0.0369	0.0970	0.2070	0.0528	0.7375	1.0000				
AVG_DI	0.4085	0.1150	0.1375	0.1559	0.1378	0.1559	-0.3496	0.1277	0.0460	0.0543	-0.0621	-0.0810	-0.0513	-0.0154	-0.0405	0.0971	0.2069	0.0533	0.7365	1.0000	1.0000			
AVG_E5	0.4134	0.1149	0.1372	0.1556	0.1377	0.1556	-0.3489	0.1262	0.0451	0.0533	-0.0625	-0.0812	-0.0517	-0.0148	-0.0401	0.0984	0.2081	0.0544	0.7355	0.9999	0.9999	1.0000		
AVG_E6	0.4109	0.1163	0.1387	0.1575	0.1396	0.1575	-0.3530	0.1183	0.0379	0.0457	-0.0729	-0.0918	-0.0622	0.0073	-0.0194	0.0959	0.2074	0.0505	0.7414	0.9990	0.9985	0.9986	1.0000	

5.2.3 Test for autokorrelasjon

Durbin-Watson

Det finnes mange tester man kan gjennomføre for å teste for autokorrelasjon. For å teste for autokorrelasjon har vi valgt å utføre en Durbin-Watson test. Denne testen tester bare for første ordens autokorrelasjon, som vil si at den kun tester relasjon mellom feilleddet i tidsperiode e_t og feilleddet i forrige observasjon e_{t-1} . Testen forutsetter at regresjonen har et konstantledd, at vi har første ordens autokorrelasjon, og at modellen ikke inneholder en lagget avhengig variabel. Durbin-Watson-testen baseres på residualene i modellen. Dersom DW-verdien av testen er lik 2, vil $\rho \approx 0$, som vil bety ingen autokorrelasjon. En $DW < 2$ vil gi en $\rho > 0$, som vil gi en positiv autokorrelasjon, og motsatt tilfelle vil gi negativ autokorrelasjon. Vi kjørte testen på alle 15 regresjonene og i samtlige tilfeller fikk vi verdier på mellom 0.6-1.04, som indikerer i retning av en positiv autokorrelasjon.

Breusch-Godfrey

Ettersom Durbin-Watson kun tester for første ordens autokorrelasjon, velger vi også å utføre en Breusch-Godfrey test, som gjennomfører testen på et ønskelig antall lag. Denne testen gjennomføres på 21 lag som følge av at det blir benyttet måneds- og ukedagsvariabler, og det undersøkes om det er autokorrelasjon mellom variablene gjennom 1,5 år.

Da alle testene ga høye chi-verdier, med påfølgende lave p-verdier på $p < 0.001$, forkastes nullhypotesen om ingen autokorrelasjon for alle regresjonene.

5.2.4 Test for heteroskedastisitet

En annen forutsetning knyttet til OLS er homoskedastisitet, som vil si at variansen i feilleddet er konstant i regresjonsmodellen. Brudd på forutsetningen tilsier at variansen til feilleddets fordeling endrer seg for hver observasjon eller observasjonsserie. Man har da det som kalles heteroskedastisitet i modellen. Ved tilstedeværelse av heteroskedastisitet vil det genereres unøyaktige estimater på standardfeilen til koeffisientene, noe som fører til at de sanne betavardiene feilestimeres. Det finnes imidlertid heteroskedastisk-robuste standardavvik man kan legge i modellen for å likevel få statistiske tolkninger som er valide selv om feilleddet er heteroskedastisk.

For å teste for heteroskedastisitet har vi benyttet Breusch-Pagan testen i Stata. Dette gjøres ved å benytte “hettest”-kommandoen, etterfulgt av de uavhengige variablene. Nullhypotesen tilsier konstant varians (homoskedastisitet), mens alternativhypotesen tilsier ikke konstant varians (heteroskedastisitet). Da testen ga en p-verdi på $p < 0,001$, forkastes nullhypotesen og vi konkluderer med at vi har tilstedeværelse av heteroskedastisitet for minst en av de uavhengige variablene i datasettet.

5.2.5 Korrigering for autokorrelasjon og heteroskedastisitet

For å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet har vi valgt å benytte oss av autokorrelasjons- og heteroskedastisitetsrobuste standardfeil etter at vi estimerer våre modeller ved bruk av OLS. Det finnes riktignok flere måter å kvitte seg med autokorrelasjons- og heteroskedastisitetsproblemer. En vanlig måte å gjøre det på er å transformere regresjonsligningene ved tradisjonelle tester, slik som FGLS (Feasible generalized least squares). Metoden vi bruker er å utføre GMM-regresjon, hvor man deretter korrigerer standardfeilene og t-verdiene for autokorrelasjon og heteroskedastisitet. I situasjoner hvor de uavhengige variablene ikke er strengt eksogene, vil metoder som FGLS gi ikke-konsistente resultater. Det vil da være mer nærliggende å utføre regresjonene ved bruk av OLS, for så å korrigere standardfeilene for autokorrelasjon og heteroskedastisitet (Baum, 2006).

Estimatoren vi benytter er en GMM-estimator. Modulen vi bruker for å muliggjøre at vi kan estimere GMM kalles *ivreg2* i Stata. Denne modulen produserer effektive og konsistente resultater når modellen viser tegn til autokorrelasjon og heteroskedastisitet opp til et visst antall lags. Det optimale antall lags som tas hensyn til bestemmes automatisk av denne modulen. *Ivreg2*-kommandoen komputerer Newey West-estimer basert på vektingen til Bartell-Kernell når *robust* og *bw()* (bandwidth) er spesifisert (Baum, 2006). Standardfeilene og dermed også t-verdiene blir da korrigert for heteroskedastisitet og autokorrelasjon av vilkårlig orden.

6 Resultater

I dette kapittelet vil resultatene fra regresjonsanalysen bli presentert. Resultatene blir brukt til å drøfte vår problemstilling, som er: *Hva er de trafikale effektene ved innføring av rushtidsavgift og økte bomsatser i Osloringen?* Med begrepet *trafikale effekter* henviser vi til to faktorer: trafikkmengde og trafikkmønster. Med trafikkmønster mener vi omfordeling av trafikken.

Ved bruk av disse resultatene vil det være mulig å undersøke om de forskjellige kjøretøyklassene blir påvirket signifikant av en økning i bompengesatsene. Vi har valgt å holde oss innenfor et 5% signifikansnivå, som betyr at vi kan forkaste nullhypotesen om koeffisienten er null med en 5% sannsynlighet om at vi tar feil. Vi starter med å presentere tallene gitt i tabellen, der vi ønsker å se om hypotesene angitt i kapittel 3.7 støttes signifikant eller ikke. Fokuset vil være på koeffisienten til de fire uavhengige avgiftsvariablene som viser om en økning i bompengesats fører vi en nedgang eller en oppgang i antall passeringer.

6.1 Rushtidstrafikk

Tabell 6.1.1: Regresjonsresultater innenfor rushtidsperioden

	(1) RUSH_BE _t	(2) RUSH_DI _t	(3) RUSH_EL _t	(4) RUSH_E5 _t	(5) RUSH_E6 _t
TID	0.613 (0.86)	-0.255 (-0.16)	5.265*** (4.71)	-0.147 (-0.83)	0.715*** (7.94)
MAN	4917.4*** (5.71)	9302.8*** (5.38)	4199.1*** (5.28)	1277.7*** (5.69)	812.6*** (5.85)
TIR	5191.8*** (6.02)	9980.1*** (5.74)	4327.3*** (5.25)	1373.3*** (6.09)	880.5*** (6.20)
ONS	5259.1*** (6.15)	10111.9*** (5.84)	4200.2*** (5.10)	1422.3*** (6.31)	921.5*** (6.54)
TOR	4937.2*** (5.71)	9597.8*** (5.49)	3868.9*** (4.77)	1361.5*** (5.87)	893.4*** (6.25)
FRE	4229.8*** (4.79)	8155.3*** (4.63)	2925.5*** (3.52)	1323.8*** (6.00)	864.7*** (6.47)
LØR	953.6*** (18.94)	2347.9*** (19.78)	504.5*** (10.40)	283.0*** (22.40)	187.4*** (23.08)
JAN	-2081.1*** (-3.21)	-4229.0*** (-3.22)	-1863.5** (-2.28)	-872.5*** (-5.70)	-601.5*** (-6.11)
FEB	-529.2 (-0.87)	-1118.3 (-0.93)	-569.7 (-0.74)	-534.2*** (-3.94)	-377.1*** (-4.25)
MAR	-1044.6* (-1.90)	-2545.2** (-2.33)	-1236.6* (-1.75)	-661.5*** (-5.37)	-461.2*** (-6.04)
APR	-927.6 (-1.51)	-2249.8* (-1.76)	-335.7 (-0.47)	-562.1*** (-3.79)	-328.2*** (-3.78)
MAI	-1291.8** (-2.25)	-2679.1** (-2.24)	-930.2 (-1.24)	-541.0*** (-4.00)	-338.2*** (-3.71)
JUN	-976.8 (-1.48)	-1834.8 (-1.35)	-761.7 (-1.01)	-338.2** (-2.15)	-209.8** (-2.26)
AUG	-1693.8** (-2.42)	-3331.3** (-2.31)	-1223.9 (-1.50)	-451.9*** (-2.79)	-281.5*** (-2.99)
SEB	-797.2 (-1.20)	-1820.4 (-1.30)	-36.30 (-0.05)	-426.6** (-2.55)	-251.2*** (-2.74)
OKT	-56.59 (-0.09)	127.4 (0.10)	480.7 (0.59)	-220.0 (-1.49)	-218.3** (-2.29)
NOV	-1088.0* (-1.65)	-1793.0 (-1.34)	-387.0 (-0.45)	-469.7*** (-2.98)	-350.3*** (-3.53)
DES	-2186.3*** (-3.78)	-4270.9*** (-3.61)	-1865.9*** (-2.58)	-736.8*** (-5.53)	-510.1*** (-6.29)
YRKD	7572.3*** (8.26)	13324.0*** (7.07)	7075.3*** (8.72)	1056.4*** (4.56)	460.1*** (3.64)
AVG_BE	-107.2*** (-5.26)				
AVG_DI		-179.0*** (-5.09)	59.09*** (2.58)		
AVG_E5				-3.881*** (-3.84)	
AVG_E6					4.544** (2.39)
_CONS	6500.3*** (7.70)	11796.9*** (6.75)	-2733.1*** (-3.33)	1231.5*** (6.71)	-205.1 (-1.23)
N	639	639	639	639	639

t-verdi i parentes

* p < 0.1 ** p < 0.05 *** p < 0,01

Tabell 6.1.1 presenterer resultatene fra regresjonsmodellen for rushtidsperioden, som tilsvarer tidsrommet 06.30-09.00. Det er satt opp fem avhengige variabler på toppen av tabellen. De avhengige variablene er antall passeringer gjennom bompengeringen i rushtidsperioden for de ulike kjøretøygruppene. Første kolonne viser de uavhengige variablene.

Tallene i tabellen representerer koeffisienten med tilhørende t-verdier i parentes. Antall “stjerner” ved siden av koeffisientene indikerer signifikansnivået, der tre stjerner tilsvarer en $p < 0,01$, to stjerner tilsvarer $p < 0,05$, mens én stjerne viser signifikans på $p < 0,10$. Er det ingen stjerner, er ikke verdien statistisk signifikant og dermed ikke god nok innenfor 5% nivå, som vi har satt som krav i denne oppgaven.

R^2 -viser verdier som varierer fra 0,88-0,91 avhengig av hvilke kjøretøy vi analyserer, noe som indikerer at variansen i de uavhengige variablene ser ut til å forklare mesteparten av regresjonen. Modellens forklaringskraft regner vi som svært høy. Man skal derimot være forsiktig med å konkludere med at modellen som er konstruert kan regnes som god, da vi som nevnt i kapittel 5 har problemer med autokorrelasjon.

Når det kommer til verdiene vi kan se i tabell 6.1.1 innenfor rushtid, kan det se ut til at regresjonsmodellen har fungert bra og innenfor våre forventninger, selv etter at vi har justert for autokorrelasjon og heteroskedastisitet. Resultatene ser ut å gi stort sett forventningsrette koeffisienter. Tabellen viser at yrkesdøgnvariabelen gir positive koeffisienter med ganske høye verdier for samtlige variabler. Dette er forventet, da denne variabelen måler effekten relativt til dager som ikke er yrkesdøgn, da disse dagene generelt sett har mye lavere trafikk.

Tabellen viser stort sett positive koeffisienter for ukedagsdummyvariablene, da de måler effekten relativt til søndag, som er fjernet for å unngå perfekt multikollinearitet. Når det gjelder dummyvariablene for månedene, får vi stort sett negative koeffisienter. Her er juli måned fjernet for å unngå perfekt multikollinearitet. Juli er den eneste måneden uten yrkesdøgn. Da yrkesdøgnvariabelen tar vekk effekten av yrkesdøgn, og når dette da blir korrigert for, får man med det høyere trafikk i juli sammenlignet med andre måneder.

Vi skal nå gå gjennom resultatene for de fire avgiftsvariablene. For kolonnen som tilhører bensinbilpasseringer, har vi en estimert koeffisient på -107,2, som er signifikant på 1% nivå, som betyr at vi kan forkaste nullhypotesen om koeffisienten er 0 med en 1% sannsynlighet

for at vi tar feil. Marginaleffekten er dermed en nedgang på -107,2 passeringer for hver krone bompengesatsen øker. Ved å kalkulere -107,2 med den faktiske gjennomsnittlige økningen i bompenggeavgift får vi en nedgang på -1447,20 ($-107,2 * 13,5$ kr) passeringer av bensinbiler i rushtiden.

Den andre kolonnen omfatter rushtidstrafikken for dieserbiler. Vi får en marginal nedgang på -179,0 passeringer. Denne er signifikant på 1% nivå, som også betyr at vi forkaster nullhypotesen. En prisøkning på 1 krone vil dermed gi en nedgang på -179,0 dieserbilpasseringer. Ved å regne dette sammen med gjennomsnittlig takstøkning, får vi en total nedgang på -2819,25 ($-179,0 * 15,75$ kr) passeringer.

Den tredje kolonnen omfatter elbilpasseringene. Ved å se på denne sammenhengen, vil man se på hvilken effekt en prisendring i avgiftsvariablene har på antall elbilpasseringer. Vi velger å bruke prisvariabelen for diesel, ettersom det er et klart flertall av dieserbilpasseringer i datasettet. Vi undersøkte også ved å benytte bensinprisen, og fikk samme kvantitative resultat. Vi velger derfor for enkelthetsens skyld å benytte dieselprisen, da resultatet uansett blir like signifikant. Vi får en marginal oppgang på 59,09 passeringer. P-verdien er også i dette tilfellet innenfor 1% signifikansnivå, som betyr at vi kan forkaste nullhypotesen. Den faktiske effekten blir da en økning på 930,67 ($59,09 * 15,75$) elbilpasseringer etter at bompengesatsen økte med 15,75 kr for dieserbiler.

Den fjerde kolonnen viser regresjonen for Euro 5 og eldre kjøretøy. Vi får en signifikant nedgang på -3,881 ved en marginal økning i bompengesatsen på 1 krone. Dette er signifikant på 1% nivå. Vi kan i dette tilfellet forkaste nullhypotesen dersom koeffisienten er 0 med en 1% sannsynlighet for at vi tar feil. Vi kalkulerer for den faktiske endringen, som viser at ved en økning på 81,9 kr i dette tilfellet får vi en nedgang på -383,20 ($-4,628 * 82,8$) Euro 5-passeringer.

Som det fremkommer i resultatene for Euro 6-kjøretøy, får vi en økning på 4,544 passeringer for hver krone bompengesatsen øker. Dette er signifikant på 5% nivå, men med motsatt fortegn av det vi hadde forventet.

6.2 Halvtimen før rushtid

Tabell 6.2.1: Regresjonsresultater for halvtimen før rushtid

	(1) HFRUSH BE _t	(2) HFRUSH DI _t	(3) HFRUSH EL _t	(4) HFRUSH E5 _t	(5) HFRUSH E6 _t
TID	-0.385*** (-4.19)	-0.431 (-1.62)	0.504*** (5.55)	-0.0548* (-1.80)	0.123*** (8.62)
MAN	648.6*** (5.61)	1571.2*** (5.50)	377.7*** (5.65)	184.7*** (5.94)	150.3*** (6.16)
TIR	655.7*** (5.53)	1574.8*** (5.44)	382.5*** (5.61)	187.0*** (6.06)	166.4*** (6.69)
ONS	639.9*** (5.35)	1527.2*** (5.24)	365.6*** (5.29)	196.6*** (6.23)	172.3*** (6.70)
TOR	578.4*** (4.86)	1405.2*** (4.78)	309.5*** (4.56)	186.7*** (5.74)	165.0*** (6.45)
FRE	445.6*** (3.72)	980.9*** (3.34)	232.6*** (3.40)	173.9*** (5.65)	155.4*** (6.31)
LØR	66.36*** (13.71)	178.4*** (18.04)	36.62*** (8.01)	32.53*** (21.82)	30.36*** (18.38)
JAN	-232.2*** (-2.77)	-774.1*** (-3.68)	-193.4*** (-2.90)	-121.8*** (-5.67)	-106.8*** (-6.09)
FEB	-53.38 (-0.65)	-271.8 (-1.36)	-86.64 (-1.37)	-77.95*** (-3.96)	-73.97*** (-4.72)
MAR	-172.1** (-2.45)	-578.9*** (-3.34)	-146.9*** (-2.62)	-92.97*** (-5.38)	-83.31*** (-6.09)
APR	-147.1* (-1.82)	-412.4** (-2.06)	-33.80 (-0.58)	-71.43*** (-3.43)	-60.19*** (-3.88)
MAI	-162.9** (-2.17)	-427.5** (-2.20)	-72.00 (-1.19)	-62.55*** (-3.20)	-56.31*** (-3.62)
JUN	-97.74 (-1.14)	-214.7 (-0.97)	-54.53 (-0.89)	-40.61* (-1.70)	-36.28** (-2.15)
AUG	-216.6** (-2.35)	-567.4** (-2.42)	-112.1* (-1.73)	-65.00*** (-2.74)	-53.82*** (-3.14)
SEP	-97.59 (-1.10)	-300.0 (-1.31)	-33.56 (-0.55)	-60.35** (-2.49)	-51.52*** (-3.08)
OKT	53.65 (0.61)	51.19 (0.23)	12.75 (0.19)	-25.96 (-1.15)	-38.59** (-2.39)
NOV	-92.01 (-1.05)	-262.4 (-1.20)	-62.35 (-0.91)	-66.58*** (-2.95)	-62.19*** (-3.53)
DES	-253.1*** (-3.38)	-701.0*** (-3.63)	-190.0*** (-3.31)	-96.38*** (-5.13)	-94.67*** (-6.70)
YRKD	696.6*** (5.65)	1841.2*** (5.87)	490.5*** (7.23)	157.4*** (4.67)	95.49*** (4.04)
AVG_BE	13.53*** (5.37)				
AVG_DI		0.475 (0.08)	4.779** (2.55)		
AVG_E5				-0.454*** (-2.71)	
AVG_E6					0.558 (1.60)
_CONS	-120.2 (-1.03)	696.6** (2.37)	-237.6*** (-3.66)	161.5*** (5.66)	-18.24 (-0.56)
N	639	639	639	639	639

t-verdi i parentes, * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

Det neste vi skal gå gjennom er resultatene fra rushtidstrafikken i halvtimen før rushtidsperioden. I tabell 6.2.1 har vi samme oppsett som for tabell 6.1.1, men de avhengige variablene er nå byttet ut med passeringer for halvtimen før rushtidsperioden for de respektive kjøretøyklassene. Langs venstre side av tabellen har vi de samme uavhengige dummyvariablene. På lik linje med tabell 6.1.1, viser også tabell 6.2.1 at koeffisientene fra kontrollvariablene stort sett har forventede fortegn.

Fra den estimerte koeffisienten til avgiftsvariabelen for bensinbil ser vi en signifikant økning på 1% nivå i antall bompasseringer, med en marginal oppgang på 13,53. Videre kalkulerer vi den faktiske økningen i antall passeringer, som er på 182,655 ($13,53 \cdot 13,50$ kr) bensinbilpasseringer når bompengesatsen øker gjennomsnittlig med 13,50 kr i perioden.

Kolonne nummer to viser resultatene fra diesebilpasseringene i halvtimen før rushtidsperioden. Fra tabellen kan vi se at det er en oppgang i antall diesebilpasseringer på 0,475 passeringer for hver krone bompengesatsen øker, men dette resultatet er ikke signifikant.

Kolonne tre omfatter resultatene for elbilpasseringene. I tabellen kan vi se at det er en oppgang i antall elbilpasseringer på 4,779 for hver krone bompengesatsen øker. Resultatet er signifikant innenfor 5% nivå. Den faktiske effekten er en økning på 75,27 ($4,779 \cdot 15,75$ kr) passeringer av elbiler i halvtimen før rushtiden.

Den fjerde kolonnen omfatter regresjonen for Euro 5 i halvtimen før rushtid. Resultatene viser en marginal nedgang på -0,454, som er signifikant på 1% nivå, men med feil retning av det vi forventet. Vi forventet å se en oppgang i antall Euro 5-passeringer som følge av rushtidseffekten.

Den siste kolonnen viser resultatene for Euro 6 i halvtimen før rushtiden. Den estimerte koeffisienten til avgiftsvariabelen viser en marginal endring på 0,558, som ikke er signifikant i dette tilfellet.

6.3 Halvtimen etter rushtid

Tabell 6.3.1: Regresjonsresultater for halvtimen etter rushtidsperioden

	(1) HERUSH_BE	(2) HERUSH_DI	(3) HERUSH_EL	(4) HERUSH_E5	(5) HERUSH_E6
TID	-0.128 (-1.38)	-0.412** (-2.01)	0.830*** (6.32)	-0.0343 (-0.83)	0.166*** (8.20)
MAN	651.0*** (5.39)	1283.9*** (5.39)	458.9*** (5.21)	278.5*** (6.05)	181.7*** (5.94)
TIR	688.7*** (5.59)	1367.2*** (5.67)	456.0*** (4.92)	271.8*** (5.82)	193.8*** (6.03)
ONS	734.4*** (6.26)	1424.6*** (6.08)	467.7*** (5.14)	291.7*** (6.33)	201.5*** (6.28)
TOR	707.4*** (6.13)	1342.4*** (5.74)	450.9*** (5.27)	271.3*** (5.76)	189.2*** (5.94)
FRE	564.5*** (4.75)	1083.2*** (4.54)	290.6*** (3.26)	255.0*** (5.60)	173.8*** (5.60)
LØR	444.5*** (23.07)	725.7*** (20.73)	187.6*** (17.38)	68.27*** (21.86)	37.70*** (19.63)
JAN	-336.5*** (-3.33)	-614.1*** (-3.17)	-180.6* (-1.86)	-177.3*** (-5.48)	-134.0*** (-5.98)
FEB	-74.68 (-0.87)	-105.7 (-0.64)	-54.91 (-0.64)	-100.1*** (-3.59)	-72.69*** (-3.63)
MAR	-133.8* (-1.69)	-263.1* (-1.72)	-132.9 (-1.62)	-124.6*** (-4.97)	-86.49*** (-4.98)
APR	-59.69 (-0.68)	-198.1 (-1.13)	-21.80 (-0.26)	-101.3*** (-3.44)	-62.39*** (-3.22)
MAI	-9.234 (-0.11)	-143.2 (-0.85)	-26.75 (-0.31)	-91.42*** (-3.20)	-63.89*** (-3.07)
JUN	3.932 (0.04)	-132.6 (-0.72)	-5.991 (-0.07)	-71.67** (-2.17)	-42.65** (-2.02)
AUG	-135.4 (-1.37)	-406.2** (-2.05)	-102.4 (-1.13)	-106.5*** (-3.06)	-63.65*** (-2.91)
SEP	-67.05 (-0.71)	-218.7 (-1.14)	-33.24 (-0.39)	-98.44*** (-2.76)	-54.46** (-2.56)
OKT	65.15 (0.74)	105.7 (0.60)	72.36 (0.81)	-35.31 (-1.11)	-36.68* (-1.81)
NOV	-102.6 (-1.08)	-186.4 (-1.02)	-14.62 (-0.15)	-88.57*** (-2.72)	-67.16*** (-2.80)
DES	-244.2*** (-2.84)	-516.5*** (-3.12)	-139.8 (-1.61)	-148.7*** (-5.34)	-110.1*** (-5.93)
YRKD	892.1*** (7.06)	1801.5*** (6.99)	767.8*** (8.09)	260.0*** (5.31)	128.8*** (4.33)
AVG_BE	-0.969 (-0.39)				
AVG_DI		-14.41*** (-3.17)	3.143 (1.20)		
AVG_E5				-0.856*** (-3.68)	
AVG_E6					1.206*** (2.71)
_CONS	743.3*** (6.75)	1723.9*** (7.21)	-116.7 (-1.33)	273.3*** (6.53)	-63.09 (-1.58)
N	639	639	639	639	639

t-verdi i parentes, * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0,01

De siste resultatene vi skal gå gjennom er resultatene for rushtidstrafikken i halvtimen etter rushtidsperioden. Oppsettet til tabellen er lik tabellene 6.1.1 og 6.2.1, med de avhengige variablene langs toppen av hver tabell og de uavhengige variablene langs venstre side. De avhengige variablene inkluderer antall passeringer for de respektive kjøretøytypene i halvtimen etter rushtidsperioden i rekkefølgen bensin-, diesel-, elektrisk, Euro 5- og Euro 6-kjøretøy. De uavhengige variablene er de samme som for tabellene 6.1.1 og 6.2.1.

Den første kolonnen viser passeringer i halvtimen etter rushtidsperioden for bensinbiler. Her har vi en ikke-signifikant nedgang på -0,969 passeringer for hver krone bompengesatsen øker.

Kolonne to viser resultatene for diesebilpasseringene i halvtimen etter rushtidsperioden. Fra tabellen kan vi se at det er en nedgang i antall diesebilpassering på -14,41 passeringer for hver krone bompengesatsen øker. Dette resultatet er signifikant innenfor 1% nivå, men med feil retning, da vi her forventet en økning.

Kolonne tre omfatter resultatene for elbilpasseringene. I tabellen har vi en estimert koeffisient på 3,143, noe som ikke er signifikant. Dermed er ikke resultatet godt nok, og nullhypotesen beholdes.

Fjerde kolonne viser resultatene for Euro 5-kjøretøy i halvtimen etter rushtid. Her ser vi en nedgang på -0,856 som er signifikant på 1% nivå. Dette er motsatt fortegn av det som er forventet, da vi forventet en positiv effekt i dette tilfellet. Euro 5 og eldre tungtransport ser dermed ikke ut til å bli påvirket av rushtidsavgiften slik vi forventet i dette tilfellet.

Den siste kolonnen omfatter resultatene for Euro 6-kjøretøy i halvtimen etter rushtiden. Her kan man se at det er en oppgang på 1,206 passeringer for hver krone bompengesatsen øker. Dette er signifikant på 1% nivå, med faktisk økning på 32,84 ($1,206 \cdot 27,23$) passeringer etter at bompengesatsen økte med 27,23 kr. Nullhypotesen forkastes dermed for Euro 6-kjøretøy i halvtimen etter rushtiden.

6.4 Drøfting

Lett-transport

Hypotese 1 ser på om rushtidsavgiften fører til en nedgang i antall passeringer for bensin- og dieselbiler. Resultatene i kapittel 6.1 indikerer at det er en åpenbar sammenheng mellom økningen i bompengesatsen og nedgangen i antall passeringer. Bompengeringen har dermed bidratt til å redusere trafikken for bensin- og dieselbiler med henholdsvis -1447,20 og -2819,25 passeringer. Det nevnes i kapittel 3.3 at betalingsvilligheten blir redusert når trafikantene får en høyere kostnad for å passere bompengeringen. Dette vil hjelpe mot opphopning i trafikken, samt bidra til å redusere de negative eksterneffektene ved bruk av forurensende biltyper i form av støy, avgasser, slitasje og lignende.

Det kan også være flere årsaker til et redusert antall passeringer for bensin- og dieselbiler. En årsak kan være bensinprisene, som kan bli en stor utgift for de som benytter bil over lengre distanser. Her har vi undersøkt hvordan gjennomsnittlige bensinpriser har endret seg fra 2016 til januar 2019 ved bruk av data fra Statistisk Sentralbyrå (SSB). SSB viser at gjennomsnittlig bensinpris har hatt en oppgang på 1,06 kr per liter fra 2017 til 2018. For diesel har prisen økt med 0,91 kr per liter i gjennomsnitt fra 2017 til 2018 (ref. vedlegg 1). Dataene viser altså minimale endringer over tid. Prisene vi har sett på er ikke justert for inflasjon, men vi ser ikke på disse endringene som så store at det kan gi en betydelig nedgang i antall bensinbilpasseringer over en så kort periode. Det skal poengteres at prisen på bensin og diesel variere fra dag til dag med tanke på konkurranse og oljeprisen, som gjør det vanskelig å hente inn presise data for å kunne måle dette nøyaktig (Gjestland & Sellevol, 2020). Dette er årsaken til at vi ikke har kalkulert dette inn som en kontrollvariabel i vår regresjonsmodell. Vi velger likevel å inkludere gjennomsnittsprisen for bensin og diesel fra 2016-2019 i appendix som en mulig tilleggsårsak til endringene i trafikkmønsteret (Ref. vedlegg 1).

Det kan også argumenteres for at det er større nedgang i antall bensin- og dieselbilpasseringer på grunn av substitusjonseffekten over til kollektiv- eller eltransport. Bruken av kollektivtransport har i følge Ruters årsrapport fra 2017 økt fra 2008 til 2017. Ruter viser til en økning på 63% siden 2008 i trafikkreiser (Ruter, 2017). I 2017 opplevde Ruter den sterkeste kollektivveksten noensinne på 5,9%, som utgjør en økning på 21,89 millioner påstigninger. Det utgjør i overkant av 57 000 nye påstigninger hver dag. Det kan dermed argumenteres for at noen trafikanter har gått over til kollektivtransport fordi tilbudet har blitt

bedre og at det generelt er en billigere løsning, og ikke nødvendigvis på grunn av økte bompengesatser.

Hypotese 2 skulle se på om en økning i bompengetakstene for dieselmotorer påvirker antall elbilpasseringer. Resultatene fra kapittel 6.1 ga en faktisk økning i antall elbilpasseringer på 930,67 etter at bompengesatsen økte med et gjennomsnitt på 15,75 kr. Vi forventet at det ville være en viss substitusjonseffekt. Som nevnt i kapittel 3.5 er det mulighet for at trafikanter vil gå over til en billigere løsning hvis bompengesatsen blir for dyr. Elbiler er en billigere transportløsning med hensyn til bompengesatsene sammenlignet med bensin- og dieslbiler, og det vil være logisk å argumentere for at antall elbilpasseringer vil øke når det skjer en økning i bompengesatsen.

På bakgrunn av funnene vil vi argumentere for at oppgangen i antall elbilpasseringer delvis kan skyldes økningen av bompengesatsen 1. oktober 2017. Vi vil understreke at man må være litt forsiktig med å si at disse resultatene er den eneste grunnen til den store oppgangen. Elbiler kunne kjøre gjennom bompengeringen uten kostnader før denne endringen også. Dette kan ha bidratt til at det allerede var en pågående substitusjonseffekt over til elbil, som muligens igjen kan ha blitt forsterket av de økte bompengesatsene.

Det finnes også andre årsaker som kan være med på å påvirke antall elbilpasseringer. Man kan trekke inn argumenter for at det generelt er billigere å eie en elbil enn bensin- eller diesebil, med tanke på at man eliminerer drivstoffkostnader og at prisen på strøm er relativt billig sammenlignet med bensin- og dieselpriiser. Det er heller ikke noe merverdiavgift knyttet til kjøp av elbiler, samt ingen engangsavgift (Skattedirektoratet, 2019).

Det økende antallet elbilpasseringer skyldes ikke nødvendigvis kun at det er en billigere transportløsning - det er også et mer miljøvennlig transportmiddel. Regjeringens elbilpolitikk har lenge hatt et mål om å redusere gjennomsnittlig CO₂-utslipp fra nye kjøretøy. Nasjonal transportplan (NTP) for 2018 til 2029 presenterte flere måltall for kjøretøy. Et av målene er at alle nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy fra 2025 (Statens Vegvesen, 2019). For å lykkes med elbil-revolusjonen har myndighetene innført flere økonomiske fordeler ved å benytte nullutslippskjøretøy. Fritak for bompenger på riksveier er bare en av mange fordeler. Elbiler har også andre fordeler ved at de eksempelvis kan benytte enkelte kollektivfelt, få gratis eller redusert pris på ferge, og gratis parkering (Kolbenstvedt &

Assum, 2018). Summen av dette bidrar til at flere trafikanter går over til mer miljøvennlige kjøretøy i form av elbiler, uten at det nødvendigvis skyldes bompengesatsene alene.

Oslo har et av de bedre nettverkene for superladere i Norge, som kan være en bidragsyter i befolkningens overgang fra diesel- og bensinbil til elbil. Det er også logisk å anta at det stadige voksende superladernettet hjelper mot såkalt “rekkeviddeangst”, og at superladernettet dermed kan bidra til at folk i større grad tør å gå over til elbil. Den stadige teknologiutviklingen i elbilmarkedet i seg selv vil antageligvis også i stor grad påvirke endringene i antall elbilpasseringer.

Vi har kalkulert den totale gjennomsnittseffekten, som viser at selv med en økning i antall elbilpasseringer får vi en total nedgang for lett-transport på -8,3% i antall passeringer (ref. Vedlegg 4). Det ser dermed ut til at man får en nedgang i trafikken når bompengesatsen øker innenfor rushtidsperioden, og med det konfirmerer resultatene at rushtidsavgiften har virket etter hensikt med å fordele trafikken mer jevnt gjennom døgnet, og eventuelt subsidiere over til andre transportløsninger.

I **hypotese 3** ville vi finne ut om det er en oppgang i antall passeringer for bensin- og dieselbiler i halvtimen før rushtidsperioden. I resultatene fra kapittel 6.2 finner vi ut at det er en faktisk oppgang på 182,655 bensinbilpasseringer når bompengesatsen økte med 13,5 kr og en ikke-signifikant oppgang i antall dieselbilpasseringer. Det kan dermed se ut til at rushtidsavgiften har påvirket bensinbilpasseringene i større grad enn dieselbilpasseringene. Vi kan se dette i sammenheng med et av formålene med rushtidsavgiften, som er å spre trafikantene over flere timer på morgenen, og at dette da har en liten effekt på bensinbilene i halvtimen før rushtid.

Med hensyn til **hypotese 4**, som ser på antall passeringer i halvtimen etter rushtidsperioden for bensin- og dieselbiler, får vi ikke like gode resultater som for halvtimen før. Med en ikke-signifikant nedgang på -0,969 i antall bensinbilpasseringer, og en nedgang på -14,41 i antall dieselbilpasseringer som er signifikant på 1% nivå, kan vi ikke si at disse resultatene var som forventet eller gode nok. Det ser ikke ut til at bompengeringen får trafikantene til å kjøre oftere i halvtimen etter rushtidsperioden.

Hypotese 5, som tar for seg antall elbilpasseringer i halvtimen før rushtid, viser en faktisk oppgang på 75,27 passeringer i halvtimen før rushtidsperioden som er signifikant innenfor 5% nivå når bompengesatsen for dieselbil økte med 15,75 kr. Nullhypotesen forkastes i dette tilfellet. Man bør likevel forholde seg kritisk til dette, da det kan være flere grunner enn bompengesatsen alene som er årsaken til økningen, som vi var inne på i hypotese 2.

For halvtimen før rushtid har vi også kalkulert den totale effekten for antall passeringer av både bensin-, diesel- og elbil. Utregningen viser at det er en 2,66% oppgang i antall passeringer for lett-transport i halvtimen før rushtidsperioden etter 1.oktober 2017, sammenlignet med perioden før 1.oktober 2017 (ref. Vedlegg 4). Det kan dermed se ut til at det er en liten effekt bak implementering av rushtidsavgift og en økning i antall passeringer i halvtimen før rushtidsperioden totalt sett.

Hypotese 6, som omfatter antall elbilpasseringer i halvtimen etter rushtid, viser også en oppgang, men denne er ikke signifikant. Økningen er på 3,143 elbilpasseringer når bompengesatsen øker med 1 krone. I hypotesene vi nevnte i kapittel 3.7 angående elbilpasseringer, poengterte vi at det var forventet en oppgang i antall elbilpasseringer for alle elbilhypotesene. Dette kan se ut til å være tilfellet ettersom alle koeffisientene har positive verdier, selv om resultatet for halvtimen etter ikke var signifikant. Her vil de samme argumentene som for rushtidsperioden fra hypotese 2 gjelde når det kommer til substitusjonseffekten over til elbiler.

Når vi kalkulerte de totale passeringene i halvtimen etter rushtidsperioden inkludert antall bensin-, diesel, og elbilpasseringer, fant vi ut at det er en nedgang på -4,37% passeringer fra perioden før 1.oktober 2017, sammenlignet med perioden etter 1. oktober 2017 (ref. vedlegg 4). Her vil vi trekke inn at ettersom normale arbeidstider er mellom kl 08.00 og kl 16.00 (Finansforbundet, 2020), vil det for mange trafikanter være problematisk og vanskelig å dra så sent som kl 09.00 for å unngå rushtiden.

Tungtransport

Hypotese 7 skulle se på om det var en signifikant nedgang i antall passeringer for Euro 5- og Euro 6-kjøretøy innenfor rushtidsperioden. Vi kan se fra kapittel 6.1 at den totale effekten er en nedgang på -383,20 passeringer for Euro 5-kjøretøy da bompengesatsen økte med 55,35 kr, som er signifikant på 1% nivå. Euro 6 hadde signifikant resultat innenfor 5% nivå, men

koefisienten ga feil fortegn, og dermed ser vi en effekt i feil retning av forventet. Rushtidsavgiften ser dermed ut til å ha hatt en større effekt på antall passeringer for Euro 5-kjøretøyene enn for Euro 6-kjøretøy. Når vi regnet de totale gjennomsnittlige antall passeringer for perioden før 1.oktober 2017 sammenlignet med perioden etter 1.oktober 2017, ser det ut til å være en nedgang på -5,67% innenfor rushtiden (ref. Vedlegg 4). Det kan dermed se ut til at det er en liten nedgående effekt for tungtransporten i rushtidsperioden.

I **hypotese 8**, som omfatter halvtimen før rushtidsperioden for Euro 5- og Euro 6-kjøretøy, hadde vi en forventning om en økning i antall passeringer. Regresjonsresultatene fra kapittel 6.2 viser en signifikant negativ effekt på 1% nivå for Euro 5-kjøretøy, mens for Euro 6-kjøretøy får vi en marginal oppgang på 0,558 passeringer, som ikke er signifikant på 5% nivå. For å undersøke dette nærmere, har vi kalkulert den totale gjennomsnittseffekten i antall passeringer for halvtimen før rushtidsperioden. Her fikk vi vite at det er en nedgang i antall passeringer for Euro 5- og Euro 6-lastebiler på -6,69% når man sammenligner antall passeringer fra før 1.oktober 2017 med perioden etter (ref. Vedlegg 4). Våre regresjonsresultater og denne tilleggs kalkulasjonen peker dermed i retning av at bompengeringen ikke har en effekt på tungtransportens kjøremønster i halvtimen før rushtid.

I **hypotese 9**, som omfatter halvtimen etter rushtid for Euro 5- og Euro 6-kjøretøy, hadde vi også en forventning om en økning i antall passeringer. Resultatene fra kapittel 6.3 viser i likhet med 6.2 en signifikant negativ effekt for Euro 5, mens Euro 6 har en signifikant økning på 32,84 passeringer etter en prisøkning på 25,65 kroner. Vi kan dermed kun forkaste nullhypotesen for Euro 6 i dette tilfellet. Ved å kalkulere den totale gjennomsnittseffekten i antallet passeringer for halvtimen etter får vi en nedgang på -4,44% når man sammenligner perioden før 1.oktober 2017 med perioden etter. Kjøremønsteret ser dermed ikke ut til å bli påvirket for tungtransporten totalt sett i halvtimen etter rushtidsperioden.

Rushtidsavgiften ser dermed ikke ut til å berøre Euro 5- eller Euro 6-kjøretøy i særlig stor grad innenfor rushtidsperioden, da vi kun finner en liten reduksjon på -383,20 passeringer for Euro 5, mens Euro 6 hadde en ikke-signifikant oppgang. Oppgangen kan skyldes substitusjonseffekten fra Euro 5 til Euro 6, som kan være med på å forklare økningen vi ser på Euro 6-resultatene, der det egentlig var forventet en nedgang. Modellen inneholder ikke variabler som fanger opp denne substitusjonseffekten, noe som kan forklare de negative verdiene for Euro 5 og de positive verdiene for Euro 6.

For halvtimen før og etter rushtid var det ikke forventet store endringer i kjøremønster for tungtransporten, men resultatene viser imidlertid en økning i antall Euro 6-passeringer. Det er imidlertid viktig å understreke at økningen nok ikke alene skyldes økningen i bompengesatser, men at økningen i antall Euro 6-passeringer i halvtimen etter rushtid også kan skyldes noe substitusjonseffekt fra Euro 5. I 2013 kom det et EU-direktiv som la opp til nye utslippskrav for dieselmotorer (Hagman & Amundsen, 2013). På grunn av dette blir alle nye lastebiler i dag solgt med Euro 6-motorer, som dermed kan ha sammenheng med økningen vi ser i antall Euro 6-passeringer. Ved å benytte tall fra statistisk sentralbyrå (SSB), har vi kommet frem til at det er en tydelig nedgang i antall Euro 5-kjøretøy og en tydelig oppgang i antall Euro 6-kjøretøy på veiene fra 2016 til 2019. Fra 2017 til 2018 viser tallene en nedgang på -24,09% Euro 5-lastebiler, og en ytterligere nedgang på -33,72% fra 2018 til 2019. For Euro 6 finner vi en oppgang på 20,96% fra 2017 til 2018 og en ytterligere økning på 16,12% fra 2018 til 2019. Dette kan tyde på at det byttes ut en del lastebiler fra Euro 5 til Euro 6 (ref. Vedlegg 5).

For å beregne etterspørselastisiteter for Osloringen har vi benyttet formelen som er presentert i teoridelen. Resultatet fra priselastisitetene er presentert i appendix (vedlegg 7). Det er kun antall passeringer og prisendringen gjennom bomringen som er tatt i betraktning. Dette er fordi vi ikke har detaljerte data som kan brukes i utregning av generaliserte totale reisekostnader. Det er forventet at priselastisiteten vil være lavere for tungtransporten enn for lettere kjøretøy siden bomavgiften utgjør en mindre del av de generaliserte reisekostnadene. Elastisitetsberegningene fra tungtransporten tas mindre hensyn til i dette tilfellet, da den markante økningen i Euro 6-kjøretøy viser ganske ekstreme verdier. De mest interessante tallene er imidlertid tallene for lett-transporten i rushtiden, hvor vi får elastisiteter på -0,158 for bensin og -0,188 for diesel. Sammenlignet med tidligere forskning er tallene forholdsvis like. Ifølge rapport fra Statens Vegvesen ligger elastisiteter på -0,18 for lette kjøretøy i Osloringen i rushtiden. Tungtransporten har som forventet noe lavere elastisiteter, på -0,12 for både i og utenfor rushtiden (Statens Vegvesen, 2018).

På bakgrunn av disse funnene og våre regresjonsresultater finner vi at modellen som er konstruert ikke er tilstrekkelig for å måle kjøremønster og trafikkmengde for tungtransport,

da vi ikke kommer frem til gode nok resultater til å konkludere med en eller flere årsakssammenhenger. Vi vil av den grunn ikke spekulere videre utover dette.

7 Konklusjon

Vår problemstilling er: *Hva er de trafikale effektene ved innføring av rushtidsavgift og økte bomsatser i Osloringen?*

Ved å utarbeide en regresjonsmodell har vi forsøkt å estimere de marginale effektene ved en innføring av rushtidsavgift. Å undersøke at forutsetningene var oppfylt og at modellen var valid var avgjørende for å kunne drøfte resultatene som kom frem i konklusjonen. Modellen gir fornuftige fortegn for lett-transporten i rushtiden, men varierende resultater utenfor rushtiden. Tungtransporten gir generelt varierende resultater. Videre virker forklaringskraften å være god, men restleddegenskapene er ikke gode, samt at vi har særlige problemer knyttet til autokorrelasjon. Den samlede vurderingen gjør at vi skal være skeptiske til resultatene som fremkommer i modellen, da det er mye som tyder på at den er feilspesifisert. Dette gjelder spesielt for tungtransport, da det åpenbart er noe modellen ikke fanger opp.

Endringene i bompengerakstene har vært markante etter at rushtidsavgiften ble innført, og har vært en viktig faktor for endringene i bompaseringene. Det er flere faktorer som spiller inn som forklarer hvordan passeringene varierer. Særlig var faktorer som yrkesdøgn avgjørende for hvordan passeringstallene endret seg.

Resultatene som kom frem var stort sett som forventet når det kom til i rushtidsperioden. At avgiftsvariablene ga signifikant negativ effekt for fossile kjøretøy og positiv effekt for nullutslippskjøretøy var som forventet i begge kjøretøyklassene bortsett fra Euro 6-kjøretøy, som viste en uforventet økning. Resultatene for halvtimene før og etter rushtiden var derimot noe mer overraskende og interessante. Halvtimene før og etter ga både positive og negative effekter, hvor vi forventet positiv effekt for alle kjøretøyene.

Analysen viser at de estimerte koeffisientene til bensin- og diesebilpasseringer har positivt fortegn i halvtimen før rushtid, og negativt fortegn i halvtimen etter rushtiden. I halvtimen før får imidlertid kun bensinbilpasseringer en signifikant effekt, og ikke diesebilpasseringer. Vi har signifikant negativ effekt i antall diesebilpasseringer for halvtimen etter rushtid, noe som ikke var forventet i dette tilfellet, da vi som nevnt forventet en positiv effekt for alle kjøretøyene. Det kan dermed se ut til at bompengeringen ikke har en så stor effekt på trafikantenes kjøremønster for bensin- og diesebiler som først antatt.

Tungtransporten viser en signifikant nedgang i antall Euro 5-passeringer i både halvtimen før og etter rushtidsperioden. Euro 6-kjøretøy har et positivt fortegn for begge halvtimeperiodene, men kun halvtimen etter rushtidsperioden er signifikant. Det var resultatene fra avgiftsvariablene som var mest interessante for oppgavens problemstilling, og som har dannet grunnlaget for konklusjonen.

Det kan dermed konkluderes med at effekten bompengeringen har på de forskjellige kjøretøyklassene er noe varierende, men ikke helt uforventet. Lett transport blir i større grad påvirket av bompengeringen enn tungtransport i form av passeringsmengde, der vi ser et tydelig fall i antall passeringer i rushtiden for lett-transporten sammenlignet med tungtransporten. Det samme gjelder i halvtimen før rushtid, der lett-transporten ser ut til å bli påvirket i større grad enn tungtransporten. Bompengeringen ser imidlertid ikke ut til å ha like stor påvirkning på kjøremønsteret til verken lett- eller tungtransporten i halvtimen etter rushtiden. Kun Euro 6-kjøretøy ser ut til å ha den forventede økningen. For elbiler kan vi se at bomavgiften har ført til en økning i antall elbilpasseringer i samtlige perioder, noe vi også forventet.

7.1 Svakheter ved oppgaven

Det er viktig å stille seg kritisk til resultatene som er fremkommet i regresjonsanalysen, ettersom de omfatter kun en begrenset periode. Resultatene kunne blitt annerledes dersom vi inkluderte rushtiden om ettermiddagen, forholdt oss til en lenger periode, inkluderte flere bomringer, eller inkluderte flere halvtimer for å analysere effekten utenfor rushtiden.

En svakhet i denne oppgaven er at vi har hatt problemer knyttet til autokorrelasjon og heteroskedastisitet, som bryter med forutsetningene for OLS. Løsningen ved å tilføre heteroskedastisitet- og autokorrelasjonsrobuste standardfeil er kanskje ikke den optimale løsningen på problemet, da autokorrelasjonen i dette tilfellet gir et tydelig signal om en feilspesifisert modell, spesielt med hensyn til dynamikk.

Vi har sett bort fra enkelte faktorer som kan være med på å endre trafikkmengden, som bensin- og dieselpriiser. Dette kunne vært en kontrollvariabel, men på grunn av store variasjoner i pris, som kan komme av mindre hendelser uavhengig av Norge, velger vi å se bort ifra dette i regresjonen, og kun inkludere det som en tilleggsopplysning i appendix.

Vi har i regresjonen også sett bort fra faktorer som bidrar til at trafikanter bytter fra bensin- og dieslbiler til elbiler, da dette kan komme av at de er fritatt fra merverdiavgift, at superladernetverket vokser for elbil, eller at bensin- og dieslbiler er generelt dyrere å eie. Dette er faktorer som er vanskelige å måle, og dermed har vi også kun inkludert dem i drøftingskapittelet.

I denne oppgaven har vi kun sett på Oslos indre bompengering. Det kan være en svakhet å se isolert på kun ett område når en gjør en empirisk studie. For eksempel vil tilbudet knyttet til ladestasjoner for elbiler være bedre i Oslo-regionen sammenlignet med resten av landet. Da vi ikke har data fra andre byer å sammenligne med, kan vi heller ikke si noe om i hvor stor grad etterspørselen kan se ut til å bli påvirket av dette.

7.2 Forslag til videre forskning

Da datasettet vi fikk fra Fjellinjen AS var særdeles omfattende, begrenser det seg hvor mye av det vi kan analysere i en masteroppgave. Følgelig foreligger det mange forskningsmuligheter som vi kort vil presentere.

Da datasettet inneholder registreringer for kun en retning, forholdt vi oss kun til bompengeringene om morgenen. Etter hvert som Fjellinjen har inkludert toveisinnkreving, ville det kunne være interessant å undersøke de trafikale effektene på både morgen og ettermiddag, da begge retningene blir registrert. Her vil det da være mulig å undersøke om bompengeringen har en like signifikant effekt på trafikantene om ettermiddagen sammenlignet med morgenen.

Et annet aspekt som kunne vært interessant å studere nærmere er effekten av multihoming, hvor trafikanter nødvendigvis ikke skifter ut et transportmiddel til et annet, men velger heller å gå til anskaffelse av et ekstra transportmiddel, som for eksempel ved å gå til innkjøp av en elbil etter at rushtidsavgiften ble implementert, men likevel beholde bensinbilen som man allerede eide før implementeringen.

Vi ønsker også å foreslå å forske på dette området ved hjelp av andre datainnsamlingsmetoder. Spørreundersøkelser og lignende kunne vært aktuelt å gjøre en

studie med, der man kan gå nærmere inn på hva befolkningen mener og ønsker, for så å sammenligne dette mot hva som faktisk gjøres etter en empirisk måling.

8 Kilder

- Aftenposten. (1932). *Tjømmø har lagd til kaien*. 1-7.
- Anderson, S. P., Foros, Ø., & Kind, H. J. (2018). *The importance of consumer multihoming (joint purchases) for market performance: Mergers and entry in media markets*. Journal of Economics & Management Strategy.
- Aas, H., Minken, H., & Samstad, H. (2009). *Myte og fakta om kjøprising (TØI rapport 1010/2009)*. Transportøkonomisk Institutt.
- Baum, C. F. (2006). *An introduction to modern econometrics using stata (1.utg.)*. USA: StataCorp LP.
- Bhatt, K., Higgins, T., & Berg, J. T. (2008). *Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing*. K.T. Analytics, Inc.
- (2017). *Bymiljøavtale mellom Oslo kommune, Akershus fylkeskommune og Staten v/Samferdselsdepartementet*. Oslo: Akershus fylkeskommune og Staten v/Samferdselsdepartementet.
- Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., & Rosqvist, L. S. (2006). *The Stockholm congestion – charging trial 2006: Overview of effects*. Elsevier.
- Figenbaum, E., Kolbenstvedt, M., & Elvebakk, B. (2014). *Electric Vehicles - Environmental, Economic and Practical Aspects: As Seen by Current and Potential Users*. The Institute of Transport Economics.
- Finansforbundet. (2020). *Rettigheter på jobben*. Hentet fra Finansforbundet: <https://www.finansforbundet.no/rettigheter-paa-jobben/arbeidstid/>
- Fjellinjen. (2017, oktober 1). *Tids og miljødifferensierte takster i Oslo*. Hentet fra Fjellinjen: <https://www.fjellinjen.no/privat/nyhetsarkiv/tids-og-miljodifferensierte-takster-i-oslo-article912-966.html>
- Fjellinjen. (2019). *Tidligere priser*. Hentet fra Fjellinjen: <https://www.fjellinjen.no/bedrift/priser/tidligere-priser/>
- Fridstrøm, L., Minken, H., & Vold, A. (1999). *Vegprising i Oslo: virkninger for trafikantene (TØI rapport 463/2000)*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gjestland, H. S., & Sellevol, T. (2020, April 26). *NRK*. Hentet fra Ny nettside med oversikt over billig bensin: <https://www.nrk.no/sorlandet/ny-nettside-med-oversikt-over-billig-bensin-1.14995990>
- Hagman, R., & Amundsen, A. H. (2013). *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi (TØI rapport 1291/2013)*. Transportøkonomisk institutt.

- Halvorsen, B., & Frøyen, Y. (2009). *TRAFIKK I KOLLEKTIVFELT Kapasitet og avvikling. Elbilens rolle* (Prosam-Rapport 176). Statens Vegvesen. Vegdirektoratet.
- Hilland, L., & Utvik, R. (2016). Trafikken sank da prisen gikk opp. *Bergensavisen*.
- Ieromonachou, P., Potter, S., & Warren, J. P. (2006). *Norway's Urban Toll Rings: Evolving towards congestion charging?* Science Direct.
- Kim, H., & Serfes, K. (2006). *A Locationmodel with preference for variety*. The journal of industrial economics.
- Kirkebøen, S. E. (2019). *400 år med bompenger*. Hentet fra ABC nyheter: <https://www.abcnyheter.no/motor/bil/2019/09/28/195614157/400-ar-med-bompenger>
- Knutsen, S., & Boge, K. (2005). *Norsk vegpolitikk etter 1960: stykkevis og delt?* Cappelen Damm Akademisk.
- Kolbenstvedt, M., & Assum, T. (2018). *Salg av elbiler – selgernes rolle og kundenes vurderinger* (TØI rapport 1639/2018). Oslo: Transportøkonomisk Institutt.
- Larsen, O. I., & Hamre, T. N. (2000). *Tidsdifferensiering av satsene for bompengeringen i Oslo* (TØI rapport 1155/2000). Transportøkonomisk institutt.
- Leape, J. (2006). *The London Congestion Charge*. London: Journal of Economic Perspectives.
- Lundgaard, H. (2019, 24. mai). *Høyre inn i bomstriden i Oslo: Tre timers bompause på ettermiddagen*. Hentet fra Aftenposten: <https://www.aftenposten.no/article/ap-awKQoL.html>
- Odeck, J., & Bråthen, S. (2008). *Travel demand elasticities and users attitudes: A case study of Norwegian toll projects*. Elsevier.
- Regjeringen. (2003). *Bilavgifter*. Regjeringen. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/fin/rap/2003/0003/ddd/pdfv/177320-rapport_bil.pdf
- Riis, C., & Moen, E. R. (2012). *Moderne mikroøkonomi: Med digital arbeidsbok*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Ringstad, V. (2017). *Samfunnsøkonomi og økonomisk politikk for turbulente tider*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Rognlien, T. (2015, 14. desember). *Oslopakke 1, 2 og 3 – historikk, status og utfordringer*. Norge: Oslopakke 3 sekretariatet.
- Skattedirektoratet. (2019). *Merverdiavgiftshåndboken*. Norge: Skattedirektoratet.
- Spence, T., & Gjerde, R. (2019). *Carl I. Hagen i spissen for bompengelopprør*. Aftenposten. Hentet fra <https://www.aftenposten.no/article/ap-BRbrqw.html>

- Stamm, H., Giordino, R., & Perez, B. G. (2011). *Evaluation and Performance Measurement of Congestion Pricing Projects*. National Academy of Sciences.
- Statens Vegvesen. (2018). *Kort om bompengordningen*. Hentet fra Autopass:
<https://www.autopass.no/om-autopass/kort-om-bompengordningen>
- Statens Vegvesen. (2018). *Rushtidsavgift i Oslo*. Oslo: Statens Vegvesen rapporter.
- Statens Vegvesen. (2018). *Rushtidsavgift i Oslo (Statens Vegvesen rapport 567)*. Oslo: Statens vegvesen rapporter.
- Statens Vegvesen. (2019, mai). *Bompengprosjekter, Veiledning*. Statens Vegvesen Vegdirektoratet. Hentet fra
https://www.autopass.no/_attachment/2746692/binary/1353081
- Statens Vegvesen. (2019, 9. oktober). *Vegvesen*. Hentet fra
https://www.vegvesen.no/_attachment/720166/binary/1341703?fast_title=Kart+over+bompengprosjekter+i+Norge.pdf
- Statistisk Sentralbyrå (SSB). (2019). *Statbank*. Hentet fra SSB:
<https://www.ssb.no/statbank/table/11823/>
- Vegdirektoratet. (2019, 19. juni). *Takstretningslinjer for bompengprosjekt på offentlig veg*. Hentet fra Autopass: https://www.autopass.no/_attachment/2746707/binary/1353516
- Vingan, A., Fridstrøm, L., & Johansen, K. W. (2007). *Køprising i Bergen og Trondheim - et alternativ på 20 års sikt*. Transportøkonomisk institutt.
- Weber, C., & Amundsen, A. (2016). *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI-teknologi*. Transportøkonomisk institutt.
- Welde, M., Bråthen, S., Rekdal, J., & Zhan, W. (2016). *Financing road projects with tolls. The treatment of and consequences of tolls in cost benefit analyses*. Transportøkonomisk institutt.
- Wooldridge, J. M. (2008). *Introduction econometrics: A modern approach*. Mason, OH.: Thomson/South-Western.

Appendix

Vedlegg 1: Tabell for gjennomsnittspris for bensin og diesel 2013 til 2019

Bensin Gj. pris

2016	13,58
2017	14,64
2018	15,55
2019	15,69

Diesel

2016	11,66
2017	13,44
2018	14,86
2019	14,89

Vedlegg 2: Koeffisienter og t-verdier med og uten robust

	robust b/se	ols b/se
time	-.2372096 .3627099	-.2372096 .5199006
man	10.96983 146.8322	10.96983 160.0438
tir	50.40441 148.118	50.40441 156.7117
ons	155.4194 123.9631	155.4194 156.103
fre	-870.6074*** 153.5568	-870.6074*** 155.4826
jan	-759.2207 489.1139	-759.2207* 317.8271
mar	795.1907 413.6741	795.1907* 336.246
apr	1134.18** 395.3332	1134.18*** 300.9867
mai	845.2776 430.0987	845.2776** 300.4987
jun	721.6794 383.9721	721.6794* 300.4586
aug	-270.4738 438.7671	-270.4738 301.5997
sep	935.1672* 385.2781	935.1672** 310.8195
okt	720.871 385.7753	720.871* 294.433
nov	398.5397 383.4427	398.5397 286.8948
des	-314.1867 398.248	-314.1867 303.1929
avgnorm_sa-n	-90.87086*** 11.02069	-90.87086*** 13.11972
_cons	17082.39*** 589.1491	17082.39*** 573.7142

Vedlegg 3: Regresjon kun for yrkesdøgn

Tabell: I rushtid

	(1) rushnorm_mor	(2) rushdie_mor	(3) rushnl_mor	(4) rusheve_mor	(5) rushevi_mor
time	-0.237 (-0.82)	-3.481*** (-4.90)	11.01*** (30.85)	-0.479*** (-4.63)	1.311*** (31.63)
man	881.6*** (5.25)	1530.2*** (5.18)	1511.1*** (8.12)	16.27 (0.67)	-16.31 (-1.14)
tir	921.0*** (4.83)	1716.7*** (5.12)	1469.4*** (6.40)	29.39 (1.01)	11.72 (0.63)
ons	1026.0*** (7.82)	1951.1*** (8.76)	1331.2*** (8.75)	80.86*** (4.19)	48.53*** (3.80)
tor	870.6*** (7.55)	1787.3*** (9.23)	1127.9*** (8.60)	77.21*** (4.76)	54.43*** (5.13)
jan	-445.0** (-2.26)	-1303.1*** (-2.79)	-133.4 (-0.43)	-302.2*** (-3.85)	-167.9*** (-5.89)
feb	314.2 (1.59)	284.7 (0.61)	40.95 (0.17)	-156.3*** (-2.77)	-88.09*** (-3.22)
mar	1109.4*** (6.80)	1246.1*** (2.88)	637.8*** (3.01)	-19.65 (-0.34)	-15.53 (-0.59)
apr	1448.4*** (7.54)	2258.0*** (5.33)	1387.8*** (5.62)	198.7*** (3.20)	145.5*** (6.13)
mai	1159.5*** (5.69)	2001.5*** (3.96)	883.7*** (3.14)	344.3*** (8.15)	210.2*** (8.39)
jun	1035.9*** (5.46)	2045.3*** (4.70)	563.2* (1.96)	445.3*** (9.29)	271.2*** (13.11)
aug	43.71 (0.10)	74.36 (0.09)	-268.0 (-0.44)	275.3*** (4.48)	158.4*** (5.88)
sep	1249.4*** (8.35)	2088.5*** (4.91)	1275.9*** (4.26)	318.4*** (6.67)	196.1*** (5.85)
okt	1035.1*** (7.36)	2298.5*** (5.59)	1455.5*** (6.97)	316.7*** (6.54)	151.3*** (7.20)
nov	712.7*** (4.09)	1746.1*** (4.10)	1180.2*** (4.42)	208.6*** (4.01)	106.7*** (3.87)
avgnorm_sam~n	-90.87*** (-6.56)				
avgdie_sam~n		-151.4*** (-7.34)	4.728 (0.35)		
avgeve_sam~n				-2.632*** (-4.30)	
avgevi_sam~n					-1.556* (-1.93)
_cons	15897.6*** (25.60)	29266.2*** (29.61)	6444.8*** (9.33)	2812.1*** (34.53)	1148.5*** (12.66)
N	366	366	366	366	366

t statistics in parentheses
* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

Tabell: Halvtimen før rushtid.

	(1) NORM0600~0629	(2) DIE0600_0629	(3) NL0600_0629	(4) EVE0600_0629	(5) EVI0600_0629
time	-0.662*** (-11.64)	-0.938*** (-4.67)	1.017*** (26.82)	-0.137*** (-6.46)	0.211*** (14.72)
man	251.5*** (13.36)	710.3*** (14.94)	174.3*** (10.43)	21.73*** (4.70)	4.532 (1.52)
tir	225.4*** (10.40)	621.8*** (11.96)	165.1*** (8.64)	13.71*** (3.07)	12.51*** (3.29)
ons	206.4*** (12.49)	583.2*** (14.49)	141.7*** (9.79)	21.17*** (5.17)	16.68*** (4.49)
tor	164.0*** (9.39)	505.3*** (12.07)	93.00*** (7.83)	19.93*** (4.85)	16.97*** (5.57)
jan	-30.70 (-0.82)	-275.3** (-2.57)	-6.631 (-0.27)	-51.57*** (-4.10)	-23.91*** (-3.07)
feb	5.545 (0.16)	-80.19 (-0.70)	1.428 (0.06)	-38.18*** (-4.18)	-18.40*** (-2.59)
mar	59.23 (1.48)	-0.365 (-0.00)	41.28 (1.57)	-16.13 (-1.35)	1.352 (0.18)
apr	123.4*** (3.03)	349.9*** (3.29)	168.5*** (8.07)	32.48*** (3.15)	33.54*** (4.89)
mai	132.9*** (3.80)	408.7*** (3.71)	144.9*** (6.18)	61.68*** (7.78)	54.19*** (9.17)
jun	147.7*** (4.48)	509.4*** (4.88)	119.4*** (4.51)	68.52*** (8.55)	61.30*** (10.56)
aug	-16.65 (-0.28)	18.71 (0.12)	21.15 (0.48)	33.45*** (3.01)	32.90*** (3.90)
sep	148.5*** (4.80)	381.6*** (3.60)	121.9*** (5.68)	41.48*** (5.03)	36.22*** (4.88)
okt	188.9*** (5.88)	452.7*** (3.92)	143.6*** (7.70)	45.79*** (4.35)	34.15*** (4.85)
nov	142.9*** (4.09)	387.4*** (3.46)	116.5*** (4.25)	22.61** (2.48)	27.18*** (3.51)
avgnorm_sa~n	19.25*** (10.02)				
avgdie_sam~n		7.897* (1.90)	0.150 (0.14)		
avgeve_sam~n				-0.172 (-1.60)	
avgevi_sam~n					-0.218 (-0.86)
_cons	613.6*** (7.40)	2646.3*** (14.04)	355.1*** (6.67)	378.6*** (26.73)	198.4*** (7.52)
N	366	366	366	366	366

t statistics in parentheses
* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

Tabell: Halvtimen etter rushtid

	(1) NORM090~0929	(2) DIE0900_0929	(3) NL0900_0929	(4) EVE0900_0929	(5) EVI0900_0929
time	-0.0972 (-1.17)	-0.668*** (-4.01)	1.509*** (49.27)	-0.104*** (-2.86)	0.322*** (16.84)
man	117.7*** (5.00)	256.7*** (5.38)	202.9*** (9.26)	38.53*** (5.50)	18.29*** (3.08)
tir	122.6*** (4.71)	279.7*** (5.55)	181.6*** (7.46)	13.09** (1.97)	20.42*** (3.58)
ons	169.4*** (8.23)	340.2*** (8.56)	191.2*** (9.03)	35.44*** (5.28)	25.99*** (6.63)
tor	162.8*** (10.06)	294.7*** (11.52)	192.5*** (10.85)	27.56*** (5.48)	23.34*** (5.28)
jan	-236.5*** (-4.57)	-357.4*** (-3.49)	-128.1*** (-4.65)	-59.64*** (-3.58)	-38.38*** (-3.98)
feb	-59.99 (-1.58)	-3.396 (-0.05)	-105.8*** (-5.59)	-14.63 (-1.31)	-5.534 (-0.76)
mar	-7.460 (-0.26)	85.87 (1.61)	-90.99*** (-6.95)	3.586 (0.33)	16.45*** (2.85)
apr	66.15* (1.89)	189.0*** (3.10)	-7.654 (-0.33)	58.41*** (4.92)	40.44*** (6.22)
mai	133.4*** (3.52)	290.6*** (3.34)	8.604 (0.30)	92.69*** (7.92)	56.55*** (6.88)
jun	98.21*** (3.82)	181.0*** (3.21)	-13.19 (-0.71)	81.73*** (6.85)	55.65*** (7.82)
aug	-64.68 (-1.12)	-160.4 (-1.39)	-154.6*** (-3.30)	33.56** (2.02)	26.30** (2.28)
sep	-24.77 (-0.98)	27.96 (0.49)	-98.05*** (-4.61)	45.15*** (3.26)	36.68*** (4.58)
okt	55.42 (1.43)	207.4*** (2.60)	2.303 (0.15)	74.22*** (4.45)	45.32*** (5.92)
nov	-7.996 (-0.44)	112.8** (2.50)	-5.861 (-0.56)	51.40*** (3.63)	34.57*** (3.47)
avgnorm_sa~n	-2.262 (-0.96)				
avgdie_sam~n		-13.55*** (-3.71)	-4.747*** (-3.90)		
avgeve_sam~n				-0.650*** (-3.45)	
avgevi_sam~n					-0.569* (-1.78)
_cons	2142.5*** (23.09)	4332.4*** (28.34)	1076.2*** (17.37)	633.1*** (26.46)	287.6*** (8.56)
N	366	366	366	366	366

t statistics in parentheses
* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

Vedlegg 4: Utrekninger totalt oppgang og nedgang antall passeringer

Tabell 1: Total passeringer for lett-transport og tungtransport innenfor rushtid

	Lett transport	Tungtransport
Total passering før	52091,08	4195,10
Total passering etter	48098,60	3970,05
Endring i prosent	-8,30	-5,67

Tabellen over er satt sammen av alle gjennomsnittspasseringer for perioden før 1.oktober 2017 og gjennomsnittspasseringer for perioden etter 1.oktober 2017. Dette gjelder for lett transport som inkluderer bensin- diesel og elbil. For tungtransport inkluderer det Euro 5 og Euro 6.

Tabell 2: Total passeringer for lett-transport og tungtransport i halvtimen før rushtidsperioden

	Lett transport	Tungtransport
Total passering før	5746,90	661,45
Total passering etter	5904,08	619,99
Endring i prosent	2,66	-6,69

Tabellen over er satt sammen av alle gjennomsnittspasseringer for perioden før 1.oktober 2017 og gjennomsnittspasseringer for perioden etter 1.oktober 2017 i halvtimen før rushtidsperioden. Dette gjelder for lett transport som inkluderer bensin- diesel og elbil. For tungtransport inkluderer det Euro 5 og Euro 6.

Tabell 3: Total passeringer for lett-transport og tungtransport i halvtimen etter rushtidsperioden

	Lett transport	Tungtransport
Total passering før	7597,04	971,49
Total passering etter	7278,99	930,17
Endring i prosent	-4,37	-4,44

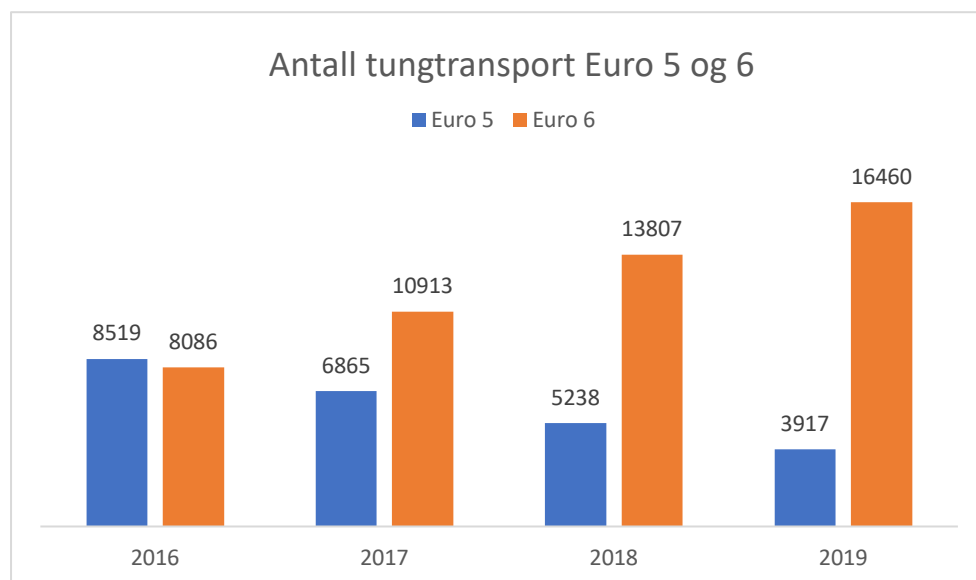
Tabellen over er satt sammen av alle gjennomsnittspasseringer for perioden før 1.oktober 2017 og gjennomsnittspasseringer for perioden etter 1.oktober 2017 i halvtimen etter rushtidsperioden. Dette gjelder for lett transport som inkluderer bensin- diesel og elbil. For tungtransport inkluderer det Euro 5 og Euro 6.

Vedlegg 5: Bilpark Euro 5 og 6

Tabell 1: Antall kjøretøy av Euro 5 og 6 i trafikk for Oslo og Akershus. Hentet fra statistisk sentralbyrå (SSB), (2019)

	2016	2017	2018	2019
Euro 5	8519	6865	5238	3917
Euro 6	8086	10913	13807	16460
Endring Euro 5	-24,09	-31,06	-33,72	
Endring Euro 6	25,90	20,96	16,12	

Tabellen over viser antall kjøretøy for Euro 5 og Euro 6 innenfor området Oslo og Akershus. Endring vises i prosent, som skal se på om det er en nedgang i antall kjøretøy av Euro 5 og 6 innenfor de aktuelle områdene.



Figur 1: Antall kjøretøy av Euro 5 og 6 i trafikk for Oslo og Akershus

Vedlegg 5: Rensing av data

Rådataene vi fikk utdelt fra Fjellinjen AS kom i et excel format som inkluderte over 150 millioner passeringer. Disse passeringene var fordelt på datoer med tidspunkter for hver halvtime gjennom døgnet. Kolonnene i dette datasettet inneholdt år, måned, datoer, takstvedtak, vektklasse, og antall bilpasseringer for hver halvtime i døgnet. Radene bestod av datoer, hvor hver dato utgjorde 7 rader på grunn av differensieringen med 6 kjøretøyklasser, samt en total for hvert døgn. Det var også rader med totalsummer for hver måned og hvert år.

For å kunne gjøre statistiske analyser av datasettet ble vi nødt til å endre oppsettet på en måte som gjorde det mer lesbart i Stata. Dette innebar at vi fjernet totalsummene per dag, måned og år, samt at vi knyttet kjøretøyklasse til hver halvtime, slik at kun en rad i Stata utgjorde en dato. Dette gjorde at vi fikk betraktelig flere variabler, siden vi nå gikk fra en situasjon hvor vi kun hadde en kolonne for hver halvtime (00.00-00.29), til å ha seks ulike kolonner for hver halvtime (Ben0000_0029, Die0000_0029 osv.). Vi fikk dermed 288 (48(halvtimer i døgnet)*6) variabler som skilte alle kjøretøyklassene for hver halvtime. Vi lagde dummyvariabler for måneder, ukedager og yrkesdøgn som har verdien 1 i den aktuelle måneden/ukedagen, og 0 utenom. Vi lagde også fire avgiftsvariabler for henholdsvis bensin, diesel, Euro 5 og Euro 6.

Vedlegg 6: Test for heteroskedastisitet og Autokorrelasjon

*test for heteroskedastisitet

```
hetttest time man tir ons tor fre jan feb mar apr mai jun aug sep okt nov des
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

```
Variables: time man tir ons tor fre jan feb mar apr mai jun aug sep okt nov des
```

```
chi2(15) = 93.95
```

```
Prob > chi2 = 0.0000
```

*test for autokorrelasjon (eksempel)

```
reg rushnorm_mor time man tir ons fre jan mar apr mai jun aug sep okt nov des
avgnorm_sammen if yrkesdøgn==1
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	366
-----+-----				F(16, 349)	=	30.85
Model	443650517	16	27728157.3	Prob > F	=	0.0000
Residual	313705113	349	898868.519	R-squared	=	0.5858

```
-----+-----
Adj R-squared = 0.5668
Total | 757355631 365 2074946.93 Root MSE = 948.09
```

```
-----+-----
```

rushnorm_mor	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
time	-.2372096	.5199006	-0.46	0.648	-1.259742 .785323
man	10.96983	160.0438	0.07	0.945	-303.8018 325.7415
tir	50.40441	156.7117	0.32	0.748	-257.8138 358.6226
ons	155.4194	156.103	1.00	0.320	-151.6016 462.4404
fre	-870.6074	155.4826	-5.60	0.000	-1176.408 -564.8067
jan	-759.2207	317.8271	-2.39	0.017	-1384.318 -134.1234
mar	795.1907	336.246	2.36	0.019	133.8673 1456.514
apr	1134.18	300.9867	3.77	0.000	542.2042 1726.156
mai	845.2776	300.4987	2.81	0.005	254.2614 1436.294
jun	721.6794	300.4586	2.40	0.017	130.7421 1312.617
aug	-270.4738	301.5997	-0.90	0.370	-863.6554 322.7079
sep	935.1672	310.8195	3.01	0.003	323.8522 1546.482
okt	720.871	294.433	2.45	0.015	141.7847 1299.957
nov	398.5397	286.8948	1.39	0.166	-165.7205 962.8
des	-314.1867	303.1929	-1.04	0.301	-910.5018 282.1284
avgnorm_sammen	-90.87086	13.11972	-6.93	0.000	-116.6745 -65.0672
_cons	17082.39	573.7142	29.78	0.000	15954.02 18210.77

```
-----+-----
```

```
. estat dwatson
```

```
Number of gaps in sample: 88
```

Durbin-Watson d-statistic(17, 366) = .6476506

Vedlegg 7: Elastisitetsberegninger

Variabel	Avgift start	Avgift slutt	Prisendring	Gj.snitt.pass (01.04.2017-30.09.2017)	Gj.snitt.pass (01.10.2017-31.12.2018)	Endring i antall passeringer	Elastisiteter
RUSH_BE _t	30,6	49,5	18,9	9913	8946	-967	-0,158
RUSH_DI _t	30,6	54	23,4	18261	15640	-2621	-0,188
RUSH_E5 _t	91,8	178,2	86,4	2024	1686	-338	-0,177
RUSH_E6 _t	91,8	121,5	29,7	960	1164	204	0,657
HFRUSH_BE _t	30,6	40,5	9,9	944	1059	115	0,377
HFRUSH_DI _t	30,6	45	14,4	2348	2306	-42	-0,038
HFRUSH_E5 _t	91,8	149,4	57,6	282	231	-51	-0,288
HFRUSH_E6 _t	91,8	93,6	1,8	174	207	33	9,672
HERUSH_BE _t	30,6	40,5	9,9	1679	1618	-61	-0,112
HERUSH_DI _t	30,6	45	14,4	3045	2711	-334	-0,233
HERUSH_E5 _t	91,8	149,4	57,6	453	384	-69	-0,243
HERUSH_E6 _t	91,8	93,6	1,8	229	283	54	12,026

Vedlegg 8: Refleksjonsnotat Daniel Dino Botteri

Sammendrag

Denne oppgaven handler i hovedsak om bompengeringen i Oslo og hvordan dette påvirker trafikantene i det aktuelle området. Ideen bak det å skrive om bomstasjoner og hvordan dette påvirker trafikantene kom opprinnelig fra Nye Veier, som la ut forslag til problemstillinger på Kompetansetorget. Her var det flere problemstillinger som ble forslått, men vi fant temaet om bomstasjoner som mest interessant.

En av hovedårsakene til at vi valgte bompengeringen i Oslo som fokusområde for denne analysen, er at Fjellinjen AS hadde anledning til å bidra med et svært detaljert datasett som omfattet nesten to år med passeringer i Osloringen. Det samme datasettet kunne også skille mellom flere kjøretøyklasser og registrerte passeringer for hver halvtime, som bidro til en

mer spennende og detaljert masteroppgave. Kjernen i oppgaven var å undersøke empirisk ved bruk av en regresjonsmodell hvordan en økning i bompengesats og implementering av rushtidsavgift påvirket trafikantene. Hypotesene var formet slik at det skulle være mulig å skille påvirkningen på de forskjellige kjøretøyklassene. Vi forventet at det skulle være en større påvirkning på lette kjøretøy sammenlignet med tunge kjøretøy, da det er logisk å anta at bedrifter eier mesteparten av tungtransporten og at de dermed har andre faktorer som spiller en større rolle for driften enn det å unngå rushtiden. Vi ville også se på om en økning i bompengesats og implementering av rushtidsavgift påvirket antall elbilpasseringer, da disse kjøretøyene ikke blir påvirket av bompengesatsene.

Resultatene vi kom frem til i denne masteroppgaven viser at det innenfor rushtidsperioden forekom en forventet nedgang i antall passeringer for bensin- og dieserbiler, samt en oppgang i antall passeringer av elbiler. Dette var som forventet, ettersom noen av de vesentlige poengene med implementering av rushtidsavgift og en økning i bompengesats er å redusere trafikken til en samfunnsøkonomisk optimal mengde, samt å få en mer miljøvennlig bilpark i form av flere elbiler i trafikken innenfor rushtiden.

Effekten var ikke like sterk i halvtimen før og etter rushtidsperioden for bensin-, diesel-, og elbil. I halvtimen før rushtid var det en oppgang i antall passeringer for bensinbil, men ikke for diesel. Dette var ikke helt som forventet, da vi så for oss at både bensin- og diesebil skulle ha en oppgang i antall passeringer. I halvtimen etter rushtiden har verken bensin- eller diesebil resultater som forventet, og de har dermed ikke blitt påvirket slik det var forventet. Elbiler har en oppgang i antall passeringer i halvtimen før, men ikke gode nok resultater for å konkludere med noe i halvtimen etter.

Tungtransporten ser ut til å ha blitt påvirket av rushtidsavgiften og de økte bomsatsene i betydelig mindre grad enn lett-transporten. Her viser kun Euro 5 en nedgang i antall passeringer innenfor rushtiden, som er innenfor hva vi forventet. Det vises imidlertid også en nedgang i antall passeringer i halvtimene før og etter rushtid, noe som ikke er innenfor forventningene. Euro 6 viser oppgang i alle periodene, men det var kun halvtimen etter rushtid som viste gode nok resultater til å kunne konkludere med en pålitelig effekt.

Internasjonale trender

Internasjonal trend er et av de sentrale elementene bak dette temaet. Det er flere land og byer som nå benytter seg av bompengeringer i forskjellige former. I London har de *congestion charge zone*, der trafikantene må betale for å kunne kjøre inn til sentrum av London. I Singapore har det blitt utviklet forskjellige løsninger for å ordne opp i rushtrafikkproblemet helt tilbake til 1970-tallet. I Europa ser landene til hverandre for å kunne finne løsninger som skal hjelpe med å få trafikken til å nå et samfunnsøkonomisk optimum. Sverige gjorde et av de større forsøkene med en bompengeringløsning tilbake i 2006, da de implementerte en midlertidig rushtidsavgift i Stockholm som endret seg etter hvilken tid på døgnet man valgte å kjøre inn til byen. Dette viste seg å ha så stor effekt at de valgte å beholde dette fra 1. august 2007.

Disse effektene stiller seg bak trendene om å bedre miljøet i større byer. En reduksjon i antall bensin- og dieslbiler vil ikke bare gi mindre biler på veien, men også bedre luftkvalitet, som fører til bedre miljø i området. Det vil også bidra til bedre flyt i trafikken, som igjen reduserer transporttiden. I Stockholm kunne elektriske biler passere inn til sentrum gratis, som skulle bidra til at trafikantene subsidierte over til mer miljøvennlige kjøretøy. Det skulle også motivere bedrifter til å investere i mer miljøvennlig tungtransport og varebiler.

Resultatene for denne masteroppgaven viser at det er en effekt mellom en økning i bompengesats og implementering av rushtidsavgift og en nedgang i trafikkmengde. Den har også en liten effekt på antall passeringer som forekommer i periodene før rushtidsperioden, som bidrar til å spre ut trafikken over lenger tid.

Innovasjon og ansvar

Begrepet bompengering har utviklet seg over en periode på mange år. Før måtte man manuelt betale til en betjent bompengestasjon for å kunne passere bompengeringen. Dette hadde helt klart sine svakheter, da hver bil måtte stoppe opp for å kunne betale bompengesatsen. I senere tid har innovasjon bidratt til at hele denne prosessen har blitt automatisert, og ikke minst differensiert for å kunne gi bedre flyt i trafikken, samt gjøre det mulig for elbiler å kunne passere gratis, mens mer forurensende kjøretøy må betale bompengesats.

Hvis det er noe som kunne blitt gjort bedre i dette tilfellet, er det å fjerne hele bompengeringen fullstendig til fordel for andre innkrevingsmetoder. Det snakkes blant annet om å benytte seg av GPS-styrt betalingssystem, som vil kunne isolere kostnadene til hver

individuell bil i hele byen. Dette vil føre til at alle vil måtte betale etter hvor mye de kjører og hvilken biltype som kjøres, samt at det gjør det mulig å differensiere bompengesatsene enda mer. Det kan bidra til at flere trafikanter på tvers av ulike kjøretøy vil bidra til for eksempel en bypakke, som vil gjøre det mer effektivt å bruke en slik betalingsløsning. Det er imidlertid også utfordringer forbundet med dette som blant annet dreier seg om personvern og innsamling av persondata. Dersom myndighetene kan komme frem til en god løsning på dette, vil denne innkrevingsmetoden kunne føre til et rettferdig og effektivt system.

Det er også her ansvar kommer inn i bildet. Ved å benytte seg av GPS-styrte betalingsløsninger, er det også mulig å misbruke informasjonen som kommer ut av et slikt innkrevningssystem. En slik type form for innkreving vil altså medføre enkelte etiske utfordringer knyttet til innsamling av persondata, da noen kan mene at innkrevingsmetoden fører til en for høy grad av overvåkning av enkeltindivider.

Det er også et ansvar knyttet til det å benytte seg av en bompengefinansiering, i form av at prosjektene må innebære nytte for trafikantene for at det skal kunne bygges. Det kan forekomme prosjekter finansiert med bompenger som egentlig ikke skulle vært bygd, eller prosjekter som ble betydelig dyrere enn forventet. Dette er det ikke uvanlig at trafikantene selv må betale for. Her er det dermed viktig at bompengefinansierte prosjekter eller bypakker ikke blir misbrukt.

Denne masteroppgaven kan med dette knyttes til både internasjonale trender, innovasjon, og ansvar. Bruken av bompenger eller lignende betalingsløsninger blir mer og mer benyttet for å bedre miljøet innenfor flere bysentrum, samt at de gir mulighet for insentiver for at trafikanter skal benytte seg av andre transportløsninger. Det er også stort potensiale for innovative løsninger for å kunne perfektionere effekten av å benytte en bompengering, i form av for eksempel automatisk betaling, rabattordninger, eller tidsdifferensierte bompengesatser, for å nevne noen. Dette kan absolutt bli enda bedre, men da må man også vurdere de etiske spørsmålene rundt det å for eksempel bruke GPS-styrt innkreving, samt nytteverdien ved å benytte en bompengefinansiering.

Vedlegg 9: Refleksjonsnotat Jonas Aksdal

Sammendrag

I denne masteroppgaven undersøkte vi hva som er de marginale effektene på lett- og tungtransporten ved innføring av rushtidsavgift. Vi så på de trafikale endringene til henholdsvis bensin-, diesel- og elbilkjøretøy innen lett-transporten, og kjøretøy med Euro 5- og Euro 6-motorer for tungtransporten. Måten dette ble undersøkt på var å hente inn trafikkdata fra Fjellinjen AS, som hadde differensiert data fra en periode på litt over 1,5 år. For å studere dette empirisk, valgte vi å gjøre en regresjonsanalyse på rushtidstrafikken om morgenen for hver av kjøretøyklassene, samt regresjon for halvtimen før og etter rushtiden for å identifisere om det lå noen signifikante endringer i trafikkmønsteret. Vi kom fram til at det var signifikante endringer innenfor rushtiden for lett-transporten i rushtiden, hvor det var signifikant nedgang for bensin- og dieselskjøretøy, mens elbiler hadde signifikant oppgang. Tungtransporten så ut til å få mer varierende resultater, både når det kom til rushtiden og utenfor rushtiden. Da datasettet etter all sannsynlighet virker å gå over en periode hvor det skjer en stor utskiftning for kjøretøy med Euro 5 motor over til kjøretøy med Euro 6 motorer, blir det følgelig vanskelig å se den faktiske effekten uten å ha en variabel som fanger opp denne substitusjonseffekten. Resultatene fra tungtransporten ble dermed behandlet mer summarisk, mens vi fokuserte mer på resultatene fra lett-transporten, som virket å gi mer forventede estimater. Halvtimen før og etter rushtiden ga også noe mer varierende resultater for bensin- og dieslbiler, hvor kun bensinbiler hadde signifikant effekt i halvtimen før, mens kun dieslbiler hadde signifikant effekt i halvtimen etter. Også her virker det som det er noe modellen ikke fanger opp, og at vi dermed skal være forsiktige å trekke konklusjoner ut fra disse resultatene. Konklusjonen ble imidlertid at rushtidsavgiften hadde en sammenheng i form av trafikkredusering for bensin- og dieslbiler og trafikkøkning for elbiler i rushtiden, men at modellen virker å være feilspesifisert for kunne trekke noen konklusjoner for tungtransporten. Resultatene fra halvtimene før og etter ga heller ikke gode nok resultater til å kunne konkludere med at rushtidsavgiften har virket helt mot sin hensikt, da modellen også her virker å være feilspesifisert.

Internasjonale trender

Hvorvidt internasjonale krefter har spilt inn her er vanskelig å si, da avgjørelser knyttet til bomstasjoner, bomringer og rushtidsavgift i stor grad er et politisk tema, både lokalt og nasjonalt. Hvordan de politiske prosessene fungerer, og hvorvidt våre politikere ser til

internasjonale trender før de innfører disse tiltakene, er vanskelig å si, da det ligger mange føringer, forventinger og krav bak slike avgjørelser. Det vil derimot være nærliggende å tro at slike avgjørelser blir tatt på bakgrunn av samfunnsøkonomiske analyser gjennomført av eksempelvis Statens Vegvesen, TØI (Transportøkonomisk Institutt), Sintef og andre forskningsinstitusjoner. Det som er sikkert, er at det har blitt gjennomført mange internasjonale studier som har analysert de trafikale effektene av en rushtidsavgift, og hvilke tiltak som faktisk påvirker befolkningens bilbruk.

Et av formålene bak rushtidsavgiften er miljøgevinsten dette medbringer. Luftkvaliteten til de store norske byene har lenge hatt et rykte på seg for å ikke bare være helseskadelig, men også være i strid med de internasjonale forpliktelsene. Å øke bomavgiften vil ikke alene løse dette problemet, da det vil være summen av alle tiltakene som vil utgjøre den store forskjellen på sikt. Det er med dette i bakhodet våre politikere har tatt et skritt i retning av målet om å bli et lavutslippssamfunn. Jeg kommer derimot ikke til å gå dypere inn i denne diskusjonen, da den egentlig relaterer seg til et mer helsepolitisk tema.

Når det kommer til internasjonale trender knyttet til de elektroniske systemene til bompengerekkningen, er Norge i en unik posisjon i denne sammenhengen. Autopass er basert på et norskutviklet system som er utviklet av Køfri AS. Denne teknologien strekker seg tilbake til sent på 1980-tallet, da selskapet var i en “bompengekrig” med et fåtall andre aktører. Bakgrunnen til denne krigen var Fjellinjen som satte i gang en anbudsprosess for å inngå kontrakt om levering av bompengerekkningssystem i Oslo. Denne kontrakten kunne sammen med noen andre enkelte bompengeprojekt, gi leverandørene 250 millioner kroner. Da USA og flere andre vesteuropeiske land senere annonserte at digitalisering av bompengerekkning skulle skje første halvdel av 1990-tallet, økte etterspørselen og Køfri AS startet å profilere seg som et eksportorientert selskap og utviklet et system som kunne tilpasses internasjonale krav.

Innovasjon

Autopass bærer også preg av innovasjon den dag i dag, da det som sent som i 2019 ble innført “Autopass for ferje” på flere ferjestrekninger i landet, hvor trafikantene kan velge mellom å betale med Autopass-brikke eller Autopass-fergekort. Det arbeides også med å innføre Autopass for parkering. En slik løsning kan dermed bety slutten på parkeringsautomatene slik vi kjenner dem.

Befolkningsvekst og globalisering er forventet å øke også i fremtiden, slik at man kan med sikkerhet kan si at trafikkbelastningen i større byer vil fortsette å bli presset. Det betyr at man på sikt må være mer kreativ for å oppnå samfunnsøkonomiske gevinster. Da vil neppe en rushtidsavgift i seg selv være tilstrekkelig for å løse opp trafikkbelastede områder på samme måte vi ser i dag. Det vil være behov for ny og bedre teknologi innen logistikk og antageligvis strengere restriksjoner på både private og tunge kjøretøy for å kunne få den samme nytten. Å introdusere autonome kjøretøy i trafikken er noe som vil bidra til mer effektiv trafikkavvikling sammenlignet med manuelle biler. Utviklingen av droner innen levering og logistikk vil også bidra til å redusere trafikkapasiteten.

Ansvar

Når det gjelder ansvar og etiske utfordringer innen bomavgiftssystemer, er det ett alternativt avgiftssystem som har særlig vært et diskutert tema de siste par årene. Et GPS-basert veiprisingsystem, som innebærer en satellittbasert veiprising hvor du betaler for antall kilometer kjørt, vil kunne bety starten på slutten for det avgiftssystemet slik vi kjenner det i dag. Det er derimot flere etiske utfordringer, særlig knyttet til å ivareta personvernet, som er det store hinderet i denne sammenhengen. Det positive med et slikt veiprisingsystem er derimot at det potensielt har muligheten til å prisdifferensiere seg på langt flere nivåer sammenlignet med en rushtidsavgift, slik at man antageligvis kan tilpasse trafikkbildet i langt større grad enn det man kan med de systemene man har i dag. Det kan argumenteres for at dette er et mer rettferdig system, da det kan baseres på hvor langt, når på døgnet, hvor du kjører og hvor mye kjøretøyet forurenses, sammenlignet med en enkelt bomplassering. Den etiske problemstillingen er til hvilken pris dette vil være i form av personvern og privatlivets fred. Dersom systemet derimot skulle blitt en realitet, kunne det vært en ide og introdusert det for tungtransporten i en slags første fase, da tungtransporten naturlig nok ikke er like berørt av personvernet. De tekniske løsningene mellom veiprising og personvern kan da videreutvikles i mellomtiden før det eventuelt introduseres for private kjøretøy.