



Bomringen i Oslo

En empirisk undersøkelse av elastisiteter i vegtransporten for Oslo fra 1991 til 2016

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 433



Foto: Andrea R. Møller

Tittel

Bomringen i Oslo

Undertittel

En empirisk undersøkelse av elastisiteter i vegtransporten for Oslo fra 1991 til 2016

Forfatter

Thorkild Bretteville-Jensen

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Transportplanlegging

Prosjektnummer**Rapportnummer**

Nr. 433

Prosjektleder

James Odeck

Godkjent av

Anne Ogner

Emneord

Bomring, Oslopakke 3, Elastisiteter, Generaliserte Kostnader

Sammendrag

Målet med denne rapporten er å estimere priselastisiteten med hensyn til takstene i Oslos bomring, og å gi et innblikk i de planlagte endringene i Oslopakke 3 de kommende årene. Bomkostnadene betraktes i sammenheng med de andre adferd-bestemmende kostnadene for bilbruk, som sammen ofte omtales som generaliserte kostnader.

Title

Toll Roads in Oslo

Subtitle

An empirical study of elasticities in toll roads in Oslo from 1991 through 2016

Author

Thorkild Bretteville-Jensen

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Transport Planning

Project number**Report number**

No. 433

Project manager

James Odeck

Approved by

Anne Ogner

Key words

Toll Roads, Oslopakke 3, Elasticity, Generalised Cost

Summary

The goal of this study is to estimate elasticities with respect to prices in toll roads in Oslo, and to also provide insight to the changes in Oslopakke 3 in the coming years. Toll road costs are reviewed as part of the generalised cost that takes into account all the monetary and non-monetary cost of a journey.

Forord

Denne rapporten er skrevet i forbindelse med et konsulentoppdrag i Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Oppgaven har vært å undersøke elastisitetene i vegtransporten for Oslo i perioden 1991 til 2016.

Jeg ønsker å rette en stor takk til James Odeck og Anne Kjerkreit for god veiledning, og øvrige kolleger i seksjonen for transportplanlegging, ved overordnet leder Anne Ogner, for faglige samtaler og innspill. En spesiell takk går også til Eirik Lund Presterud for et godt samarbeid gjennom hele prosessen.



Thorkild Bretteville-Jensen,

Brynseng, august 2017.

Sammendrag

Vegdirektoratet gjennomfører jevnlig undersøkelser med hensikten å avdekke hvordan trafikkvolum og kjøremønster påvirkes av innføringer og fjerning av bompengeskjeringer. Målet med denne rapporten er å estimere priselastisiteten med hensyn til takstene i Oslos bomring, og å gi et innblikk i de planlagte endringene i Oslopakke 3 de kommende årene.

Antallet passeringer i Oslos bomring er benyttet som et mål for trafikkvolum, og her foreligger det tall på årsbasis fra 1991 til 2016 for hver enkelt bomstasjon. Denne typen data motiverer for en analyse som utnytter panelstrukturen og observerer utviklingen til de samme enhetene over tid.

Bomkostnadene betraktes i sammenheng med de andre adferd-bestemmende kostnadene for bilbruk, og sammen omtales disse ofte som generaliserte kostnader (GK). Resultatene fra Random Effects-estimering beregner en elastisitet med hensyn på GK til mellom -0,1 og -0,5, som samsvarer med tidligere publiseringer om temaet. Det beregnes også en inntektselastisitet på mellom 0,4 og 0,7. utfordringer knyttet til datagrunnlaget og empiri gjør at man likevel burde tolke resultatene med varsomhet.

1. Innledning	1
2. Bomringen i Oslo	2
2.1. Introduksjon.....	2
2.2. Bruk og holdninger.....	3
2.3. Bomringens funksjonsområder.....	6
2.4. Priser og finansiering.....	7
3. Oslopakke 3	9
3.1. Trinn 1	9
3.2. Trinn 2	11
4. Teori.....	13
4.1. Elastisitet	13
4.2. Generaliserte kostnader	14
5. Data	15
5.1. Deskriptiv statistikk.....	15
5.2. Tabeller og figurer.....	17
5.3. Datakilder	27
5.4. Svakheter ved datasettet	29
6. Estimering	30
6.1. Metode.....	30
6.2. Teoretiske modeller	30
6.3. Empiriske utfordringer	32
7. Resultater	35
7.1. Random Effects-estimering	35
8. Konklusjon	40
8.1. Diskusjon.....	40
8.2. Oslopakke 3.....	42
8.3. Styrker, svakheter og forslag til videre arbeid.....	43
8.4. Sammendrag.....	44
9. Appendiks	45
9.1. Referanser.....	45
9.2. Detaljerte modellspesifikasjoner	49
9.3. Beregning av generaliserte kostnader	50
9.4. Tester.....	55
9.5. Tabeller.....	56

1. Innledning

I transportøkonomi er elastisiteter svært viktig for å forstå trafikantenes verdsettelse av ulike former for transport. Myndighetene bruker denne informasjonen til å taksere bruk av broer, tunneler, ferge-transport og andre tiltak som bedrer fremkommelighet for de reisende. Elastisiteter er essensielt for finne prisene som oppnår høyest samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Denne rapporten vil forsøke å tallfest prisfølsomheten til trafikantene med hensyn til prisene i Oslo bomring. I Norge finnes det relativt få studier som omhandler elastisiteter i bomringer. Nasjonale studier fokuserer først og fremst på innføringer eller fjerninger av bompenger, se f. eks. Odeck & Kjerkreit (2008), Jones & Hervik (1992) og Odeck & Bråthen (2008). Fearnley m.fl. (2016) har undersøkt kryss-elastisiteter ved endringer i pris og fremkommelighet for offentlig transport og biltransport.

I Norge er det også blitt utført nasjonale undersøkelser som diskuterer i hvilken grad disponibel inntekt, drivstoffpris og –effektivitet påvirker trafikkvolumet, se f. eks. Fridstrøm (1998) og Odeck & Johansen (2016).

Internasjonalt ble det svært populært å beregne elastisiteter i biltransporten på 1990-tallet, med omfattende undersøkelser i storbyer som New York (Hirschman m.fl., 1995), San Fransisco (Gifford & Talkington, 1997) og Bangkok (Motomura & Laoha-Unya, 1993). Goodwin m.fl. (2004) og Graham & Glaister (2002) drøfter resultatene fra de viktigste publiseringene i litteraturen siden 1990.

De rapporterte elastisitetene for hele utvalget frekventer oftest i området -0,2 til -0,3. På individnivå vil bilistenes tilbøyelighet til å endre reisevaner i stor grad variere mellom reisetypen, reiselengde og tilgang til alternative reisemetoder, i tillegg til en rekke andre faktorer som påvirker fremkommelighet og utgifter for den reisende.

Denne rapporten vil forsøke å estimere prisfølsomheten til bilistene i Oslo-området i perioden 1991 til 2016. Arbeidet er en utvidelse av Statens vegvesens rapport 653, publisert august 2016. Med denne rapporten tilføres en redegjørelse av de planlagte endringene i Oslopakke 3, årene 2009-2016 legges til i datagrunnlaget og det foretas enkelte forbedringer i beregning av GK.

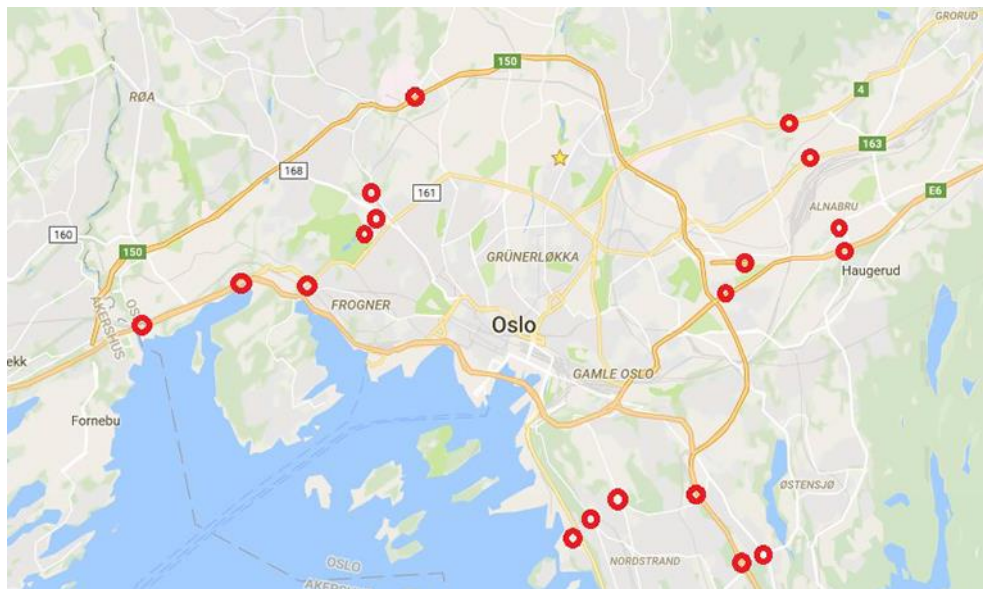
Rapporten er bygget opp som følger: Kapittel 2 presenterer bomringen i Oslo fra et historisk perspektiv og kapittel 3 diskuterer de planlagte endringene. Kapittel 4 introduserer idéene om elastisitet og GK, mens kapittel 5 og 6 gir en innføring av datagrunnlaget og estimeringsmetoden. I kapittel 7 presenteres resultatene fra modell-estimeringene. I kapittel 8 blir resultatene drøftet og sammenlignet med tidligere publiseringer om temaet. Det blir også presentert forslag til videre arbeid, med en kort oppsummering til slutt. Referanser og andre vedlegg er inkludert i kapittel 9.

2. Bomringen i Oslo

2.1. Introduksjon

Bystyret i Oslo og fylkestinget i Akershus besluttet i 1986 å innføre en bompengordning med hensikten å finansiere hovedvegssystemene i Oslo, og for å redusere trafikkveksten i regionen. Prosjektet fikk navnet Oslopakken, senere kjent som Oslopakke 1, og hadde som mål å utbedre ringvegssystemet og store tunneler. 20 prosent av investeringsmidlene skulle også brukes på å forbedre kollektivtilbudet for reisende i regionen (Oslopakke 3, 2017a).

Bomringen som samlet inn pengene kom i drift i 1990. Stasjonene ble strategisk plassert på innfartsårene til sentrum, 3-8 km unna bykjernen, slik at det ikke var mulig å kjøre inn til sentrum uten å passere minst én av bommene. Det ble bestemt at prisen skulle være lik i alle bomstasjonene. Etter planen skulle innkrevningen avvikles i 2007, men stasjonene ble stående etter ønske fra Stortinget.



Figur 2-1: Angir hvor i Oslo de forskjellige bomstasjonene befinner seg.

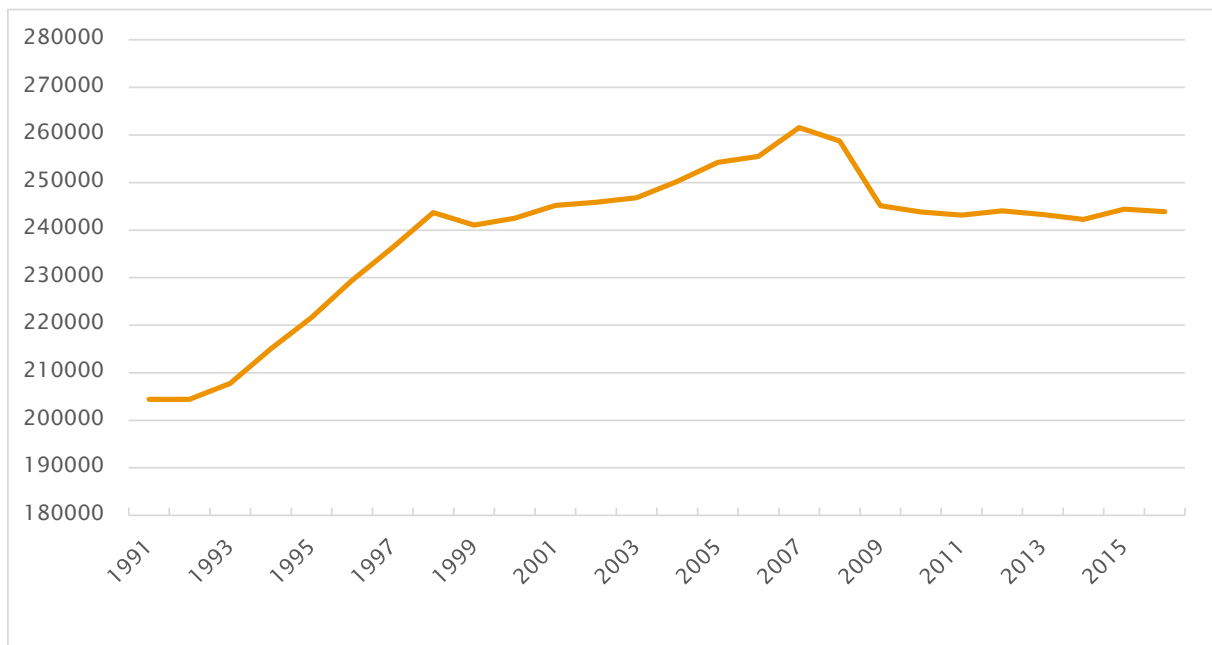
I 2008 gikk bommene fra manuell drift til å bli helautomatiske og oppgraderingen førte med seg en del endringer med hensyn til betaling. Man gikk bort fra rabattordninger med klippekort og periodekort, og innførte et påbud om AutoPASS-brikke i frontruten. Brikken ga 10 prosent prisavslag og store tidsbesparelser i forbindelse med betaling. Det ble også mulig å spore kjøretøyene og gi de reisende andre fordeler som avgiftsfrie passeringer i påfølgende bommer i timen etter første passering.

I 2008 ble det påført ytterligere kostnader for mange av reisende fra Akershus med innføring av nye bomstasjoner ved fylkesgrensen i vest. De nye bomstasjonen fikk navnet Bærumsnippet, og takstene utgjør til enhver tid halvparten av takstene i Osloringen. Utgiftene kommer som et tillegg dersom man passerer bommene i begge fylkene.

2.2. Bruk og holdninger

2.2.1. Antall passeringer

Da bomringen ble introdusert i 1990 passerte rundt 205 000 bilister gjennom bomringen i Oslo hver dag. Som vist i figuren under vokste antallet relativt stabilt frem til innføringen av Oslopakke 3 i 2008. Siden da har antallet falt noe og stabilisert seg til i underkant av 250 000 daglige passeringer.

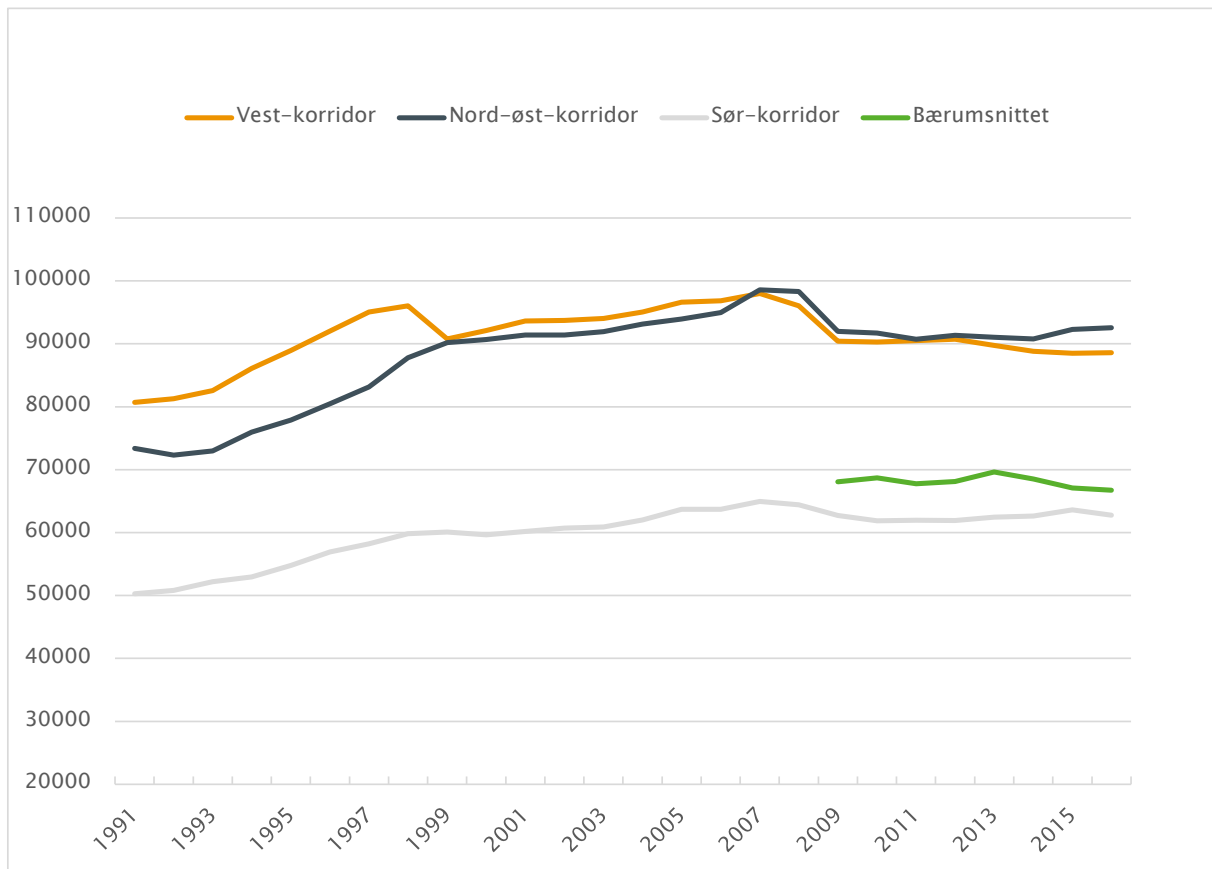


Figur 2-2: Gjennomsnittlig antall passeringer per dag i bomringen i Oslo i tidsperioden 1991-2016. Kilde: fra Fjellinjen AS og Statens vegvesen Region Øst.

I snitt økte trafikken med 1,4 prosent årlig fra 1991 til 2008, men siden har den i snitt falt med 0,7 prosent hvert år. I 2016 var det i underkant av 244 000 daglige passeringer, som betyr at det totalt var om lag 89 millioner passeringer i Osloringen dette året. Dersom man også inkluderer passeringene i Akershus (24 millioner) var det totale antallet passeringer 113 millioner i 2016.

Innføringen av Oslopakke 3 i 2008 påførte særlig trafikanter fra vest økte kostnader som følge av åpningen av Bærumsnippet, og at taksten i bomringen for tunge kjøretøy nærmest ble doblet. Dette, i tillegg til utbygging og forbedring for alternative transportmidler, kan forklare noe av fallet i passeringene de siste årene.

Det er interessant å inndele bomstasjonene i korridorer og betrakte utviklingen i disse over tid. I 2016 var det ca. 32 millioner (36,3 % av det totale antallet) passeringer i vest-korridoren, ca. 33 millioner (38 %) i nord-øst og ca. 22 millioner (25,7 %) i sør¹.



Figur 2-3: Gjennomsnittlig antall passeringer per dag i bomringen i Oslo og Akershus, fordelt på korridorer, i tidsperioden 1991-2016. Kilde: Fjellinjen og Statens vegvesen Region Øst.

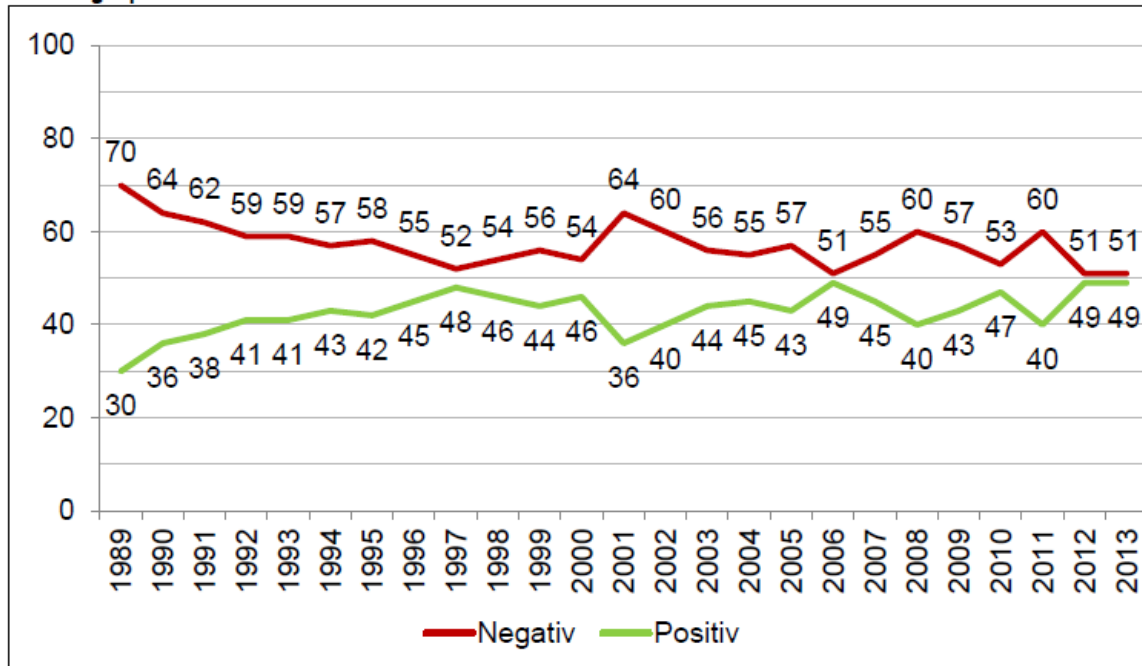
Ved å sammenligne figur 2-2 med figur 2-3, kan man se at det er fallet for Vest-korridoren bidrar det store fallet i totale passeringer i 1999. Vest-korridoren var den mest trafikkerte korridoren frem til 2007, men siden da har Nord-øst-korridoren hatt flest passeringer per år.

¹ Oversikt over hvilke stasjoner som tilhører hvilke korridorene er presentert i Appendiks 9.5.1

2.2.2. Holdninger til bomringen

Forbrukerens holdninger til bomringen har variert mye siden oppstarten i 1991. Det er store forskjeller i oppfatning innad i Oslo-regionen og blant ulike samfunnsgrupper. Oppfatningen av bomringen er mest positiv i tider hvor forbedringer i infrastrukturen for transport nettopp er blitt foretatt eller tydeliggjort. Det er størst misnøye med bomringen i årene etter innføring av nye Oslopakker, og blant forbrukere med relativ lav inntekt og trafikanter som foretar korte, hyppige reiser (Odeck & Kjerkreit, 2008).

Q2: Synes du innføringen av bompenger i Oslo-området var et meget negativt, ganske negativt, ganske positivt eller meget positivt tiltak?



Figur 2-4: Andelen negative og positive til bompenger i Oslo-området, fordelt etter år. Kilde: Prosam 206, Holdningsundersøkelse Bomringen 2013.

Som figur 2-4 viser, var 70 prosent av de spurte negative til bom-ordningen da den ble introdusert i 1990. Andelen negative har falt siden den gangen og har stort sett ligget i underkant av 60 prosent. De siste tallene fra 2013 viser at andelen positive og negative er omtrent lik.

2.3. Bomringens funksjonsområder

I tillegg til å samle inn penger har bomstasjonene andre funksjonaliteter som kan hjelpe myndighetene å oppnå sine mål for trafikk og finansiering av infrastruktur i regionen.

Takstene i bomringen er et virkemiddel for myndighetene til å befordre bruk av en ønsket drivstofftype, såkalte miljødifferensierte takster. I Oslo har bompasseringer for kjøretøy som ikke benytter fossilt brennstoff vært unndratt bomkostnadene. Dette er sannsynligvis en av de viktigste grunnene til at andelen elektriske biler i regionen har vokst fra 0,2 prosent i 2008 til 4,8 prosent i 2016 (se Appendiks 9.5.4, for mer statistikk for kjøretøysbestanden).

Prisdifferensiering mellom lette ($\leq 3,5$ tonn) og tunge kjøretøy ($> 3,5$ tonn) har bidratt til mer samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved at de som bidrar mest til forurensing og slitasje på vegen også betaler mest.

Myndighetene kan også bruke bomringen til å endre trafikkvolumet på vegene, gitt at etterspørselen etter bilreiser i regionen er følsom for bomtakstene. Da bomringen ble innført i 1990 ble det estimert en reduksjon i omfanget av trafikk gjennom bomringen på 6-10 prosent. Et formål med etablering av bom eller høyere takster kan være å stimulere til bruk av alternative transportmidler eller samkjøring.

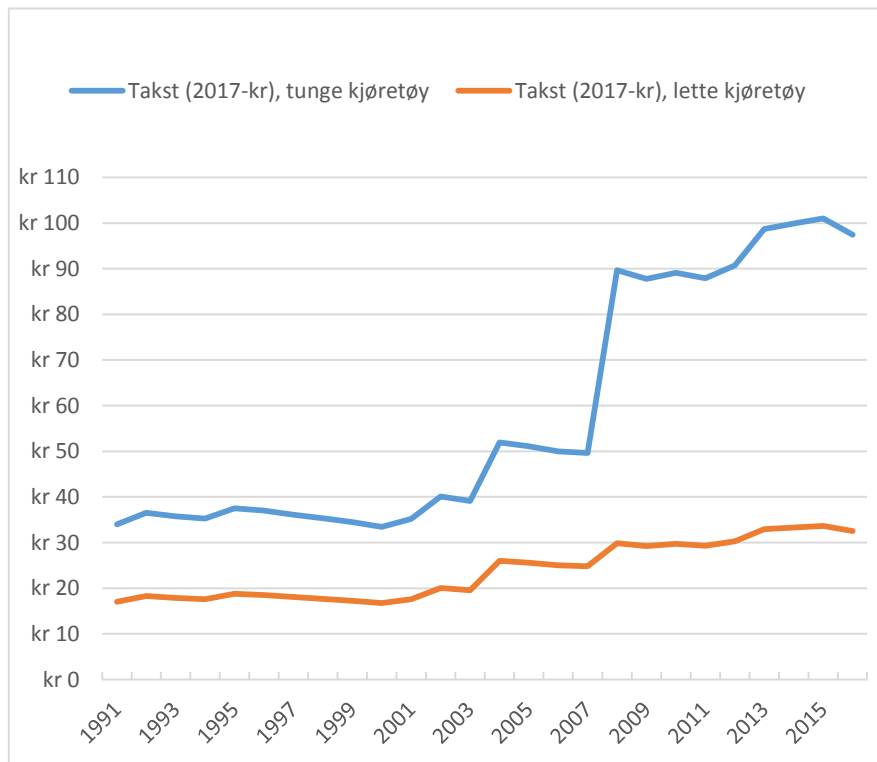
Ved også å prise passeringene forskjellig ved ulike tidspunkter av døgnet kan bomringen være med på å bestemme omfanget av trafikken, bidra til en jevnere gjennomstrømming av biler og mindre kø. Rushtidsavgift, også kjent som kjøprising, er et pristillegg som forekommer ved gitte tidspunkter i døgnet hvor det er ventet at mange vil ønske å benytte vegen og/eller en prisrabatt i perioder hvor vegen er lite brukt.

Rushtidsavgift bygger på det økonomiske prinsippet om at vegen er et normalgode og at bilistene vil substituere seg bort fra rushtiden ved prisstigning. Dette betyr at en noen bilister ikke lenger vil benytte vegen i den definerte rushtiden hvor taksten er høy, men heller kjøre utenom rushtiden hvor taksten er lavere eller anvende alternative transportformer. Bilister med høy betalingsvillighet for å kjøre i rushtiden (dette gjelder f. eks. reisende med liten fleksibilitet med hensyn til arbeidstid) vil måtte betale en høyere pris, men kan til gjengjeld få fordeler gjennom mindre kø ettersom det er færre biler på vegen.

Med jevnere strøm av biler tilfaller det goder både til reisende gjennom tidsbesparelser og til samfunnet i kraft av mindre utslipp. Rushtidsavgift har vært gjennomført i flere norske byer. I Bergen har innføring av avgiften ført til at antallet passeringer i bomringen falt med 14 prosent i rushtiden og 5,4 prosent for døgnet totalt, sammenlignet med året før innføringen (Presterud, 2017).

2.4. Priser og finansiering

Bomstasjonene eies av Oslo Kommune (60 %) og Akershus Kommune (40 %), og driftes av Fjellinjen AS. Takstene i bommen er vedtatt av Statens vegvesen. Fra oppstart og frem til 2008 ble prisene justert med to til fem års mellomrom, men har siden 2008 blitt justert årlig. Med unntak av enkelte politiske inngrep i taksten, som f. eks. innføringen av Oslopakke 2 i 2002, hvor takstene økte som følge av at inntektene fra bomringen i større grad skulle brukes på investeringer i kollektivtilbudet, har prisene blitt justert i henhold til konsumprisindeksen.



Figur 2-5: Takstutvikling for bomringen i Oslo for hhv. lette og tunge kjøretøy, 2017-kroner. Periode: 1991 til 2016. Kilde: Fjellinjen AS.

Som man kan se av Figur 2-5 har det vært en ganske stabil vekst i realprisen for lette kjøretøy. Realprisen var på sitt laveste i år 2000 (16,70 kr) og høyest i 2015 (33,60). For tunge kjøretøy var det et politisk mål at prisen skulle være det dobbelte av prisen for lette. I 2008 ble det bestemt at prisen skulle være det tredoblet av lette, og følgelig det store hoppet i realpris for tunge kjøretøy i dette året. Realprisen for tunge kjøretøy var lavest i år 2000 (33,40 kr) og høyest i 2015 (101 kr).

Inntektene i bomringen har vært en sterk bidragsyter til utbygging av veg og kollektivtilbud. I Oslopakke 1 (1990-2001) ble det investert 11 milliarder til prosjekter i Oslo og Akershus, hvor om lag 6,2 milliarder kroner kom fra bomringen. Det ble vedtatt at andelen av bompenginntektene som skulle gå til utbedringer av kollektivtilbudet i regionen var 20 prosent. Resten av midlene ble brukt på vegprosjekter

og nedbetaling av lån (Lian, 2004). En liste over de viktigste veg- og kollektivprosjektene er presentert i tabell 5-6 og 5-7 i kapittel 5.

Oslopakke 2 ble lagt frem for Stortinget i 1997 og hadde en investeringsramme på 16,8 milliarder. Andelen av bompenginntektene som gikk til utbygging av kollektivtransport i Oslo og Akershus økte fra 20 til 40 prosent, og midlene gikk blant annet til mer miljøvennlige vogner og busser med bedre kapasitet. Finansieringen av Oslopakke 2 ble avsluttet ved sluttgang 2011 (Oslopakke 3, 2017a).

3. Oslopakke 3

Den tredje og gjeldene Oslopakken ble planlagt gjennomført i perioden 2008 til 2036. Oslopakke 3 er omtalt i Nasjonal Transportplan (NTP) 2014-2023, og har en kostnadsramme på 118,5 milliarder kroner (2017-kr). I årene 2008 til 2016, ble 19,7 milliarder fra bomringen brukt til ulike prosjekter i Oslo-regionen, og dette utgjør 62 prosent av de totale investeringene. Hovedmålene i avtalen er å bedre fremkommeligheten for alle trafikantgrupper, men samtidig prioritere kollektiv transport fremfor vegtransport, og fortsette satsningen på gang- og sykkelveger.

For vegtransporten i regionen er det planlagt og vedtatt endringer i bomringen som antas å ha stor innvirkning på trafikkvolumet, inntekter og utslipp av miljøgasser. I revidert avtale for Oslopakke 3 for 2017-2036, som er utarbeidet av styringsgruppen for Oslopakke 3, er det lagt frem et forslag for revidert trafikant-betalingsystem med tids- og miljødifferensierte bomtakster. Endringene vil implementeres trinnvis, i tre faser.

3.1. Trinn 1

Det første trinnet er vedtatt og vil gjelde fra 1. oktober 2017.

Takster for bomringen, 2017-kr							
Trinn 1						01.10.2017	
Kjøretøygrupper	Lette Kjøretøy ≤3500 kg			Tunge Kjøretøy >3500 kg			Merknad
	Normal-takst	Diesel	Nullutslipp	Euro V og eldre	Euro VI	Nullutslipp	
Utenom rush	44	49	0	163	102	0	Nye takster i Osloregionen. I Bærumsnittet økes taksten fra 17,50 til 18 kroner for lette kjøretøy og 52,50 til 54 kroner for tunge,
Rush, 06:30–09:00 og 15:00–17:00	54	59	0	193	132	0	

Tabell 3-1: Nye bomtakster fra revidert avtale for Oslopakke 3 (2017b) i 2017-kroner. Oppdatert i henhold til vedtatte forslag.

For lette kjøretøy vil det være en takst-søkning for alle fossile drivstoff, uavhengig av reisetidspunkt, sammenlignet med tidligere. Det er vedtatt en økning i miljøavgift for bensin og diesel, og i tillegg introduseres en rushtidsavgift på 10 kroner, som vil gjelde fra 06:30 til 09:00, og 15:00 til 17:00 på hverdager, men som ikke kreves inn på helgedager, helligdager/fridager eller juli måned.

Med utgangspunkt i Trinn 1 vil kostnadene for en personbil som kjører på bensin øke med 25,7 prosent dersom han kjører utenom den definerte rushtidsperioden og 54,3 prosent dersom han kjører i rush. Tilsvarende, dersom man eier en lett dieselbil, vil kostnadene øke med henholdsvis 40,0 og 68,6 prosent.

Årsaken til at diesel prises høyere enn bensin har sammenheng med at dieselbiler i snitt forurenses mer enn bensin².

Kjøretøysgruppe		Passerer Bærumsnippet	Kjører i rush	Opprinnelig Pris	Trinn 1 Pris	Prisøkning (%)
Lett	Bensin	Nei	Nei	kr 35,00	kr 44,00	25,7 %
		Nei	Ja	kr 35,00	kr 54,00	54,3 %
		Ja	Nei	kr 52,50	kr 62,00	18,1 %
		Ja	Ja	kr 52,50	kr 72,00	37,1 %
	Diesel	Nei	Nei	kr 35,00	kr 49,00	40,0 %
		Nei	Ja	kr 35,00	kr 59,00	68,6 %
		Ja	Nei	kr 52,50	kr 67,00	27,6 %
		Ja	Ja	kr 52,50	kr 77,00	46,7 %
Tung	Euro V og eldre	Nei	Nei	kr 105,00	kr 163,00	55,2 %
		Nei	Ja	kr 105,00	kr 193,00	83,8 %
		Ja	Nei	kr 157,50	kr 217,00	37,8 %
		Ja	Ja	kr 157,50	kr 247,00	56,8 %
	Euro VI	Nei	Nei	kr 105,00	kr 102,00	-2,9 %
		Nei	Ja	kr 105,00	kr 132,00	25,7 %
		Ja	Nei	kr 157,50	kr 156,00	-1,0 %
		Ja	Ja	kr 157,50	kr 186,00	18,1 %

Tabell 3-2: Oversikt over priser før og etter 01.10.2017, da Trinn 1 i handlingsprogrammet introduseres, med påfølgende prosentvis endring i pris for de ulike kjøretøygruppene og reisetidspunktene.

For tunge kjøretøy vil det ha stor betydning for prisen i bomringen om kjøretøyet har Euro VI-godkjenning. Dette gjelder først og fremst kjøretøy som er kjøpt og registrert etter 2015. Årsaken til differensieringen mellom klassene er blant annet at teknologien til Euro VI-biler gir kraftige reduksjon i utslipp av klimagassen NO₂ i forhold til de foregående Euro-klassene (Hagman & Amundsen, 2013). I tillegg til miljøprisingen kommer en rushtidsavgift på 30 kroner.

Med det nye takstsystemet vil Euro VI-biler, dersom de kjører utenfor rush, prises lavere i Osloringen enn tidligere. Den største prosentvise økningen finner man for tunge, eldre kjøretøy. For de som ikke passerer Bærumsnippet vil endringen bety en økning i pris på 55,2 og 83,8 prosent for hhv. i og utenfor rush.

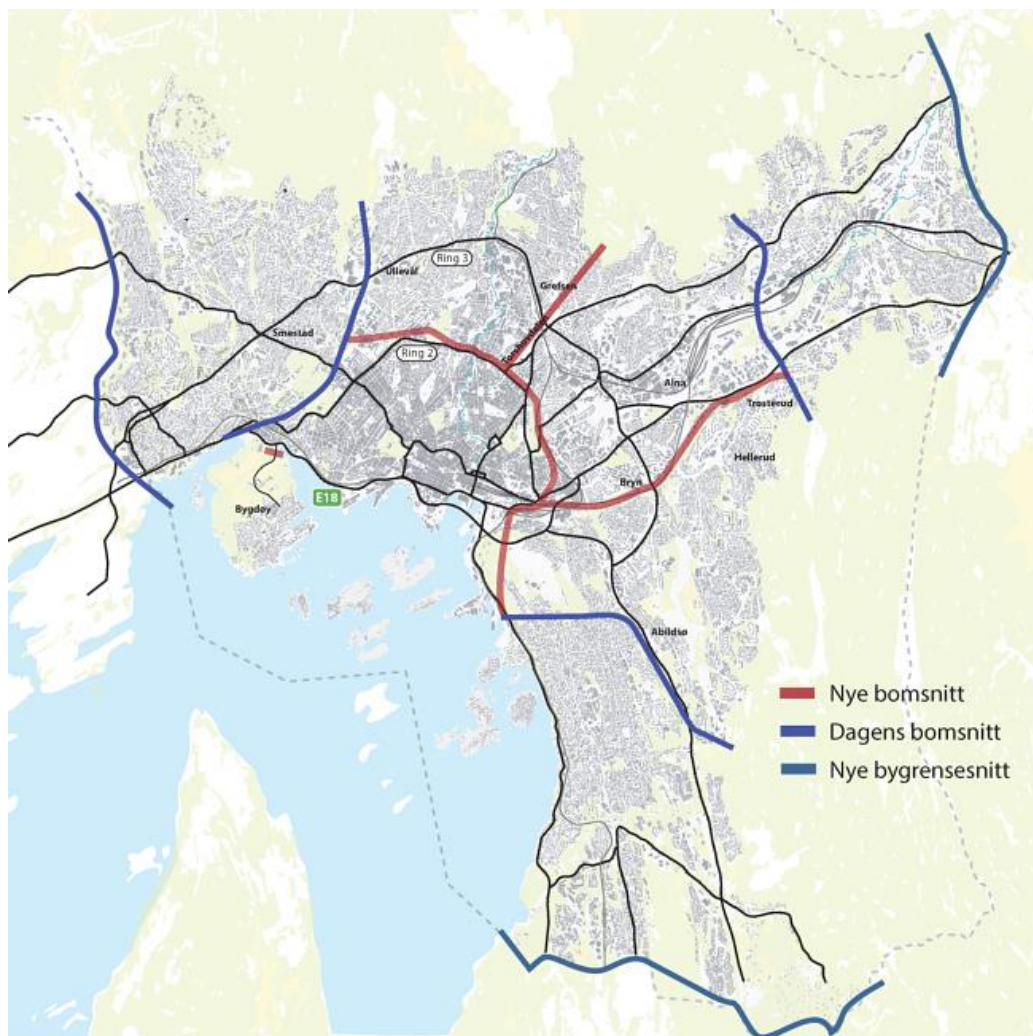
Prisøkningen for tunge kjøretøy kan sammenlignes med endringen som skjedde i 2008, da taksten for tunge kjøretøy gikk fra det dobbelte til tredoblete av det lette kjøretøy betalte. Økningen kan også sammenlignes med rushtidsavgiften som ble introdusert i Bergen i 2016 hvor prisene for tunge kjøretøy økte med 80 prosent (Presterud, 2017). Bomkostnadene i 2007 for et tungt kjøretøy som kjørte fra Bærum til Oslo i rushtiden var 49,6 kr, mens den i 2017 blir 247 kroner. Det betyr at bomkostnadene for en slik tur er femdoblet på ti år.

² Dieselbiler har blant annet høyere andel NO₂ i eksosen enn bensinbiler (NTP, 2016-2019, side 247).

3.2.Trinn 2

Offentliggjøringen av tiltakene som skal implementeres i Trinn 2 fant sted 13.juni 2017. Avtalen er en videreføring av finansieringssamarbeidet mellom Oslo kommune, Akershus fylkeskommune og Staten. De vedtatte endringene trer i kraft fra 1. mars 2019 og vil gi endringer i takster og rabattsystemet, i tillegg til nye bomsnitt.

For at de som bor innenfor dagens bomring også skal bli med på finansieringen, vil det bli satt opp nye bomsnitt rett på utsiden av Ring 2, i tillegg til to nye bomring-armer ved Sinsen/Grefsen og Bryn for å fange tverrgående trafikk rundt sentrum. Tanken bak tiltaket er at flere bilister skal betale for reiser i regionen og at kostnadene skal spres på flere bydeler.



Figur 3-3: Kart over de nye bomsnittene i Oslo sentrum og nye bygrensesnitt i Sør-korridoren. Kilde: Statens vegvesen

I tillegg til den indre bomringen vil det settes opp nye bomringer ved fylkesgrensen i sør, tilsvarende bomsnittet ved fylkesgrensen mot Bærum.

Som man ser av tabell 3-4 vil det være store endringer i priser for alle typer lette kjøretøy. En stor forskjell fra tidligere er at det blir tovegsinnkreving i dagens bomring og den nye indre bomringen, mens man for bomringen ved fylkesgrensen fortsetter å betale kun inn mot Oslo. Timesregelen gjelder også den nye, indre bomringen, slik at man kan passere kostnadsfritt én time etter første betaling i alle bomringene i Oslo. AutoPASS-rabatten vil øke fra 10 til 20 prosent.

Kjøretøysgruppe		Takst ved fylkesgrensen*	Dagens bomring	Indre Bomring	
Lett	Bensin	Utenfor Rush	20	20	16
		Rush	26	26	20
	Diesel	Utenfor Rush	24	24	18
		Rush	29	29	22
	Elektrisk	Utenfor Rush	5	5	4
		Rush	10	10	8

Tabell 3-4: Priser for lette kjøretøy f.o.m 01.03.19, for ulike drivstoff og reisetidspunkt. Priser i 2019-kr. * - Betaler kun én veg (inn mot Oslo).

For første gang vil også elektriske biler måtte betale i bomringen. Takstene er moderate i forhold til bensin og diesel, men de nye kostnadene antas å utgjøre en viss andel av totale kjørekostnadene for elbil, som er betydelig mindre for elbil enn konvensjonelle biler. Hydrogen-biler vil fortsatt være utelatt bomkostnadene og argumentet for dette bygger på behovet for kjøpsinsentiver for å sikre hydrogen-bilers feste i markedet.

Rushtidsavgiften vil variere mellom bomringene og for ulike typer drivstoff. For bensin vil den variere mellom 4 kr og 6 kr, for diesel og elbil mellom 4 kr og 5 kr per passering.

Med de nye prisene i Trinn 2 vil gjennomsnittsprisen per passering øke, men det vil også være noen reisetyper i Trinn 2 som blir billigere sammenlignet med Trinn 1. Dette gjelder blant annet for sjåførere som bor innenfor fylkesgrensen i Oslo, men utenfor dagens bomring. Ifølge den reviderte avtalen for Oslopakke 3 vil takstendringene i trinn 1 og 2 gi en trafikkavvisning i bomringen på 11 prosent i forhold til 2017-nivået. Ved bruk av ytterligere trafikkreduserende virkemidler er målet satt til 15 prosent reduksjon (Oslopakke 3, 2017b).

Trinn 3 vil etter planen innføres fra 1.1.2020. Her er det planlagt økte takster for null-utslippskjøretøy, men rammene for finansieringen er ikke fastsatt per dags dato.

4. Teori

4.1. Elastisitet

Målet med denne rapporten er å tallfeste etterspørselastisiteten (prisfølsomheten) i vegtransporten i Oslo. Elastisitet er en egenskap ved etterspørselen som angir hvordan den endres som følge av endringer i priser og inntekt³. Denne rapporten tar utgangspunktet i to måter å analysere etterspørselseffekten av kostnadsendringer. Den ene metoden vil se på den isolerte endringen i reaktaksten, mens den andre vil behandle bomkostnadene som en del av de totale adferd-bestemmende kostnadene ved bilkjøring (GK).

GK er nærmere beskrevet i avsnitt 4.2 og beregningen av GK er nøye forklart i Appendikset.

Elastisiteten måles som den prosentvise endringen i antall passeringer i bomringen ved prosentvise endringer i GK, kontrollert for et sett med variabler som antas også å påvirke etterspørselen. Elastisiteten er definert

$$(4.1) \frac{\text{Relativ endring i etterspørsel etter kjøring}}{\text{Relativ endring i generaliserte kostnader}} = \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right) / \left(\frac{\Delta x_i}{x_i}\right) ,$$

hvor ΔY er endring i etterspørsel for endogen i variabel Y , og Δx_i er endring i GK. Denne måten å estimere elastisitet på kalles arc-elastisitet.

I praksis kan prisfølsomheten estimeres på mange ulike måter og den mest presise metoden avhenger av proporsjonene på forklaringsvariablene. Endringen i GK fra år til år er i mange tilfeller marginal, og en alternativ måte å måle elastisiteten kan defineres kan skrives

$$(4.2) e_{x_i}^{\text{punkt}} = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right) / \left(\frac{\Delta x_i}{x_i}\right) = \frac{x_i}{y} \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right) .$$

Denne elastisiteten kalles punktelastisitet.

³ Store Norske Leksikon, <https://snl.no/elastisitet> - %C3%B8konomi

4.2. Generaliserte kostnader

GK angir trafikantens samlede reiseoppofrelse og består i hovedsak av fire komponenter; bomring-utgifter, tidskostnad, drivstoffkostnad, og andre kostnader. De generaliserte kostnadene for et individ i kan skrives på følgende måte;

$$(4.3) GK_{it} = Bomutgifter_{it} + Tidskostnad_{it} + Drivstoffkostnad_{it} + AndreKostnader_{it},$$

der tidskostnad er angitt i tidsbruk, drivstoffkostnad og andre kostnader er angitt i kostnad per km, og utgiftene til bomring er en fast kostnad som avhenger av biltype. Notasjonen refererer til individ i på tidspunkt (år) t .

For å aggregere GK_i til regionalt nivå, vektes GK_i med gjennomsnittlig lengde og tidsbruk for reiser med bil i regionen. Man vil da få estimert en kostnad for en gjennomsnittlig biltur hvor man passerer bomringen i Oslo for hvert år.

5. Data

5.1. Deskriptiv statistikk

Det analyserte datasettet er organisert som et panel, med de tre korridorene som «individ». Som vist i tabellen under, vil det være store forskjeller både mellom korridorene og i korridoren over tid for antall passeringer, inntekt, befolkning og andre variabler som har med transportsektoren.

Tabell 5-1 gir en oversikt over variablene i paneldatasettet.

Variabel	Gj.snitt	Standardfeil	Min	Maks	N	n	T	
Antall Passeringer	79 671,45	overall	15 256,3	50 288	98 590	78	3	26
		between	17 224,8					
		within	5 691,3					
GK, lett (2017-kr)	113,1	overall	14,4	97,2	136,5	78	3	26
		between	0					
		within	14,4					
GK, tung (2017-kr)	348,4	overall	50,5	295,1	429,5	78	3	26
		between	0					
		within	50,5					
Bomkostnad, lett (2017-kr)	23,5	overall	5,9	16,7	32,5	78	3	26
		between	0					
		within	5,9					
Bomkostnad, tung (2017-kr)	58,2	overall	26,4	33,4	100,3	78	3	26
		between	0					
		within	26,4					
Medianinntekt (2017-kr)	485 638,6	overall	63 693,1	375 748,30	613 337,60	33	3	11
		between	64 125,5					
		within	35 067,8					
Befolkning	223 423,2	overall	144 325,2	108 826	452 100,10	33	3	11
		between	173 074,1					
		within	15 360,0					
Veg-infrastruktur	0,32	overall	0,47	0	1	78	3	26
		between	0,06					
		within	0,47					
Kollektiv-infrastruktur	0,24	overall	0,43	0	1	78	3	26
		between	0,17					
		within	0,41					

Tabell 5-1: Oversikt over den avhengige variabelen og de viktigste forklaringsvariablene. Tabellen viser variablenes gjennomsnittsverdier, variasjon within og between, total standardfeil og min og maks verdier.

Det er totalt tre korridorer (n=3) som analyseres i 26 år (T=26) fra 1991 til 2016. Det gir maksimalt 78 (N=78) observasjoner for hver variabel.

Tabell 5-1 viser at det i perioden passerer i gjennomsnitt i underkant av 80 000 biler hver dag i hver korridor. Det er større variasjon mellom korridorene enn det er i korridoren over tid.

Utgifter til bilkjøring er i gjennomsnitt 113 og 348 kroner for henholdsvis lette og tunge kjøretøy i tidsperioden. GK varierer over tid, men ikke mellom korridorene. Det samme gjelder bomkostnadene, som er i snitt er 23,50 kroner for lette og 58 kroner for tunge kjøretøy. Variasjonen over tid er større for GK enn bomkostnader, hvilket er naturlig da GK består av flere kostnadskomponenter.

Gjennomsnittlig medianinntekt er på i overkant av 485 000, men her er det stor variasjon mellom korridorene og over tid. Inntektsdata for korridorer er tilgjengelig kun for 11 år.

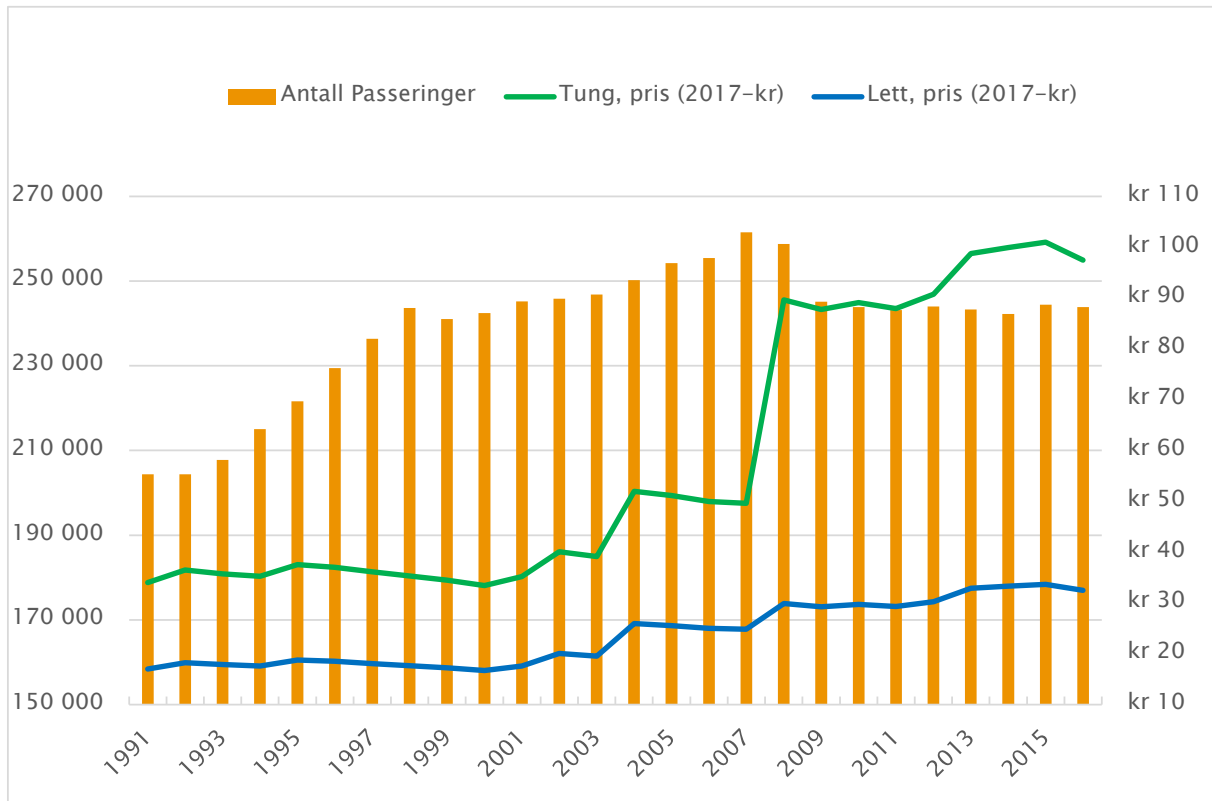
For befolkning er det gjennomsnittlig i overkant 223 000 mennesker som bor i bydelene som ligger i geografisk nærhet til de ulike korridorene. Dette er altså mennesker som bor innenfor bygrensen, men på utsiden av bomringen. Variasjonen mellom korridorene er svær stor, men også over tid er det endringer. Befolkningsdata på bydelsnivå er tilgjengelig i 11 år, som gir N=33. Se tabell 5-5 for mer detaljert informasjon.

For infrastruktur for veg er det i gjennomsnitt en forbedring i korridoren i 32 prosent av årene, eller i gjennomsnitt hvert tredje år. Variasjonen over tid er større enn mellom korridorene enn over tid. For kollektivtilbud skjer forbedringer for en korridor i gjennomsnitt i 24 prosent av årene, eller hvert fjerde år. Tabell 5-6 gir mer informasjon om utviklingen i infrastruktur.

5.2. Tabeller og figurer

5.2.1. Antall passeringer i bomringen og takster

Figur 5-2 viser passeringer i bomringen i sammenheng med realtaksten i bomringen for lette og tunge kjøretøy.



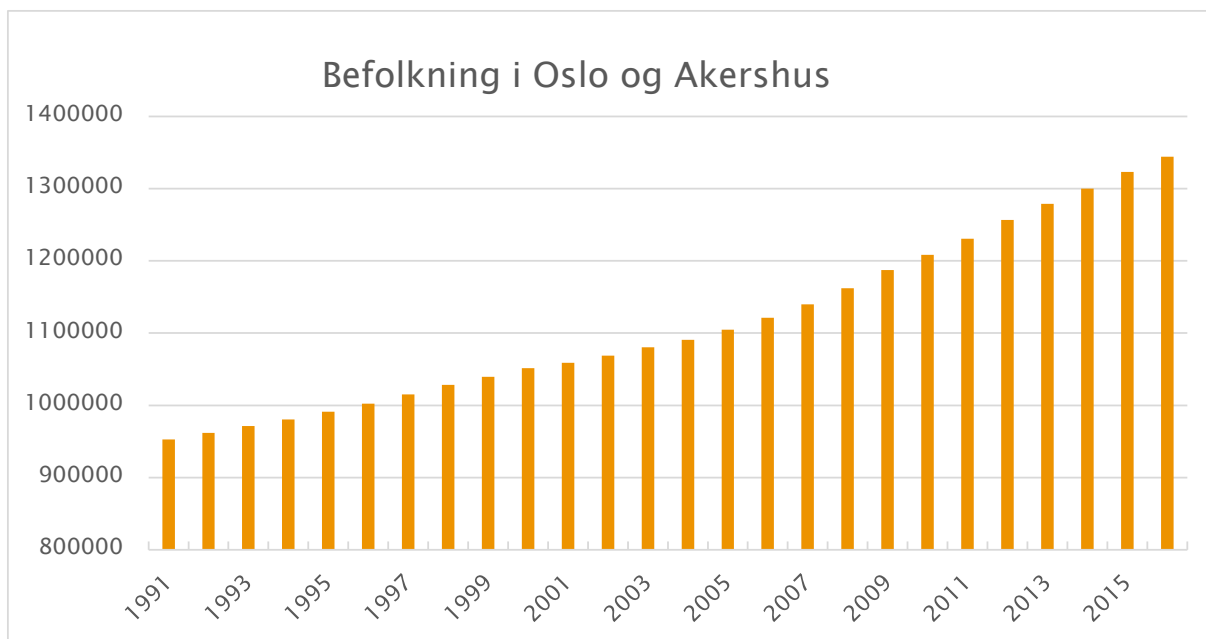
Figur 5-2: Antall gjennomsnittlige passeringer og takster i bomringen i Oslo. Kilde: Fjellinjen AS og Statens vegvesen region øst.

Figur 5-2 har antallet passeringer på primæraksen og realtaksten i 2017-kroner på sekundæraksen. Den viser at det har vært vekst i trafikken totalt over hele perioden, men at økningen i takstene i forbindelse med introduksjonen av Oslopakke 3 ser ut til å ha bidratt til redusert trafikk de siste årene.

5.2.2. Befolkning og inntekt

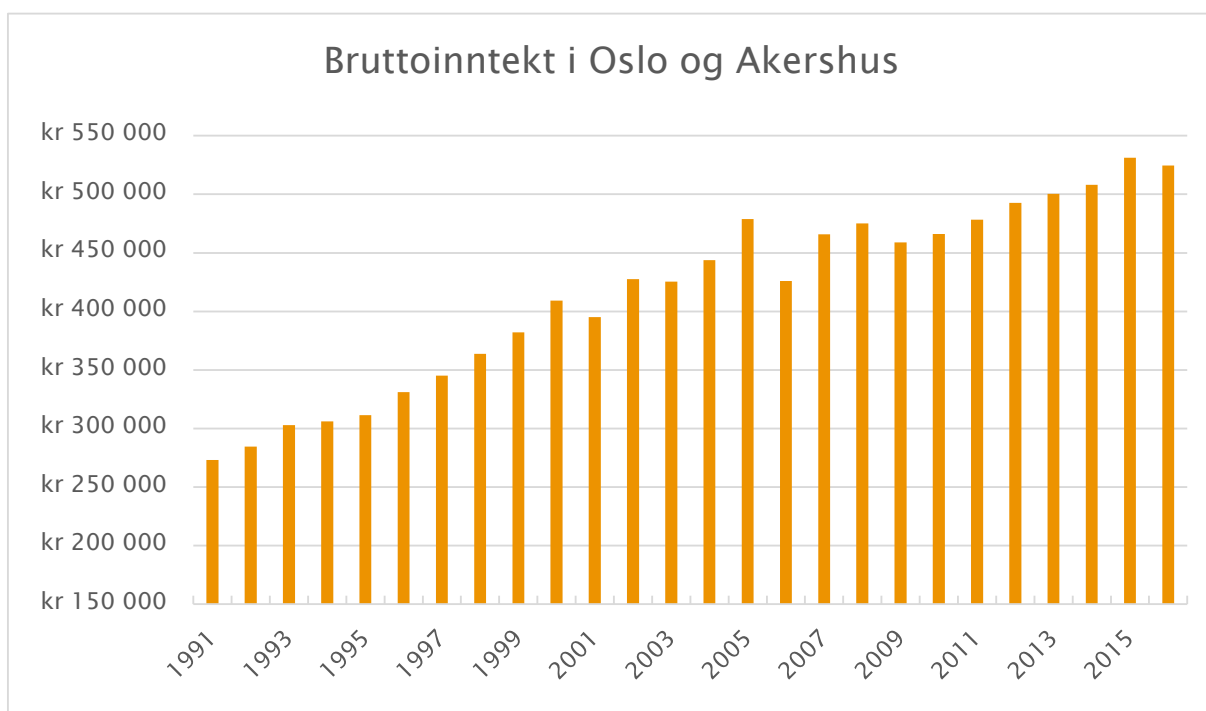
Det har vært en stor økning i både befolkning og inntekt i den analyserte tidsperioden 1991 til 2016.

Populasjonsveksten i regionen har vært relativt stabil, og i snitt har befolkningen vokst med 1,3 prosent hvert år. Fra figur 5-3 ser det ut til å være et trendskifte rundt 2006 hvor veksten tiltok noe, og i de siste ti årene har veksten ligget på rundt 1,8 prosent.



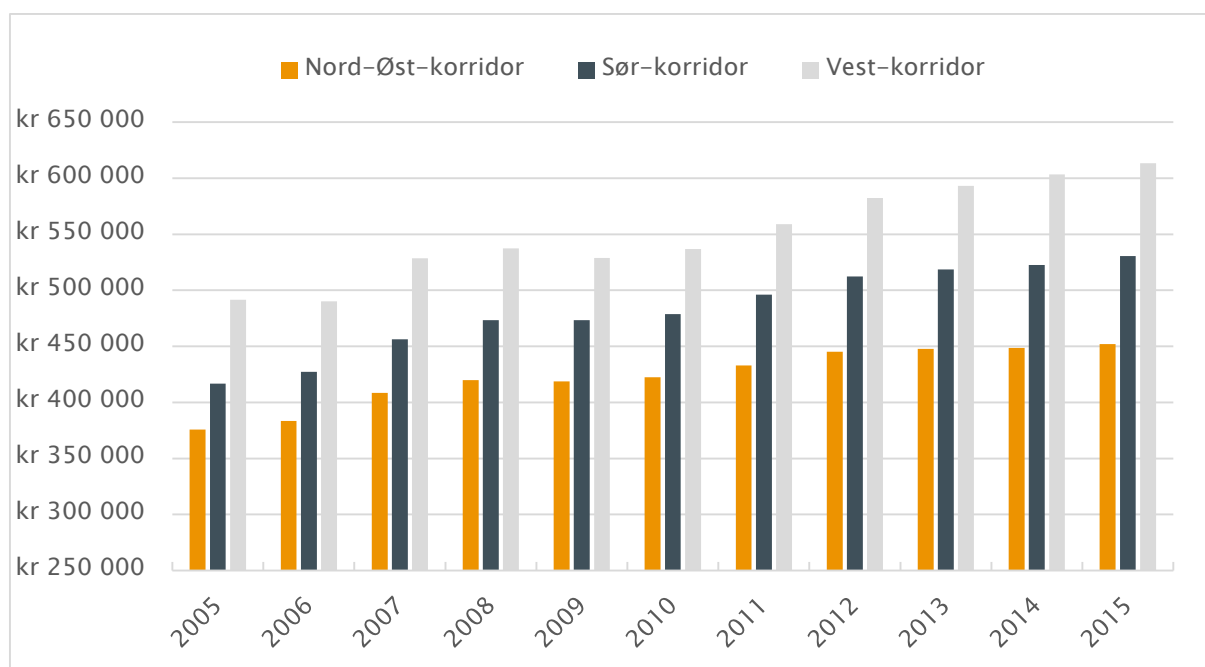
Figur 5-3: Innbyggere i Oslo og Akershus, fra 1991 til 2016. Kilde: SSB.

Det har vært en tilsvarende økning i bruttoinntekt i Oslo-regionen. I snitt har inntekten i regionen økt med 2,7 prosent hvert år, men det har også vært år med lavere inntekt enn det foregående året. Som vist i figur, er dette særlig gjeldende i årene rundt finanskrisen i 2007.



Figur 5-4: Gjennomsnittlig bruttoinntekt i Oslo, fra 1991 til 2016. Kroner i 2017-kroner. Kilde: SSB

Dersom man betrakter inntekt i bydelene vil man finne at det er relativt store forskjeller i inntekt innad i Oslo og i korridorene.



Figur 5-5: Medianinntekten (2017-kr) i korridorene Vest, Nord-Øst og Sør fra 2005 til 2015. Kilde: SSB.

Som man ser av figur 5-5 er inntekten i Vest-korridoren høyest i hele perioden. Inntekten i Sør-korridoren varierer mellom 84 og 87 prosent av inntekten i Vest-korridoren, mens den for Nord-Øst varierer mellom 73 til 79 prosent av Vest.

5.2.3. Vegtransport

En faktor som kan påvirke etterspørselen etter bilreiser er regionens kvalitet i veg-infrastruktur. Oslopakkene har bidratt til finansiering av over 100 prosjekter mellom 1991 og 2016, av større og mindre betydning for trafikantene i Oslo-regionen.

Tabell 5-6 gir en oversikt over store vegprosjekter i den analyserte perioden. Antar at forbedringer i vegstrukturen kun påvirker antall reisende i området (korridorene) hvor forbedringer finner sted, og ikke i regionen som helhet. Hvilke prosjekter som påvirker hvilke korridorer er angitt i kolonnen «Forbedring i korridor» i tabellen.

År	Store Veiåpninger	Forbedring i korridor
1991	Rv 4 Slattum – Skøyen i Nittedal, Rv 162 Ring 1 Vaterlandstunnelen	Nord-øst, Sør
1992	Rv 150 Ring 3 Granfosstunnelen	Vest
1993	E6 Vinterbro–Vassum	
1994	Rv 150 Ring 3 Sinsen–Storo, Rv 160 Bekkestuatunnelen	Vest, Nord-øst
1995	E6 Ekeberg tunnelen	Sør
1996		
1997	Rv 159 Knatten–Lørdagsrud, RV 150 Ring 3	Vest, Nord-øst, Sør
1998	Rv 159–Rv 22, E6 Skullerudkrysset	Nord-øst, Sør
1999	Rv 150 Ring 3	Vest
2000	E6 Svartdalstunnelen	Nord-øst
2001	Rv 161 Galgebergforbindelsen	Nord-øst
2002		
2003	Rv 4 Gjellåresen–Slattum, Rv 159	Sør
2004	E6 Klemetsrud–Assurtjern	Nord-øst
2005		
2006		
2007		
2008		
2009	E6 Assurtjern–Vinterbro, E16 Wøyen–Bjørnum	Vest, Sør
2010	Operatunnelen åpnet	Vest, Sør
2011		
2012		
2013	Rv 150 Ulven–Sinsen hovedvegssystem åpnet	Nord-øst
2014	E18 Bjørvika-prosjektet ferdigstilt, Rv 150 Ulven–Sinsen ferdigstilt	Nord-øst
2015	E18 Sydhavna, Rv 22 Lillestrøm–Fetsund	Nord-øst, Sør
2016		

Tabell 5-6: Oversikt over gjennomførte vegprosjekter i Oslo-regionen, 1991 til 2016. Kilde: Oslopakke 3 (2017a).

Denne beregningen gir at det i Vest-korridoren har vært 6 år med forbedringer i vegnettet (23 %), for Nord-øst-korridoren har det vært 10 år med forbedring (38 %) og Sør-korridoren, 8 år (30 %) i løpet av de 26 årene.

5.2.4. Kollektivtransport

Et av satsingsområdene i Oslopakkene var å forberede kollektivtilbudet for reisende gjennom blant annet å tilby flere avganger, mer moderne transportmidler og oppgradering av stoppesteder. Kollektivreiser anses for mange som substitutt for bilreiser, og det antas at bedret kollektivtilbud vil kunne påvirke etterspørselen etter å benytte bil i regionen.

I modellering kan det benyttes to metoder for å kontrollere for kollektivvirksomhet i regionen.

- Forbedringer i infrastrukturen for kollektiv for buss, t-bane eller tog.
- Bruke kollektivavganger som et mål for kollektivvirksomhet

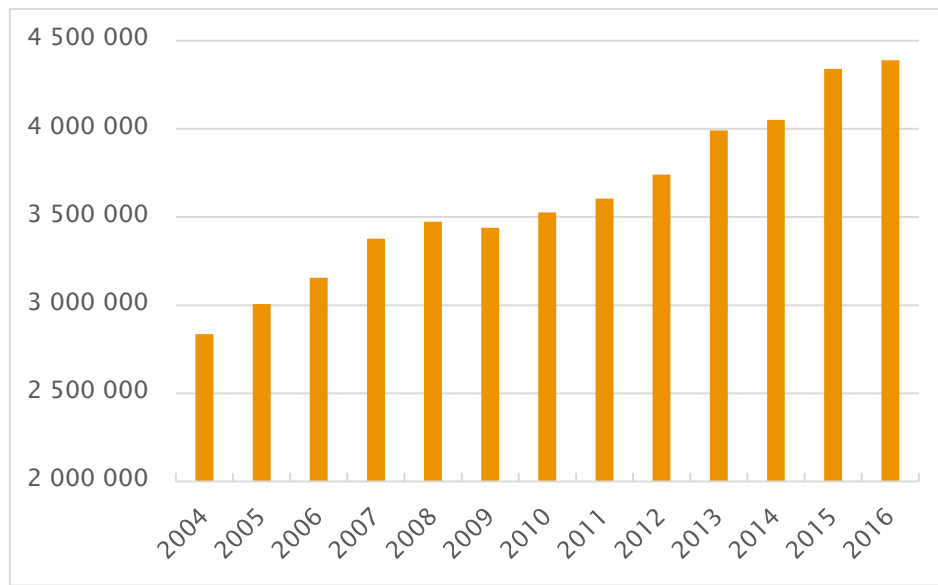
Dersom man antar at forbedringer i kollektivtilbudet kun påvirker antall reisende i området hvor forbedringen finner sted, og ikke i regionen som helhet, kan man fremstille følgende tabell:

År	Forbedringer i kollektivinfrastruktur	Forbedring i korridor
1991		
1992		
1993	Lysaker kollektivknutepunkt for buss og tog	Vest
1994		
1995	Vikatrikken, Oppgradering av Røabanen, Helsefyrt kollektivknutepunkt	Vest, Nord-øst, Sør
1996	Bekkestua kollektivterminal	Vest
1997	T-bane forlengelse fra Skullerud til Mortensrud	Nord-øst
1998	Lillestrøm kollektivknutepunkt, Skøyen kollektivknutepunkt	Vest, Nord-øst
1999		
2000		
2001		
2002		
2003	Åpning av Nydalen og Storo stasjon	
2004		
2005		
2006	Ringens T-bane, Strømmen kollektivterminal	Nord-øst
2007		
2008	Kolsåsbanen ferdigstilt til Montebello, Ullernåsen og Åsjord	Vest
2009	Nesoddtangen terminal	Vest
2010	Kolsåsbanen ferdigstilt til Bjørnsletta	Vest
2011	Kolsåsbanen ferdigstilt til Jar, Ringstadbekk og Bekkestua	Vest
2012	Kolsåsbanen ferdigstilt til Gjøannes	Vest
2013	Kolsåsbanen ferdigstilt til Haslum og Avløs, oppgradering av Lambertseterbanen og Grorudbanen	Vest, Nord-øst, Sør
2014	Kolsåsbanen ferdigstilt til Kolsås	Vest
2015		
2016	Lørenbanen åpnet	Nord-øst

Tabell 5-7: Oversikt over gjennomførte kollektivforbedringer i Oslo-regionen, 1991 til 2016. Kolonnen, Kilde: Oslopakke 3 (2017a).

I tabell 5-7 angir kolonnen «Forbedringer i korridor» hvilke korridorer som trolig har blitt påvirket av endringene i infrastrukturen for kollektiv, i det aktuelle året. Denne beregningen av kollektivtilbudet gir forbedringer for Vest-korridoren i 11 år (42 %), for Nord-øst-korridoren 6 år (23 prosent) og Sør-korridoren 2 år (7 prosent).

En alternativ metode for kontroll er å bruke antallet kollektivavganger i regionen som mål på aktivitet. Her foreligger det tall fra 2004 til 2016, og tabellen under viser hvordan utviklingen i perioden.



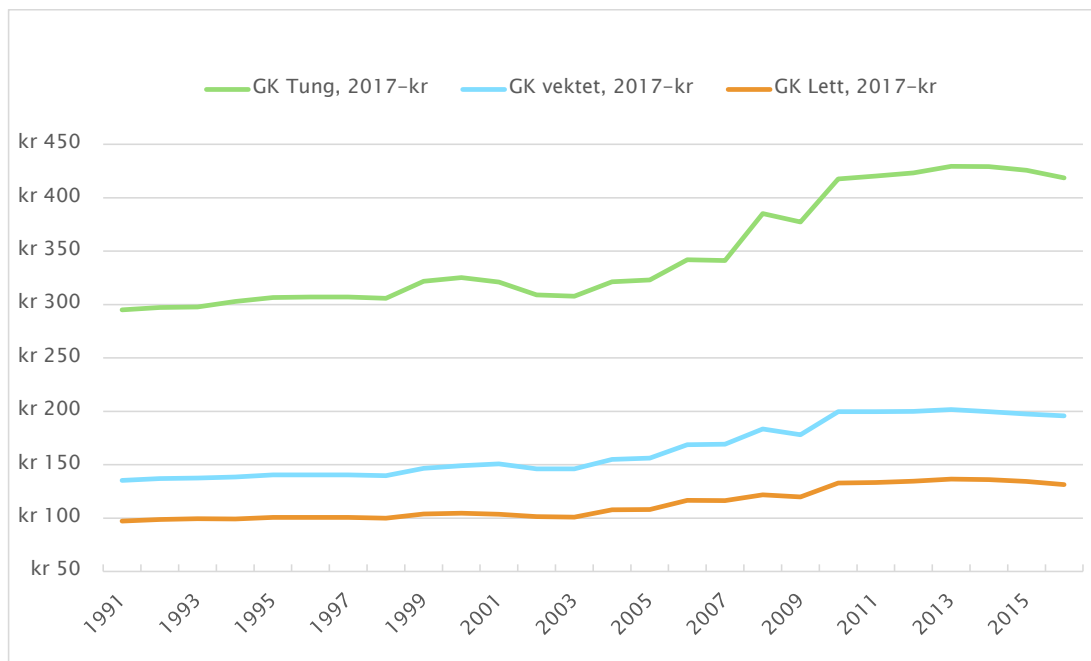
Figur 5-8: Antall kollektivavganger i Oslo i tidsperioden 2004 til 2016. Kilde: Ruter AS og Sporvegen AS.

I tidsperioden har antall avganger gått fra 2,8 millioner i 2004 til nesten 4,4 millioner i 2016, som er en årlig gjennomsnittlig økning på ca. 3 prosent. Kollektivavgangene består av om lag 7 prosent t-banenavganger, rundt 82 prosent buss og rundt 10 prosent er trikk.

5.2.5. Generaliserte kostnader

Beregningen av GK tar utgangspunkt i formel (4.3) i avsnitt 4.2

Tabell 5-9 viser utviklingen til GK fra 1991 til 2016. GK er betydelig høyere for tunge kjøretøy enn for lette. Årsaken til dette er blant annet høyere utgifter til drivstoff, bomring og oppbevaring, se Appendiks 9.3 for mer informasjon. Den prosentvise økningen i GK fra år til år er i snitt 1,2 og 1,4 prosent for henholdsvis lette og tunge kjøretøy i hele perioden. Den blå linjen viser utviklingen til kostnadsestimatene med vekting i andelen av de to vekt-klassene i kjøretøysbestanden.



Figur 5-9: Utviklingen til GK fra 1991 til 2016, i 2017-kr.

For lette kjøretøy var GK lavest i 1991 (97 kr) og høyest i 2013 (136 kr). For tunge kjøretøy var GK lavest i 1991 (295 kr) og høyest i 2013 og 2014 (429 kr). Det vektete estimatet vil ligge nærmere estimatet for lette kjøretøy ettersom lette kjøretøy utgjør om lag 80 prosent av kjøretøysbestanden.

5.2.6. Tidskostnader

Tidskostnader inngår som en del av de generaliserte kostnadene, som nevnt i avsnitt 4.2. Tidskostnader kan variere mye mellom år og individer, og ved ulike reisetyper og reisetidspunkt. Tid er en svært begrenset ressurs, slik at tid som benyttes til et formål vil alltid gå på bekostning av en alternativ anvendelse.

Trafikanterers tirs vurdering fra Statens vegvesen Håndbok V712 har benevnings kroner per time og vektet med personbelegg. Takstene er sortert og rangert på tre typer reisemål;

- Tjenestereiser
- Reiser til og fra jobb
- Fritidsreiser

Konsekvensanalyse	Tjenestereise	Reise til og fra jobb	Fritidsreise
V712, juni 2017	kr 487,06	kr 108,60	kr 92,15

Tabell 5-10: Estimerte tidskostnader for tjenestereiser, reiser til og fra jobb og fritidsreiser justert til 2017-kroner. Kilde: Statens vegvesen Håndbok V712.

Tidskostnadene er estimert i kroner per time, og det er derfor interessant å ta med gjennomsnittlig tidsbruk på bilreiser i tidsperioden. I beregningen vil estimatet for tidskostnaden hvert år vektet med andelen tjenestereiser, reiser til og fra jobb og fritidsreiser.

RVU	Tidsbruk i minutter	Andel tjenestereiser	Andel til og fra jobb	Andel fritidsreiser
1992	17	15 %	23 %	62 %
1998	16,6	15 %	23 %	62 %
2001	18	15 %	23 %	62 %
2005	17	17 %	24 %	59 %
2009	18	17 %	24 %	59 %
2013	20	17 %	24 %	59 %

Tabell 5-11: Gjennomsnittlig tidsbruk i minutter og fordelingen mellom typer reiser i Oslo-regionen, hentet fra de publiserte RVU-ene.

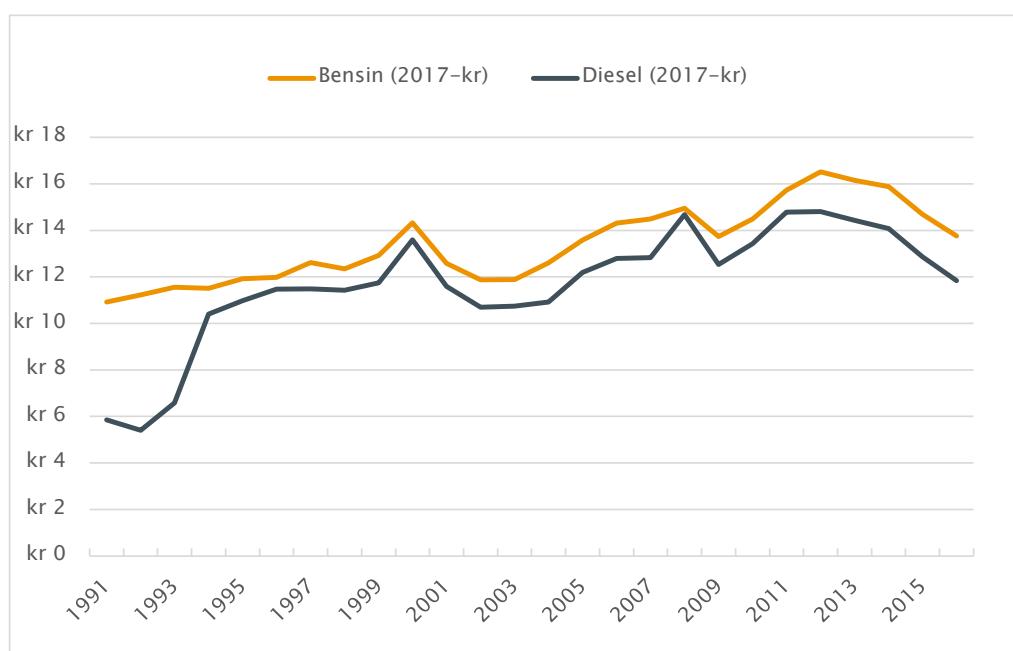
Som vist i tabell 5-11 har tidsbruk og reisetypen-fordeling vært svært stabil i perioden.

5.2.7. Drivstoffkostnader

Den tredje komponenten i (4.3) er drivstoffkostnader. Dette omfatter alle utgifter i forbindelse med innkjøp av bensin og diesel, eller ved ladning av elektriske kjøretøy. Kostnaden for individene vil variere mellom typen drivstoff, vekten på kjøretøyet og over tid.

Drivstoffkostnad vil naturligvis avhenge av distansen man reiser, og i analysen tar man utgangspunktet i gjennomsnittlig reiselengde for de ulike årene. Ifølge RVU-ene som ble publisert i perioden har gjennomsnittlig reiselengde variert fra 12,3 km til 15,8 kilometer.

Realprisen på bensin har hatt en realøkning på 26 prosent siden 1990, mens den for diesel er doblet. Drivstoffkonsumet per kilometer for konvensjonelle biler er hentet fra Håndbok V712 fra 2017. Her antas det en lett bensinbil bruker 0,072 liter per kilometer, mens en lett dieselbil bruker 0,051 liter.



Tabell 5-12: Utviklingen i priser for bensin og diesel fra 1991 til 2016, angitt i 2017-kr. Kilde: SSB.

Strømprisen er hentet fra SSB og er basert på husholdningenes pris og gitt som øre/kWh. Realprisen her har variert fra 39 øre i 1998 til 60, i 2016. For strømforbruk til elbiler er det vanlig å ta utgangspunkt i 0,2 kWh per kilometer (Elbilforeningen⁴), men i analysen vil 0,25 kWh benyttes for å ta høyde for at tallene presentert av interesseorganisasjonen kan være lave.

Statens vegvesen, Håndbok V712		
Drivstofftype	Vekt	Konsum per km
Bensin	Lett	0,07 liter
	Tung	0,281 liter
Diesel	Lett	0,052 liter
	Tung	0,199 liter
Elbilforeningen		
Drivstofftype	Vekt	Konsum per km
Elbil	Lett	0,250 kWh
	Tung	0,975 kWh

Tabell 5-13: Oversikt over drivstoffbruken fra forskjellige typer kjøretøy. Hentet fra Håndbok V712 (2017) og Elbilforeningen.

⁴ <https://elbil.no/stromforbruk-pa-en-elbil/>

5.2.1. Andre kostnader

Den siste komponenten i (4.2) er andre kostnader, som er en paraplybetegnelse for distanseavhengige kjøretøykostnader, eksklusivt drivstoff. Dette omfatter blant annet utgifter til olje, dekk, reparasjoner i tillegg til avskrivninger i henhold til distanse. Størrelsen på disse utgiftene vil variere for ulike typer kjøretøy, og det skilles mellom lette og tunge kjøretøy.

Kostnadskomponent	Lette kjøretøy	Tunge Kjøretøy
Olje/dekk	kr 0,21	kr 0,84
Reparasjon	kr 1,04	kr 1,86
Kapitalkostnad	kr 0,74	
Avskrivninger		kr 0,60
Totalt (2013-kr)	kr 1,99	kr 3,30
Totalt (2017-kr)	kr 2,18	kr 3,62

Tabell 5-14: Oversikt over distanseavhengige kostnader, justert fra Håndbok V712 (2017). Kostnaden er gitt som gjennomsnitt kr/kjøretøy-km.

Andre faste kostnader som parkeringsavgifter er sett bort i fra i denne analysen. For å kunne beregne hva trafikantene betaler i avgifter, må man ha oversikt over avgiftenes størrelser, antall parkeringsplasser og utnyttelsesgraden av disse, og det finnes dessverre ingen oversikt over dette for Oslo-regionen i den analyserte tidsperioden.

5.3. Datakilder

Datamaterialet som benyttes i analysen har mange ulike opphav, men er utelukkende basert på kvantitative undersøkelser, registreringer eller makroverdier. Innsamlet data er organisert som et panel, hvor man har årene 1991 til 2016 som tidsdimensjonen og korridorene Vest, Nord-øst og Sør som individ-dimensjon.

Appendiks 9.1 gir en detaljert henvisning til referanser og kildematerialet.

5.3.1. Antall passeringer i bomringen

Antall passeringer i bomringen vil benyttes som den avhengige variabelen i analysene. Passeringstall for Oslo er basert på tall fra Fjellinjen AS (1991-2008) og Statens vegvesen Region Øst/Oslo Kommune (2000-2016). Passeringene er gitt som månedlige passeringer, men for å korrigere for måneder med manglende data er passeringene transformert til gjennomsnittlig antall passeringer per måned for hvert år.

Tall for passeringer i Bærumsnittet er basert på data fra Statens vegvesen Region Øst/Oslo pakke 3 sekretariatet, og her forekommer det data fra 2009 til 2016.

5.3.2. Befolkning og inntekt

Data for befolkning og inntekt i Oslo-regionen (Oslo og Akershus) er hentet fra SSB, og det er tilgjengelig data for hele perioden⁵. I denne sammenheng er inntekt den gjennomsnittlige bruttoinntekten for bosatte personer over 17 år i Oslo og Akershus.

Det foreligger også befolkning- og inntektsstatistikk for de forskjellige bydelene i Oslo. Det gjør det mulig å differensiere inntekt og befolkning på de ulike korridorene i vest, nord-øst og sør. Oversikt over hvilke bydeler som korridorene består av er presentert i 9.5.1. Korridorenes befolkning er summen av personer i korridorenes tilhørende bydeler. Korridorens bydelsinntekt er medianinntekt for hver bydel som inngår i korridoren, vektet med befolkning.

5.3.3. Vegtransport

Data for kjøretøysbestand er hentet fra SSBs kjøretøysstatistikk. Tall fra 1991 til 1997 skiller ikke mellom lette og tunge kjøretøy, mens tall fra 1998 til 2016 gir en detaljert oversikt over hvilke typer biler som er registrert i regionen.

⁵ Inntektstall for 2016 er basert på tilgjengelige tall fra 2015, vektet med den nasjonale inntektsveksten på 2,3 prosent.

Endringer i infrastruktur for vegen er basert på rapporter utgitt av Statens vegvesen i forbindelse med avslutningen av Oslopakke 1 og 2 (Oslopakke 3, 2017).

5.3.4. Kollektivtransport

Tall for forbedringer i kollektivtransporten er hentet fra Oslo Kommunes publiserte rapporter i forbindelse med Oslopakke 3 (Oslopakke 3, 2017).

5.3.5. Generaliserte kostnader

Tall for reisevaner som benyttes i beregningen av generaliserte kostnader er hentet fra Reisevaneundersøkelsene (RVU) fra de analyserte årene. Transportøkonomisk Institutt (TØI) har ansvar for RVU, som har blitt gjennomført og publisert omtrent hvert fjerde år mellom 1991 og 2016. Prissatte kostnader i forbindelse med kjøring, som tidsverdier og kapitalkostnader, er hentet fra Statens vegvesens Håndbok V712 fra 2017.

5.4.Svakheter ved datasettet

Det er flere svakheter ved datasettet som både vil kunne påvirke styrken til parameterverdiene og modellens samlede forklaringskraft. De fleste mangler ved datasettet omhandler utelatte variabler som enten er uobserverbare eller som av ulike årsaker ikke er tilgjengelig. Dette har blitt løst ved generaliseringer og predikerte verdier i den grad det har det vært mulig. Enkelte av de utelatte variablene kan det også kontrolleres for gjennom metodevalg, se 6.1.

Blant de ute variablene som anses viktigst er priser for alternative transportmidler. For kollektivtransporten er prisdata tilgjengelig fra år 2000 til i dag. Utfordringen med disse tallene i en analyse er at det har forekommet mange endringer i betalingsstrukturen i den analyserte tidsperioden. Dette inkluderer innføringer og opphevelser av klippekort og rabattordninger.

Det finnes ingen oversikt over hvor mange som har brukt de ulike rabattordningene som betyr at det er vanskelig å anslå et godt tall på prisen på kollektiv fra år til år. Dette er grunnen til at prisene på kollektiv er utelatt fra estimeringen. Den samme utfordringen med ulike periodekort og rabattsystemer finner man også i beregningen av prisene i bomringen, men til mindre grad enn ved kollektivprisene.

Dersom det ikke er tilfeldig at verdiene mangler kan det føre til at estimeringen gir et feilaktig bilde av utviklingen. Alternativet til generaliseringer er å utelate år med manglende verdier fra regresjonen, men dette har også sine utfordringer gjennom blant annet svakere statistisk kraft til analysene (Wooldridge, 2013).

En annen utfordring med generaliseringer er at effektene kan bli veldig generelle. Oslo-regionen er et stort område med forskjeller innad i regionen som ikke vil fanges opp ved bruk av gjennomsnittsverdier. En konsekvens ved å benytte gjennomsnitt er at tallene ikke nødvendigvis ikke reflekterer store deler av befolkningen. Dette gjelder f. eks. variabler som inntekt og reisevaner.

6. Estimering

6.1. Metode

Med informasjon om antall passeringer for de tre korridorene i 26 år er det mest intuitivt å benytte seg av modeller som kan avdekke både individspesifikke og tidsspesifikke effekter. Ved bruk av modeller som Fixed Effects (FE) og Random Effects (RE), vil det være mulig å identifisere parametere som ofte er effisiente og forventningsrette. FE og RE gjør det også mulig å kontrollere for både observerbare og uobserverbare effekter ved korridorene over tid.

For omfattende modeller som tar for seg endringer i trafikk vil det som regel være en utfordring med utelatte relevante variabler, også kjent som uobserverbar heterogenitet. Dersom de uobserverbare faktorene er tidsinvariante vil FE-modellen gjøre det mulig å kontrollere for effekten fra disse variablene.

RE-modellen er et spesialtilfelle av FE, hvor de antas at de uobserverbare effektene ikke er korrelerte med forklaringsvariablene. Dersom denne antagelsen er oppfylt vil RE være mer effisient enn FE, og det foretrukne valget. Utfallet av en Hausman-test avgjør hvilken av modellene som gir de mest effisiente og konsistente parameterverdiene.

6.2. Teoretiske modeller

Tar utgangspunkt i modeller fra lignende studier for å avdekke prisfølsomhet i bomringen i Oslo, se f. eks. Matas og Raymond (2003). Trafikkvolumet antas å bli påvirket av både monetære kostnader og kostnader knyttet til tidsbruk. Disse faktorer inkluderer blant annet aktivitetsnivå i økonomien, befolkning og forbedringer i infrastrukturen for både veg og alternative transportmidler.

Statiske modeller vil predikere korttidseffekten som generaliserte kostnader har på etterspørsel etter bilkjøring. Korttidseffekten innebærer endringer i det inneværende året. For å analysere prisfølsomheten velges en konstant funksjonsform hvor alle variablene er gitt på logaritmisk form.

Modellspesifikasjon:

$$(6.1) \text{Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 GK_t + \beta_2 \text{Inntekt}_t + \beta_3 \text{Populasjon}_t + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it} + \beta_5 \text{Vegprosjekter}_{it} + U_{it}$$

Hvor i angir korridor, og t angir år. *Passeringer* angir antall passeringer i korridorens angitte bomringer.

GK viser til de generaliserte kostnader. *GK* antas å ha en negativ sammenheng med antall reisende, da økte reisekostnader naturligvis vil gjøre det mer kostbart å reise. Økt *GK* bidrar også til at bilreiser blir relativt dyrere sammenlignet med reiser med alternative transportmidler.

Variabelen *Inntekt* angir bruttoinntekten i Oslo-regionen, som antas å være positivt korrelert med trafikkvolumet. Grunnen til dette er at inntekt er et mål på økonomisk aktivitet, og at høyere inntekt blant annet betyr flere i arbeid, bedrifter utfører flere oppgaver, mer turisme og flere rekreasjonsturer. Alle disse faktorene fordrer flere reiser (Daly m.fl (2014). En indirekte inntektseffekt, nærmere diskutert i Burris (2003), er at økte inntekter bidrar at flere har råd til bil og følgelig flere bilreiser.

Populasjon representerer befolkningen i Oslo-region, og her antas sammenhengen å være positiv, ettersom flere innbyggere kan føre til flere reisende.

Kollektiv er et mål på tilbudet for kollektivreiser i regionen. Sammenhengen mellom passeringer i bomringen og kollektivtilbud antas å være negativ, da forbedringer i tilbud antas å gjøre det mer attraktivt å benytte offentlig transport relativt til bil (økt komfort, flere avganger o.l.).

Vegprosjekter fanger opp forbedringer i vegnettet, og er som nevnt i 5.2.3, representert som en dummy-variabel. Gjennomførte vegprosjekter kan komme bilistene til gode gjennom f. eks økt sikkerhet eller tidsbesparelser, som igjen stimulerer til flere reiser.

Det er blitt kjørt flere versjonen av modell (6.1) for å undersøke elastisiteten av generaliserte kostnader på antall bomplasseringer. De ulike modellspesifikasjonene er mer detaljert beskrevet i Appendix 9.2. T-testing vil benyttes for å avgjøre parameterverdiens statistisk signifikans.

6.3. Empiriske utfordringer

Målet med estimeringen er å oppnå konsistente parametere som er forventningsrette og effektive. Dette oppnås dersom estimeringen og egenskapene ved datasettet oppfyller en rekke med forutsetninger, kjent som Gauss-Markov-forutsetningene (Wooldridge, 2013). I følgende seksjoner vurderes de empiriske utfordringene ved å benytte det analyserte datasettet.

6.3.1. Høy korrelasjon

Den største utfordringen med datasettet er at flere av variablene i datasettet har høy korrelasjon over tid, ofte omtalt som et problem med multikollinearitet.

Veksten i befolkning og realinntekt har f. eks. en korrelasjonsverdi på 0,93, anses som nærmest perfekt korrelasjon. Ved tilfelle av perfekt multikollinearitet vil regresjon være ugyldig med ubestemmelige koeffisienter og uendelige standardfeil.

Høy korrelasjon gir følgende tre utfordringer for estimeringen:

- Det vil være vanskeligere å differensiere mellom effektene fra de korrelerte variablene, som igjen kan resultere i at parameterestimaterne avviker fra de sanne parameterverdiene.
- Ved høy korrelasjon vil parameterverdiene ofte variere drastisk med modell-spesifikasjonen, hvor å legge til eller fjerne en forklaringsvariabel kan endre fortegnet og/eller størrelsen på parameterne i stor grad.
- Kan føre til at t-statistikken er sjeldnere signifikant, ved at standardfeilen til parameterne er høyere enn ved lav korrelasjon.

Multikollinearitet er ikke et brudd på Gauss-Markov antagelsene for OLS-, FE- eller RE-estimering, men stor korrelasjon henger ofte sammen med høy sannsynlighet for å begå en type 2-feil, altså unnlater å forkaste en usann hypotese.

Det finnes i utgangspunktet tre metoder for å løse problemet med multikollinearitet:

- Økte antallet observasjoner
- Transformere variablene
- Ekskludere en av variablene

Den første korrigeringen er å ekspandere datasettet, som kan gjøres på to måter, men hvor ingen av dem vil løse problemet med korrelasjonen i vårt tilfelle. Den første er å utvide tidshorisonten, men for bomringen vil det være meningsløst å legge til årene før 1991 og for årene etter 2016 finnes det ikke tilgjengelig data. Det vil antageligvis kreve et stort antall nye år med data for å korrigere for korrelasjon opp mot 0,9. Den andre metoden er å utvide antall observasjoner ved å analysere månedstall eller

dagstall i stedet for årstall. En utfordring med denne metoden er å finne tall for variabler som inntekt, befolkning eller generaliserte kostnader for hver måned eller dag i hele perioden.

Den andre korrigeringen krever en transformering av variablene i modellen, hvor den endogene og forklaringsvariablene transformeres fra statiske verdier til endringsform, såkalt førstedifferanse. Dette kan være en nyttig korrigerende, men med tall på endringsform vil det da ikke være det mulig å avdekke prosentvise effekter.

Den tredje korrigeringen er å ekskludere en av variablene som skaper multikollinearitet. Dette kan enkelt utføres og å variere variablene som inkluderes i modellen, og dette kan også en fungere som en sensitivitetsanalyse. En utfordring med denne korrigeringen er at dersom man ekskluderer relevante variabler kan dette føre til skjeve parametere.

6.3.2. Autokorrelasjon

Autokorrelasjon, også kalt seriekorrelasjon, innebærer at restledd fra ulike perioder eller mellom ulike individer er korrelert med hverandre. Det mest vanlige formen for autokorrelasjon er at restleddet i periode t er korrelert med restleddet i perioden $t-1$ (førsteordens korrelasjon) eller $t-2$ (andreordens korrelasjon). Brudd på forutsetningene om autokorrelasjon kan lede til feil standardavvik, som igjen kan lede feilaktige konklusjoner om sammenhenger i data.

En årsak til autokorrelasjon er at inkluderte og utelukkede årsaksfaktorer ofte er korrelerte, som nødvendigvis betyr at restleddene har en autokorrelert struktur. En annen årsak er systematiske målefeil i den avhengige variablene over tid.

For å avdekke autokorrelasjon benyttes en Wooldridge-test for autokorrelasjon i paneldata. Resultatet fra denne testen med GK, inntekt, veg-infrastruktur og forbedringer i kollektivtilbudet som forklaringsvariabler gir klare indikasjoner på førsteordens autokorrelasjon er tilstede i data. Måten dette justeres for analysen er bruk av cluster-robuste standardavvik på individnivå. Denne korrigeringen gir asymptotisk inferens.

Resultatet fra testen er presentert i Appendiks 9.4.2.

6.3.3. Heteroskedastisitet

Dersom variansen er inkonsistent til ulike verdier av variablene har man et problem med heteroskedastisitet. Det analyserte datasettet påvirkes av heteroskedastisitet f. eks dersom variansen til de uobserverbare effektene øker med befolkning eller inntekt.

Heteroskedastisitet påvirker ikke koeffisientverdiene i en regresjon, men standardavvikene, som igjen vil bestemme faktorenes signifikans ved t-testing. For å avdekke heteroskedastisitet i data gjennomføres en Breusch-Pagan-test (også kalt LM-test for heteroskedastisitet).

Ved å inkludere generaliserte kostnader, inntekt, veg-infrastruktur og forbedringer i kollektiv som variablene i testen, får man en Chi^2 -statistikk på 3,70. Dette betyr at man ved 95 % signifikansnivå kan beholde nullhypotesen om ingen heteroskedastisitet i datasettet.

Det er ikke helt klart at datasettet ikke inneholder noe heteroskedastisitet, så vil likevel benytte robuste standardavvik. Disse vil rapporteres i stedet for de vanlige OLS-standardavvik i regresjonsresultatene.

Resultatet fra BP-testen er presentert i Appendiks 9.4.3.

7. Resultater

7.1. Random Effects-estimering

I dette kapitlet presenteres resultatet fra estimeringer av modellspesifikasjon (6.1) satt på datasettet presentert i kapittel 5. Statiske modeller estimerer korttidseffekten av endringer i forklaringsvariablene, som i denne sammenheng betyr effektene av kostnadsjusteringer innenfor samme år. Benytter Random Effects-estimering, ettersom det gir de mest konsistente og effisiente estimatene. Dette kom frem av en Hausman-test, som er presentert i Appendix 9.4.1.

For å avdekke elastisitetene er variablene i estimeringen transformert til logaritmiske verdier. Regresjonen blir da en log-log-estimering, hvor koeffisientene tolkes som prosentvise endringer i den avhengige variabelen som følge av én prosent økning i forklaringsvariabelen.

Estimeringen tar utgangspunkt i modellen som ble diskutert i kapittel 6, hvor målet er å finne sammenhengen mellom etterspørselen etter bilreiser (antall passeringer i bomringen) og kostnadene ved bilkjøring (GK), kontrollert for en rekke variabler som antas å påvirke etterspørselen.

7.1.1. Statiske effekten av generaliserte kostnader

Utfører først en enkel estimering uten kontrollvariabler. Deretter en estimering med hhv befolkning og inntekt i Oslo som kontroll.

Tabell 7-1 viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig antall passeringer i korridorene hver dag og generaliserte kostnader, kontrollert for inntekt- og befolkningsvekst. Parameterverdiene angir i hvilken grad variablene assosieres med antall passeringer i korridorene og i hvilken retning faktorene drar. Negativ parameter betyr en negativ assosiasjon, og motsatt. Asteriskene bak parameteren angir om variabelen har en statistisk signifikant effekt på antall passeringer, hvor én, to eller tre asterisker svarer til hhv. 95, 99 og 99,9 prosent signifikansnivå. Parametere uten asterisk antas ikke-signifikante, dvs. at modellen ikke kan påvise en sannsynlig sammenheng mellom de eksogene variablene og antall passeringer i bomringen.

Modellspesifikasjon	1	2	3
Log GK	0,260* (2,45)	-0,311*** (15,84)	-0,301*** (5,01)
Log Populasjon		0,846*** (5,15)	
Log Inntekt			0,487*** (6,96)
Inntektstype	-	-	Region
Kontrollert for vegprosjekter	Nei	Nei	Nei
Kontrollert for kollektivtilbud	Nei	Nei	Nei
År	1991–2016	1991–2016	1991–2016
Utvalgsstørrelse	78	78	78
R-kvadrert	0,03	0,04	0,09

Tabell 7-1: Resultat fra estimeringen av ulike statistiske modellspesifikasjoner. T-statistikk i parentes, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.001$.**

Modellspesifikasjon (1) har den enkleste formen for identifiseringsstrategi, med kun sammenhengen mellom antall passeringer og interessevariabelen, generaliserte kostnader. Ved ikke å kontrollere for andre variabler får man et positivt forhold mellom bilkjøring og kostnadene ved kjøring, som er naturlig ettersom både totalt antall passeringer og realkostnadene for å kjøre bil har økt over tid. Modellen anslår at dersom kostnadene for bilkjøring øker med én prosent, vil antall passeringer øke med 0,26 prosent. Dette er et paradoksalt resultat som motiverer for å tillegge kontrollvariabler til analysen.

For å kontrollere for vekst i makroverdier som befolknings- og inntektsvekst i regionen inkluderes dette i regresjonen for spesifikasjon (2) og (3). Som nevnt i avsnitt 6.3.1 var det i perioden høy korrelasjon mellom vekst i inntekt og befolkning i tidsrommet, slik at variablene inkluderes hver for seg i to regresjoner.

Når man kontrollerer for befolkning i spesifikasjon (2) viser tabellen at én prosent økning i generaliserte kostnader vil redusere antallet passeringer med 0,311 prosent. Dette er et statistisk signifikant resultat, og modellen har et føyningsmål på 0,04, som regnes som et litt lavt, men brukbart mål for paneldata.

Sammenhengen mellom vekst i befolkning og antallet passeringer ligger på 0,846, som betyr at det er én prosent økning i befolkningen gir ca. 0,85 prosent økning i antallet passeringer. En utfordring med å bruke befolkning som kontrollvariabel er at det potensielt er kodeterminert med bilkjøring og at de påvirker hverandre. Dette bryter med antagelse for en modell med forventningsrette parameterverdier, svekker modellens troverdighet og motiverer for bruk av alternative kontrollvariabler.

I spesifikasjon (3) benyttes inntekt i Oslo-regionen som kontrollvariabel. Den negative effekten fra GK er estimert til 0,301 og anses statistisk signifikant. Inntekt er positivt assosiert med antall passeringer, hvor én prosent økning i bruttoinntekt for Oslo-regionen vil gi en estimert økning i bilreiser på 0,487 prosent.

7.1.2. Utvidelse av statiske modeller for generaliserte kostnader

Som nevnt i avsnittene 5.2.3 og 5.2.4 er det viktig å kontrollere for evt. forbedringer i vegnettet og for økt tilbud for kollektivreisende. Dette løses dette ved bruk av dummy-variabler.

Modellspekifikasjon	4	5	6	7
Log GK	-0,523* (2,49)	-0,259*** (8,11)	-0,235 (0,30)	-0,273 (0,32)
Log Inntekt	0,623*** (10,8)	0,03 (0,24)	-0,249 (0,35)	-0,337 (0,42)
Inntektstype	Region	Bydel	Bydel	Bydel
Kontrollert for vegprosjekter	Ja	Nei	Ja	Lagget
Kontrollert for kollektivtilbud	Ja	Nei	Ja	Lagget
År	1991–2016	2005–2015	2005–2015	2005–2015
Utvalgsstørrelse	78	33	33	33
R-kvadrert	0,17	0,01	0,13	0,13

Tabell 7-2: Resultat fra RE-estimering av ulike statiske modellspekifikasjoner. T-statistikk i parentes. *<0,05, **<0,01, *<0,001.**

Modellspekifikasjon (4) er en utvidelse av (3) hvor man i tillegg kontrollerer for vegprosjekter og kollektivtilbud. Til sammenligning med (3), øker den estimerte effekten -0,301 til -0,523 når man inkluderer dummy for forbedringer i infrastruktur. Variasjon i GK, inntekt og infrastruktur er beregnet til å forklare 17 prosent av variasjonen i antall passeringer, som er svært høyt for en RE-estimering av et paneldatasett med så mange tidsenheter.

I spesifikasjonene (5) til (7) byttes inntekt for Oslo-regionen ut med inntekt for bydelene/korridorene, for å utnytte mer av variasjonen innad i regionen. Dette medfører at antallet observasjoner faller fra 78 til 33, ettersom bydelsinntekt kun er tilgjengelig fra 2005 til 2015.

I spesifikasjon (5) er forklaringskraften lav, som betyr at de inkluderte forklaringsvariablene forklarer svært lite av variasjonen i antall passeringer. Effekten av generaliserte kostnader estimeres til -0,26, som holder seg relativt likt dersom man kontrollerer for endringer i infrastruktur, som vist i spesifikasjon (6). Ved å legge til kontroll for infrastruktur økes føyningsmålet til 0,13.

I spesifikasjon (6) og (7) er den estimerte effekten fra inntekt negativ, som er det motsatte av det som var forventet på forhånd. Tabellen rapporterer svake inntektseffekter for denne perioden, med lave t-verdier som indikerer at inntekt ikke har en signifikant effekt på passeringer i bomringen.

I spesifikasjon (7) antas at effekten fra endringer i infrastruktur først inntreffer året etter åpningen av en veg eller forbedring i kollektivtilbud. Det antas da at det tar tid for de reisende å tilpasse seg de nye reisemulighetene. I tillegg er det en mulig at forbedringene skjer sent på året, så man ikke opplever endringen i reiser i inneværende år. Estimeringen med laggede variabler endrer ikke effekten av interessevariabelen i stor grad.

Resultatene fra tabell 7-2 tilsier at elastisiteten med hensyn til GK er lavere for årene 2005-2015 enn for perioden sett under ett, men dette er ikke nødvendigvis tilfellet. Estimeringsmetoden fra (4) benyttet på 2005-2015-data beregner effekten fra GK til -0,75 (se tabell 9-6 i Appendiks 9.5.3), så reduksjonen i effekten fra GK for årene 2005 til 2016 skyldes trolig overgangen fra region- til bydelsdata for inntekt.

7.1.3. Den isolerte effekten fra bompenger

Det vil være interessant å undersøke om endringer i bomtakster har samme påvirkning på etterspørselen etter bilreiser som de generaliserte kostnadene. Bomkostnadene inngår i GK, men ved å skille denne kostnaden fra de andre reisekostnadene kan man undersøke om denne effekten isolert har en signifikant påvirkning på etterspørselen. Kan også inkludere GK uten bomkostnadene i estimeringen for å sammenligne størrelsen på effekten fra bom og de andre kostnadskomponentene.

Modellsesifikasjon	8	9	10	11
Log Bomkostnader	-0,219* (2,57)	-0,102*** (4,42)	-0,100 (0,23)	-0,036 (0,10)
Log GK u/Bomkost		-0,114*** (6,77)		-0,251 (0,33)
Log Inntekt	0,595*** (11,62)	0,491*** (6,77)	-0,262 (0,36)	-0,251 (0,33)
Inntektstype	Region	Region	Bydel	Bydel
Kontrollert for vegprosjekter	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontrollert for kollektivtilbud	Ja	Ja	Ja	Ja
År	1991-2016	1991-2016	2005-2015	2005-2015
Utvalgsstørrelse	78	78	33	33
R-kvadrert	0,17	0,09	0,13	0,13

Tabell 7-3: Resultat fra RE-estimering av ulike statiske modellsesifikasjoner. T-statistikk i parentes. *<0,05, **<0,01, *<0,001.**

Tabell 7-3 viser resultatet fra en estimering hvor bomkostnader er benyttet som forklaringsvariabel i stedet for generaliserte kostnader. Bomkostnader inneholder realbomkostnadene for lette og tunge kjøretøy og disse kostnadene vektet med andelen lette og tunge kjøretøy i kjøretøysbestanden i regionen.

Spesifikasjon (8) estimerer effekten av kun bomkostnadene, kontrollert for inntekt i Oslo-regionen. Bomkostnadene har en beregnet effekt på -0,22 for hele perioden, som er noe lavere enn den estimerte effekten fra GK (se f. eks. modellspesifikasjon (4) i tabell 7-2).

I (9) inkluderes også de resterende generaliserte kostnadene i estimeringen. Her ser man at effekten av en prosentvis endring i bomkostnader og resterende GK har tilnærmet samme effekt på antall passeringer. Effekten ligger på rundt -0,1, med sterk statistisk signifikans.

I spesifikasjon (10) og (11) benyttes bydelsinntekt som kontrollvariabel. Som i tabell 7-2 reduseres den estimerte effekten av økte kostnader når inntekt fra bydelene benyttes. De lave koeffisientene kan skyldes endring i kontrollvariabelen, men det er også mulig at de reisende var mindre elastiske med hensyn til bomkostnader i perioden 2005 til 2015 sammenlignet med hele perioden. Som tidligere ved bruk av bydelsinntekter, er den estimerte effekten negativ, men ikke signifikant.

Ved å benytte estimeringsmetoden fra (9) på data for 2005 til 2015 (presentert i Appendikset 9-6) får man en bomkostnadselastisitet på -0,10, som kan signalisere at de reisende er mindre prisfølsomme i denne perioden.

7.1.4. Forskjeller i korridorene

Dersom man skiller mellom korridorene er det mulig å avdekke forskjeller i etterspørselstetlighetene.

Resultatene fra estimeringen av de ulike korridorene (Appendiks, tabell 9-4) indikerer at det er små forskjeller i elastisitetene i vest, nord-øst og sør. Den korridoren hvor bomtakstene ser ut til å ha minst betydning er i Sør-korridoren, tett etterfulgt av nord-øst og vest. At korridoren mot vest er den med høyest følsomhet er et overraskende resultat. Ser man på figur 5-5 er det høyest medianinntekt i vest, og i litteraturen er det ofte høyere inntekt forbundet med lavere elastisiteter, se f. eks. Santos & Catchesides (2005).

Målet på elastisitet i vest kan likevel være kunstig høyt ettersom mange av de som kjører gjennom bomringen fra vest antas også å passere Bærumsnittet. Taksten i Bærumsnittet er til enhver tid halvparten av taksten i Oslo-ringene, og dette medfører at en økning i Oslo-taksten gir en ytterligere kostnadsøkning på 50 prosent for disse reisende. Dette kan være årsaken til at data indikerer at innbyggerne i vest er mest følsomme for endringer i prisen enn i de andre korridorene.

8. Konklusjon

8.1. Diskusjon

8.1.1. GK og bomkostnader

Resultatene fra de ulike Random Effects (RE)-estimeringene gir bilde av generaliserte kostnaders påvirkning på trafikkvolumet. Som tidligere nevnt er grunntanken at kostnadene ved bilkjøring vil påvirke individenes beslutning om å benytte bil, og at å oppjustere dem vil føre til redusert trafikk. Fra myndighetenes side kan dette gjøres blant annet å øke bomtaksten.

RE-estimeringen benytter ulike modellspesifikasjoner av etterspørselsfunksjonen (6.1) i kapittel 6 og anvender antall passeringer i bomringen som et mål på aktivitet i trafikken. Estimeringen viser en statistisk signifikant sammenheng mellom passeringer etterspørsel og kostnadene ved bilkjøring i flere av spesifikasjonene.

For generaliserte kostnader, som ble redegjort for i kapittel 4, rapporteres det en negativ koeffisientsverdi på mellom -0,23 til -0,52 for hele perioden, og noe lavere for perioden 2005 til 2015⁶. Dette er et estimat som ligner på beregninger gjort i andre tilsvarende undersøkelser, se Goodwin m.fl. (2004). Med parameter på -0,3 beregnes et fall på 0,3 prosent i antallet passeringer dersom kostnadene øker med ett prosent. Sammenhengene ser også ut til å være lineære.

I tabell 7-3 isoleres effekten av bomkostnadene fra effekten av de andre komponentene i GK for å undersøke bomtakstens påvirkning på trafikkvolumet. For perioden 2005 til 2015 estimeres elastisiteten også her noe lavere og ikke signifikant. Effekten fra bomkostnadene er beregnet til rundt 0,1, så det kan virke som de reisende er mindre prisfølsomme i denne perioden sammenlignet med tidligere. Prisfølsomhet på -0,1 som ligger til grunn for endringene som skal iverksettes i forbindelse med Oslopakke 3, kan derfor virke som et fornuftig utgangspunkt.

Det kunne tenkes at prissatte kostnadene hadde en sterkere påvirkning på trafikkvolumet ettersom disse kostnadene ofte proklamert på store tavler lang vegene. Tidskostnader, forsikring og avskrivninger er kostnader som for mange kan virke abstrakte og som muligens ikke vurderes i beslutningen om å kjøre bil. Resultatene fra RE-estimeringen viser derimot at effektene fra bomkostnader og de andre GK-komponentene er nesten identiske. Spesifikasjon (9) i tabell 7-3 beregner begge effektene til -0,1. I likhet med GK, er de estimerte effektene svakere de seneste årene.

⁶ 2005 til 2015 med andre egenskaper ved kontrollvariablene.

Estimatet på prisfølsomheten er et gjennomsnitt for reisende i regionen og det vil naturligvis være stor variasjon innad i utvalget. Det har blitt gjort flere undersøkelser på hvordan elastisitetene påvirkes av individuelle reisevaner. Olszewski & Litian (2005) viste at prisfølsomheten varierer i stor grad av tiden på døgnet og mellom ulike kjøretøy. Ved å analysere bomringen i Singapore fant de at trafikkavisningen var høyest blant personbiler, og at det var større reduksjon i antall bilister i ettermiddags-rushet. Dette er svært interessant ettersom forfatterne nevner bomringen i Oslo som den mest sammenlignbare med bomringen i Singapore.

8.1.2. Inntekt, befolkning og infrastruktur

Resultatene fra RE-estimeringene viser at det er en positiv sammenheng mellom trafikkvolum og inntekt. Inntektseffekten er beregnet til mellom 0,48 og 0,62, og effektene er sterkt signifikante. Dette betyr at dersom realinntekten i Osloregionen øker med ett prosent predikeres det at antallet passeringer øker med rundt 0,5 prosent. Inntektselastisitet på 0,5 samsvarer med litteraturen på feltet, se f.eks. Goodwin m.fl. (2004).

Spesifikasjon (2) viser at positiv elastisitet for trafikkvolum og befolkning på 0,85. Problemet med å bruke befolkning som kontrollvariabel ble nevnt i avsnitt 6.3 og måten dette er løst på i lignende arbeid er å i stedet benytte befolkningstetthet som kontrollvariabel. Det lyktes ikke å innhente de nødvendige data for befolkningstetthet i analyserte perioden for denne analysen, men er en potensiell utvidelse for fremtidige arbeid.

Kontroll for forbedringer i veg- og kollektivinfrastruktur er inkludert i spesifikasjonene (4) til (11), men effektene fra disse er ikke-signifikante og med lave parameterverdier rundt 0. Innflytelse på biltrafikken fra forbedringene i kollektiv ville tenkes å være negativ, men med lave koeffisient og høy varians er det vanskelig å få en god identifikasjon på effekten. Det samme gjelder påvirkningen fra bedre infrastruktur for veg, som også er høyst usikker.

Nasjonale studier har tidligere påvist en positiv sammenheng mellom forbedringer i infrastruktur og trafikkvolum, se Odeck & Bråthen (2008), men det finnes ingen sterke bevis for dette i data for Oslo. For forbedringer i kollektivtilbudet, fant Fearnley m.fl. (2016) at etterspørsel etter bilreiser er langt mindre følsom for endringer i kollektivtransporten enn virkningen er motsatt vei.

De svake effektene kan forklares av at analysen anser alle prosjektene som like. Forbedringer på store vegnett vil naturligvis påvirke trafikkvolumet mest, så tilnærmingen med homogene prosjekter vil ikke nødvendigvis reflektere virkeligheten. En måte å løse dette på er å rangere prosjektene etter størrelse og fordele dem, f. eks. ved å bruke dummy-variabler. Problemet med denne metoden er at det er såpass få prosjekter i utgangspunktet, slik at forklaringskraften fra slike dummyer antageligvis vil være svært høy eller svært lav.

8.2.Oslopakke 3

Som nevnt i kapittel 3 er det mange reisende som vil få påført store kostnader som følge av de planlagte endringene i bomringens betalingsstruktur. I oktober 2017 vil trinn 1 implementeres, og den prosentvise takstøkningen er presentert i tabell 3-2. For å kunne predikere effekten prisendringen vil ha på trafikkvolumet kreves mer presise data eller anslag for reisevanene i regionen.

Innføringen av rushtidsavgift i Oslo kan sammenlignes med den som ble innført i Bergen i 2016. De to byene er relativt like med tanke på inntektsnivå og reisevaner⁷, så det argumenteres for at det man kan forvente å se de samme tendensene i Oslo som man gjorde i Bergen etter innføringen. I Bergen har trafikken i den definerte rushtiden falt med 14 prosent (Presterud, 2017).

Den potensielt største omveltningen vil finne sted i mars 2019, når Trinn 2 i Oslopakke implementeres. Med nye bomsnitt og takster for førere av elbiler gjør at man får en ny gruppe med trafikanter som tidligere ikke har betalt i bomringen. Det blir spesielt interessant å observere atferden til disse reisende og utfallet av Trinn 2 vil trolig gi mye informasjon om elastisitetene i vegtransporten i Oslo.

Modellspesifikasjonene i kapittel 7 kan brukes til å predikere utfallet av endringene i Trinn 1 eller Trinn 2, men modellen er beregnet på marginale endringer i kostnadsnivået, mens trinnene vil påføre betydelige økte kostnader i prosent. Det er også nødvendig med ytterligere kartlegging av reisevaner i Oslo for å beregne hvor mange som blir berørt av endringene.

De fremtidige endringene i trinn 1 og 2 er fra myndighetenes side beregnet til å redusere antallet passeringer i 2019 med 11 prosent i forhold til 2017-nivået. Dersom dette skulle oppnås ved *kun* å øke takstene i bomringen måtte takstene vært økt med flerfoldige prosent, noe som antagelig ville vært vanskelig å gjennomføre politisk. Ved isteden å opprette flere bomsnitt, introdusere tids- og miljødifferensierte avgifter og innføre andre trafikkreduserende tiltak øker sannsynligvis muligheten til å oppnå 15 prosents total nedgang i trafikken innen 2019.

⁷ En kort sammenligning er presentert i Appendiks 9.5.2

8.3. Styrker, svakheter og forslag til videre arbeid

Validiteten til resultatene i denne rapporten er sterkt tilknyttet styrkene og svakheterne til datasettet og de empiriske utfordringene, som ble kommentert i henholdsvis avsnitt 5.3 og 6.3.

Det største problemet for resultatenes troverdighet er generaliseringer av store individgrupper og lange tidsperioder. Dette illustreres godt ved beregningene av reisevaner og generaliserte kostnader for Oslo. Datagrunnlaget i enkelte tilfeller baserer seg her på tall for hele landet, og ikke for Oslo spesielt. Det er i tillegg mange år hvor reisevanene ikke rapporteres fordi RVU gjennomføres en gang mellom hvert tredje og femte år.

I analysene er det ofte brukt gjennomsnittsverdier for store grupper. I fremtidig arbeid vil det i stedet være interessant i større grad å differensiere mellom korridorene og befolkningen som bor i områdene rundt bomstasjonene.

Styrken i analysen ligger i den lange tidsdimensjonen og i panelstrukturen. Ved å følge de samme korridorene over lang tid er det mulig å kontrollere for flere effekter, både observerbare og uobserverbare. Analysen av bomringen gir resultater som samsvarer med lignende studier, og dette er med på å styrke troverdigheten. Resultatene gir et innblikk i priselastisiteter i vegtransport for storby, som det ikke har vært forsket så mye på tidligere.

For fremtidig arbeid ville det vært nyttig med informasjon om hvilke typer biler som passerer bomringen slik at man kan undersøke hvordan bomtakstene påvirker ulike typer bilførere. Dette er data som Fjellinjen AS og Statens vegvesen nylig har begynt innsamling av, og det er et naturlig forskningstema når tidsdimensjonen for slike data blir tilstrekkelig lang.

Med paneldata kan man også alternere metodene for estimering. Andre måter å finne sammenhenger mellom variablene i datasettet er å benytte estimeringsmetoder som utnytter dynamikken i paneldata. Et eksempel på dette er Arrelano-Bond GMM, hvor man med større presisjon kan avdekke korttidseffekter og langtidseffekter.

Paneldata kan også enkelt transformeres til tidsserie som åpner opp for f. eks. ARIMA-modeller som gir mange nye estimeringsmuligheter. ARIMA-modeller kan ta hensyn til mange av de empiriske utfordringene nevnt i kapittel 6.3 og gi bedre forståelse av data, men er først og fremst et predikasjonsverktøy.

8.4.Sammendrag

Denne rapporten har forsøkt å fastsette elastisiteter i vegtransporten i Oslo-regionen. Ved bruk av paneldata og Random Effects-estimeringen ble det funnet en signifikant, negativ effekt av generaliserte kostnader på trafikkvolumet i Oslo. Etterspørselastisiteten ble beregnet til å ligge mellom -0,1 og -0,5, som kan sammenlignes med verdier funnet i tilsvarende studier, tidligere. Resultatene indikerte at takstene i bomringen utgjør omtrent halvparten av effekten fra generaliserte kostnader. Det ble i tillegg påvist en inntektseffekt som var sterkt signifikant og positiv med hensyn på trafikkvolumet.

Anslagene i rapportene må anses som usikre og bør tolkes med varsomhet. Dette skyldes blant annet høy korrelasjon mellom forklaringsvariablene, og at beregningene av kostnadene ved bilkjøringer er basert på generaliseringer av store grupper og lange tidsperioder. Fjellinjen AS og Statens vegvesen har de siste årene begynt å samle inn nye typer data som vil gjøre det i større grad mulig å differensiere mellom effektene fra ulike reisende i fremtiden. Videre arbeid med elastisiteter inkluderer i større grad å utnytte dynamikken i paneldata og benytte alternative estimeringsmodeller til å finne nye egenskaper ved etterspørselastisitetene.

9. Appendiks

9.1. Referanser

9.1.1. Artikler og rapporter

- Bretteville-Jensen, T. (2016). Elastisiteter i biltransporten: En empirisk undersøkelse av bomringen i Oslo fra 1991 til 2008. Statens vegvesens rapport, 653, s. 1-39.
- Borris, B.W. (2003). The toll-price component of travel demand elasticity. *International Journal of Transport Economics*, s. 45-59.
- Daly, A., Dunkerley, F., Rohr C. (2014). Road traffic demand elasticities: A rapid evidence assessment. CA: RAND Corporation, s. 1-35.
- Fearnley, N., Flügel, S., Killi, M. (2016). Triggers of urban passenger mode shift – State of the art and model evidence. Association of European Transport, s.1-23.
- Fridstrøm, L. (1998). Bihold, bilbruk, ulykker og personskader. TØI-rapport, 402, s. 1-65.
- Gifford, J.L., Talkington, S.W. (1997). Demand elasticity under time-varying prices: A case study of day-of-the-week varying tolls on the Golden Gate Bridge. *Transport Research Record*, 1558, s. 55-59.
- Goodwin, P., Dargay, J., Hanley, M. (2004). Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: A review. *Transport Reviews*, Volume 24:3, s. 1-25.
- Graham, D.J., Glaister, S. (2002). The demand of automobile fuel: A survey of elasticities. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 36:1, s. 1-25.
- Hagman, R., Amundsen, A.H. (2013). Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi. TØI-rapport, 1259, s.1-46.
- Hirschman, I., Macknight, C., Pucher, J., Paaswell, R.E., Berechman, J. (1995). Bridge and tunnel toll elasticities in New York: Some recent evidence. *Transportation*, Volume 22:2, s. 97-113.
- Hjorthol, R., Destnadli, J.M. (2002). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2001 – Nøkkelpapport. TØI-rapport, 588, s.1-77.
- Hjorthol, R., Vågane, L., Brechan, I. (2011). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2009 – Nøkkelpapport. TØI-rapport, 1130, s. 1-101.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., Uteng, T.P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – Nøkkelpapport. TØI-rapport, 1383, s. 1-140.
- Jones, P. Hervik, A. (1992). Restraining car traffic in European: An emerging role for road pricing. *Transport Research Part A*, Volume 26, s. 133-45.
- Lian, J.I. (2004). Delvis brukerbetalt utbygging av transportsystemet i Oslo og Akershus – Evaluering av Oslopakke 1 og 2. TØI-rapport, 714, s. 1-31.

- Matas, A., Raymond, J. (2003). The demand elasticity on tolled motorways. *Journal of Transportation and Statistics*, Volume 6:24, s. 91-108.
- Motomura, Y., Laoha-Unya, S. (1993). Derivation of value of time and traffic demand curves in Bangkok. *Transportation Research Record*, 1935, s. 33-8.
- Odeck, J., Bråthen, S. (2008). Travel demand elasticities and users attitudes: A case study of Norwegian toll projects. *Transport Research Part A*, Volume 42, s. 77-94.
- Odeck, J., Johansen, K. (2016). Elasticities of fuel and traffic demand and the direct rebound effects. An econometric estimation in the case of Norway. *Transport Research Part A*, Volume 83, s. 1-13.
- Odeck, J., Kjekreit, A. (2008). Priselastisiteter og bompengeneinnkreving (4). *Statens vegvesens rapport*, 6, s. 1-34.
- Olszewski, P. S., Litian, X. (2005). Traffic demand elasticity with respect to road pricing – Some evidence from Singapore. *Transport Research Part A*, Volume 39:7, s. 755-72.
- Oslopakke 3 (2016). *Handlingsprogram 2017-2020*.
- Oslopakke 3 (2017a). <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/oslopakke3>.
- Oslopakke 3 (2017b). *Revidert avtale for Oslopakke 3 for 2017-2036*.
- Presterud, E.L. (2017), *Rushtidsavgiften i Bergen*. *Statens vegvesen rapport*, 678, s. 1-23.
- Ruter (2008). *Årsrapport 2007-2008*. <https://ruter.no/om-ruter/rapporter-planer-prosjekter/>.
- Samferdselsdepartementet (2017). *Nasjonal transportplan (NTP) 2018-2029*. s. 1-329.
- Santos, G., Catchesides, T. (2005). Distributional consequences of gasoline taxation in the United Kingdom. *Transport Research Record*, 1924, s. 103-11.
- Sporveien (2006). *Sporveiens årsrapport 2004-2006*. https://www.sporveien.com/inter/omktp/rapporter/arkiv?p_type=98.
- Statens vegvesen region øst (2013). *Rapport 206: Holdningsundersøkelse om bomring, trafikk og kollektivtilbud i Oslo og Akershus 2013*. *Prosam rapport*, 206, s. 1-92.
- Stangeby, I., Haukeland, J.V., Skogli, A. (1999). *Reisevaner i Norge 1998*. TØI-rapport, 418, s. 1-74.
- Vibe, N. (1993). *Norske reisevaner*. TØI-rapport, 183, s. 1-67.

9.1.2. Bøker

- Statens Vegvesen. *Håndbok V712, 2017. Utkast til høring*.
- Verbeek, Marno. *A Guide to Modern Econometrics. 4th edition*. Padstow, Cornwall, GB: TJ International LTD, 2012.
- Wooldridge, Jeffrey M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach, 5th international edition*. Canada: 2013.

9.1.3. Statistikk

Passeringer i bomringen

Fjellinjen AS

Statens vegvesen, Region øst

Oslo Kommune Statistikkbanken. <http://statistikkbanken.oslo.kommune.no/webview/>

Inntekt

Statistisk Sentralbyrå (SSB). Tabell: 03068: Hovedposter fra ligninga for bosatte personer 17 år og eldre, etter kjønn. Gjennomsnitt for alle (kr) (K). For 2016: Basert på gjennomsnittlig økning i lønn fra året før; 2,3 %.

Kommunehelsa Statistikkbank. <http://khs.fhi.no/webview/>

Befolkning

SSB. Tabell: 07459: Folkemengde, etter kjønn og ettårig alder. 1. januar (K)

Drivstoff

Bensin og diesel:

SSB. Tabell: 09654: Priser på drivstoff (kr per liter)

Elektrisitet:

2000-2011 (1 års fastpriskontrakt for husholdninger):

SSB. Tabell: 08927: Priser på elektrisk kraft til husholdningene, inklusive avgifter, etter kontraktstype (øre/kWh)

2012-2016 (Kraft og nett i alt ekls. Avgifter):

SSB. Tabell: 09007: Kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger

Kjøretøyregistrering

1991-1997:

SSB. Tabell: 01951: Registrerte kjøretøy, etter kjøretøygruppe og merke (K)

1998-2008:

SSB. Tabell: 01963: Registrerte kjøretøy, etter drivstofftype og kjøringens art (K)

2009-2016:

SSB. Tabell: 07849: Registrerte kjøretøy, etter kjøringens art og drivstofftype (K)

Infrastruktur

Statens vegvesen. <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/Om+vegprosjekter/Vegprosjekter+2014-2017>

Konsumprisindeksen

1991-2017:

SSB: <https://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/statistikker/kpi>

For 2017-kroner benyttes det siste målet på prisnivået (april 2017).

9.2. Detaljerte modellspesifikasjoner

Modellspesifikasjoner. Kontinuerlige variabler gitt på logaritmisk form. Infrastruktur (for veg) og Kollektiv gitt som dummy-variabler.

$$(1) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t$$

$$(2) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Populasjon}_t$$

$$(3) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_t$$

$$(4) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_t + \beta_3 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it}$$

$$(5) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_{it}$$

$$(6) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_{it} + \beta_3 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it}$$

$$(7) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GK}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_{it} + \beta_3 \text{Infrastruktur}_{it-1} + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it-1}$$

$$(8) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Bomkostnad}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_t +$$

$$\beta_3 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it}$$

$$(9) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Bomkostnad}_t + \beta_2 \text{GK u/bom}_t +$$

$$\beta_3 \text{Inntekt}_t + \beta_4 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_5 \text{Kollektiv}_{it}$$

$$(10) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Bomkostnad}_t + \beta_2 \text{Inntekt}_{it} +$$

$$\beta_3 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_4 \text{Kollektiv}_{it}$$

$$(11) \text{ Passeringer}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Bomkostnad}_t + \beta_2 \text{GK u/bom}_t + \beta_3 \text{Inntekt}_{it} +$$

$$\beta_4 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_5 \text{Kollektiv}_{it}$$

9.3. Beregning av generaliserte kostnader

GK angir trafikantens samlede reiseoppofrelse og består i hovedsak av fire komponenter; bomring-utgifter, tidskostnad, drivstoffkostnad, og andre kostnader. Formelen for GK er tilsvarende den som ble presentert i 4.2;

$$(9.1) GK_{it} = Bomutgifter_{it} + Tidskostnad_{it} + Drivstoffkostnad_{it} + AndreKostnader_{it},$$

der tidskostnad er angitt i tidsbruk, drivstoffkostnad og andre kostnader er angitt i kostnad per km, og utgiftene til bomring er en fast kostnad som avhenger av biltype.

For å aggregere GK_i til regionalt nivå, vektes GK_i med gjennomsnittlig lengde og tidsbruk for reiser med bil i regionen. Man vil da få estimert kostnad for en gjennomsnittlig biltur hvor man passerer bomringen i Oslo for hvert år.

GK vil variere i ulike vektklasser for kjøretøyene. Det vil derfor være gunstig å finne et estimat for GK for lette og tunge kjøretøy, og vekte dem med andelen lette og tunge kjøretøy i regionen. Andelen er basert på tall for kjøretøysbestanden i Osloregionen fra Statistisk Sentralbyrå (SSB). Siden 1991 har det vært en relativ stabil fordeling, hvor antallet tunge kjøretøy har vært tilnærmet lik en fjerdedel av antallet lette kjøretøy.

$$(9.2) GK_t = AndelLett_t(GKLett_t) + AndelTung_t(GKTung_t)$$

Andelen av de forskjellige drivstoff-typene har variert mye i perioden. I følge SSB, utgjorde bensinbiler 85,7 prosent av kjøretøysbestanden i regionen i 1991, men kun 38,5 prosent i 2016. Årsaken er fremveksten av dieselmotorer som tiltok på midten av 2000-tallet, og introduksjonen av elbiler på starten av 2010-tallet.

Full oversikt over kjøretøysbestanden er presentert i tabell 9-7, 9-8 og 9-9 i Appendiks 9.5.4.

9.3.1. Bomutgifter

Den første kostnadskomponenten i funksjon (9.1) er utgifter til bomringen. For noen vil denne utgiftsposten utgjøre en stor andel av GK (kort reiseveg, men passerer en bom), mens den for andre vil utgjøre en marginal andel av de totale kostnadene ved reise. For den første typen trafikanter vil variasjon i takstene ha potensielt stor innvirkning på etterspørselen etter reise, mens den for andre kan ha en nærmest neglisjerbar effekt.

For å beregne gjennomsnittsprisen for lette og tunge kjøretøy må man ta hensyn til at elbiler ikke betaler, som gjør at gjennomsnittlig pris i bomringen er noe lavere enn taksten. Tar ikke hensyn til rabattordninger som klippekort, periodekort og prisavslag i analysen.

For å beregne kostnadene kan man først finne gjennomsnittsprisen per passering. Vekter takstene for lett og tung med andelene bensin-, diesel-, og elbiler

$$(9.3) \text{ BomkostnadLett}_t = \text{BomLett}_t[\text{Andel}(\text{LettBensin}_t + \text{LettDiesel}_t)]$$

$$(9.4) \text{ BomkostnadTung}_t = \text{BomTung}_t[\text{Andel}(\text{TungBensin}_t + \text{TungDiesel}_t)]$$

Hvor BomkostnadLett_t og BomkostnadTung_t er gjennomsnittspris per passering for lett og tunge kjøretøy på tidspunkt t . BomLett_t og BomTung_t er realpristaksten. $\text{LettBensin}_t + \text{LettDiesel}_t$ og $\text{TungBensin}_t + \text{TungDiesel}_t$ er andelen bensin- og diesel-biler for henholdsvis lett og tunge kjøretøy.

9.3.2. Tidskostnader

Beregningen av generaliserte tidskostnader for hvert år kan skrives som

$$(9.5) \text{ Tidskostnad}_t = \text{Reisetid}_t \left[\begin{array}{l} (\text{Tjeneste}_t)(\text{AndelTjeneste}_t) + \\ (\text{Tillogfrajobb}_t)(\text{AndelTillogfra}_t) + \\ (\text{Fritid}_t)(\text{AndelFritid}_t) \end{array} \right]$$

Hvor Tidskostnad_t angir estimert tidskostnad for regionen på tidspunkt t , Reisetid_t angir gjennomsnittlig reisetid i regionen på tidspunkt t . Tjeneste_t , Tillogfrajobb_t og Fritid_t angir tidstakstene, med den følgende andel av reisetypene på tidspunkt t .

For tunge kjøretøy antas det at all reiser er tjenestereiser.

9.3.3. Drivstoffkostnader

Den tredje komponenten i (9.1) er drivstoffkostnader. Dette omfatter alle utgifter i forbindelse med innkjøp av bensin og diesel, eller ved ladning av elektriske kjøretøy. Kostnaden for individene vil variere mellom typen drivstoff, vekten på kjøretøyet og over tid.

Det har vært en stor variasjon i drivstoffkostnader for Osloregionen i den analyserte perioden. Dette har sammenheng med at prisene på drivstoff har variert mye, og at det har vært en betydelig realprisøkning siden starten av 1990-tallet. I tillegg har det vært store endringer i sammensetning av biler med hensyn til drivstofftype, og introduksjonen av elbiler på markedet har også bidratt til variasjonen i kostnader.

For å finne drivstoffkostnaden for en gjennomsnittstur i regionen henter man kostnadene for hver drivstofftype for hvert år og vekter det med andelen av de forskjellige type bilene i kjøretøysbestanden. Kostnaden per kilometer multipliseres med gjennomsnittlig kjørelengde for det aktuelle året. Man skiller mellom lette og tunge kjøretøy.

$$(9.6) \text{ Drivstoffkostnader}_t = \text{Distanse}_t \left[\begin{array}{l} (\text{AndelBensin}_t)(\text{LiterBKM}_s)(\text{BensinPris}_t) + \\ (\text{AndelDiesel}_t)(\text{LiterDKM}_s)(\text{DieselPris}_t) + \\ (\text{AndelEl}_t)(\text{KwhPKM}_s)(\text{ElPris}_t) \end{array} \right]$$

Hvor $\text{Drivstoffkostnader}_t$ angir en gjennomsnittsreises kostnader knyttet til drivstoff på tidspunkt t . Drivstoffkostnad per kilometer er aggregert med distansen for en gjennomsnittsreise i regionen på tidspunkt, angitt ved Distanse_t . Andelen av drivstofftype er representert ved AndelBensin_t , AndelDiesel_t og AndelEl_t på tidspunkt t .

Som nevnt avsnitt 5.2.7 er drivstoff-forbruk per kilometer tidsinvariant, men differensieres på kjøretøyvekt, s. Literprisen for bensin og diesel, og strømpris per kWh, på tidspunkt t er angitt ved hhv. (BensinPris_t) , (DieselPris_t) og (ElPris_t) .

9.3.4. Andre kostnader

For å finne utgiftene til kostnadskomponentene nevnt ovenfor vil de totale kostnadene per kilometer multipliseres med gjennomsnittlig reiselengde for hvert år.

$$(9.7) \text{ AndreKostnader}_{ts} = \text{Distanse}_t (\text{KostnadPerKM}_{ts}),$$

der Distanse_t angir gjennomsnittlig kjørelengde i regionen på tidspunkt t , og KostnadPerKM_{ts} angir kostnaden per kilometer for kjøretøytype s til tidspunkt t .

9.3.5. Eksempel på beregning av GK

Beregner GK for et lett kjøretøy i år 2013 som et eksempel

$$(9.1) GK_{it} = Bomutgifter_{it} + Tidskostnad_{it} + Drivstoffkostnad_{it} + AndreKostnader_{it},$$

Et eksempel for beregning av bomkostnaden for 2013 med utgangspunkt i Formel (9.3);

$$32,91 \text{ kr}_{2013} [Andel(53,71 \%_{2013} + 44,98_{2013})] = 32,48 \text{ kr}_{2013}$$

Bomkostnaden for lette kjøretøy er beregnet til 32,48 til kroner (2017-kr) i 2013.

Et eksempel for beregning av tidskostnad for 2013 med utgangspunkt i Formel (9.5);

$$0,33 \text{ timer}_{2013} \left[\begin{array}{l} (487 \text{ kr}/t_{2013})(17 \%_{2013}) + \\ (108 \text{ kr}/t_{2013})(24 \%_{2013}) + \\ (92 \text{ kr}/t_{2013})(59 \%_{2013}) \end{array} \right] = 54,41 \text{ kroner}_{2013}$$

Tidskostnaden for en gjennomsnittreise for lette kjøretøy er beregnet til 54,41 kroner (2017-kr) i 2013.

Et eksempel på beregning av drivstoffkostnadene for en gjennomsnittreise for lette kjøretøy i 2013 med utgangspunkt i Formel (9.6)

$$15,8 \text{ km}_{2013} \left[\begin{array}{l} (53,71 \%_{2013})(0,07 \text{ l}/\text{km})(16,15 \text{ kr}/l_{2013}) + \\ (44,98 \%_{2013})(0,05 \text{ l}/\text{km})(14,44 \text{ kr}/l_{2013}) + \\ (1,31 \%_{2013})(0,25 \text{ kWh}/\text{km})(0,67 \text{ kr}/\text{kWh}_{2013}) \end{array} \right] = 15,14 \text{ kr}_{2013}$$

Drivstoffkostnaden for en gjennomsnittreise for lette kjøretøy er beregnet til 15,14 kroner (2017-kr) i 2013.

Utgifter for et lett kjøretøy på en gjennomsnittstur med utgangspunkt i formel (9.7) vil da beregnes til

$$15,8 \text{ km}_{2013} (2,18 \text{ kr}/\text{km}_{2013}) = 34,44_{2013}$$

Andre kostnader for en gjennomsnittstur for et lett kjøretøy vil beregnes til 34,44 kr (2017-kr) i 2013.

Med utgangspunkt i formel (9.1) GK for en gjennomsnittreise for et lett kjøretøy i 2013 kan beregnes til

$$32,48 kr_{20,13} + 54,41 kr_{2013} + 14,59 kr_{2013} + 34,44 kr_{i2013} = 136,47 kr_{2013}$$

GK for en gjennomsnittreise for et lett kjøretøy i 2013 er beregnet til 136,47 kroner (2017-kr).

Tilsvarende for tunge kjøretøy

$$98,51_{20,13} + 226,71 kr_{2013} + 47,01 kr_{2013} + 57,20 kr_{2013} = 429,51 kr_{2013}$$

GK for en gjennomsnittreise for et tungt kjøretøy i 2013 er beregnet til 429,51 kroner (2017-kr).

For å finne et tall på GK vektet GK for lett- og tunge kjøretøy med andelen i regionen.

Fra formel (9.2)

$$136,47_{20,13}(78 \%_{2013}) + 429,51 kr_{2013}(22 \%_{i2013}) = 201,7 kr_{2013}$$

Dette estimatet vil brukes i analysen av generaliserte kostnaders påvirkning på etterspørselen etter å kjøre bil i regionen.

9.4. Tester

9.4.1. Hausmann

	Koeffisienter			
	(b) Random	(B) Fixed	(b-B) Forskjell	Sqrt (diag V_b -V_B) S.E.
GK vektet	-87,58	-123,01	35,42	193,89
Inntektbydel	-2479,75	3132,13	5611,88	20640,03
Infrastruktur	-2470,98	-700,65	-1770,32	6319,86

b=konsistent under null-hypotese og alternativ-hypotese
B=konsistent under alternativ-hypotese, effisient under null-hypotese

Tabell 9-1: Hausmannstest

Test:

Null-hypotese: Forskjellen i koeffisienter er ikke systematisk, kan benytte Random-Effects.

Chi-kvadrert (3) = $(b-b)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b - B) = 0,14$

Prob > Chi-kvadrert = 0.9872

Kan ikke forkaste 0-hypotesen. Kan benytte Random Effects-estimering.

9.4.2. Wooldridge test for autokorrelasjon i panel data

Wooldridge test for autokorrelasjon

Nullhypotese: Ingen autokorrelasjon

$F(1, 2) = 536.818$

Prob > F = 0.0019

Forkaster nullhypotesen. Data inneholder autokorrelasjon.

9.4.3. Breusch-Pagan

Breusch-Pagan test for heteroskedastisitet.

Null-hypotese: Konstant variance (Ingen heteroskedastisitet)

Variabler: LGK Linntekt Infrastruktur Kollektiv

Chi-kvadrert = 3,70

Prob > Chi-kvadrert = 0.4485

Kan ikke forkaste null-hypotesen. Ingen bevis for heteroskedastisitet i data.

9.5. Tabeller

9.5.1. Korridorene i Oslo

Informasjon om korridorene	
Vest	
Bomstasjoner	Bydeler
E18 Maritim	Vestre Aker
E18 Påkjøringsrampe	Ullern
Rv 18 Drammesnveien	Nordre Aker
Rv 150 Store ringvei	
Rv 168 Sørkedalsveien	
Kv 14742 Middelthunsgate	
Kv 16621 Slemdalsveien	
Kv 20713 Karènlyst	
Nord-øst	
Bomstasjoner	Bydeler
E6 Alnabru	Bjerke
Rv 4 Trondheimsveien	Grorud
Rv 163 Østre Akervei	Stovner
Rv 190 Ulven	Alna
Kv Rødvetveien	
Kv Strømsveien	
Kv 17852 Tveteveien	
Sør	
Bomstasjoner	Bydeler
E6 Europaveien	Østensjø
E6 Rampe v/Abildsø	Nordstrand
E18 Mosseveien	Søndre
Kv 11462 Ekebergveien	Nordstrand
Kv 13868 Kongsveien	
Kv 14102 Lambertseter	
Kv 16175 Sandstuen	

Tabell 9-2. Oversikt over hvilke veier og bydeler som inkluderes i de ulike korridorene.

Kart:



Figur 9-3: Kart over bydeler som inkluderes i de ulike korridorene, supplerende til tabell 9-2. Blå sone indikerer Vest, Gul, Nord-øst og Grønn, Sør.

Resultatene fra regresjon med logaritmen til gjennomsnittlig antall passeringer i bomringen som avhengig variabel. Estimeringsmetoden er OLS med tidstrend på tidsserie-data.

Modellspefikasjon			
Korridor	Vest	Nord-Øst	Sør
Log Bomkostnader	-0,08 (-1,47)	-0,05 (-0,65)	-0,03 (0,69)
Log GK u/Bomkost	-0,11 (-0,69)	0,18 (1,23)	0,02 (0,20)
Kontrollert for inntekt	Region	Region	Region
Inkludert tidstrend	Ja	Ja	Ja
Kontrollert for vegprosjekter	Ja	Ja	Ja
Kontrollert for kollektivtilbud	Ja	Ja	Ja
År	1991-2016	1991-2016	1991-2016
Utvalgsstørrelse	26	26	26
R-kvadrert	0,55	0,88	0,89

Tabell 9-4: Resultat fra OLS-estimeringen m/trend av ulike korridorer. Med t-statistikk i parentes, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

9.5.2. Kort sammenligning av Oslo og Bergen

Kort sammenligning av Oslo og Bergen		
	Oslo	Bergen
Populasjon	658 390	277 391
Gjennomsnittlig inntekt	346 098	333 862
Reisehyppighet	3,22 reiser per dag	3,25 reiser per dag
Reiselengde	12,5 km per reise	15,7 km per reise
Reisetid	25 min per reise	24 min per reise

Tabell 9-5: Kort sammenligning av Oslo og Bergen. Tall for populasjon og inntekt basert på skatteliste for 2015. Reisevanene er hentet fra Reisevaneundersøkelsen 13/14.

9.5.3. Robusthetssjekk

Modellspefikasjon	4	9
Log GK	-0,75 (1,42)	
Log Bomkostnader		-0,10*** (4,20)
Log GK u/Bomkost		-0,23*** (4,99)
Log Inntekt	0,46*** (4,25)	0,13 (1,68)
Inntektstype	Region	Region
Kontrollert for vegprosjekter	Ja	Ja
Kontrollert for kollektivtilbud	Ja	Ja
År	2005-2015	2005-2015
Utvalgsstørrelse	30	30
R-kvadrert	0,14	0,02

Tabell 9-6: Regresjon med utgangspunkt i modellspefikasjon (4) og (9) på data fra 2005 til 2016.

9.5.4. Kjøretøysbestanden

År	Totalt							
	Bensin		Diesel		Elektrisk		Totalt	
	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel
1991							443 553	100 %
1992							444 160	100 %
1993							448 696	100 %
1994							458 468	100 %
1995							473 059	100 %
1996							477 273	100 %
1997							512 643	100 %
1998	446 118	85,7 %	74 440	14,3 %	82	0,0 %	520 640	100 %
1999	450 605	84,8 %	80 632	15,2 %	114	0,0 %	531 351	100 %
2000	458 588	83,7 %	89 352	16,3 %	244	0,0 %	548 184	100 %
2001	464 297	81,8 %	102 947	18,1 %	390	0,1 %	567 634	100 %
2002	460 181	80,6 %	110 489	19,3 %	426	0,1 %	571 096	100 %
2003	458 018	78,8 %	122 987	21,1 %	503	0,1 %	581 508	100 %
2004	459 267	76,3 %	141 755	23,6 %	574	0,1 %	601 596	100 %
2005	453 753	73,1 %	166 550	26,8 %	690	0,1 %	620 993	100 %
2006	446 341	68,9 %	200 198	30,9 %	811	0,1 %	647 350	100 %
2007	425 084	63,2 %	246 413	36,6 %	855	0,1 %	672 352	100 %
2008	405 367	59,4 %	276 095	40,5 %	1077	0,2 %	682 539	100 %
2009	388 860	56,6 %	297 111	43,2 %	1127	0,2 %	687 098	100 %
2010	375 759	51,3 %	355 383	48,5 %	1321	0,2 %	732 463	100 %
2011	359 620	47,5 %	394 465	52,2 %	2273	0,3 %	756 358	100 %
2012	349 918	45,0 %	423 654	54,5 %	4240	0,5 %	777 812	100 %
2013	344 376	43,3 %	442 923	55,7 %	8492	1,1 %	795 791	100 %
2014	340 196	41,7 %	460 048	56,3 %	16425	2,0 %	816 669	100 %
2015	338 196	40,6 %	467 143	56,1 %	27821	3,3 %	833 160	100 %
2016	315 446	38,5 %	464 986	56,7 %	39669	4,8 %	820 101	100 %

Tabell 9-7: Kjøretøysbestanden i Oslo-regionen. Totalt. Kilde: SSB

Lett								
År	Bensin		Diesel		Elektrisk		Totalt	
	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel
1991								
1992								
1993								
1994								
1995								
1996								
1997								
1998	405 172	96,4 %	14 986	3,6 %	79	0,0 %	420 237	81 %
1999	410 417	96,1 %	16 552	3,9 %	101	0,0 %	427 070	80 %
2000	418 534	95,6 %	19 016	4,3 %	210	0,0 %	437 760	80 %
2001	421 393	94,7 %	23 146	5,2 %	330	0,1 %	444 869	78 %
2002	419 145	93,6 %	28 341	6,3 %	367	0,1 %	447 853	78 %
2003	418 705	92,2 %	35 165	7,7 %	459	0,1 %	454 329	78 %
2004	421 627	89,9 %	46 597	9,9 %	535	0,1 %	468 759	78 %
2005	419 095	87,0 %	62 190	12,9 %	651	0,1 %	481 936	78 %
2006	414 943	83,3 %	82 464	16,6 %	775	0,2 %	498 182	77 %
2007	398 178	77,4 %	115 492	22,4 %	826	0,2 %	514 496	77 %
2008	381 854	73,1 %	139 762	26,7 %	1051	0,2 %	522 667	77 %
2009	368 079	69,3 %	162 329	30,5 %	1101	0,2 %	531 509	77 %
2010	357 364	63,8 %	201 697	36,0 %	1296	0,2 %	560 357	77 %
2011	343 824	59,1 %	235 495	40,5 %	2207	0,4 %	581 526	77 %
2012	336 176	55,9 %	261 434	43,4 %	4132	0,7 %	601 742	77 %
2013	332 282	53,7 %	278 271	45,0 %	8100	1,3 %	618 653	78 %
2014	329 350	51,5 %	293 947	46,0 %	15768	2,5 %	639 065	78 %
2015	328 326	50,3 %	297 524	45,6 %	26662	4,1 %	652 512	78 %
2016	306 224	48,1 %	292 523	45,9 %	38003	6,0 %	636 750	78 %

Tabell 9-8: Kjøretøysbestanden i Oslo-regionen. Lette kjøretøy. Kilde: SSB

Tung								
År	Bensin		Diesel		Elektrisk		Totalt	
	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel
1991								
1992								
1993								
1994								
1995								
1996								
1997								
1998	40 946	40,8 %	59 454	59,2 %	3	0,0 %	100 403	19 %
1999	40 188	38,5 %	64 080	61,4 %	13	0,0 %	104 281	20 %
2000	40 054	36,3 %	70 336	63,7 %	34	0,0 %	110 424	20 %
2001	42 904	34,9 %	79 801	65,0 %	60	0,0 %	122 765	22 %
2002	41 036	33,3 %	82 148	66,7 %	59	0,0 %	123 243	22 %
2003	39 313	30,9 %	87 822	69,1 %	44	0,0 %	127 179	22 %
2004	37 640	28,3 %	95 158	71,6 %	39	0,0 %	132 837	22 %
2005	34 658	24,9 %	104 360	75,0 %	39	0,0 %	139 057	22 %
2006	31 398	21,0 %	117 734	78,9 %	36	0,0 %	149 168	23 %
2007	26 906	17,0 %	130 921	82,9 %	29	0,0 %	157 856	23 %
2008	23 513	14,7 %	136 333	85,3 %	26	0,0 %	159 872	23 %
2009	20 781	13,4 %	134 782	86,6 %	26	0,0 %	155 589	23 %
2010	18 395	10,7 %	153 686	89,3 %	25	0,0 %	172 106	23 %
2011	15 796	9,0 %	158 970	90,9 %	66	0,0 %	174 832	23 %
2012	13 742	7,8 %	162 220	92,1 %	108	0,1 %	176 070	23 %
2013	12 094	6,8 %	164 652	93,0 %	392	0,2 %	177 138	22 %
2014	10 846	6,1 %	166 101	93,5 %	657	0,4 %	177 604	22 %
2015	9 870	5,5 %	169 619	93,9 %	1159	0,6 %	180 648	22 %
2016	9 222	5,0 %	172 463	94,1 %	1666	0,9 %	183 351	22 %

Tabell 9-9: Kjøretøysbestanden i Oslo-regionen. Tunge kjøretøy. Kilde: SSB



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen