



Masteroppgave

BØK950 Økonomi og administrasjon

En empirisk analyse av elbilens inntreden i Norge

Frank Henrik R. Hofseth og Håkon Solheim

Totalt antall sider inkludert forsiden: 78

Molde, 23.05.2019



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 30

Veileder: Johan Holmgren

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven, §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 23.05.2019

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på vår masterstudie i økonomi og administrasjon ved Høgskolen i Molde. Oppgaven er et selvstendig arbeid på 30 studiepoeng innenfor vår hovedprofil som er økonomisk analyse.

Formålet med denne kvantitative studien har vært å studere hvilke faktorer som ligger til grunn for inntreden av elektriske kjøretøy. Vi har valgt å skrive om dette temaet fordi vi er genuint opptatt av elbiler og en bærekraftig fremtid for kommende generasjoner. For å belyse problemstillingen har vi gjennomført omfattende regresjonsanalyse med et stort datamateriale for å avdekke et robust resultat.

Det har vært interessant, innsiktsfullt og givende å utforske norsk historie, undersøke regjeringens rolle og forsøke å kvantifisere effekter av ulike faktorer som påvirker inntreden av elektriske biler i Norge. Arbeidet har vært spesielt spennende siden det er et svært samfunnsrelevant tema med tanke på klimapolitikken i Norge.

Vi ønsker å rette en stor takk til veileder Johan Holmgren og biveileder Halvard Arntzen, som har stilt seg positive til metodevalget og som har tatt seg tid til å bidra i studien. Vi vil også takke Sverre Sletvold for korrekturlesing av oppgaven. Til sist vil vi gjerne takke hverandre for et godt samarbeid.

Innholdet i denne oppgaven står for forfatterens regning.

Molde, mai 2019



Frank Henrik R. Hofseth



Håkon Solheim

Sammendrag

Stigende klimagassutslipp utgjør en trussel mot livet til personer som bor rundt om i verden. Den største kilden til verdens klimagassutslipp er energiproduksjon og forbruksvirksomhet, noe som gjør at bærekraftig transportinnovasjon er svært viktig. Et eksempel på slike innovasjoner, som har potensial til å redusere drivstoffutslipp, er elektriske kjøretøyer. Til tross for dette har inntredenen av elbiler vært begrenset uten stimuli fra eksterne faktorer, som for eksempel statlig regulering av utslipp og økonomiske insentiver for elektriske kjøretøy. I Norge har vi i den sammenheng svært sterke insentiver for å fremme kjøp og bruk av elektriske kjøretøy som en del av løsningen på klimaproblemet.

I denne oppgaven undersøker vi hvilke faktorer som spiller inn for inntredenen av elektrisk bil i Norge i perioden 2011 til 2017 og hvilke kommunale forskjeller som eksisterer. En allmenn antakelse er at positive eksternaliteter for bruk av elektriske biler ikke er fanget opp av markedet, noe som resulterer i markedsfeil og nødvendiggjør statlige inngrep. Perioden 2011 til 2017 er dekket på årlig basis i analysen. Videre tar oppgaven for seg en tilnærming i form paneldata der økonometriske metoder for faste effekter benyttes.

Gjennom de ulike estimeringsmodellene fant vi flere faktorer som er signifikante på andelen elbiler. Bomstasjon, inntekt, utpendlerandel, befolkningstetthet og folketall har en positiv innvirkning, mens gjennomsnittlig kjørelengde og storbyer har negativ innvirkning på elbilandelen. Variabelen for storbyer kan være negativ av flere årsaker, men sett i sammenheng med kommunene rundt, har de stor utpendlerandel og høy elbilandel. De kommunene som har tilknytning til bomstasjoner har 30 % høyere elbilandel og dersom utpendlerandelen øker med 1 % øker elbilandelen 1.37 %.inntekt har en signifikant påvirkning på elbilandelen i Norges kommuner. Insentivene som regjeringen har fastsatt er ment å bidra til et mindre nasjonalt karbonavtrykk, men oppnår kanskje ikke dette motivet. Det kan argumenteres for at insentivene i størst grad har vært benyttet av velstående husholdninger til å anskaffe sekundærbil.

Innholdsfortegnelse

1.0	Innledning	1
1.1	Motivasjon	2
1.2	Problemstilling	4
2.0	Nåværende mål og retningslinjer for transportsektoren i Norge.....	4
2.1	Utslipp fra kjøretøy	6
2.1.1	Svevestøv	7
2.2	Insentiver og avgifter i Norge	8
3.0	Teoretisk Rammeverk	11
3.1	Forbrukerforskningslitteratur	11
3.1.1	Rasjonalitet.....	12
3.1.2	Nytteforventningsteoremet.....	12
3.1.3	Konsumentteori – Etterspørsel etter varige goder.....	13
3.2	Empirisk litteratur	14
3.2.1	Model for etterspørsel etter bil og drivstoff	14
3.2.2	Finanspolitiske instrumenter som virkemiddel	15
3.2.3	Endring i avgiftsgrunnlag.....	16
3.2.4	Discrete Choice Models og Nested Multinomial Logit models	17
3.3	Sammendrag av empirisk litteratur	19
4.0	Økonometrisk modell	20
5.0	Data	21
5.1	Oppbygningen av datasettet	21
5.1.1	Registrerte kjøretøy	23
5.1.2	Inntekt	24
5.1.3	Drivstoff- og kraftpriser	25
5.1.4	Kjørelengde	26
5.1.5	Bomstasjoner	26
5.1.6	Pendlerkommuner	27
5.1.7	Folketall	27
5.1.8	Befolkningstetthet	28
5.2	Oversikt	28
5.3	Analysere data.....	29
5.3.1	Korrelasjonsmatrise	34
6.0	Metode og resultater	37

6.1	Estimeringen av valgmodeller.....	38
6.1.1	Minste kvadraters metode (OLS).....	39
6.1.2	Resultater fra OLS	40
6.1.3	Logit-modell.....	42
6.1.4	Resultater fra Logit-modell	43
6.2	Paneldata	47
6.2.1	Pooled Ordinary Least Square	47
6.2.2	Fixed Effects estimering (FE).....	49
6.2.3	First Difference (FD)	50
6.2.4	Resultater fra paneldata.....	51
6.3	Alternativ estimeringsmodell.....	53
7.0	Diskusjon av resultatene.....	55
8.0	Konklusjon.....	57
9.0	Begrensinger i datasettet og den empiriske tilnærmingen	58
10.0	Forslag til videre forskning	60
11.0	Referanseliste.....	62
12.0	Vedlegg	65
12.1	Utelatte variabler	65
12.2	Random Effects estimering (RE)	66
12.3	Valg av estimeringsmetode	66
12.4	Modeller og figurer	67
12.5	Regresjoner	69

Figurliste

Figur 1: Solgte biler (tall hentet fra OFVAS)	6
Figur 2: Gjennomsnittlig CO ₂ -utslipp (tall hentet fra OFVAS).....	7
Figur 3: Statens inntekter fra bilrelaterte avgifter (Tall hentet fra Statsbudsjettet)	10
Figur 4: Fordelingen av biltyper 2010-2019	24
Figur 5: Elbilandel i kommuner med høyest elbilandel	31
Figur 6: Korrelasjonsplott mellom andel elbiler og andel utpendlere.....	32
Figur 7: Plot av Inntekt og Elbilratio	33
Figur 8: Plot av log(folketall) og elbilratio	34
Figur 9: Fremstilling av korrelasjon mellom variablene	36
Figur 10: Logaritmeplott av variabler	67

Tabelliste

Tabell 1: Salgstall for 2017-2018 (tall hentet fra OFVAS).....	5
Tabell 2: Oversikt over insentiver (inspirert av Figenbaum 2018)	9
Tabell 3: Antall Elbiler i Norge mellom 2010-2017	22
Tabell 4: Oversikt over variabler	28
Tabell 5: Deskriptiv statistikk	29
Tabell 6: Kommuner med høyest elbilandel 2017	30
Tabell 7: Korrelasjonsmatrise	35
Tabell 8: P-verdier av korrelasjonsmatrisen	37
Tabell 9: OLS regresjon	41
Tabell 10: Logit Regresjon	44
Tabell 11: Deskriptiv statistikk for elasticitet av resultat fra logit regresjon, år 2017	46
Tabell 12: Paneldata regresjon	52
Tabell 13: Regresjon som tar for seg endring i elbilandelen	54
Tabell 14: Hausmantest av Fixed og Random Effects	67
Tabell 15: Fordeling av biler på ulike typer per år.....	68
Tabell 16: Regresjon med en lag elbilandel i kolonne (1) og (3).....	69
Tabell 17: OLS-regresjon for år 2016.....	69

1.0 Innledning

Klimaendringer har vært i fokus og skapt stort engasjement i de fleste nasjoner rundt om i verden for en lengre periode. De siste årene har fokuset økt betraktelig i tråd med at det stadig settes nye varmerekorder, hyppigere forekomst av ekstremvær og dyreliv blir utryddet i større masser. Det har blitt foreslått utallige løsninger for å håndtere det alvorlige problemet. EU gjorde et forsøk på å innføre en karbonavgift allerede tidlig 1990-tallet, men som ikke slo gjennom på grunn av lobbyvirksomhet (Pearce 2005). Selv om det ikke ble opprettet en offisiell klimaavtale i EU, innførte Norge i 1991 en karbonavgift som i utgangspunktet var en forurensningskontroll og oppmuntring til frivillige tiltak for mange industrisektorer. Som et resultat av dette ble det innført en økt støtte til forskning og utvikling for å redusere drivhusgasser (IEA 2017).

Ettersom det ikke ble implementert en offisiell avtale mellom land i EU, innførte de fleste vestlige landene en avgift på fossilt brennstoff på nasjonalt plan i løpet av 1990. I 1997 ble det opprettet en internasjonal avtale i Kyoto om å redusere klimagassutslipp. Kyoto-avtalen tredde ikke i kraft før Russland skrev under avtalen 16. februar 2005. USA var motstander av denne avtalen og argumenterte for at den ville være svekkende for næringslivet (Miljødirektoratet 2017). 4. november 2016 gikk alle nasjonene i UNFCCC sammen for første gang og kom frem til enighet i Paris-avtalen om å bekjempe klimaendringene og dens effekt på verden (UNFCCC 2018).

Transportsektoren er viktig for å opprettholde en god flyt av varer, tjenester og ikke minst personer i hele verden. Dette tatt i betraktning, er den ansvarlig for hele 14 % av det totale globale klimagassutslippet og 30 % av partikkelutslippet (WHO 2019). Det har blitt rapportert at transportsektoren står for omlag 50 % av partikkelutslippet i de største byene i Europa, noe som har fått politikerne til å legge press på bilprodusentene for å gjøre vegtransporten grønnere. Bilparken i Norge består hovedsakelig av kjøretøy med brenselmotor som går på diesel eller bensin.

I starten av 2000-tallet var avkarbonisering og effektivisering av transportsektoren et av hovedpunktene for å bekjempe global oppvarming og klimagassutslipp (Enova 2017). Dette førte til et økt fokus innenfor forskning og utvikling i bilbransjen, og det ble gjort store

forbedringer på dieselmotorens effektivitet sammenlignet med bensinmotoren. Dieseldrevne kjøretøy økte i popularitet som følge av dette (Pilskog 2018). Da dieselmotoren ble mer effektiv og slapp ut mindre CO₂ enn bensinmotoren, oppfordret politikerne i Norge til kjøp av dieselbil. Dette medførte en reduksjon i avgiften på dieselbiler relativt til bensinbiler i 2007. Derfor gikk dieselbiler fra å ha marginale markedsandeler til å bli markedsledende. I 2013 fikk Norge bot av ESA (EFTA Surveillance Authority), på grunn av brudd på NO_x-innholdet i luften, og myndighetene gav dieselbilen mye av skylden (Pilskog 2018). Dette medførte midlertidig dieselforbud i vintersesongen i Oslo kommune og gjorde det mindre attraktivt å kjøpe dieselbil i de største byene. Ut ifra statistikk fra Opplysningsrådet for Veitrafikk viser at markedsandelene på salg av dieselbiler har falt fra 75 % til i underkant av 20% i løpet av en syvårsperiode (OFV 2019).

Historien har vist oss at insentivene på bil har stor betydning for hvordan markedet utvikler seg. Det økte fokuset på reduksjon av klimagasser, samt politikernes utslippskrav til bilindustrien, har ført til store endringer i transportsektoren. Som et resultat av dette har batterielektriske bilers inntog i Norge startet. Eiere av dieselbiler, spesielt i Oslo-området, føler seg kanskje “lurt” av politikerne. De ble først fortalt at dieselbiler er klimavennlige og er bilen de burde kjøpe, mens det senere ble innført høyere avgifter og “straffer” i storbyene. Dette har ført til at forbrukerne står ovenfor et valg når det gjelder personlig preferanser, samt innvirkning fra ytre faktorer som politikere og miljøstatus når de skal kjøpe bil. I denne oppgaven vil vi se nærmere på elbilens utvikling og hvor betydelig insentivene for kjøp av batterielektriske bil (heretter kalt elbil) er. Det er uvisst hvor lenge disse insentivene vil vare.

1.1 Motivasjon

Formålet med elbilens insentiver og politikk er at de på sikt skal erstatte konvensjonelle kjøretøy med hensikt å redusere utslipp. Innenfor transportsektoren er utslipp en form for ekstern kostnad og oppfører seg som en utilsiktet og ukompensert bivirkning til en persons handlinger (Stern and Coria 2013). Selv om elbiler ikke har de samme effektene i form CO₂-utslipp, har de fortsatt noen eksternaliteter i form av svevestøv, slitasje og ulykker.

Vår motivasjon for å gjennomføre denne oppgaven er først og fremst alle de fremtidige utfordringene og endringene bransjen vil møte i nær fremtid. Den mest merkbare endringen er overgangen fra konvensjonelle til elektriske motorer i kjøretøy. Før Tesla Motors var det

flere selskap som prøvde å etablere elektriske biler i markedet, men disse slo aldri an blant annet på grunn av kort rekkevidde og et design som ikke appellerte til folkemassen. Tesla Motors var den første bilprodusenten som viste verden at en elbil ikke trengte å ha et kjedelig design og kort rekkevidde. For å bidra til at resten av bransjen skapte elektrisk transport, valgte Tesla å frigi sine patenter til fri bruk for å fremskyve overgangen til en bærekraftig global bilflåte (Tesla 2014). Mange av de største bilselskapene har investert enorme summer i forskning og utvikling for å bli den ledende produsenten av elektriske biler. De fleste bilprodusenter tilbyr i dag, eller innen få år, elektriske kjøretøy.

Forskning rundt hvordan elbilen påvirker samfunnet har vært et populært tema i media den siste tiden. Denne forskningen har hovedsakelig to motpoler som argumenterer mot hverandre. På den ene siden finner vi forskningsartikler som er positiv til elektrifisering av transportsektoren og hvor de mener skiftet er med på å skape et grunnere samfunn. På den andre siden finnes det artikler som kritiserer endringene med argumentasjon om at det ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomt og at produksjon og drift av elbiler medfører store forurensinger. Vi finner utviklingen interessant da vi er opptatt av hvordan det økte fokuset på klima påvirker og endrer markedet for privat transport. Det har skjedd enormt mye de siste ti år, og det forventes at det vil skje minst like mye endringer i årene som kommer. Vi vil videre i denne oppgaven fordype oss i hva som driver og påvirker det norske transportmarkedet og se på de politiske endringene gjort de to siste tiår.

I vår oppgave legger vi vekt på effekten av insentivene til elbil, og vi ser på effektene mellom kommuner over tid. Insentivene startet allerede tidlig 1990-tallet hvor den politiske agendaen slo skikkelig kraft fra år 2000 og utover. Norge har en omfattende bruk av bomstasjoner og fremhever sterkt politisk innflytelse når det kommer til avgifter og skatter på biltyper av forskjellige drivstoffer. Dersom elbiler ikke har noen bomavgift og har mulighet til å kjøre i kollektivfelt, kan dette føre til en sterk korrelasjon mellom eierskap av elbiler og storbyer. De omfattende godene elbiler står ovenfor må ta slutt en gang i fremtiden, da bruken av insentiver har en stor kostnad for Norge som samfunn (Bjertnæs 2016).

1.2 Problemstilling

Denne oppgaven forsøker å svare på følgende spørsmål:

Hvilke faktorer spiller inn for inntreden av elektrisk bil i Norge i perioden 2011 til 2017 og hvilke kommunale forskjeller er det?

Oppgaven påtar seg ikke den direkte effekten av de nasjonaløkonomiske insentivene, for eksempel engangsavgiften ved kjøp av kjøretøyet, da dette ikke er formålet med oppgaven, og den behandles med en annen tilnærming. Vi ønsker å kvantifisere effekten og innvirkningen politiske insentiver har på konsumenters beslutning ved kjøp av bil og hvordan den varierer i de forskjellige kommunene i Norge. Dette gjøres ved å kartlegge de forklaringsvariablene som har innvirkning på valg av elbil. Oppgaven bidrar til den eksisterende litteraturen ved å fokusere på Norge og analysere utviklingen av elbilens andeler i de forskjellige kommuner over tid.

Oppgaven vil fortsette slik: Kapittel 2 vil handle om mål og retningslinjer i den norske transportsektoren. I kapittel 3 diskuterer vi tidligere litteratur, og vi begynner med grunnleggende økonomisk teori, før vi tar opp policy-analyser, som vil være relevant for vår studie. Kapittel 4 og 5 greier vi ut om vår økonometriske modell og data vi har samlet inn, før vi representerer metode i kapittel 6. I kapittel 7 vil vi presentere og diskutere våre resultater, før vi til slutt konkluderer i kapittel 8.

2.0 Nåværende mål og retningslinjer for transportsektoren i Norge

Norge er i en posisjon hvor de er en av de største olje- og gasseksportørene i verden, samtidig med å være en ledende nasjon når det kommer til fornybar energi og miljøtiltak mot klimaendringer. Norsk politikk fremmer miljøtiltak i stor grad, og nordmenn setter generelt sett bærekraftig miljøutvikling høyt. Ut ifra rapporten til International Energy Agency (IEA) har Norge en ambisjon om å redusere drivhusgassutslipp (GHG) med 40% i perioden fra 1990 til 2030. Denne utfordringen skal nås gjennom bruken av ressurser utvunnet fra olje og gass til å investere i en lavkarbon-fremtid (IEA 2017).

Norges transportsektor har i internasjonal sammenligning sterke insentiver for elektriske kjøretøy. Fordelene relativt til andre konvensjonelle biler inkluderer blant annet unntak fra merverdiavgift, registreringsavgift og trafikksikringsavgift. Mange peker på dette som hovedårsaken til den imponerende veksten av elbilbestanden i landet. Med utgangspunkt i et mål om å redusere klimagasser, er elektriske biler et attraktivt alternativ, spesielt i Norge hvor elektrisiteten i utgangspunktet er utslippsfri (IEA 2017). Norges energiproduksjon er hovedsakelig basert på fornybar energi. Hele 95,8% av all elektrisitet som er produsert i Norge kommer fra vannkraftverk (SSB 2018). Dette fører til at elektrisiteten er billig og miljøvennlig, og gjør det at vi er i en særposisjon sammenlignet med resten av verden. Norges populasjon er rik, tilgangen til hjemmeparkering er bra og fartsgrensene er noe lave som fører til lengre rekkevidde for elektriske biler (Figenbaum 2018).

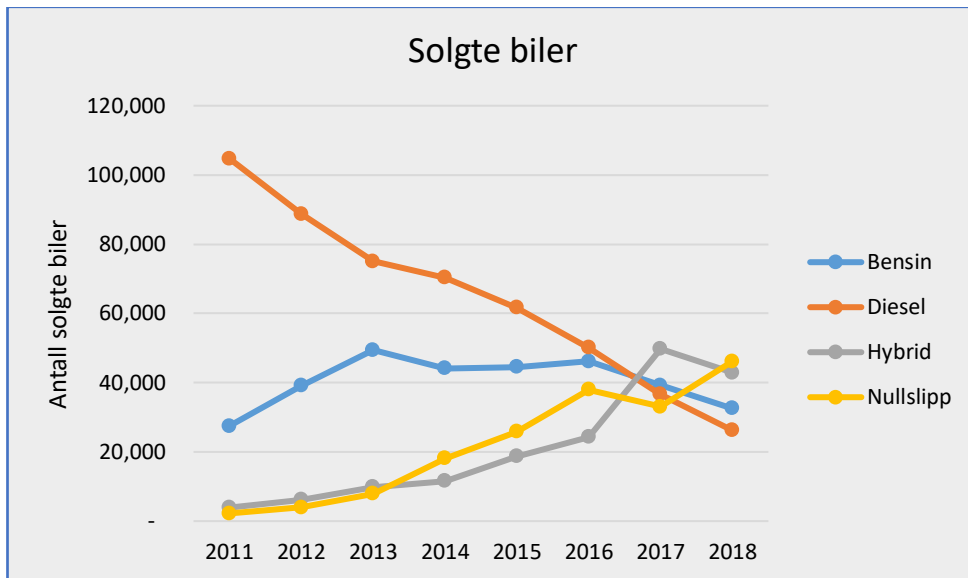
Transportsektor har hatt et stort skifte når det kommer til utslippskrav og bruken av renere energikilder. Økt støtte til forskning og utvikling på klimavennlige tiltak og nullslippkjøretøy har gjort at kjøretøybestanden i Norge de siste årene har endret seg markant. Tall fra opplysningsrådet for veitrafikk viser at det var registret 2 720 000 biler i Norge i 2018, hvorav 5,1 % av dem var elbiler. 31,2 % av nye biler solgt i 2018 var nullutslippsbiler, og det tilsvarer i overkant av 46 tusen personbiler. Tabellen under viser hvor mye nybilsalget har endret seg fra 2017 til 2018.

Drivstofftype	2017	% av total	2018	% av total	Økning/reduksjon
Bensin	36648	24,7 %	32544	17,7 %	-11,2 %
Diesel	39187	23,1 %	26183	22 %	-33,2 %
Elbil	33080	20,9 %	46143	31,2 %	39,5 %
Hybrid	36005	31,3 %	42869	29 %	19,1 %

Tabell 1: Salgstall for 2017-2018 (tall hentet fra OFVAS)

Tabell 1 viser at 60 % av nybilsalget i 2018 består av biler som er helt eller delvis drevet av elektrisitet. Nedgangen er svært markant for diesalbiler som i år 2011 hadde 75 % av nybilsalget i motsetning til 2018, hvor markedsandelen var på 17,7 %. Dette er interessant utvikling, men det er for tidlig å konkludere med et trendbrudd for bensin og diesalbiler. Det kan være verdt å nevne at mange av de som har elbil, har allerede en annen konvensjonell bil. I Nasjonal Transportplan er det satt et mål om at alle kjøretøy solgt etter 2025 skal være

nullutslippskjøretøy (Regjeringen 2017). Dagens statistikk er imponerende sammenlignet med andre land, men ikke tilstrekkelig for at dette målet skal nås.



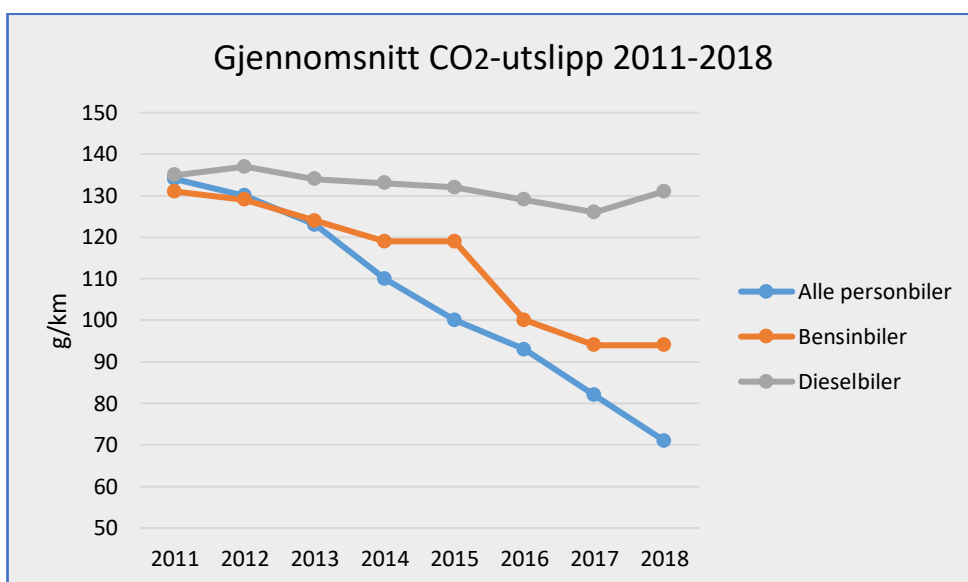
Figur 1: Solgte biler (tall hentet fra OFVAS)

2.1 Utslipp fra kjøretøy

De lokale klimagassutslippene for elbiler i Norge er altså lav, men globalt sett er det direkte og indirekte klimagassutslipp knyttet til produksjon av bilene. En rapport gjennomført av Nealer med flere (2015) har sammenlignet utslippene til elektriske biler med konvensjonelle biler gjennom hele livssyklusen. Det ble brukt Nissan Leaf og Tesla Model S, og tilsvarende konvensjonelle kjøretøy for å kategorisere bilene som mellomstor og stor. Rapporten viser at produksjon av elektriske biler fører til 15 % høyere klimagassutslipp enn produksjon av konvensjonelle biler, hovedsakelig på grunn av komponentene og fabrikasjonen knyttet til litium-ionbatteriene. Til tross for dette er de totale utslippene 51 % lavere for elektriske mellomstore biler gjennom hele livssyklusen. Det ble gjort tilsvarende beregninger for store biler. Produksjonen av stor elektrisk bil forårsaker 68 % mer klimagassutslipp enn en konvensjonell bil, men den elektriske bilen har 53 % lavere klimagassutslipp i løpet av hele levetiden. De ekstra utslippene bundet til produksjon blir raskt hentet inn igjen av redusert klimagassutslipp ved kjøring for både store og mellomstore biler (Nealer, Reichmuth, and Anair 2015).

To andre livsløpsanalyser konkluderer også med at elbiler er mer miljøvennlig enn sine ekvivalenter. Miotti m. flere (2016) kom frem til at uavhengig av energimiks vil elbiler være mer miljøvennlige enn tilsvarende konvensjonelle biler (Miotti et al. 2016). Konklusjonen i studien er at innen 2050 må alle elbiler suppleres med karbonfri elektrisitet for å nå klimapolitikk-målene. Messagie m. flere (2014) kommer frem til at elbiler har lavere CO₂-utslipp enn dieserbiler i Europa, selv med den mest CO₂-intensive energimiksen på markedet (Messagie 2014).

Figur 2 viser at gjennomsnittlig CO₂-utslipp for nybilsalg av personbiler har en markant nedgang. Dette skyldes hovedsakelig den store økningen av elbilsalg, men også at bensinbiler generelt har blitt renere.



Figur 2: Gjennomsnittlig CO₂-utslipp (tall hentet fra OFVAS)

2.1.1 Svevestøv

Klimagasser blir brukt som en fellesnevner for alle gasser som bidrar til global oppvarming. CO₂ er den dominerende, men biler gir også fra seg nitrogenoksidene NO og NO₂ (NO_x), samt svevestøv. Elektriske biler bidrar i likhet med konvensjonelle biler til å skape svevestøv som er luftbårne partikler som kan stamme fra mekanisk slitasje eller forbrenningsprosesser. Dette blir sett på som et større problem i storbyene i Norge enn andre steder i Europa og USA, tross lavere befolkningstetthet. Årsaken kan knyttes til veislitasje, dekkslitasje og bremsing i vintersesongen. En rapport om vegstøv i Trondheim utført av Norges Geologiske

Undersøkelse, finner man klare indikasjoner på at svevestøvet i Trondheim stammer fra slitasjeprodukter av tilslagsmaterialet, som er benyttet i asfaltdekk (Erichsen et al. 2004). En studie utført av Timmers & Acthen (2016) undersøker om elektriske biler har lavere PM utslipp (svevestøv) enn konvensjonelle biler. Funnene påviser en positiv korrelasjon mellom bilens egenvekt og utslipp av svevestøv og at elbiler veier 24 % mer enn konvensjonelle biler med tilsvarende egenskaper. En overgang til elektrisk bilflåte vil derfor ikke redusere PM-utslippet (Timmers and Achten 2016).

2.2 Insentiver og avgifter i Norge

Markedsandelen elbiler i Norge er trolig drevet av insentivene som eliminerer prisforskjellen på konvensjonelle og elektriske biler. I den følgende tabellen har vi en oversikt over alle insentiver og privilegier elbileiere har:

Insentiv	Introduksjonsår	Beskrivelse av relativ fordel	Fremtidig plan
Policy fordeler:			
Unntak fra registreringsavgift	1990/1996	Skatten er basert på konvensjonelle bilers utslipp og egenvekt	Fortsettes inntil 2020
Unntak fra Merverdiavgift	2001	Fossile kjøretøy har MVA på 25 % av salgsprisen minus registreringsavgift	Fortsettes inntil 2020
Redusert trafikkforsikringsavgift (tidligere årsavgift)	1996/2004	28.02.19 og 7,97 kr fra 01.03.19. Noe høyere sats for dieslbiler uten partikkelfilter	Fortsettes inntil videre
Redusert skatt på firmabil	2000	Skatt på firmabil har lavere beregningsgrunnlag for elbiler enn fossildrevne biler. Satsen avhenger av listepris og alder på kjøretøy	Fortsettes inntil videre
Unntak fra re-registreringsavgift	2018	Fossile kjøretøy skatlegges ut fra alder og egenvekt på kjøretøy. Elbiler er fritatt	Fortsettes inntil videre
Direkte subsidier til brukere			
Gratis bompassering	1997	Relativt store summer kan spares her avhengig av hvor man bor i landet	Loven er revidert og det skal bestemmes på lokalt nivå hvilken sats elbiler skal ha gjennom bomstasjoner
Redusert billettpris for ferger	2009	Relativt store summer kan spares her avhengig av hvor man bor i landet	Loven er revidert og det skal bestemmes på lokalt nivå

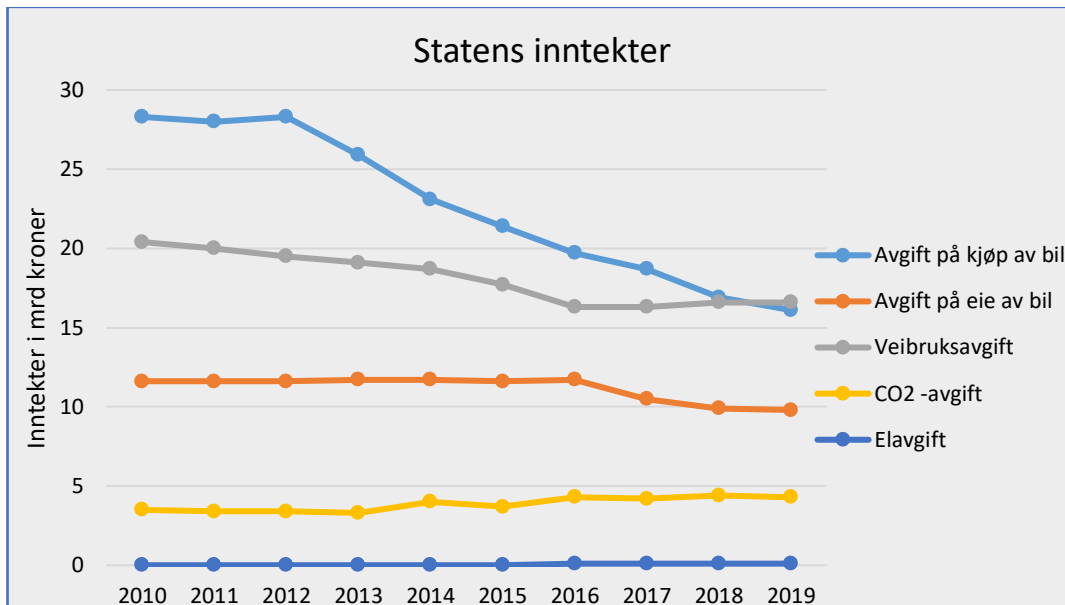
			hvilken sats elbiler skal ha på fergen
Finansiell støtte til infrastruktur for ladestasjoner	2009	Dette reduserer investors risiko, brukernes bekymringer for rekkevidde og utvider bruk av elbil	Nasjonal plan for ladeinfrastruktur skal utvikles
Finansiell støtte til infrastruktur for hurtigladingstasjoner	2011	Dette vil påvirke bruk og markedsandel	ENOVA vil etablere hurtigladingstasjoner langs viktige landeveier. I byene vil ansvaret ligge hos kommersielle aktører
Brukerprivilegier			
Tilgang til bussfelt	2003/2005	Elektriske kjøretøy har anledning til å kjøre i bussfelt, og dermed unngå kø i rushtid.	Bestemmes på lokalt nivå
Gratis parkering	1999	Gratis parkering utvalgte steder hvor det er begrenset antall plasser	Bestemmes på lokalt nivå. Elektriske kjøretøy kan få satser opp til 50 % av hva fossile biler må betale
Gratis lading		Ikke regulert av nasjonal lov, men ofte gjelder det kommunale parkeringsplasser	Bestemmes på lokalt nivå og av kommersielle parkeringsselskap

Tabell 2: Oversikt over insentiver (inspirert av Figenbaum 2018)

Som kommentar til tabell 2 er det verdt å få frem at det er avgifter på bensin og diesel som den elektriske bilen av naturlige årsaker ikke har. I mange tilfeller vil det altså være mer gunstig å velge elbil ifra et økonomisk perspektiv. Ladekostnadene for en elektrisk bil vil være lavere enn drivstoffkostnadene for konvensjonelle biler. Det vil mange steder i Norge også være mulig å spare ytterligere på lokale insentiver, som unntak fra bommepengeavgift og parkeringskostnader (Figenbaum 2018).

Fritak fra avgiftene påfører et enormt inntektstap for staten. I figur 3 har vi oversikt over inntekten staten har hatt fra bilrelaterte avgifter mellom 2010 til 2018 og budsjettet for 2019. Elavgiften har økt med 0,1 milliarder fra 2015 til 2016 grunnet utbredelsen av elbiler i markedet. Samlet sett vil inntektene til staten i 2019 falle med 1 milliard kroner som følge av tapte bilrelaterte avgifter. I Norge er offentlige veiprosjekt normalt finansiert gjennom beskatning og brukerbetaling i form av bomstasjoner (Regjeringen 2017). Det er verdt å nevne at dette ikke nødvendigvis er en optimal situasjon da det kan gi et samfunnsøkonomisk tap i form av en reduksjon i brukernytten. I byene øker også satsene og antall bomstasjoner for at biltrafikken ikke skal øke. Det er allerede innført bomtakst for elbiler i enkelte kommuner, men med redusert sats (Regjeringen 2017). På lang sikt vil trolig insentivene for

elbiler forsvinne ettersom utviklingen og ladeteknologien vil gjøre elbiler like konkurransedyktig som konvensjonelle biler.



Figur 3: Statens inntekter fra bilrelaterte avgifter (Tall hentet fra Statsbudsjettet)

Oppgaven bidrar til den eksisterende litteraturen ved å fokusere på Norge og analysere utviklingen av elbilens andeler i de forskjellige kommuner over tid. Figenbaum beregner at elbilsalget vil svekkes med bare 2,5 % dersom det innføres engangsavgift på elbiler. Å fjerne hele vekt-komponenten i engangsavgiften vil derimot redusere elbilsalget med 37 %. Om en fjerner CO₂-komponenten ville elbilsalget blitt mer enn halvert, mens innføring av MVA på elbiler vil redusere salget med hele 70 %. En forbedring i energieffektiviteten til forbrenningsmotoren på 10 % ville også redusert elbilsalget, ettersom dette ville ført til lavere avgifter på konvensjonelle biler. Dersom elbiler skulle fått en økt gjennomsnittlig rekkevidde på 50 %, ville det ført til en anslagsvis klimagevinst på 18%. Elbilene ville blitt vesentlig mer konkurransedyktig og kapret større markedsandeler.

En viktig presisjon angående markedet for elbiler i Norge er at kun en liten andel elbiler eies av husholdninger med bare én bil. Enda færre husholdninger eier flere enn én elbil. De fleste elbilene er eid av flerbilhusholdninger som allerede består av en bil med forbrenningsmotor (Figenbaum 2018). Forskning gjort av Bjart Holtsmark og Anders Skonhoft stiller seg svært kritisk til Regjeringens politikk angående subsidier av elbiler (Holtsmark and Skonhoft 2014). De henviser til at insentiver er fremmet for den rike andelen av befolkningen som

kjøper sekundærbil. Da husholdninger i Norge som har to biler fortsatt er en minoritet, vil denne utviklingen ikke være klimavennlig.

3.0 Teoretisk Rammeverk

Et grunnleggende element i å svare på vårt forskningsspørsmål er å finne en riktig måte å modellere etterspørselen etter elektriske kjøretøy. Effekten som skal prøve å forklare hvorfor forbrukere velger den eksakte bilen har vært mye forsket på i de siste tiårene. I den teoretiske litteraturen presenterer vi forbrukerforskningslitteratur innenfor rasjonalitet, nytteforventningsteoremet og etterspørsel av varige goder. Dette skal gi oss innsikt i hvordan konsumenter oppfører seg i forhold til de valgene de står ovenfor. Videre presenterer vi tidligere modeller som ser på forklaringsvariabler til etterspørsel av bil og drivstoff, før vi til slutt tar opp empiriske studier fra ulike land. Studiene fungerte som en inspirasjon da vi skulle velge den hensiktsmessige modellen til å måle effekten insentiver har på kjøp av elbil.

3.1 Forbrukerforskningslitteratur

Den teoretiske litteraturen har ikke en klar konsensus på hva som er den riktige fremgangsmåten i å avklare konsumentenes valg ved kjøp av bil, men teorien starter først og fremst med et valg vi mennesker tar. For å anskaffe seg en bil kreves det mye kapital, og forbrukeren står ovenfor en informasjonsprosess for å kunne ta en beslutning. Selv om det er en stor kostnad ved anskaffelse av bil, har tidligere forskning og undersøkelser vist seg at forbrukernes aktivitet innenfor dette har vært begrenset (Beatty and Smith 1987) og (Olshavsky and Granbois 1979). Det kan argumenteres mot den tidligere forskningen at informasjon ikke har vært like lett tilgjengelig tidligere, men Block et al. Forklarer at innhenting av informasjon til kjøp av bil er kontinuerlig prosess, som ikke bare omhandler innkjøpet av bilen (Bloch, Sherrell, and Ridgway 1986). Det vises også til forskning at valget forbrukerne står ovenfor er påvirket av interaksjonseffekter som individuelle og situasjonsbestemte egenskaper (Punj and Stewart 1983).

3.1.1 Rasjonalitet

Teorien tar for seg begrepet rasjonalitet. Rasjonalitet er definert som «*en standard eller målestokk som man bruker for å vurdere om menneskers tanke- og handlingsliv er fornuftig eller hensiktsmessig*». Etter denne definisjonen vil rasjonalitet være avledet av ens evne og kapasitet (Heine 2019). Modeller for rasjonalitet kan være enkle lineære modeller som er avhengig av vekting og summering (Gigerenzer and Selten 2002).

Siden det er vanskelig å isolere menneskets valg over usikre utsikter, vil det empiriske beviset vanligvis være avledet fra eksperimenter eller spørreskjemaer. (Quiggin 2012). Som Quiggin skriver, er ikke teorien om rasjonalitet rent beskrivende. Det oppstår et paradoks dersom det fantes en teori som omfattet all observert atferd, da dette ville ha fratatt ideen om rasjonelt valg av innhold (Quiggin 2012).

En kritikk til de kontroversielle teoriene rundt rasjonalitet og beslutningstaking er at mennesket gjør slutninger om ukjente egenskaper i deres verden under begrenset tid, begrenset kunnskap og begrenset beregningskapasitet (Gigerenzer and Selten 2002). Gigerenzer og Selten tar opp hvordan de økonomiske modeller om beslutningstaking ofte overser de overstående effektene, og de tar opp begrepet om begrenset rasjonalitet. Begrenset rasjonalitet bygger en modell som tar hensyn til at individet står ovenfor forskjellig tidsbegrensning, kunnskap og arbeidsmiljø (Simon 1972).

Ved rasjonalitet i betraktningen når det er snakk om valg av kjøretøy, står konsumenten ovenfor en beslutning basert på tilgjengelig informasjon og preferanser. Selgeren av kjøretøyet vil trolig ha en innvirkning og påvirkningskraft dersom kundens kunnskap og tid er begrenset.

3.1.2 Nytteforventningsteoremet

Teorien om forventet nytte under usikkerhet går helt tilbake til Bernoulli, 1738 (Quiggin 2012). Den utviklede teorien av forventet nytte av von Neumann og Morgenstern (1994) har gitt oss den etterfølgende analysen av økonomisk oppførsel under usikkerhet. Ideen initierer at individet burde maksimere forventet nytte som er en funksjon av utfall, og som er normalt antatt å være nivåer av formue eller inntekt (Von Neumann and Morgenstern 2007). Valget som individet står ovenfor kan vurderes på grunnlag sannsynligheten for utfallet og den

forventet nytten av utfallet. Altså, bygger teorien på matematiske- og sannsynlighetsberegninger for rasjonell beslutningstaking. Forventet nyttefunksjon kan defineres på følgende måte:

$$V(\{x; p\}) = \sum_{i=1}^n p_i U(x_i) = E[U(x)] \quad (1)$$

Der V er nyttefunksjonen. (U) er summen av nytten i hvert bestemt utfall (n), ganger sannsynligheten (p_i og x_i) for at hvert av de utfallene oppstår.

Tanken bak nytteteori er at ulike konsumenttyper kan forventes å gjøre ulike valg i en mengde ulike sammenhenger. De kan ha ulike preferanser, budsjettrestriksjoner eller befinne seg i en ulik kontekst. Det vil si at valget ikke er helt objektivt og absolutt, men inneholder en annen form for risiko. Dette blir forklart ved hjelp av matematiske modeller og varierte nyttefunksjoner (Fishburn and Kochenberger 1979). Sett i lys av oppgaven omhandler dette valget av kjøretøy som vil ha størst sannsynlighet for å maksimere nytten til forbrukeren. Det vil si, det valget som forbrukeren foretar seg basert på informasjon og formål med kjøretøyet.

3.1.3 Konsumentteori – Etterspørsel etter varige goder

I den empiriske analysen er det vanskelig å isolere alle faktorer og koeffisienter som påvirker godet i en etterspørselsfunksjon og som bare skal representere effekten. Grunnlaget for vår empiriske analyse er basert på Rowe og Stone tradisjonelle tilnæringsmodell når det gjelder etterspørsel etter varige goder (Stone and Rowe 1957). (423-4). Stone og Rowe laget en tilnæringsmodell av goder som er basert på langsiktig likevektsnivå, et nivå som antas å bli tilfredsstilt. Modellen tar for seg nytten i slutten av en gitt periode hvor man representerer likevektsnivået i en funksjon av de økonomiske relevante variablene

$$\Delta S_t = p(S_t^* - S_{t-1})v_t \quad (2)$$

$$S_t^* = \beta_0 + \beta_1 x_t + v_{2t} \quad (3)$$

Der

S_t er nytten i slutten av periode t

S_t^* er likevektsnivået av gode på tidspunkt t

x_t representerer en relevant økonomisk variabel eller variabler

v_1 og v_2 er feilleddene

Δ angir endring i bakover-effekten: $\Delta S_t = S_t - S_{t-1}$

Beslutningsgrunnlaget til modellen om langsiktige goder er antakelser om et langsiktig likevektsnivå skal tilfredsstilles. Dette er antakelser om at forbrukerne har et ønsket nivå på varige goder, hvor forbrukerne har en gitt mengde ressurser og at alle priser og variabler er relative (Stone and Rowe 1957). Det er påvist ulike faktorer som kan påvirke personers valg og kjøp av varige goder, og Ross A. Williams omtaler tre ulike måter eksisterende faktorer kan påvirke dagens kjøp av varige goder: Markedets metningseffekt, demonstrasjon eller vaner og erstatningseffekt (Williams 1972). Vi antar at etterspørselen etter elbiler vil være sterkt påvirket av de økonomiske faktorene som for eksempel pris på kjøretøyet og inntekt på kjøperen.

3.2 Empirisk litteratur

Den empiriske litteraturen utforsker sammenhenger mellom forbrukernes valg når det gjelder kjøp av varige goder, som i dette tilfellet er kjøretøy. Det er mange forskjellige metoder og teoretisk grunnlag i litteraturen, men de fleste understøtter den grunnleggende teorien om nyttefunksjonen av varige goder. Vi har sett på litteratur som analyserer effekten av politiske inngrep når det kommer til kjøp av bil. Litteraturen tar for seg blant annet diskrete valgmodeller som forklarer bil-spesifikk data som bruker bilens egenskaper som forklaringsvariabler. Videre skal vi se på modeller som tar for seg mer sosioøkonomiske data som for eksempel antall personer i husstand, inntekt og utdanning.

3.2.1 Model for etterspørsel etter bil og drivstoff

Asher Tishler (1982) har gjennomført en studie som tar for seg en modell for å beregne tilbud og etterspørsel etter personbiler og bensin. Det pekes ut tre forhold som kompliserer modeller for å beregne etterspørsel etter biler og bensin. For det første er det uvisst om en bil blir solgt videre eller vraket når den erstattes. Kun i få tilfeller vil bilen bli beholdt. For det andre innehar en bil en rekke forskjellige karakteristikk, f. eks. motorstørrelse og alder. Derfor er det ikke mulig å karakterisere bilen basert på utsalgspris alene, ettersom det er mange forskjellige typer biler med forskjellig karakteristikk innenfor samme prisklasse. For det tredje kan transaksjonskostnadene forbundet med å kjøpe en ny bil være større enn

verditapet på selve bilen. For enkelthetens skyld antas det at biler byr på to goder i denne modellen: transport og reisekomfort. Modellen som er utviklet har, men uten å tape reliabilitet, antatt at jo større motor, desto mer komfortabel er bilen. Det kunne blitt lagt til flere karakteristikk, men dette ville ikke endret den teoretiske formuleringen eller resultatet.

De empiriske funnene i studien tilsier at en økning i realprisen for bensin vil redusere markedandelen av store biler, relativt til små biler. Dette, kombinert med den reelle nedgangen i etterspørsel etter bensin og ved en økt realpris på bensin, tilsier at å skattlegge bensin vil være et effektivt politisk virkemiddel for å redusere forbruk av bensin. Det blir også nevnt at skattlegging av nye biler vil bidra til redusert forbruk av bensin. Til slutt påpekes det at statlig inngrep i bilmarkedet burde være av langsiktig karakter, ettersom reaksjonen fra konsumenter på endring i prisene involverer etterslep (lag) (Tishler 1982). Heldal m. flere (2009) viser også at konsumenter tar hensyn til prisen på biler og drivstoff når de kjøper ny bil (Heldal et al. 2009).

3.2.2 Finanspolitiske instrumenter som virkemiddel

Lisa Ryan, Susana Ferreira og Frank Convery har undersøkt virkningen av nasjonale skattetiltak på personbilsalg i perioden 1994 til 2004. Hensikten har vært å avklare hvilke variabler som er de viktigste driverne for CO₂-utslippsintensitet (Ryan, Ferreira, and Convery 2009). Thomas Michielsen m. flere bruker tilnærmingen til Ryan m. flere, men tar den et steg videre ved å inkludere måling av CO₂ i tillegg til graden av avgifter knyttet til bileierskap (Michielsen et al. 2015).

Ryan m. flere har estimert to modeller. Den første modellen skal fastslå forholdet mellom registrerte solgte kjøretøy og sosioøkonomiske faktorer, mens den andre modellen undersøker hvilke faktorer som har påvirkning på CO₂-utslippsintensiteten. Modellene gir ikke innsikt i hvordan flåtesammensetningen er eller CO₂-utslippsintensiteten per kjøretøy. CO₂-utslippsintensiteten påvirkes av prisen på drivstoff og skatt på bensin- og dieslbiler. Det er bemerkelsesverdig at registreringsavgiften ser ut til å ikke ville ha stor påvirkning på CO₂-utslippsintensiteten i den nye personbilflåten. Dette indikerer at registreringsavgiften kan ha potensial til å direkte påvirke forbrukeratferd i valg av diesel- eller bensindreven bil, men dette resultatet er dog ikke robust om man kontrollerer for fixed effects i hvert land.

Årsavgift er mer innflytelsesrik i å bestemme drivstoffeffektiviteten og dermed CO₂-utslippet fra kjøretøyet som er kjøpt. Deres funn tilsier at en økning i skatt på årsavgift på dieselbiler vil øke markedsandelen bensinkjøretøy, som igjen vil øke CO₂-utslippet for hele flåten. Drivstoffpriser har også en viktig innvirkning på eierskap av bil og CO₂-utslippintensiteten, og de fant at en økning i bensinpris på 10 % vil føre til en nedgang i CO₂-utslipp på omtrent 0,5g/km i gjennomsnitt for hele flåten og nesten 2,8g/km på lang sikt (Ryan, Ferreira, and Convery 2009).

Michielsen m. flere finner en klar signifikant effekt mellom registreringsavgift basert på CO₂-utslipp og salg av nye dieselbiler. CO₂-intensiviteten ble redusert fra 0,04 til 0,01. For øvrig blir effekten mindre når de kontrollerer for endring i andel dieselbiler i flåten. De finner tilsvarende signifikant effekt for bensinbiler. CO₂-intensiviteten ble redusert med omtrent 2 % for nye biler. De finner at registreringsavgiften påvirker utslippintensiteten fra nybilflåten, mens høyere sirkulasjonsskatter som årsavgift ikke har en effekt av betydning (Michielsen et al. 2015). Resultatene viser at finanspolitiske instrumenter påvirker totalt kjøretøysalg, andelen bensin- og dieselbiler og CO₂-utslippintensiteten. Mer spesifikt vil BNP per innbygger, drivstoffpris og årlige faste skatter ha stor påvirkning på nybilsalg.

3.2.3 Endring i avgiftsgrunnlag

Historisk sett har mange europeiske land subsidiert eller skattlagt kjøretøykjøp og eierskap ut ifra kjøretøyets egenskaper som er korrelert med CO₂, som for eksempel motorstørrelse eller egenvekt. Siden midten av 2000-tallet har skatten blitt reformert slik at den er direkte koblet til CO₂-utslippet. Frankrike baserer seg på en modell med skatt på registrering av kjøretøyet, mens Tyskland og Sverige baserer seg på en sirkulasjonsskatt i form av en årsavgift (Klier and Linn 2015).

Estimatene for skattereformen tilsier at effekten har vært størst i Frankrike og at resultatene er robust. Tyskland har en moderat effekt, mens Sverige er minst i størrelse og minst robuste resultater på grunn av flere markedstrenger som korrelerer med effekten. At resultatene er så forskjellig i landene mener de kan forklares ved at registreringsavgiften i Frankrike kan virke mer fremtredende for forbrukere enn årsavgiften i Sverige og Tyskland. En annen forklaring kan være at forbrukere reagerer mer på en registreringsavgift enn sirkulasjonsskatt på grunn av usikkerhet knyttet til fremtidige endringer i

sirkulasjonsskatten. Det kan også forklares ved at det er forskjellige preferanser i de forskjellige landene (Klier and Linn 2015).

3.2.4 Discrete Choice Models og Nested Multinomial Logit models

Det har vært mye forskning rundt emnet varige goder og modeller som skal hjelpe å forklare valg av kjøretøy. Derav er det mindre forskning som tar for seg å analysere etter-effekten av policy endringer som avgifter og insentiver til valg av bil.

Østli et al., 2017 har en forskningsartikkel som er skrevet i samarbeid med transportøkonomisk institutt (TØI), og har en tilnærming hvor de bruker en nested logit modell. De har samlet inn detaljert data fra alt bilsalg på detaljnivå, hvor de deler opp modellen i ulike nest og segmenter. Bilvalgene blir delt inn i segmenter som liten, medium, kompakt og stor, hvor de også tar for seg de spesifikke detaljer om bilene som: antall dører, vekt på bilen, drivstofforbruk osv. Eksempel på variabler som koeffisientene estimerer er pris, «Resoure-cost-share», drivstoffkostnader, størrelser, akselerasjon, vekt tillatt uten passasjer og dieseltrend, med dummy-variabler som hybrid, elektrisk, forhjul og firehjulsdrift og fem eller flere dører på bilen. De opererer med følgende nyttefunksjon:

$$V_{ij} = \sum_K \beta_k x_{jik} + \gamma_j \quad (4)$$

Hvor x_{jik} er forklaringsvariabler

$$U_{ij} = V_{ij} + e_{ij} \quad (5)$$

Hvor U_{ij} er observerbar (Utility funksjon)/nyttefunksjon

e_{ij} er tilfeldig forstyrrelsesledd

Rapporten viser til signifikante resultater om at kjøpere tar hensyn til fremtidig drivstofforbruk av bilen selv med en diskonteringsrente som ikke er mye høyere enn null. Analysen fanger opp effekter på disaggregert nivå og viser prognoser for salg av de ulike segmentene, ikke spesifikt bilmerke. Mangler med artikkelen er at de klarer ikke å fange opp effekter av policyer på aggregert nivå. Med andre ord, den fanger ikke opp policy

scenarioer som er differensiert i forhold til størrelse og struktur på insentiver eller finanspolitiske «straffer».

Adamou et al., 2012 har en forskningsstudie som tar for seg CO₂ orienterte avgifter på kjøretøy i Hellas. Forskningen tar for seg en diskret valgmodell på etterspørsel av kjøretøy. De ser på policy og insentiver ved valg av kjøp av bil og hvordan dette påvirker samfunnet når det kommer til utslipp, kundevelferd, offentlige inntekter og profitt fra bilbedriftene. De baserer seg på en nyttefunksjonsmodell hvor konsumer i konsumerer produkt j på følgende måte:

$$U_{ij} = \delta_j + \mu_{ij} \quad (6)$$

Hvor δ_j er nyttefunksjonen som er lik for alle konsumenter (gjennomsnittlig nytte) og tilsvarer V_{ij} fra foregående modell (5). μ_{ij} er den individuell-spesifikke komponenten. Gjennomsnittnyttan er en funksjon av prisen p_j , en vektor for observerte attributter til produktet j , som f. eks. hestekrefter, motorstørrelse og utslitt. De uobserverte faktorene skrives som ε_j .

$$\delta_j = x_j\beta - \alpha p_j + \varepsilon_j \quad (7)$$

Modellen tar for seg 24 ulike segmenter som for eksempel: liten, medium, stor, SUV osv. (NML – Nested multinominal model)

Artikkelen tar for seg simuleringer av insentiver i form av VAT (Value-Added-Tax) for å gi prognoser av hvilke biltyper som vil bli kjøpt i fremtiden. VAT er basert på hvor mye avgifter kan minkes/økes før man finner endringer i resultatene. Funnene de har viser en økning av segmentet «mindre» biler, og det kan være en effekt på at de har lavest gjennomsnittlig CO₂-utslipp, noe som er ganske åpenbart. Forskningen bruker pivotpunkt som en teknisk analyseindikator i beregningene til å fremvise markedets overordnede trend over forskjellige tidsrammer. Pivotpunktet er gjennomsnittet av høy, lav og sluttkursene til foregående handelsdag. Forskningen viser til at det er vanskelig å redusere CO₂-utslippene dersom man ser etter pivotpunkt på et høyt nivå, det vil si ikke så høye avgifter på CO₂. Høy pivot punkt vil øke bilsalget, men vil også lede til tap av offentlige inntekter. Og motsatt med lavt nivå av pivot punkt, økt offentlige inntekter og lavere CO₂ på bekostning av

reduksjon i bilsalg, som også kan påvirke arbeidsmarkedet for bilprodusenter i Tyskland. (Adamou, Clerides, and Zachariadis 2012).

3.3 Sammendrag av empirisk litteratur

Vi vil nå oppsummere den nyere litteraturen som tar for seg analyser av hvordan policyendring påvirker CO₂-utslipp fra bilflåten. Ryan m. flere finner at finanspolitiske instrumenter påvirker kjøretøysalget og fordelingen i bilflåten av bensin og dieselmotorer. BNP, drivstoffpris og faste avgifter som registreringsavgift har den største påvirkningen på salget (Ryan, Ferreira, and Convery 2009).

Klier & Linn undersøker effekten av endringer i insentiver i Sverige, Tyskland og Frankrike og ser på hva som har størst påvirkning av registreringsavgift og sirkulasjonsavgift. De finner forskjellige resultater i de tre landene. I Frankrike finner de robuste resultater som tilsier at registreringsavgift har signifikant effekt på redusert CO₂-utslipp. I Sverige og Tyskland har endring i sirkulasjonsavgiften varierende resultater. Effekten er moderat i Tyskland og minst i Sverige. En kan merke seg at resultatene fra Sverige dog er minst robust på grunn av markedstrender som korrelerer med effekten (Klier and Linn 2015). Thomas Michielsen m. flere studerte i hvor stor grad ulike policy insentiver påvirker gjennomsnittlig CO₂-utslipp fra biler. De finner en signifikant sammenheng mellom CO₂-utslipp og økt registreringsavgift. De finner i likhet med Klier & Linn (2009) at sirkulasjonsavgiften ikke har en signifikant effekt. Østli med flere (2017) bruker en nested logit modell hvor detaljert informasjon om bilens egenskaper er ment å fange opp og dermed erstatte sosioøkonomiske variabler som kan påvirke den avhengige variabelen. De finner at forbrukere tar hensyn til fremtidig drivstofforbruk fra bil. En ulempe med denne artikkelen er at de klarer ikke fange opp noen effekt på aggregert nivå.

Vi tar med oss kunnskap og inspirasjon fra den presenterte litteraturen om hvilke faktorer som kan inkluderes i vår analyse. Vi merker oss at de fleste modellene inneholder pris på biler og pris på drivstoff. Dersom det er slik at de variablene har en effekt, burde alle policyer som påvirker disse variablene også ha en effekt. Dette er for eksempel skatter og avgifter på kjøp av bil samt avgifter/skatt på drivstoff. Vi vil bidra til den eksisterende litteraturen ved å se nærmere på de regionale forskjellene over tid og hvor vi tar hensyn til de geografiske og naturlige aspektene i vår analyse

4.0 Økonometrisk modell

Basert på det teoretiske rammeverket har vi kommet frem til følgende modeller som viser likheter til den tidligere empiriske litteraturen. Vi ønsker å fremvise effekten ulike forklaringsvariabler har på valget av elbiler hvor vi ser på andelen elbiler fordelt over de ulike kommunene i Norge. Dette gjøres ved at vi lager en funksjon av antall elbiler delt på den totale bilparken i de ulike kommunene.

$$Y_{i,t} = \beta x_{i,t} + u_{i,t} \quad (8)$$

Hvor $Y_{i,t} = P_{i,t}$ som tilsvarende andelen av elbiler og $x_{i,t}$ er forklaringsvariabler til $Y_{i,t}$. Forklaringsvariablene til modellen blir vist i neste kapittel. u_{it} forklarer feilleddene til modellen. Vi skal videre se på ulike estimeringsmetoder til modellen i ligning (8) hvor vi går gjennom estimeringsmetoder som omhandler logaritme og minste kvadraters metode i kapittel 6.

Regresjoner på elbilandelen alene kan være interessante, men vi er også interessert i å inkludere en modell som tar for seg nybilregistrering. Dette gjøres med bakgrunn å avdekke om det finnes en svakhet ved at elbilandelen i kommunene er et resultat av mange års valg. Vi har derfor valgt å gjennomføre en modell hvor vi ser på endringene i de avhengige variablene mot det absolutte nivå. Det vil si at vi forsøker å se endringer i elbilandelen som kan ses som en tilnærming av nybilsalget, der vi beregner nyregistreringer og omregistreringer. Modellen vi har tatt for oss er som følger:

$$\Delta Y_{i,t} = Y_{i,t+1} - Y_{i,t} \quad (9)$$

Hvor $\Delta Y_{i,t}$ er endringen av elbilandelen fra neste år $Y_{i,t+1} - Y_{i,t}$, i kommune i og år t . Der vi får følgende modell:

$$\Delta Y_{it} = \beta x_{i,t} + u_{i,t} \quad (10)$$

Hvor endringen i ΔY_{it} skal bli forklart av de samme forklaringsvariablene som i modell (8), βx_{it} er forklaringsvariablene til ΔY_{it} .

Det er viktig å få frem at vi fortsatt ser på den avhengige variabelen Y som en andel av elbiler i begge modellene, som skal føre til at funnene i våres analyse kan lede til en forklaring av vår problemstilling.

Når vi lager modellene er det viktig å være klar over muligheten for utelatte forklaringsvariabler. Problemet oppstår hvis de utelatte variablene er korrelert med variablene som er igjen i modellen. Vi vil senere undersøke hvorvidt de geografiske forskjellene kan bli utelukket ved hjelp av regresjonsmodeller i paneldata som klarer å eliminere de uobserverte effektene. Derav vil vi se på modeller som Pooled OLS, First Difference, og Fixed Effects med Logit og OLS.

5.0 Data

Det siste tiåret har interessen økt innenfor policy -og insentivanalyser for elbiler. Dette kan være et resultat av styresmaktenes press på å redusere drivhusgassene, samt strengere krav til bilprodusentene. For å kunne fremvise en effekt av insentivene til styresmaktene og de regionale forskjellene til andelen elbil, har vi laget et omfattende paneldatasett. Vi skal først forklare hvordan vi har innhentet informasjonen, for videre å forklare de variablene vi har inkludert i analysen. Vi vil senere analysere de valgte variablene og summere en statistisk oversikt.

5.1 Oppbygningen av datasettet

Datasettet i denne oppgaven er oppbygd av tidsserier i form av paneldata som går over flere år hvor observasjonene er av samme individ. Kommunene vil fungere som et individ i denne oppgave da de er observert over flere tidsperioder (Wooldridge 2015). Formålet med paneldata er at serien av data over tid skal hjelpe oss til å analysere meningsfull statistiske og andre karakteristiske trekk av dataen. Paneldata tillater oss å kontrollere for variabler vi ikke kan observere eller måle, som for eksempel geografiske eller kulturelle faktorer i de ulike kommunene. Den kan også kontrollere for variabler som endres over tid, men ikke endres mellom individene, som for eksempel nasjonale policyer, reguleringer og avgifter (Wooldridge 2015).

Datainnsamlingen til denne oppgaven er innhentet fra legitime kilder som er anerkjent for å ha robust statistikkbank. Datagrunnlaget tar for seg registreringsstatistikken til personbiler i Norge i tidsperioden 2011 til 2017 på kommunenivå. Dataen er innhentet fra Opplysningsrådet for Veitrafikk som er en politisk uavhengig lobbyvirksomhet for tryggere og mer effektive veisystem i Norge. Rådataen er samlet inn gjennom avdelingssjef Pål Bruhn i OFVAS.

Bakgrunnen til valg av tidsperiode er begrunnet av at andelen elbiler i Norge før 2010 hadde en markedsandel på noen promiller. Utviklingen av elbilers funksjoner og konkurransedyktighet har vært markant etter år 2010, i tillegg til andre insentiver i Norge som fremhever elbilens bruk som for eksempel økning av antall bomstasjoner. Grunnen til at vi ekskluderer 2018 fra datasettet er forklart ved at flere viktige forklaringsvariabler mangler data fra dette året. Norge har per dags dato 426 kommuner fordelt på 18 fylker. Gjennom arbeidet med omstrukturering av nye variabler faller noen av kommunene bort på grunn av manglende statistikk fra Statistisk Sentralbyrå. Det er verdt å nevne at noen av kommunene har endret seg i tidsperioden, gjennom sammenslåing og bytte av kommunenummer. Dette ser ikke ut til å være et problem i denne oppgaven da vi har tilstrekkelig med observasjoner over flere år å ta av. Datasettet består av 2327 observasjoner og 8 forklaringsvariabler fordelt på 7 år. Ut ifra vår innhentede data kan vi enkelt se den kraftige utviklingen av antall registrerte elbiler og dens totale markedsandel av kjøretøyflåten. Tabell 3 under viser at antall registrerte elbiler har hatt en økning fra 2068 biler i 2010 til 195054 i 2018, og markedsandelen har gått fra 0,09 % til 7,73 %.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Antall elbiler	2068	3909	8031	17770	38568	69000	97359	138829	195054
Markedsandel av kjøretøyflåten	0,09	0,17	0,33	0,72	1,54	2,73	3,83	5,44	7,73

Tabell 3: Antall Elbiler i Norge mellom 2010-2017

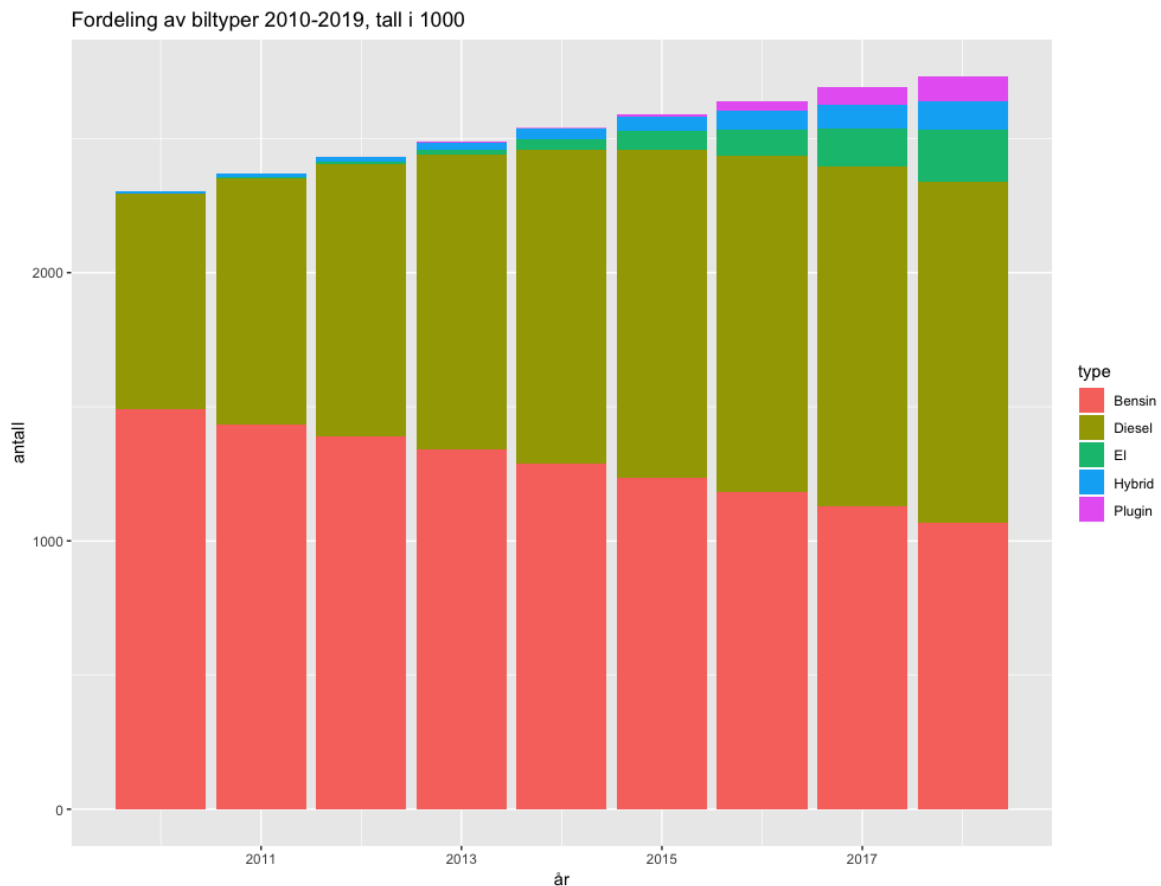
Selv om tverrsnittsdataen i denne oppgaven er et valgt utvalg, kan vi se dette i lys av at dataen tar for seg hele populasjonen i Norge, altså en totalundersøkelse av alle kommuner i Norge. For den indre validiteten til den kvantitative analysen er det viktig å fremheve problemet med utelatte variabler. Dersom det oppstår en skjevhet i sammenhengen mellom

forklaringsvariablene og den avhengige variabelen, kan dette forklares med at det er viktige variabler som er utelatt fra analysen (Wooldridge 2010). Dette kan skape spuriøse resultater ved at en bakenforliggende variabel er årsaken til sammenhengen (Heine 2019). Vi går nærmere inn på dette i neste kapittelet som omhandler metode og resultater.

Vi vil nå presentere og greie ut om variablene i datasettet vårt og hvordan vi tror de vil påvirke våre resultater. Vi har ekskludert enkelte variabler som vi har vurdert til å ikke bruke i vår analyse i vedlegg 12.1.

5.1.1 Registrerte kjøretøy

Data innhentet fra Opplysningsrådet for Veitrafikk gir oss innsikt i alle registrerte kjøretøy i landet fra 2010 til 2018 sortert etter fylke og kommune. Kjøretøyene er differensiert etter type drivstoff. Det skilles mellom bensin, diesel, elektrisk, plug-in hybrid og hybrid. Elbiler blir i vår oppgave definert som biler med 100 % elektrisk motor, og plug-in hybrider og hybrider blir betegnet som konvensjonelle biler. Vi har konfigurert variabler som differensierer elbiler fra konvensjonelle biler. Den er laget enkelt ved at vi tar andelen registrerte elektriske biler og deler på den totale andelen i den gitte kommunen til det gitte året. Som vist i kapittel 4 har vi valgt å bruke andelen elbiler av den totale bilflåten som den avhengige variabelen i vår analyse. Figur 4 under viser en fremstilling av datasettet hvor vi ser på utviklingen av registrerte kjøretøy i Norge. Figuren viser at den største endringen i elbiler og hybrid oppstår fra og med 2014.



Figur 4: Fordelingen av biltyper 2010-2019

5.1.2 Inntekt

Data angående inntekt er innhentet fra Statistisk Sentralbyrå og omhandler årlig medianinntekt for bosatte personer fra 17 til 67 år for hver kommune i landet. Fordelingen av inntektsnivåer i den enkelte kommune vil trolig være skjev, noe som gjør det mer gunstig å benytte medianinntekt fremfor gjennomsnittsinntekt. For at inntekten ikke skal ha en skjev fordeling i forhold til tidsperioden 2011-2017 har vi justert inntekten for konsumprisindeksen (KPI).

$$I_{i,t}^{justert} = \left(\frac{I_{i,t}}{KPI_{base\text{år}}} \right) * 100 \quad (11)$$

Hvor $I_{justert}$ står for den KPI - justerte medianinntekten

I_i er medianinntekten i kommune i og år t

$KPI_{base\text{år}}$ er konsumprisindeksen i forhold til base år som i vårt tilfelle er 2015.

Vi antar at medianinntekten vil ha en påvirkningskraft på andelen elbiler. I starten av elbilens inntog kan man anta at mange var skeptisk til elbiler, og det var de velstående som kjøpte elbil som bil nummer 2.

Som vi har nevnt tidligere i kapittel 2.2, har de fleste som eier elbiler også en konvensjonell bil. Det er kostbart å eie biler i Norge, og man kan derfor anta at jo høyere medianinntekt en kommune har, desto større elbilandel vil kommunen ha. Det kan være verdt å bemerke seg at flere av de kommunene som har høyest medianinntekt ligger i nærheten av en storby. Derfor kan det være andre insentiv til å velge elbil som for eksempel pendling til storbyen og bomstasjoner. Vi tror effekten av inntekt vil avta i senere år fordi markedet for elbiler da er blitt større og med flere rimeligere modeller.

Vi har etter mye testing kommet frem til at vi bruker bare én variabel til å forklare virkningen av inntekten på elbilandelen. Derav har vi testet to andre inntektsvariabler som er beskrevet i vedlegg (12.1)

Inntektsvariablene er som følger:

- Antall personer innenfor inntektsintervallet (0-99´), (100´-199´), (200´-299´), (300´-399´), (400-499´) og (over 500´) på kommunenivå
- Husholdningsinntekt på kommunenivå

5.1.3 Drivstoff- og kraftpriser

Data angående drivstoff- og kraftpriser er innhentet fra SSB. Drivstoffprisene er beregnet som årlig gjennomsnitt av de månedlige snittprisene som SSB har publisert og oppgitt i kroner per liter fra 2011 til 2017 for både diesel og bensin. Kraftprisene er årlig gjennomsnittspris inklusive avgifter og oppgitt i øre per kWh fra 2011 til 2017. Kjøp av drivstoff er en del av de variable driftskostnadene knyttet til eierskap av konvensjonelle biler. Denne kostnaden faller bort for eiere av elbil, og vi velger derfor å ta med bensin- og dieselpriser i datasettet slik Michielsen m. flere (2015) gjorde for å se om det har en effekt av betydning på elbilandelen. Prisen på både diesel og bensin har hatt en stigende trend fra 2011 til 2017. Kraftprisen indikerer hvor mye det vil koste å lade opp elektriske kjøretøy. Vi tror den bare viser potensielle utslag i senere år for våre analyser. Kraftprisen er oppgitt i årlig gjennomsnitt for øre per kWh.

Vi har laget en variabel som skal ta for seg forskjellen i prisene relativt i forhold til strømpriser og bensinpriser. Dette vil skape en variabel som skal fange opp hvordan forholdet i prisen mellom de to varierer over tid. Dieselpriene har vært korrelert med bensinprisene i perioden, så det vil være tilstrekkelig å kun bruke bensinpriser i indeksen. Den nye drivstoffvariabelen er sammensatt på følgende måte:

$$\text{Drivstoffindeks} = \frac{\text{bensinpris}_t}{\text{strømpris}_t} \quad (12)$$

Formålet med denne variabelen er å kunne teste prissensitivitet mellom bensin og strømpris og avdekke om andelen elbiler øker eller minker dersom bensinprisene stiger i forhold til strømprisene. Ved å lage den nye variabelen er det ikke nødvendig å KPI-justere strøm- og bensinpriser da variabelen skal ses i form av en funksjon av de to.

5.1.4 Kjørelegde

Data angående kjørelegde er innhentet fra SSB og omfatter årlig gjennomsnittlig kjørelegde per kjøretøy, oppgitt i km, sortert etter kommune fra 2011 til 2017. Det er antatt at denne variabelen kan fange opp to effekter som kan være viktig for våre resultater. For det første har elbiler betydelig kortere rekkevidde enn konvensjonelle biler, noe som betyr at kommuner med høy gjennomsnittlig kjørelegde sannsynligvis vil ha færre elbiler. For det andre vil drivstoffutgiftene være høyere i kommuner med lengre kjørelegde. Dette kan gjøre det gunstig å anskaffe elbil, som vil redusere utgifter til drivstoff, og lengre kjørelegde kan dermed øke antall elbiler i kommunen.

5.1.5 Bomstasjoner

Data for bomstasjoner i landet er innhentet fra Direktoratet for Forvaltning og IKT. Datasettet inneholder stor og liten takst for kjøretøy på alle bomstasjoner i landet etter veinummer og kommunenummer. I vårt datasett konstruerer vi bomstasjoner som en dummy-variabel som er lik 1 dersom kommunen innehar bomstasjon, og 0 ellers. Dette kan vise sammenhenger mellom bomstasjoner og andel elbiler i den enkelte kommune. Etersom elbiler i mange kommuner slipper å betale bompenger eller har redusert sats, kan vi forvente

å se en økning i andel elbiler i kommuner med bomstasjon. Det er stor variasjon i hvor mange bomstasjoner som er i hver kommune. Oslo er den kommunen med flest bomstasjoner, etterfulgt av de de andre storbyene i Norge.

En presisjon angående variabelen bomstasjoner er at vi ikke har funnet en oversikt over endringer i bomstasjoner over tid. Dette vil si at antall bomstasjoner i datasettet over tid ikke endrer seg og er basert på informasjon for år 2018. Dette vil medføre at vi ikke klarer å fange opp den effekten av økning i antall bomstasjoner over tid, men vi vil anta at den har en effekt for elbilandelen i Norges kommuner.

5.1.6 Pendlerkommuner

En faktor som vi har tatt hensyn til under konstruksjon av variabelen bomstasjoner er at mange arbeidstakere kan være pendlere til andre kommuner. Vi har derfor innhentet data om pendlermønstrene i de forskjellige kommunene. Dette er data som viser antall personer som pendler inn eller ut av regionen. Inn- og ut-pendlere har vi valgt å se i sammenheng med befolkningstallet i den gitte kommune for å kunne vise hvilken kommune som kan betegnes som er pendlerkommune. Ønsket med denne variabelen er at den kan vise eventuelle sammenhenger med de avhengige variablene i våres analyse. I vår analyse har vi valgt å bare inkludere ut-pendlere basert på folketallet i kommunen, og variabelen er laget på følgende vis:

$$\text{andel utpendlere} = \frac{\text{utpendlere}_{it}}{\text{folketall}_{it}} \quad (13)$$

Der i er den gitte kommunen i det gitte året t

5.1.7 Folketall

Folketall er mål på antall personer per kommune. Det er forventet kommuner med høyt folketall vil være korrelert med høy andel elbiler. Høy befolkning kan også knyttes til urbane områder. Figenbaum (2018) påpeker at andelen elbiler er høyest i de største byene i Norge (Oslo, Bergen). Folk som bor i byene kjører gjerne kortere distanser enn i mindre urbane strøk ettersom folk bor tettere og det er kortere avstander til nødvendige fasiliteter og arbeid. Det er også bredere tilgjengelighet av lademuligheter i de største byene. I tillegg til

variabelen for folketall har laget en dummyvariabel, «storby», som er 1 dersom kommunen har høyere innbyggertall enn 120.000, og 0 hvis ikke. På den måten vil vi kunne se om det er en sammenheng mellom de største byene i Norge og andelen elbiler.

5.1.8 Befolkningstetthet

Denne variabelen beskriver areal av tettsted per kvadratkilometer i den enkelte kommune. Vi inkluderer denne fordi vi mener det er en viktig demografisk variabel i vår analyse, ettersom vi antar at kommuner med høyere antall personer per kvm vil ha en høyere elbilandel. Høy befolkningstetthet er som regel synonymt med urbane strøk, og vi tror elbilandelen vil være større her. Folk som bor i byområder bor tettere sammen, og dette kan korrigere for elbilers korte rekkevidde, relativt til konvensjonelle biler.

5.2 Oversikt

I tabellen nedenfor har vi en komplett oversikt over variablene vi har inkludert i vår modell. For å behandle, sortere og strukturere vår data er det benyttet programmet R, som er et programmeringsspråk for statistisk databehandling. Vi har sortert gjennom datasettet og har valgt ut 2011 til 2017 som tidsperiode. Salg av elektriske biler har ikke hatt signifikante markedsandeler før 2010, og vi utelukker derfor tidligere år. Manglende data for år 2010 gjør at vi også utelukker dette året.

Variabelnavn	Beskrivelse	enhet
Elbil	Registrerte elektriske biler	Kjøretøy
Ikke elbil	Registrerte konvensjonelle biler	Kjøretøy
Elbilandel	Andel elbiler av totalt registrerte kjøretøy	Andel
Befolkningstetthet	Areal av tettbygde strøk i kommune	Andel
Folketall	Antall personer per kommune	personer
Bomstasjon	Angir om det er bomstasjon i gitt kommune	Dummy
Inntekt	Medianinntekt for bosatte mellom 17 og 67 år (tall i tusen)	NOK
Storbyeffekt	Kommuner med over 120 000 innbyggere	Dummy
Drivstoffindeks	Drivstoff delt på strømpris	Indeks
Gj km	Gjennomsnittlig kjørelengde per km (tall i tusen)	Km
Ut-pendlere	Personer som pendler ut av kommunen	Andel

Tabell 4: Oversikt over variabler

Den deskriptive statistikken i tabell 5 nedenfor gir oss en oversikt over median, standardavvik, minste og høyeste verdi for våre variabler. Vi ser at antall elektriske biler har minimumsverdi 0 og maksimal verdi på 23 110, noe som illustrerer det store spennet mellom kommuner og tidsserien. Variablene befolkningstetthet og folketall viser også store variasjoner mellom minimum og maksimumsverdi. Medianinntekt som har tatt hensyn for KPI-justering har overraskende store forskjeller i minimums og maksimumsverdier og hvor den laveste er kr 308 900 og høyeste kr 663 800.

Med bakgrunn i de omtalte variablene har de alle store standardavvik og et stort gap mellom min og maks verdier, noe som kan antyde at det er store variasjoner mellom kommuner når det gjelder de tidsuavhengige variablene. Dette forsterker inntrykket av hvor forskjellige landets kommuner er i forhold til hverandre når det kommer til det geografiske og klimatiske trekkene til kommunene.

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
Elbil	2 327	139,70	829,5	0	23 110
Ikke elbil	2 327	6284,8	16286,7	111	257 404
Elbilandel	2 327	0,0107	0,0187	0	0,2136
Befolkningstetthet	2 327	5 700	11 100	180	136 400
Folketall	2 327	11 297	21 127	465	666 759
Inntekt	2 327	413 500	42 500	308 900	663 800
Gj. km	2 327	13 200	1 200	8100	17 500
Ut-pendlere	2 327	0,1805	0,1021	0,0204	0,4382

Tabell 5: Deskriptiv statistikk

Vi vil videre se nærmere på de variablene som vi antar oppnår en sterk effekt på elbilandelen og hvor vi går nærmere inn i detaljert analyse.

5.3 Analysere data

I den geografiske fremstillingen av dataen har vi valgt å se nærmere på de kommunene med svært høy andel elbiler i forhold til innbyggertallet. Vi vil forsøke å få en innsikt i de variablene som kan ha en mulig forklaringseffekt til dette. Ut ifra tabell 6 under ser vi de fem kommunene som har høyest elbilandel i Norge. Figenbaum (2018) påpeker at de to største byene i landet har høyest elbilandel. Dersom vi går ned på kommunenivå finner vi Bergen på sjette plass og Oslo på syttende plass i 2017. Vi har gått litt grundigere til verks

og innhentet informasjon om de fem kommunene med høyest elbilandel i landet for å kunne få et tilnærma helhetlig inntrykk i hvorfor akkurat de kommunene skiller seg særlig ut ifra resten.

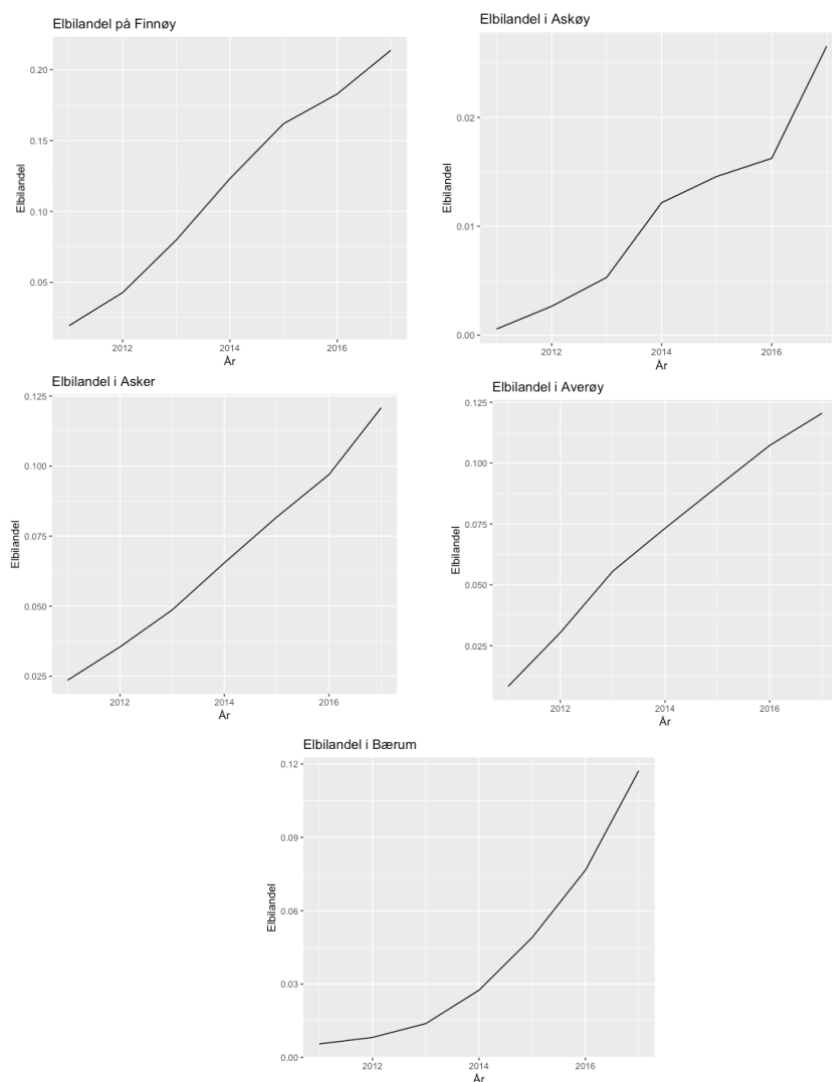
Kommune	Elbiler	Elbilratio
Finnøy	328	21,4 %
Askøy	2 588	18,7 %
Asker	3 654	12,1 %
Averøy	386	12,0 %
Bærum	9 717	11,7 %

Tabell 6: Kommuner med høyest elbilandel 2017

Finnøy kommune hadde et folketall på 3 235 og en elbilandel i overkant av 21 % i 2017. I 2009 ble Finnøytunellen åpnet, som er en undersjøisk fastlandsforbindelse mellom Finnøy og Rennesøy kommune. Veistrekningen på om lag 40 kilometer har gjennom mediene blitt omtalt som landets dyreste veistrekning i en årrekke. Dette har trolig gjort Finnøy til den kommunen med høyest andel elbiler. Tidlig i 2019 ble det fastsatt at Finnøy har redusert prisen for konvensjonell personbil og innført avgift for elbiler pålydende kr 42,40. Askøy er en øy utenfor Bergen som har en elbilandel på 18,7 % i 2017 og et folketall på 28 821. Kommunen har bomstasjoner som vi tror kan være en medvirkende årsak til den høye andelen elbiler. En annen forklaringseffekt kan være at Askøy er en pendlerkommune med sine 8 000 utpendlere, noe som utgjør 27 % av folketallet i kommunen.

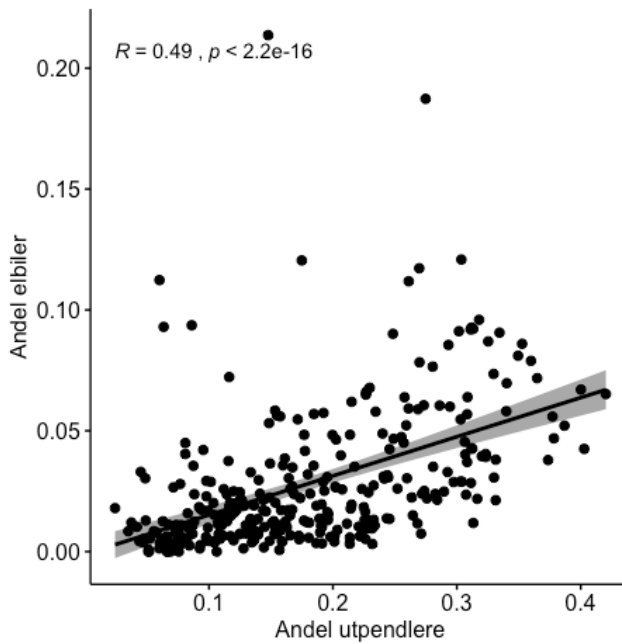
Asker og Bærum kommune har en elbilandel på 12,1 og 11,7 % i 2017. De har pålydende folketall på 60 781 og 124 008, og den geografiske plasseringen har gjort at vi har sett på kommunene samlet. Kommunene har begge bomstasjoner, men vi antar at det er andre faktorer som også forklarer statistikken. Det kan for eksempel ha en sammenheng med at de begge har en høy gjennomsnittlig husholdningsinntekt pålydende kr 853 000 for Asker og kr 832 000 for Bærum. Det er også verdt å merke seg at Asker har over 18 000 utpendlere, noe som utgjør 30 % av folketallet mens Bærum har en andel utpendlere på 27 %. Kommunene grenser til hovedstaden Oslo. Som skrevet tidligere er det en sammenheng med at mange bruker elbil som pendlerbil i tillegg til at de en har en konvensjonell bil ved siden av.

Averøy Kommune ligger i Møre og Romsdal og har ingen storby i umiddelbar nærhet. Det er bomstasjon i denne kommunen for å finansiere tunnelen som binder dem til fastlandet, og vi tror andelen elbiler på 12 % kan skyldes denne tunnelen. Pendlerandelen er på 17 %. Vi kan se fellestrekk ved de overstående kommunene ved at de har enten hatt høye avgifter i form av bom i innestående kommune eller at de er en typisk pendlerkommune til en nærliggende storby, som for eksempel Oslo eller Bergen. Figur 5 fremstiller andelen elbiler over tid i de omtalte kommunene, og et fellestrekk er at andelen elbiler var tilnærmet lik null i år 2011 og hvor en kraftig vekst oppstår fra og med 2012.



Figur 5: Elbilandel i kommuner med høyest elbilandel

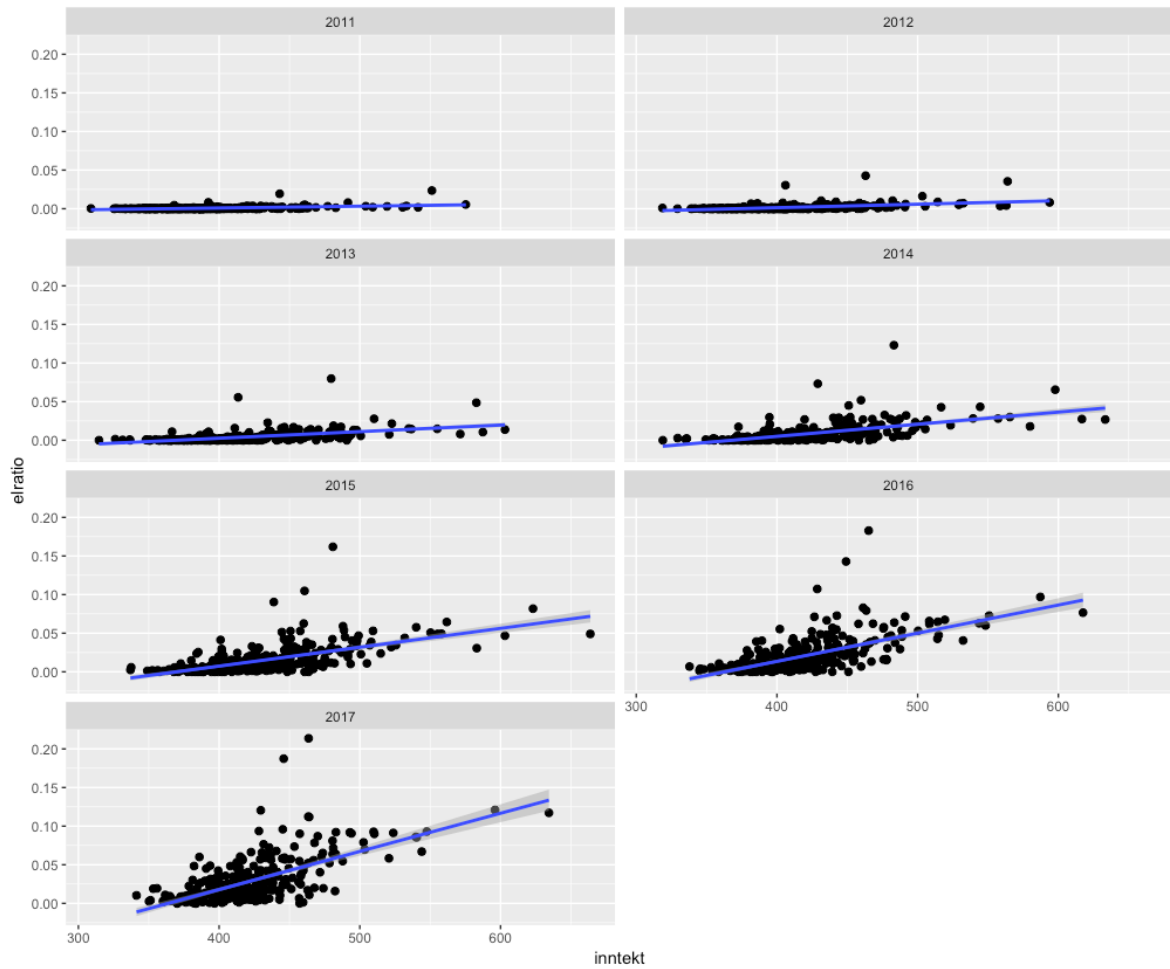
Dette vises i figuren under som er et korrelasjonsplott mellom andelen elbiler og andelen utpendlere i 2017.



Figur 6: Korrelasjonsplott mellom andel elbiler og andel utpendlere

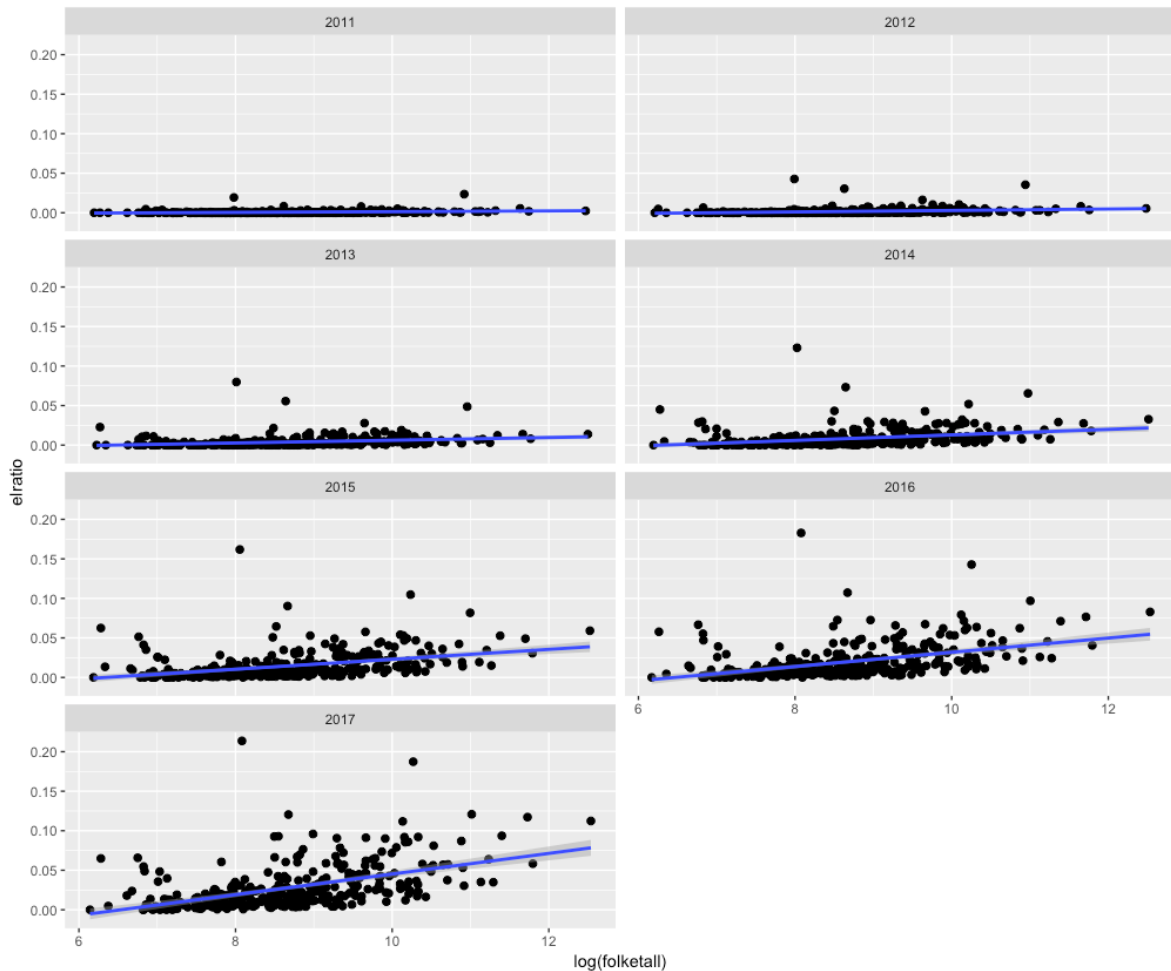
Dersom vi ser på de 10 kommunene med høyest utpendlerandel er samtlige av de kommunene i områder rundt Oslo. Et annet felles trekk er at de også har over gjennomsnittlig elbilandel på kommunenivå, som er rundt 3 % i 2017.

Ut ifra vårt datamateriale vises det en klar sammenheng i kommunene med lavest eller ingen andeler elbiler. De fleste kommunene er i Troms og Finnmark hvor det er mange kilometer mellom tettstedene. En annen faktor det er verdt å bemerke seg er at de fleste kommunene har et lavt innbyggertall og befolkningstetthet, og ikke i umiddelbar nærhet av noen større by. Mange har vært kritisk til elbil når det kommer til vær og klima, og det er blitt vist gjennom forskning at elbilens batterikapasitet påvirkes negativt av kulden (NAF 2017). Når en kommer så langt nord i Norge, vil vintersesongen vare mye lengre og ha et kaldere klima. Vi kan anta at kulden, i tillegg til de lange distansene mellom kommunene, er viktige faktorer for den lave elbilandelen.



Figur 7: Plot av Inntekt og Elbilratio

Figuren over viser generell akkumulert økning i elbilandelen. Som diskutert tidligere, er Bærum og Asker i toppen av inntektsstatistikken i Norge noe som kan være med på å forsterke resultatet fra plottdiagrammet.



Figur 8: Plot av $\log(\text{folketall})$ og elbilratio

Vi ser ut fra figur 7 at folketallet viser en akkumulert økning i elbilandelen, særlig fra år 2014 til 2017. Som vi har diskutert tidligere kan dette tolkes som at høyere folketall øker sannsynligheten for høyere elbilandel.

5.3.1 Korrelasjonsmatrise

Korrelasjonsanalysen skal hjelpe oss å identifisere sammenhengen mellom variablene i datasettet hvor vi har inkludert den elbilandel pluss alle forklaringsvariablene. I denne sammenhengen har vi satt opp den numeriske korrelasjonen i form av en matrise i tabell 7. Ved å analysere korrelasjonsmatrisen ønsker vi å identifisere hvor stor effekt forklaringsvariablene har på hverandre og den avhengige variabelen elbilandel. Dette kan gi oss en indikator på om variablene burde inkluderes eller ikke. Matrisen skal også hjelpe oss å avdekke hvilke variabler som er sterkt korrelerte med hverandre for å unngå problemer med multikollinearitet. Variablene innført i tabell 7 ble ansett som relevante, enten ved at de

ble ansett som viktig i forhold til elbilandelen eller fordi de ble ansett som viktige kontrollvariablene. Det er vist ulike måter på hvordan man direkte kan tolke verdiene til variablene i korrelasjonsmatrisen. Deloughery (1996) antyder at korrelasjon lavere enn 0.40 er svak, 0.40-0.60 som moderat og over 0.60 som sterk (Deloughery et al. 1996). Følgelig tar vi retningslinjene i betraktning i tolkningen av matrisen, er inntektsvariabelen den eneste «moderate» korrelasjonen med elbilandel, og resten anses som «svake».

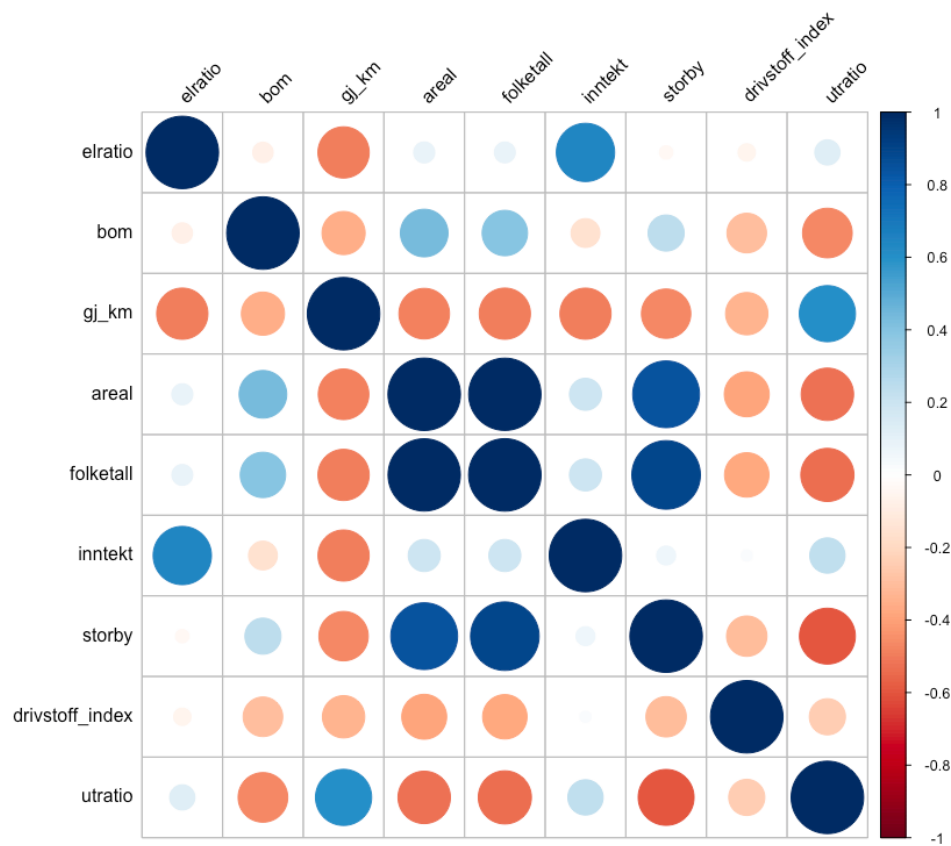
For de utvalgte variablene i datasettet, viser korrelasjonsmatrisen i tabell 6 at gjennomsnittlig kjørelengde er negativt korrelert med andel registrerte elbiler. Altså vil økte gjennomsnittlig kjørelengde føre til en mindre elbilandel. Fortegnet til inntektsvariabelen er litt uventet, da man kunne ha antatt at man kjører mer når inntekten øker, men sammenhengen kan være mer komplisert. Det kan for eksempel ha en sammenheng med størrelsen på byene i kommunen. Dersom vi ser på medianinntekt og gjennomsnittlig kjørelengde, ser vi at vi har en positiv korrelasjon på 0,08. At bensinpris har negativt fortegn i forhold til gjennomsnitts kjørelengde er ingen overraskelse. Ser vi på fortegnene til korrelasjonskoeffisienten gjennomsnittlig kjørelengde, så viser den en negativ sammenheng med andelen elbiler. Vi vil da anta at vår antagelse om elbilers rekkevidde relativt til konvensjonelle biler er en medvirkende faktor for den negative sammenhengen. Vi ser at det er en positiv korrelasjon med de resterende variablene inntekt, areal og bom, noe som ikke kommer som et overaskende resultat. De som har mer inntekt, kjøper gjerne en elbil som bil nummer to. Areal og bom har sterk sammenheng med storbyer, der insentivene til å kjøre elbil er høyere enn i mindre tettbygde strøk.

	<i>Elandel</i>	<i>Bom</i>	<i>Gj_km</i>	<i>Areal</i>	<i>Folk</i>	<i>Innt</i>	<i>Storb</i>	<i>Driv</i>	<i>Utp</i>
<i>Elandel</i>	1.00	0.14	-0.126	0.242	0.267	0.493	0.153	0.09	0.284
<i>Bom</i>	0.14	1.00	-0.03	0.371	0.356	0.12	0.217	-0.01	0.01
<i>Gj_km</i>	-0.126	-0.03	1.00	0.02	-0.03	-0.101	-0.002	-0.003	0.013
<i>Areal</i>	0.242	0.371	0.02	1.00	0.97	0.35	0.743	-0.01	0.05
<i>Folk</i>	0.267	0.356	-0.03	0.97	1.00	0.37	0.72	0.001	0.05
<i>Innt</i>	0.493	0.12	-0.101	0.35	0.37	1.00	0.25	0.18	0.42
<i>Storb</i>	0.153	0.217	-0.002	0.743	0.72	0.25	1.00	-0.002	-0.05
<i>Driv</i>	0.09	-0.003	-0.003	-0.01	0.001	0.18	-0.002	1.00	0.01
<i>Utp</i>	0.284	0.01	0.013	0.05	0.05	0.42	-0.05	0.01	1.00

Tabell 7: Korrelasjonsmatrise

Figur 6 viser en grafisk fremstilling av sammenhengen mellom variablene. Fra figuren får vi en rask oversikt i hvordan forklaringsvariablene korrelerer med hverandre og den

avhengige variabelen. Fargene fremstiller hvordan variablene har en positiv eller negativ effekt på hverandre. Skal vi kommentere noen av plottene så er det verdt å bemerke seg at medianinntekt viser klar samvariasjon med elbilandel, og det vil si at dersom inntekten øker, vil også elbilandelen øke. Drivstoffvariabelen gir ikke helt det resultatet som vi hadde antatt. Den vises med en negativ effekt på elbilandelen. Det vil si at dersom bensinprisene øker i forhold til strømprisene, vil elbilandelen synke. Variablene folketall, areal og storby er svært korrelerte med hverandre, noe som kan diskuteres hvorvidt alle burde inkluderes i vår analyse.



Figur 9: Fremstilling av korrelasjon mellom variablene

Tabell 8 under viser en korrelasjonsmatrise som viser signifikansnivåer. Helhetsinntrykket viser at de fleste variablene er signifikante til elbilandelen. Det er ingenting i resultatet som gir noen klare tegn på at noen av variablene burde vært utelatt med tanke på at de fleste er signifikant i forhold til den avhengige variabelen elbilandel. Drivstoffvariabelen er noe som kan diskuteres hvorvidt den burde inkluderes ved at den har svært lave verdier i korrelasjonsmatrisen, samt høye p-verdier.

	<i>Elandel</i>	<i>Bom</i>	<i>Gj_km</i>	<i>Areal</i>	<i>Folk</i>	<i>Innt</i>	<i>Storb</i>	<i>Driv</i>	<i>Utp</i>
<i>Elandel</i>	NA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Bom</i>	0,000	NA	0.1913	0,000	0,000	0,000	0,000	0.8744	0.5156
<i>Gj_km</i>	0,000	0.1913	NA	0.3877	0.1579	0,000	0.9114	0,000	0,000
<i>Areal</i>	0,000	0,000	0.3877	NA	0,000	0,000	0,000	0.5853	0.0144
<i>Folk</i>	0,000	0,000	0.1579	0,000	NA	0,000	0,000	0.9687	0.0094
<i>Innt</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	NA	0,000	0,000	0,000
<i>Storb</i>	0,000	0,000	0.9114	0,000	0,000	0,000	NA	0.9331	0.0237
<i>Driv</i>	0,000	0.8744	0,000	0.5853	0.9687	0,000	0.9331	NA	0.8296
<i>Utp</i>	0,000	0.5156	0,000	0.0144	0.0094	0,000	0.0237	0.8296	NA

Tabell 8: *P-verdier av korrelasjonsmatrisen*

Vår indikasjon av korrelasjonsanalysen er at vi trekker konklusjoner om at forklaringsvariablene er korrelerte med den avhengige variabelen elbilandel. Det er ingen store overraskelser i forhold til våre tidligere antakelser av variablene. De fleste uavhengige variablene er ikke sterkt korrelert med hverandre dersom man ser bort fra de demogeografiske variablene befolkningstetthet, folketall og storby. Vi antar at dette ikke skaper noen drastiske problemer for vår analyse, da dette kan kontrolleres for og eventuelt ekskludere variabler dersom nødvendig. Resultatet i dette kapittelet har vært en veiledning på hvordan våres modeller har blitt utformet i neste kapitel.

6.0 Metode og resultater

Hensikten med forskning er å finne svar på spørsmål ved å anvende vitenskapelige metoder (Kothari 2004). Samfunnsvitenskapelig metode skiller seg fra naturvitenskapelig metode ved at det i mange tilfeller vil være vanskeligere å gjennomføre kontrollerte eksperimenter. Dataen man har tilgjengelig er ofte observasjonsdata hvor det vil være nødvendig å bruke økonomiske metoder for å kunne trekke konklusjoner. Økonometriske metoder muliggjør å estimere modeller og undersøke empiriske konsekvenser uten å manipulere data direkte (Wooldridge 2015).

Vi vil benytte statistiske og økonomiske metoder for å gjennomføre empiriske analyser i vår oppgave. Det finnes mange typer av empirisk analyse hvor vår analyse skal utføres ved å bruke data til å teste begrunnet teori. Vi ønsker å estimere marginaleffekter, *ceteris paribus*, mellom forklaringsvariabler og elbilandelen i Norges kommuner (Wooldridge 2015). Det er viktig å presisere at når vi analyserer paneldata kan vi ikke uten bekymring anta at observasjonene i tverrsnittsdataen er uavhengig fordelt over tid. Dette kan for eksempel

vises ved at det er uobserverte faktorer i kommunene som viser seg å ha en effekt på valget av bil både i 2011 og 2012.

Vi vil nå gå mer spesifikt til verks med å forklare modell (8) fra kapittel 4 og hvilke estimeringsmetoder vi skal benytte på modellen for å gjennomføre våre analyser. Til slutt presentere vi den alternative modellen fra ligning (10).

6.1 Estimeringen av valgmodeller

Fra kapittel 4 har vi utvidet den første generelle økonometriske modellen (8) hvor vi har inkludert følgende forklaringsvariabler i modellen:

$$P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 KM_{i,t} + \beta_2 B_i + \beta_3 I_{i,t} + \beta_4 UP_{i,t} + \beta_5 A_{i,t} + \beta_6 S_{i,t} \quad (14) \\ + \beta_7 F_{i,t} + \beta_8 D_t + \underbrace{a_i + u_{i,t}}_{FE}$$

$P_{i,t} = Y$ = andelen elbiler i en kommune i tidsperiode t

$KM_{i,t}$ = Gjennomsnittlig kjørelengd i kommune i og år t

B_i = Dummyvariabel som er 1 om kommunen har bomstasjon, 0 ellers

$I_{i,t}$ = Medianinntekt i kommune i og år t

$UP_{i,t}$ = Antall personer som pendler ut av kommune i og år t delt på folketall i kommune i og år t

$A_{i,t}$ = Areal tettbygd strøk per totalareal i kommune i og år t

$S_{i,t}$ = Dummyvariabel som er 1 om kommunen tilhører de kommunene som har befolkning over 120 000, 0 ellers

$F_{i,t}$ = Folketall i kommune i og år t

$D_{i,t}$ = Drivstoff indeks som er bensinpris i år t delt på strømpris i år t

$u_{i,t}$ = Feilledet i modellen i kommunen i og år t

Ulike funksjonelle former ble undersøkt for å finne den formen som representerer forholdet vi satser på å modellere på den beste måten. Logit-modellen kan brukes når det antas at den bedre beskriver den reelle konteksten mellom P og forklaringsvariablene.

Vi ønsker her å vise at endringer i våre forklaringsvariabler er relatert til konstante prosentvise endringer i den avhengige variabelen. Vi ønsker også sammenligne de

resultatene ved å gjennomføre en minste kvadraters metode. Begge estimeringsmodellene tar for seg regresjoner fra år til år i perioden 2011 til 2017.

Vi kan trygt anta at det er mange uobserverte effekter i vart datasett, og vi vil derfor gjennomføre modellene basert på estimeringsmetoder som tar for seg en del av den støyen. Vi ønsker å kjøre en samlet OLS-modell, også kalt Pooled OLS, som tar for seg alle årene i en regresjon. Vi tester også både OLS (likning 14) og logit-modellen med og uten forutsetning av uobserverte effekter som er korrelert med andre forklarende variabler (dvs. modell med $a_i = 0$ og $a_i \neq 0$) i form av Fixed Effects metode. Paneldatametodene har som formål å fange opp de individspesifikke og tidsspesifikk effektene de to første estimeringsmetodene ikke fanger opp.

Vi skal nå presentere modellene og metodene vi har brukt i vår analyse, etterfulgt av resultatene fra modellene. Vi skal først presentere OLS- og logit-metoder før vi tester modellen med paneldata-metoder for å kontrollere for uobserverte effekter.

6.1.1 Minste kvadraters metode (OLS)

I første estimeringsmodell ønsker vi å se nærmere på en minste kvadraters metode, OLS-modell. Denne kan gjennomføres i for av en multipl regressjonsanalyse, hvor formålet med metoden er å vise hvordan elbilandelen blir forklart av de gitte forklaringsvariablene vist i kapittel 6.1. Den estimerte OLS-modellen er ligning (14) med en antagelse om at alle $a_i = 0$, eller i det minste ikke korrelert med forklaringsvariablene.

Hvor $P_{i,t}$ er antallet elbiler delt på totalt antall biler registret i kommune i og år t , og forklaringsvariablene er de samme som i ligning (14).

$u_{i,t}$ representerer det ikke-observerbare tilfeldige forstyrrelsesfeilleddet i kommunen i og år t . $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ er de konstante parameterne vi forsøker å estimere. De måler endring i $e_{i,t}$ ved en gitt endring av x_j .

Feilleddet til modellen i formel (15) skal fange opp variasjon i y som ikke direkte kommer fra variasjon i x -variable (Wooldridge 2010). Feilleddet $u_{i,t}$ kan inneholde variasjonen av mange faktorer, inkludert utelatte variabler og målefeil. Formålet med modellen er at

parameterne β_j korresponderer med variabelen elbilandel. Wooldridge (2010) adresserer at nøkkelbetingelsen som må tilfredsstilles for å kunne gjennomføre en OLS er konsistens i estimatet $\hat{\beta}_j$. Dette skjer i sammenheng med at vi antar det er et tilfeldig utvalg av populasjonen og at feilleddet u i utvalget har et gjennomsnitt lik null og ikke er korrelert med repressorene (x_1, x_2 osv.)

$$E(u) = 0, \quad Cov(x_j, u) = 0, \quad j = 1, 2, \dots, K \quad (15)$$

Antakelsen påpeker viktigheten med null kovarians mellom feilleddet u og alle estimat av x_j . Dersom forklaringsvariablene i modell (14) x_j er endogene, hvor variabelen den skal forklare forholdet mellom funksjoner i modellen, er variablene korrelert med u (Wooldridge 2010). Wooldridge (2010) påpeker at det hovedsakelig er tre årsaker til at endogenitet oppstår:

- Utelatte forklaringsvariabler
- Målefeil
- Samtidighet (Simultaneity)

Bestemmelsen for hvilken av de som skaper endogenitet er ikke enkelt å fastsette. Det kan for eksempel være sammensatt av mer én kilde til endogenitet (Wooldridge 2010). I vårt tilfelle kan for eksempel en utelatt forklaringsvariabel, som ladestasjoner til elbiler, være et problem dersom den er korrelert med de andre forklaringsvariablene. Vi kan anta at ladestasjoner vil være simultane til elbilandel i kommunene. Det vil si at vi antar at ladestasjoner vil øke i takt med andelen elbiler. Ladestasjoner i Norge er finansiert gjennom ENOVA og er derfor ikke motivert av profittmaksimering i den grad en privat aktør ville vært. Som nevnt tidligere vil variabelen bomstasjoner vise en form for målefeil i vår analyse, og vi må være bevisst på dette i vår tolkning.

6.1.2 Resultater fra OLS

Under i tabell 9 ser vi resultatene fra regresjonsanalysen hvor vi har gjennomført 7 regresjoner for hvert år i tidsperioden 2011 til 2017. Resultatene hvor elbilandelen er den avhengige variabelen må ses i sammenheng at dette er en prosentandel. Det kan være verdt å nevne at variabelen for drivstoffindeks $\beta_5 D_{i,t}$, som ikke varierer mellom individer, faller

ut av regresjonen. Den må ses i sammenheng når vi gjennomfører paneldata i form av pooled OLS og fixed effects.

OLS Regresjon

	Dependent variable:						
	elratio						
	2011 (1)	2012 (2)	2013 (3)	2014 (4)	2015 (5)	2016 (6)	2017 (7)
Gj. kjørelengd	-0.010 (0.010)	-0.034* (0.020)	-0.074** (0.035)	-0.149** (0.058)	-0.259*** (0.081)	-0.273*** (0.097)	-0.293** (0.113)
Bomstasjoner	-0.030 (0.028)	-0.027 (0.057)	-0.013 (0.101)	0.072 (0.153)	0.305 (0.213)	0.511** (0.251)	0.751** (0.308)
Median inntekt	0.002*** (0.0003)	0.004*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.011*** (0.002)	0.016*** (0.002)	0.024*** (0.003)	0.031*** (0.004)
Andel ut-pendlere i %	0.056 (0.149)	0.400 (0.310)	1.249** (0.538)	3.079*** (0.823)	6.188*** (1.175)	8.006*** (1.416)	11.813*** (1.663)
Areal tettbygd	0.010* (0.006)	0.011 (0.013)	0.017 (0.026)	0.022 (0.038)	0.038 (0.052)	0.046 (0.057)	0.081 (0.070)
Storby	-0.217 (0.217)	-0.362 (0.472)	-0.459 (0.845)	-1.064 (1.258)	-1.575 (1.739)	-3.289** (1.643)	-3.753* (2.017)
Folketall	-0.032 (0.031)	-0.030 (0.068)	-0.033 (0.118)	0.005 (0.174)	0.020 (0.232)	0.128 (0.250)	0.104 (0.306)
Drivstoff index	-0.659*** (0.200)	-1.072*** (0.409)	-1.724** (0.677)	-2.671** (1.070)	-3.304** (1.505)	-6.339*** (1.862)	-9.025*** (2.202)
Observations	315	315	319	319	318	318	320
R2	0.249	0.231	0.278	0.383	0.455	0.523	0.571
Adjusted R2	0.232	0.214	0.262	0.369	0.443	0.513	0.561

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 9: OLS regresjon

Første inntrykk av resultatet fra regresjonsmodellen er at estimatene viser en lik sammenheng i forhold til vår korrelasjonsmatrise i kapitel 5.3.1. R^2 er et mål på forklaringsstyrken som viser hvor mye av interkommunal variasjon i elbilandelen skyldes variasjon i forklaringsvariablene. Resultatene viser at R^2 øker hvert år fra 2011 til 2017. Dette kan ha en sammenheng med at den samme avhengige variabelen andelen elbiler, øker ganske kraftig gjennom årene, mens de uavhengige variablene ikke nødvendigvis varierer så mye gjennom årene. Dette bekreftes ved at man ser en klar sammenheng i at de parameterne går over til å bli signifikante de siste årene. Med bakgrunn i dette har vi fokusert på de to siste årene av resultatet i vår tolkning.

Koeffisienten for inntekt er svært signifikant. Resultatet fra 2017 impliserer $\frac{\partial P}{\partial I} = 0,031$, som viser at en økning av inntekten med kr 1000 tilsvarer en økning i andelen elbiler med 0,031. Det vil si at andelen elbiler øker med 3 % dersom medianinntekten øker med kr 100 000. Resultatet kan være en indikasjon som bekrefter vår antakelse om at inntekten har markant innvirkning på andelen elbiler. Gjennomsnittlig kjørelengde er fortsatt negativ som vist i korrelasjonsmatrise tabell 7. Variabelen er signifikant fra og med år 2013, med en p-verdi under 5 %.

Koeffisienten for andelen ut-pendlere viser en effekt på andelen elbiler. I de tre siste årene i analysen er den signifikant på 1 %-nivå. Storbyvariabelen er også negativ i OLS-modellen for samtlige år også i dette tilfellet. Grunnen til at variablene befolkningstetthet (areal), storby og folketall ikke er signifikante, kommer trolig av at de er multikolinære. Vi har testet modellen opp imot dette ved at vi eksempelvis fjernet storby og folketall fra modellen, og dette førte til at parameteren befolkningstetthet ble signifikant. Se tabell 17 i vedlegg 12.5.

6.1.3 Logit-modell

I vår andre tilnærming av den økonometriske modellen, skal vi se på en såkalt logit-modell. Når vi bruker logit-modellen, antas det at forholdet mellom P og forklaringsvariablene ser annerledes ut enn i tidligere modeller. Metoden tar for seg en underliggende variabel Y som kun kan være 0 eller 1, i vårt tilfelle: ikke-elbil eller elbil. Modellen estimerer en sannsynlighet $P = P[Y = 1]$ (eller andel i en kommune) som funksjon av et antall uavhengige variable x_j . Formuleringen går på odds, og det vil si at man krever at «log-odds» er en lineær funksjon av x -variabler:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u \quad (16)$$

Vi antar i eksempelet nedenfor at det bare er to x -variable og ignorerer feil-leddet.

Fra ligning (16) får vi at selve oddsen er

$$\frac{P}{1-P} = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2) = e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)} = e^{\beta_0} \cdot e^{\beta_1 x_1} \cdot e^{\beta_2 x_2} \quad (17)$$

Hvis nå for eksempel x_2 øker med én enhet til $x_2 + 1$ vil oddsen i (17) endre seg til:

$$\frac{P}{1-P} = e^{\beta_0} \cdot e^{\beta_1 x_1} \cdot e^{\beta_2(x_2+1)} = e^{\beta_0} \cdot e^{\beta_1 x_1} \cdot e^{\beta_2 x_2} \cdot e^{\beta_2} \quad (18)$$

Da ser vi at oddsen fra (18) er endret med faktoren e^{β_2} som resultat av endringen $x_2 \rightarrow x_2 + 1$. Dermed har vi tolkningen: En logit-parameter β_j forteller at en enhetsøkning i x_j endrer oddsen for utfallet med faktoren e^{β_j} .

Vi tolker P som andel elbiler her ($P = \frac{E}{E+F}$). Dermed blir oddsen rett og slett

$$\frac{P}{1-P} = \frac{E}{F} \quad (19)$$

Hvor E er antall elbiler, F er antall konvensjonelle biler.

I utførelsen av modellen er det brukt forklaringsvariabler som vist i formel (14) hvor P skal tilsvare andelen elbiler. Matematisk sett har en logit-modell to mulige utfall som avhengig variabel, men på gruppenivå vil dette være en kontinuerlig variabel. I vårt tilfelle er dette elbil og ikke-elbil. Disse er representert ved en indikatorvariabel og er gitt verdiene «0» eller «1». Logaritmen til oddsen for verdien «1» er en lineær kombinasjon av én eller flere av de uavhengige variablene. Altså er den avhengige variabelen satt til en binærfunksjon. Formålet med modellen er å få frem hvordan endring i forklaringsvariablene påvirker andelen elbiler år for år.

6.1.4 Resultater fra Logit-modell

Det er viktig å merke seg at vi har gjennomført modellen for hvert år i perioden 2011 til 2017. Det er potensielt mange ulike faktorer i kommuner og fylker som er konstante over tid og som sannsynligvis har innspill i valget av kjøp av elbil. Med bakgrunn i årlige utføringer av regresjon, vil variabelen $D_{i,t}$, drivstoffindeksen, falle bort også i denne modellen. Vi presiserer at denne modellen sammenlignet foregående OLS-modell, beskriver elbilandelen på en forskjellig måte, som vist under:

$$OLS \text{ elbilandel} = \frac{\text{elbiler}}{\text{elbiler} + \text{ikke elbiler}}$$

$$\text{Logit elratio} = \text{Ln} \left(\frac{\text{elbiler}}{\text{ikke elbiler}} \right)$$

Logit Regression

		Dependent variable:						
		response1	response2	response3	response4	response5	response6	response7
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Gj. kjørelegd		-0.244*** (0.022)	-0.235*** (0.014)	-0.195*** (0.010)	-0.194*** (0.007)	-0.192*** (0.005)	-0.058*** (0.005)	-0.061*** (0.004)
Bomstasjoner		-0.737*** (0.057)	-0.737*** (0.040)	-0.455*** (0.025)	-0.137*** (0.016)	0.033*** (0.012)	0.237*** (0.010)	0.262*** (0.009)
Median inntekt		0.014*** (0.0004)	0.011*** (0.0003)	0.006*** (0.0002)	0.004*** (0.0001)	0.002*** (0.0001)	0.006*** (0.0001)	0.005*** (0.0001)
Ut-pendlere		1.528*** (0.333)	3.158*** (0.239)	4.028*** (0.163)	4.322*** (0.109)	4.709*** (0.081)	3.124*** (0.081)	3.508*** (0.065)
Areal tettbygd		0.066*** (0.006)	0.065*** (0.004)	0.057*** (0.003)	0.044*** (0.002)	0.034*** (0.002)	0.013*** (0.001)	0.012*** (0.001)
Storby		-0.683*** (0.190)	-0.254** (0.126)	-0.080 (0.080)	-0.267*** (0.052)	-0.221*** (0.037)	-1.125*** (0.030)	-0.954*** (0.026)
Folketall		-0.196*** (0.032)	-0.195*** (0.022)	-0.128*** (0.014)	-0.078*** (0.009)	-0.045*** (0.006)	0.049*** (0.005)	0.047*** (0.004)
Konstant		-9.922*** (0.304)	-8.491*** (0.207)	-6.605*** (0.137)	-4.917*** (0.095)	-3.777*** (0.070)	-6.377*** (0.087)	-5.726*** (0.070)
Observations		315	315	319	319	318	318	320
Akaike Inf. Crit.		1,930.985	3,460.494	5,896.819	9,079.857	13,603.400	14,765.440	18,262.350

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 10: Logit Regresjon

Resultatene er interessante. Helhetsinntrykket er at de fleste forklaringsvariablene i modellen er signifikante. Det første som fanger vår oppmerksomhet er dummyvariabelen bomstasjon. Vi ser at variabelen skifter fortegn fra år 2014 til 2015. En tolkning av dette kan være at det er, som nevnt tidligere, ingen tidsvariasjon i variabelen. Den er basert på statistikk fra andeler bomstasjoner fordelt på de ulike kommunene i 2018 og er lik for alle årene. Feilen i bomvariabelen er at det kan være kommuner oppsatt med bom, men som i realiteten ikke hadde bomstasjon i det gitte året, som for eksempel i år 2011-2013. Koeffisienten til folketall har forholdsvis samme mønster som bompengvariabelen hvor den går fra negativ til positiv i år 2016. Dette er noe uventet, men variabelen kan være korrelert med markedstrender som er utelatt fra vår regresjon.

Hvis vi ser på år 2017 finner vi estimert parameter for kjørelengde lik -0.061. En vanlig måte å tolke resultater på er å se på elastisiteter. Dette gjennomføres ved å se på punktelastisiteten til P med hensyn til X_1 , som i vårt tilfelle er elbilandel og kjørelengde. Utføringen av modellen er definert som følger:

$$E_{x_1}^P = \frac{\partial P}{\partial X_1} \frac{X_1}{P} \quad (20)$$

Med omformulering får vi modellen:

$$E_{x_1}^P = \beta_1(1 - P)X_1 \quad (21)$$

Hvor $E_{x_1}^P$ er punktelastisitet mellom andel elbiler (P) og gjennomsnitts kjørelengde X_1 . β_1 er estimatet til X_1 ,

Ved bruk av formel (21) kan vi se punktelastisiteten til elbilandel med hensyn til kjørelengde i en gitt kommune, som for eksempel Bergen. Ser vi på dataen fra 2017 med en gjennomsnitts kjørelengde på 12 000 km og en elbilandel på 0.11, får vi følgende utregning:

$$\begin{aligned} E_{x_1}^P &= -0.061 * (1 - 0,11) * 12 \\ E_{x_1}^P &= -0.65 \end{aligned} \quad (22)$$

Hvis vi tolker modellen som en logitmodell, viser resultatene fra ligning (22) at hvis kjørelengden øker én prosent, faller sannsynligheten for å ha en elektrisk bil til en tilfeldig valgt person, med 0.65 %. Som ovenfor kan elastisiteter beregnes for kommuner og tidsperioder separat, og aggregeres i henhold til samme prinsipp som ovenfor.

Ser vi på effekten av bomstasjoner i tabell 10 er den estimert til 0.262 i 2017. En tolkning av resultatet for to kommuner, én kommune med bomstasjon og én uten, vil da elbilratioen statistisk sett skille seg med en faktor $e^{0.262} = 1.3$. Dette indikerer at vi finner ca. 30 % høyere elbilandel i kommuner med bomstasjoner.

Medianinntekt har større effekt første årene, før de avtar etter 2013. Det kan sees i sammenheng med at markedet for elbil ikke for fullt slo igjennom før 2013 da antall elbiler i Norge var marginalt lavt før det året. I startfasen ville velstående husholdninger anskaffe bil nummer to. I årene etter kom det elbiler med folkelige rekkevidde og kjørelengde, som for eksempel Tesla Model S som slo igjennom i 2013. Dette er vår tolkning basert på dypsindige spekulasjoner og antakelser.

Dummy-variabelen for Storby har fra regresjonen en negativ effekt på andelen elbiler, med parametere som hovedsakelig er signifikante, sett bort fra år 2013. Effekten varierer en del mellom årene, hvor den kraftigste effekten er i 2016. Hvis vi ser på estimert parameter for storby i 2017 er den lik $-0,954$. Dette tilsvarer at andelen elbiler vil være 0,61% mindre dersom kommunen er definert som storby og alle andre variabler holdes konstant. På forhånd antok vi antall elbiler ville være noe høyere ved de store byene, men til ettertanke tror vi den negative effekten kan forklares ved at elbilen som regel er sekundærbil og fast parkering kan være en utfordring grunnet plassbehovet i de store byene. Kollektivtilbudet i storbyer er også betydelig bedre enn mindre tettsteder, og mange har av den grunn ikke behovet for bil til pendling til jobb.

Tabell 11 viser en deskriptiv statistikk for elastisitetene av resultatet til logit-modellen hvor dummyvariablene ikke inkluderes. Tabellen kan tolkes ved at maks-verdiene i tabellen skal tilsvare hvor mange prosent elbilratioen øker eller minker med én prosent økning av de omtalte forklaringsvariablene. Som for eksempel dersom vi ser på inntekt er maksverdien på 2.8. Dette tolkes som at elbilratioen øker med 2.8 % dersom inntekten øker med 1 %. Enklere forklart øker sannsynligheten, oddsen, for å eie elbil med 2.8 % dersom inntekten øker 1 %.

Statistic	N	Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
Gj_km	335	-0.9798	-0.8143	-0.7688	-0.7642	-0.7194	-0.5078
Inntekt	335	1.6889	1.9324	2.0203	2.0342	2.1046	2.800
Ut-andel	335	0.0833	0.3761	0.5649	0.6043	0.8106	1.3781
Befolk.tetthet	335	0.0028	0.0130	0.0328	0.0636	0.0675	1.4361
Folketall	335	0.0022	0.0120	0.0250	0.0513	0.0527	1.1621

Tabell 11: Deskriptiv statistikk for elastisitet av resultat fra logit regresjon, år 2017

6.2 Paneldata

Vi skal i dette se på den økonometriske modellen i form av paneldata. Fordelen med paneldata over tid er at vi kan tillate seriekorrelasjon i feilleddet da antall år ikke er for stort (Wooldridge 2015). Seriekorrelasjon kan være et problem i paneldata dersom antall år blir større enn 20-30 år, noe som ikke er tilfelle i denne sammenheng (Baltagi 2008). Formålet med å bruke paneldata i vår oppgave er å forsøke å kontrollere for de uobserverte effektene som vi ikke klarer å fange opp med de gitte forklaringsvariablene i vår analyse. Paneldata kan eksplisitt redegjøre for individspesifikk heterogenitet og minimere effekten av aggregert bias (Wooldridge 2010). Antakelsen om homogenitet vil si at variansen av feilleddet, gitt noen verdier av de uavhengige variablene i alle perioder, må være null. Dersom det oppstår heteroskedastisitet i vår modell kan dette føre til statistisk bias, men vanligvis leder heteroskedastisitet til ikke-effektive, men konsistente estimater. Med paneldata kan man tillatte at den uobserverte effekten a_i å være korrelert med de forklarende variablene.

Estimeringsmetodene pooled OLS, fixed effects og first difference er velkjente estimeringsmetoder brukt i sammenheng med paneldata innenfor økonometriens verden, hvor de beskrives i estimeringsrammene til OLS. Vi skal i dette delkapittelet gjennomføre regresjoner av estimerte valgmodell (14) i form av tidsserie i paneldata hvor andelen elbiler er brukt som forklaringsvariabel.

6.2.1 Pooled Ordinary Least Square

En enkel måte å behandle paneldata på er Pooled OLS regresjonsmodell, videre kalt POLS. Ved å bruke denne metoden har vi «poolet» årene 2011-2017 sammen, og vi behandler all dataen som uavhengige observasjoner. Nærmere forklart tar vi observasjoner fra en kommune i et gitt år og behandler den uavhengig med den samme kommunen neste år. Formålet vil være at vi kan trekke alle observasjonene sammen og behandler én observasjonsenhet (i) på tidsrommet (t) uavhengig av enhet (i) på tid ($t + 1$). POLS kan skrives på følgende måte:

$$P_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + v_{it} \quad (23)$$

Hvor v_{it} er feilleddsfunksjonen $v_{it} = a_i + u_{it}$

I formel (23) er β_j koeffisientene til variablene x_j

Feileddsfunksjonen v_{it} forklarer de tidsuavhengige effektene a_i samt distinktive feilledet u_{it} , som varierer mellom individene.

Sammenligning av antakelse at feilledet u i utvalget har et gjennomsnitt like null i formel (15), beskriver Wooldridge (2010) to antakelser om konsistente estimater til β som følgende:

$$\text{Antakelse 1: POLS} \quad E(x'_1 u_t) = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (24)$$

Og

$$\text{Antakelse 2: POLS} \quad \text{rank} \left[\sum_{t=1}^T E(x'_1 u_t) \right] = K \quad (25)$$

I motsetning til antakelsen i formel (15), sier antakelse 1 ingenting om forholdet mellom x_s og feilledet u_t , fordi $t \neq s$ og hvor antakelse 2 regner utelukkende perfekt lineære avhengigheter blant de forklarende variablene (Wooldridge 2010).

Når vi estimerer en pooled OLS-modell fra den samlede OLS- regresjonen over kommune i og år t , må vi legge til homoskedastisitet og ingen seriekorrelasjon som forutsetninger (Wooldridge 2010). I likhet med ordinær OLS må alle $a_i = 0$, eller ikke korrelert med forklaringsvariablene, som gjør POOLS konsistente estimater av β . I følge Wooldridge (2010) er den svakeste antakelsen om dette som følger:

$$\begin{aligned} \text{Antakelse 3: POLS} \quad E(u_t^2 x'_t x_t) &= \sigma^2 E(x'_t x_t), \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (26) \\ &\text{hvor } \sigma^2 E(u_t^2) \text{ for alle } t; \\ E(u_t u_s x'_t x_t) &= 0, \quad t \neq s, \quad t, s = 1, \dots, T \end{aligned}$$

Antakelsen om at feilledet skal ha et gjennomsnitt lik null betyr at de uobserverte effektene til u_{it} og a_i , må være ukorrelerte med alle de uavhengige variablene (Wooldridge 2015). Dette er en sterk antakelse for paneldata og kan påvirke konsistensen til våre estimater. Dette kan for eksempel forklares ved at det er store geografiske forskjeller mellom ulike kommuner, noe som påvirker etterspørselen etter bil. Det kan også være lokale policyer og

regler som kan fremme eller hemme salget av biler, f. eks det lokale dieselforbudet i Oslo som vi nevnte innledningsvis.

6.2.2 Fixed Effects estimering (FE)

I mange tilfeller med tverrsnittsdata over tid vil ikke antakelsen om null korrelasjon mellom a_i og de uavhengige variablene holde. Fixed effect, videre kalt (FE), transformasjon er en metode som blir brukt til å eliminere den faste effekten over tid. Modellen utføres ved at man tar en tilnærming der den uobserverte effekten, a_i , er et parameter som er estimert på hvert individ (i) (Wooldridge 2015). Selve transformasjonen blir også kalt *within-estimator* eller estimatoren innen, da modellen bruker tidsvariasjonen i vår avhengig variabel og de uavhengige variablene innen hvert tverrsnittdatasett. Når vi bruker FE antar vi at noe er innenfor den individuelle observasjonen som kan påvirke eller skape bias i estimatene, og vi må kontrollere for dette. FE skal fjerne effekten av de tidsinvariante karakteristikene slik at vi kan beregne nettoeffekten av estimatene på den avhengige variabelen (Wooldridge 2015). Modellen skrives på mange forskjellige måter, og her er et eksempel:

$$Y_{it} = \beta_1 x_{it} + a_i + u_{it} \quad (27)$$

Hvor a_i ($i=1, \dots, n$) er ukjent avskjæring for hver enhet (n enhetsspesifikk avskjæring).

y_{it} er den avhengige variabelen hvor i = enhet/individ og t =tid.

β_1 er koeffisienten for x_{it} som representerer en forklaringsvariabel, hvor i = enhet/individ og t =tid. u_{it} er feilleddet.

Fordelen ved å bruke FE tilnærmingen er at det blir produsert forventningsrette resultater selv om det finnes sammenhenger mellom de uobserverte faste effektene og forklaringsvariablene. Det vil si at man kontrollerer for individuell heterogenitet.

Hovedforskjellen fra OLS-modellen er at feilleddet nå er substituert med det idiosynkratiske feilleddet u_{it} , som er den uobserverte variasjonen. FE estimatorene er da forventningsrett dersom det idiosynkratiske feilleddet tilfredsstillende antagelsen av streng eksogenitet (Wooldridge 2015). Hovedhensikten er at hvis de uobserverte variablene ikke endres over tid, vil hvilken som helst endring i den avhengige variabelen skyldes andre påvirkninger enn disse faste egenskapene (Stock and Watson 2003). En sideeffekt av å bruke FE modeller er

at de kan ikke brukes til å utforske tidsinvariante årsaker i den avhengige variabelen. Tidsinvariante karakteristikker for individet er perfekt kollinear med enhetens dummyvariabel (Wooldridge 2015).

Modellene vi har brukt til denne type estimeringsmetode er følgende:

$$\text{Logit Fixed Effects:} \quad \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)_{i,t} = \beta_1 x_{it} + a_i + u_{it} \quad (28)$$

$$\text{OLS Fixed Effects:} \quad P_{i,t} = \beta_1 x_{it} + a_i + u_{it} \quad (29)$$

Forskjellene mellom OLS- og logit FE modellene er hvordan den avhengige variabelen er formulert. Som skrevet tidligere vil logitmodellen bli utført ved logaritme av oddsen til elbilandelen, mens OLS-modellen tar andelen elbiler delt på totale antall biler.

Vi vil også nevne at vi har gjennomført en estimeringsmetode som tar for seg random effects (RE), samt testet FE og RE i en Hausman-test. Argumentasjonen angående å bruke FE istedenfor RE ligger i vedlegg kapittel 12.2 og 12.3.

6.2.3 First Difference (FD)

Regresjoner på andelen elbiler alene kan være interessante, men kan ha en svakhet ved at andelen elbiler i kommunene er et resultat av mange års valg. Problemet med seriekorrelasjon i modellen kan motvirkes ved å gjennomføre modell hvor vi første-differensierer alle variabler, avhengige og forklaringsvariabler. Ved bruk av First Difference (FD) vil FE forsvinne. En viktig antakelse i FD er at endring i feilledet u er ukorrelert med endringene i de uavhengige variablene. Denne antakelsen holder så lenge feilledet u_{it} er ukorrelert med de forklarende variablene i regresjonen under alle tidsperioder og vil da ikke føre til bias i estimatene (Wooldridge 2015). Det er også nødvendig at endringen i den forklarende variabelen ikke har samme verdi i tidsperiodene, og den kan heller ikke endres med lik mengde for hver observasjon. For vårt datasett vil ikke dette bli et problem ettersom vi har forskjellige observasjoner for alle kommunene vi har inkludert i denne regresjonen.

Med paneldata kan man tillatte at den ubesvarte effekten a_i å være korrelert med de forklarende variablene. Et problem som kan oppstå ved FD er at eliminering av den uobserverte effekten a_i kan redusere variasjonen i forklaringsvariablene. a_i er konstant over tid og blir «differensiert vekk» i ligningen under.

$$\Delta \ln \left(\frac{P}{1-P} \right)_{i,t} = \beta_1 \Delta P_t + \beta_2 \Delta I_{i,t} + \beta_3 \Delta KM_{i,t} + \beta_4 \Delta D_{i,t} + \beta_6 \Delta S_{i,t} + \beta_7 \Delta HI_{i,t} + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (30)$$

6.2.4 Resultater fra paneldata

Paneldata-modellene har den samme avhengige variabelen, elbilandel, og til dels de samme forklaringsvariablene som vist i estimering av valgmodell – formel (14). Det er verdt å nevne at dummyvariabelen for bomstasjoner faller ut når vi bruker denne typen metode. Dette med bakgrunn i at det er en fast variabel og over tid.

Panel Data Regression

	Dependent variable:			
	elratio (Pooled OLS) (1)	log_odds (First Difference) (2)	elratio (Fixed Effect OLS) (3)	log_odds (Fixed Effect Logit) (4)
Gj. kjørelengd	-0.308*** (0.035)	-0.082*** (0.021)	-0.959*** (0.073)	-1.739*** (0.074)
Bomstasjoner	0.262*** (0.097)	0.152*** (0.042)		
Median inntekt	0.014*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.020*** (0.002)	0.035*** (0.002)
Andel ut-pendlere i %	0.048*** (0.005)	0.022*** (0.003)	-0.392*** (0.035)	-0.338*** (0.033)
Areal tettbygd Strøk	-0.073*** (0.020)	-0.014 (0.009)	0.441*** (0.043)	-0.008 (0.036)
Storby	-2.511*** (0.704)	-1.231*** (0.270)	-0.677 (0.911)	-2.500*** (0.734)
Folketall	0.466*** (0.096)	0.163*** (0.042)	12.464*** (0.465)	3.059*** (0.390)
Drivstoff indeks	0.289 (0.591)		-2.721*** (0.475)	-1.522*** (0.478)
Konstant	-1.774** (0.688)	-0.004 (0.021)		
Observations	2,224	1,807	2,224	1,814
R2	0.290	0.180	0.499	0.611
Adjusted R2	0.287	0.177	0.412	0.527

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 12: Paneldata regresjon

I kolonne (1) er regresjonen basert på en POLS-modell. I kolonne (2) er en FD-modell med avhengige variabel er elbilandel. I kolonne (3) er en FE-modell hvor avhengige variabelen er elbilandel, i kolonne (4) er FE med en logaritmeform av andelen elbiler. Ut ifra resultatene i tabell 11 er det verdt å nevne at variabelen ut-pendlere nå er negativ i kolonne 3 og 4, i motsetning til kolonne 1 og 2 og de tidligere år-for-år regresjonene. Grunnen til dette er uklart, og det kan diskuteres hvorvidt variabelen eller modellene gir robuste resultat når vi tar dette i betraktning.

Det kan diskuteres om FE er bedre egnet til å forklare den avhengige variabelen. Vi skal likevel være forsiktig med å fastslå at den er mer robust i vår analyse. Seriekorrelasjon mellom observasjonene fra samme kommuner i forskjellige år vil trolig oppstå. Feilledet i POLS inkluderer kommune-spesifikke uobserverte effekter, og denne modellen fikser ikke problemet med utelatte variabler. Et eksempel på dette kan være hvis uobserverte effekt fra 2015, som for eksempel miljøbevissthet blant konsumenter, også påvirker elbilandelen i

2016. Hvis seriekorrelasjonen i feilledet er betydelig, vil det føre til feilaktig prediktiv effekt. Dette påvirker midlertidig ikke konsistensen til estimatene. Estimatene for de forklarende variablene har likhetstrekk med OLS og logit-modellen.

6.3 Alternativ estimeringsmodell

Vi har sett nærmere på en ny modell som skal se på endring i elbilandelen som en avhengig variabel hvor vi beholder de samme forklaringsvariablene på lik linje med den forrige estimeringsmodellen. Modellen vi har tatt for oss er følgende:

$$\Delta Y_{i,t} = Y_{i,t+1} - Y_{i,t} \quad (31)$$

Hvor $\Delta Y_{i,t}$ er endringen i elbilandelen fra et år til det neste år, og hvor modellen skrives som:

$$\begin{aligned} \Delta Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 KM_{i,t} + \beta_2 B_i + \beta_3 I_{i,t} + \beta_4 UP_{i,t} + \beta_5 A_{i,t} + \beta_6 S_{i,t} \\ & + \beta_7 F_{i,t} + \beta_8 D_t + \varepsilon_{i,t} + u_{i,t} \end{aligned} \quad (32)$$

Vi har formulert modellen slik at vi ser på endringen i elbilandelen i år 2012-2013, 2014-2015 og 2016-2017, blir forklart med verdier på uavhengige variabler i år 2012, 2014 og 2016. Formålet med modellen er å vise at dersom vi tar år-for-år estimatene fra 2011-2016 vil summen av de være ganske lik OLS-resultatet for 2016 vist i tabell 9.

Regression

	Dependent variable:			
	elratio (OLS 16) (1)	el_diff_12 (Diff 12) (2)	el_diff_14 (Diff 14) (3)	el_diff_16 (Diff 16) (4)
Gj. kjørelengd	-0.273*** (0.097)	-0.049*** (0.017)	-0.076*** (0.029)	0.014 (0.030)
Bomstasjoner	0.511** (0.251)	0.031 (0.049)	0.167** (0.076)	0.270*** (0.077)
Median inntekt	0.024*** (0.003)	0.003*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.007*** (0.001)
Andel ut-pendlere i %	8.006*** (1.416)	0.009*** (0.003)	0.026*** (0.004)	0.034*** (0.004)
Areal tettbygd Strøk	0.046 (0.057)	-0.002 (0.011)	0.017 (0.019)	0.042** (0.017)
Storby	-3.289** (1.643)	-0.267 (0.407)	-0.971 (0.622)	-0.258 (0.503)
Folketall	0.128 (0.250)	0.027 (0.058)	0.031 (0.086)	-0.063 (0.076)
Konstant	-6.339*** (1.862)	-0.609* (0.353)	-1.205** (0.531)	-3.161*** (0.571)
Observations	318	314	318	317
R2	0.523	0.290	0.514	0.628
Adjusted R2	0.513	0.274	0.503	0.620

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 13: Regresjon som tar for seg endring i elbilandelen

I kolonne (1) er regresjonen med akkumulert elbilandel i 2016. I de øvrige finner vi år-for-år endring i elbilandel. De små årlige endringene vil summere seg til den akkumulerte andelen i hver kommune. Her har vi bare utvalgte år, men vi ser tendensen.

Resultatene er interessante og viser ikke noen direkte store forskjeller sammenlignet med OLS-resultatene. Vi legger merke til dummyvariabelen bomstasjoner her er positiv i alle kolonner, i motsetning til tidligere år-for-år modeller. Noe overraskende er at variabelen gjennomsnittets kjørelengde i kolonne (4) er negativ.

7.0 Diskusjon av resultatene

Vi vil i dette kapittelet summere opp resultatene fra de ulike estimeringsmetodene samtidig som vi vil nærmere gå inn på de valgte forklaringsvariablene i oppgaven. Samlet sett viser de ulike estimeringsmetodene forholdsvis like resultater dersom vi ser på den positive og negative innvirkningen forklaringsvariablene har på elbilandelen i de ulike kommunene.

Variabelen som beskriver gjennomsnittlig kjørelengde viser en negativ innvirkning på elbilandelen. Den har ingen drastiske variasjoner gjennom de ulike estimeringsmodellene, og dersom vi går inn på tolkningene av selve innvirkningskraften til variabelen, er dette vist under kapittel 6.1.4. Som skrevet tidligere indikerer resultatene at om vi øker kjørelengden med én prosent, faller sannsynligheten for å ha en elektrisk bil til en tilfeldig valgt person med 0.65 %. Dette indikerer at dersom den gjennomsnittlige kjørelengden i en gitt kommune er svært høy, vil trolig elbilandelen være forholdsvis lav.

Våre resultater antyder at unntak fra, eller redusert takst ved gjennomkjøring i bomstasjoner for elbiler, har en innflytelse på andel elbiler i Norge. Variabelen viser en positiv effekt i samtlige modeller hvor andelen elbilandel er 30 % høyere i kommuner med bomstasjon. Dette kan også ses i sammenheng med variabelen som tar for seg andelen ut-pendlere i en kommune. Andelen ut-pendlere viser seg å ha en stor innflytelse i modellene som har år-til-år regresjon, samt pooled OLS og FD. Dette er noe som bekrefter analysen av variabelen i kapittel 5.3 hvor vi ser på sammenhengen mellom ut-pendlere, bomstasjoner og nærhet til en storby.

Tidligere i oppgaven har vi kommet med antakelser til forklaringsvariabelen inntekt. Ut fra resultatene framstilles medianinntekt som den mest stabile og signifikante variabelen når vi sammenligner alle estimeringsresultatene. Vi nevnte tidligere at dersom vi øker medianinntekten med kr 100.000, vil elbilandelen øke pålydende 3 %. Dette indikerer at våre antakelser som vi gjorde i innledningen av oppgaven samsvarer med resultatene fra estimeringsmetodene. Som antatt tidligere kan resultatet tolkes slik at personer med høyere inntekt har større mulighet å eie to biler og dermed kjøper en elbil som bil nummer to.

Variabelen for storby har negativt fortegn i alle modeller, men varierer i om den er signifikant og i hvor stor grad. For OLS har den kun signifikant effekt de to siste årene. For

Logit-regresjonen har effekten vært signifikant i alle år, med unntak av 2013. For paneldatametodene viser storby-variabelen en signifikant negativ effekt i alle modeller med unntak av FE-metoden. Som nevnt tidligere antok vi på forhånd at antall elbiler ville være noe høyere ved de store byene. Den negative effekten kan forklares ved at elbilen som regel er sekundærbil og fast parkering kan være en utfordring grunnet plassbehovet i de store byene. Kollektivtilbudet i storbyer er også betydelig bedre enn i mindre tettsteder, og mange har av den grunn ikke behovet for bil til pendling til jobb. Storby-dummyen var inkludert for å skille ut de største byene fra resterende urbane strøk i Norge.

Variabelen for areal av tettbygd strøk varierer i stor grad i modellene våre. Den er ikke signifikant i OLS-resultatet, men det har trolig oppstått multikolinærhet her som følge av variablene folketall, storby og areal tettbygd strøk. Vi kontrollerte for dette ved å fjerne dem enkeltvis fra regresjonen og fikk da signifikante estimater for dem. Variabelen for tettbygd strøk er også signifikant i logit-modellen. For paneldatametodene er effekten så varierende både når det gjelder signifikans-nivå og fortegn.

Våre paneldatamodeller gir antagelig mer ukontrollerte resultater. Det kan oppstå komplikasjoner med spuriøse effekter med bakgrunn i at elbilandelen går notorisk oppover i stort sett alle kommuner over de 7 årene. Dermed vil alle andre variabler som har en trend over disse 7 årene se ut til å ha signifikant effekt på elbilandelen uten at det trenger å være noen reell sammenheng. Mange av de uavhengige variablene har ingen eller liten variasjon over tid, noe som kan forstyrre resultatene til FE-modellene og gjøre de mindre pålitlige.

Vi har vurdert å inkludere en dynamisk modell med lag-effekt på den avhengige variabelen, også kalt LDV-modell. Det vil si at vi gjennomførte regresjoner med en forklaringsvariabel som tilviste en «lagged» elbilandel. Dette medførte at variasjonens forklaringskraft, R^2 , økte kraftig i de utprøvende regresjonene. Metoden er utenfor vårt kompetansefelt, og selv om modellene viste et ønskelig resultat med en høy R^2 , unnlater vi å fastslå at disse resultatene er mer robust i vår analyse. Dette er grunnen til at vi utelater metoden fra vår analyse. Resultatene for metoden Lagged Dependent Variable ligger i vedlegg 12.5.

Det kan være verdt å nevne at vi kunne ha inkludert flere ulike tester for regresjonsmodellene. Dette kan forsvares ved at vi har utført flere forskjellige estimeringsmetoder med tilnærmet lik avhengig- og forklaringsvariabler for å teste hvorvidt

estimatene varierer eller viser tilnærmet like resultater. Variablene for utpendling og tettbygd strøk viser forskjellige fortegn, og vi kan ikke med sikkerhet si hvilken modell som er mest robust. Vår tolkning er at OLS og logit viser pålitelige resultater mens blant paneldatametodene mener vi at FD er den mest pålitelig fordi vi antar at den fanger opp problemet med utelatte variabler.

8.0 Konklusjon

I denne oppgaven har vi siktet oss inn på å forklare problemstillingen: «*Hvilke faktorer spiller inn for inntreden av elektriske biler i Norge i perioden 2011 til 2017, og hvilke kommunale forskjeller er det?*». Analysen sikter seg inn på faktorer som viser kommunale forskjeller i Norge.

Vi brukte data om registrerte kjøretøy i perioden mellom 2011 og 2017 hvor vi konsentrerte oss om andelen elbiler i de ulike kommunene i datasettet. Informasjon om potensielle forklaringsvariabler ble innhentet og testet og er grunnlaget for vårt omfattende paneldatasett. Vi har gjennomført OLS og logit med år-for-år regresjoner. For å kontrollere for individspesifikke faktorer i de ulike kommunene har vi benyttet paneldatamodeller i form av Pooled OLS, Fixed Effects og First Difference.

Vi har benyttet resultater fra estimeringsmodellene OLS og logit til å beregne tidligere nevnte effekter og elastisiteter for hva som påvirker elbilandelen i norske kommuner. Grunnen til dette er at vi ikke har gått nærmere inn på selve effekten av estimatene til paneldatamodellene da de ikke gir helt like resultater og er vanskeligere å tolke.

Bomstasjoner har en signifikant effekt på salget av elbiler i de modellene som tar for seg regresjoner årlig fra 2011 til 2017. Fra modellen som tar for seg odds for elbilratioen, viser resultatet at elbilratioen vil være 30 % høyere i kommuner med bomstasjoner. Som vi nevnte i kapittel 5.1.4 var det to mulige effekter vi antok ville oppstå av å inkludere variabelen for gjennomsnittlig kjørelengde. I samtlige av våre modeller har den en negativ signifikant effekt på andelen elbiler som indikerer at det har en negativ effekt på kommuner med høyere gjennomsnittlig kjørelengde. Dette kan skyldes at elbiler har betydelig kortere rekkevidde enn konvensjonelle biler, men vi kan ikke fastslå dette så bastant. Det kan være faktorer i de

kommunene som ikke tilrettelegger for bruken av elbiler, som for eksempel ikke tilstrekkelig antall ladestasjoner og fravær av bomstasjoner.

Variabelen inntekt har signifikant positiv effekt for andelen elbiler, Dette er i tråd med statistikken om at de fleste elbiler er sekundærbiler i dag som vi har referert til i kapittel 2.2. Insentivene som regjeringen har fastsatt er ment å bidra til et mindre nasjonalt karbonavtrykk, men oppnår kanskje ikke dette motivet. Det kan argumenteres for at insentivene i størst grad har vært benyttet av velstående husholdninger som anskaffer sekundærbil slik Holtmark (2014) hevder, og dermed hatt en negativ effekt på miljøet. Derimot når produsentene etterhvert ekspanderer til flere segmenter, kan statistikken endre seg og flere enbilshusholdninger vil anskaffe elbil og dermed redusere effekten av inntekt som forklaringsvariabel.

Selv om vi ikke har gått grundigere inn i forskningslitteraturen som omhandler teorier omkring rasjonalitet, nytteverdi og konsumentatferd, er det viktig å presisere at dette er teorier som ligger til grunn for forskning av vårt tema. Det er rimelig å anta at alle som skal kjøpe seg ny personbil, enten konvensjonell eller elbil, står ovenfor et valg hvor rasjonalitet og nytteverdi vil komme inn i bilde. Ut ifra våre resultater kan det indikere at de som velger elbil, gjør det på grunn at av de ser nytteverdien av insentiver som for eksempel redusert eller gratis avgift til bomstasjoner og drivstofforbruk. Basert på tidligere empirisk litteratur bidrar denne studien med data på kommunalt nivå. Så vidt vi vet har dette ikke blitt gjort tidligere.

9.0 Begrensinger i datasettet og den empiriske

tilnærmingen

Det kan oppstå vanskeligheter med å tolke årsakssammenhenger når vi bruker data med høye aggregeringsnivåer (Wooldridge 2015). For å kontrollere for kommunespesifikke eksogene sjokk over tid har vi inkludert estimeringsmetoder som tar for seg tidsmessige effekter. Dette er metoder som kan påvirke vår avhengig variabel da de er mer komplekse og reduserer graden av frihet, (degree of freedom). Det kan argumenteres at det burde ha vært inkludert en fremgangsmåte som antar at andelen elbiler har en lineær trend. Dette er tatt i betraktning

med at andelen elbiler som blir solgt, og andelen forhandlere som selger elbiler, har progressivt økt gjennom årene.

Basert på våre resultater viser bomstasjoner til en viss regional effekt. Som nevnt tidligere kan det diskuteres hvor robust variabelen er i vårt datasett. Optimalt sett burde dummyvariabelen være basert på faktiske endringer av antall bomstasjoner i Norges kommuner. Det har vært en signifikant økning i antall bomstasjoner fra 2013 til 2017 som kan ha hatt sin påvirkning av estimatet for variabelen. En målefeil med variabelen kan være at det finnes tilfeller med kommuner som ikke har bomstasjon innenfor kommunegrensene, men som har en direkte forbindelse med bomstasjon. Eksempel på dette er Finnøy, som er diskutert i kapittel 5.3.

Det kan diskuteres at vi i vår analyse burde ha ekskludert de kommunene med lavest folketall. Dette kan begrunnes ved at i de kommunene vil elbilandelen variere kraftig dersom «noen flere» anskaffer seg elbil. Dette kan skape en form for forstyrrelse i våre resultater. De lave salgstallene i individuelle kommunene kan omgås ved å samle kommuner basert på geografiske forhold eller sosioøkonomiske likheter, i hovedsak for å skape en tilpasset regional divisjon. Dette muliggjør en mer fleksibel analyse og gir mer detaljerte resultater. Saarenpää m. flere foretar en slik undersøkelse for Finland, hvor de analyserer vedtak av hybrid elektriske kjøretøyer i konstruerte demografisk distinkte områder (Saarenpää, Kolehmainen, and Niska 2013). En lignende tilnærming kan benyttes i Norge.

Data hentet fra SSB hadde manglende informasjon på ulike kommuner, noe som medførte at vårt samlede datasett besto av 335 kommuner og ikke 426. Det kan diskuteres hvorvidt noen av de utelukkende kommunene, som for eksempel Trondheim, ville hatt en form for påvirkning av våre resultater. Vi kan likevel si at antall observasjoner er tilstrekkelig til å gjennomføre vår analyse.

Tatt i betraktning av det vi har diskutert i dette kapittelet, argumenterer vi for at regjeringens intervensjon i markedet for elektriske biler var essensielt for å øke elbilsalget gjennom årene mellom 2011 og 2017. Det var viktig å redusere de oppfattede markedssviktene til elbiler og gi insentiver til flertallet av forbrukerne ved å redusere de relative prisene på elbiler sammenlignet med plug-in -og vanlige hybrider. På den andre siden er vi i en tidsepoke hvor det er stor teknologisk utvikling innenfor bilindustrien og elektriske biler. Styresmaktene

oppretholder foreløpig sine sterke insentiver for elbiler samtidig som elbilen stadig blir billigere og mer effektive. Våre resultater viser flere faktorer for å velge elbil som kjøretøy. Når markedet over tid balanseres og teknologisk utvikling videreføres kan man tenke seg at faktorenes betydning endres. Mer effektive batterier kan redusere betydningen av kjørelengder og økt tilgang på rimelige brukte elbiler vil antageligvis redusere betydningen av inntekt.

10.0 Forslag til videre forskning

I vår studie har vi brukt majoriteten av kommunene i Norge. For å kunne overføre våre resultater til andre land vil det være nødvendig å definere norske kommuner som en del av en større internasjonal populasjon, og grunnlaget for regionene må være det samme tatt i betraktning det politiske systemet, juridiske systemet, geografisk karakteristik og kultur. Dette er svært usannsynlig, og derfor vil foreslå å gjennomføre studien med aggregerte regioner basert på dets egenskaper. Dette kan skape et grunnlag som kan være sammenlignbart med vår studie som er utført i Norge.

Vi har brukt data fra etableringsfasen av markedet og til markedet er mer modnet. Dette har gitt oss innsikt og mulighet til å analysere hvilke effekter som har vært pådriverne for den eksplosive veksten av elbiler ved siden av insentivene fra staten. Mange kommuner har begynt å fase ut de lokale insentivene, og etterhvert som markedsandelene blir større, vil de nasjonale insentivene trolig avvikles. For videre forskning kunne det vært interessant og gjennomført en studie med tilnærmet lik metode for å se om konsumenter er indifferent etter at markedet er godt etablert.

Etterhvert som insentivene blir avviklet kan det være aktuelt å gjennomføre policy analyse med difference in difference teknikk hvor det sammenlignes to tidsperioder, hvor den ene innehar insentiver og den andre er uten. Med en slik analyse kan man indentifisere hvilke drivere som alltid har vært til stede og endret seg over årene. Det mest interessante er kanskje at man identifiserer eventuelle faktorer som alltid har vært en driver uten statlig inngrep i form av insentiver.

Som nevnt under diskusjon av resultater ønsker vi å rette en oppmerksomhet når det kommer til ulike tester man kan gjøre på regresjonene. Det vil være anbefalt for senere forskning å gjennomføre robuste feilledds-estimering eller tester for seriekorrelasjon og heteroskedastisitet. For å kontrollere for heteroskedastisitet kan vi plote residuaene opp mot de verdiene som har blitt estimert av modellene (fitted values), og også mot de ulike forklaringsvariablene.

Det kan argumenteres for å bruke andre forklaringsvariabler som skal forklare de regionale/kommunale effektene. Etter hvert som oppgaven begynte å bli ferdigstilt ble vi oppmerksom på at SSB hadde en sentraliseringsindeks på kommunenivå som for eksempel kan brukes i stedet for befolkningstetthet i oppgaven vår. Dette er en indeksvariabel som tar for seg hvor sentral en gitt kommune er på en skala fra 0 til 1000, hvor Oslo er 1000. Vi kan anta at den vil vise likheter til befolkningstetthetsvariabelen, men kan være verdt å erstatte befolkningstetthet i videre forskning.

11.0 Referanseliste

- Adamou, Adamos, Sofronis Clerides, and Theodoros Zachariadis. 2012. "Trade-offs in CO₂-oriented vehicle tax reforms: A case study of Greece." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 17 (6):451-456.
- Baltagi, Badi. 2008. *Econometric analysis of panel data*: John Wiley & Sons.
- Beatty, Sharon E, and Scott M Smith. 1987. "External search effort: An investigation across several product categories." *Journal of consumer research* 14 (1):83-95.
- Bjertnæs, GHM. 2016. "Hva koster egentlig elbilpolitikken." *Samfunnsøkonomen* 2:2016.
- Bloch, Peter H, Daniel L Sherrell, and Nancy M Ridgway. 1986. "Consumer search: An extended framework." *Journal of consumer research* 13 (1):119-126.
- Deloughery, Thomas G, Adam Evans, Abbas Sadeghi, Jeffrey McWilliams, W David Henner, Lloyd M Taylor, and Richard D Press. 1996. "Common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase: correlation with homocysteine metabolism and late-onset vascular disease." *Circulation* 94 (12):3074-3078.
- Enova. 2017. Det norske lavutslipps- samfunnet etter 2050. In *Enovarapport*. Enova: Trondheim.
- Erichsen, Eyolf, Henrik Schiellerup, Håvard Gautneb, Rolf Tore Ottesen, and Maarten Broekmans. 2004. Vegstøv i Trondheim-En analyse av mineralinnholdet i svevestøvet. NGU-rapport.
- Figenbaum, Erik. 2018. Electromobility status in Norway. Transportøkonomisk Institutt (TØI).
- Fishburn, Peter C, and Gary A Kochenberger. 1979. "Two-piece von Neumann-Morgenstern utility functions." *Decision Sciences* 10 (4):503-518.
- Gigerenzer, Gerd, and Reinhard Selten. 2002. *Bounded rationality: The adaptive toolbox*: MIT press.
- Hausman, Jerry A. 1978. "Specification tests in econometrics." *Econometrica: Journal of the econometric society*:1251-1271.
- Heine, Holme. 2019. "Rasjonalitet." Store Norske Leksikon. <https://snl.no/rasjonalitet>.
- Heldal, Nicolai, Ingeborg Rasmussen, Vivian A Dyb, and Steinar Strøm. 2009. "Virkinger av kjøpsavgifter og drivstoffavgifter på CO₂-utslippet fra nye biler." *Vista Analyse*.
- Holtmark, Bjart, and Anders Skonhøft. 2014. "The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries?" *Environmental Science & Policy* 42:160-168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.06.006>.
- IEA. 2017. "Energy Policies of IEA Countries: Norway 2017 Review." <https://webstore.iea.org/energy-policies-of-iea-countries-norway-2017-review>.
- Klier, Thomas, and Joshua Linn. 2015. "Using taxes to reduce carbon dioxide emissions rates of new passenger vehicles: evidence from France, Germany, and Sweden." *American Economic Journal: Economic Policy* 7 (1):212-42.
- Kothari, Chakravanti Rajagopalachari. 2004. *Research methodology: Methods and techniques*: New Age International.
- Message, Maarten. 2014. "Life cycle analysis of the climate impact of electric vehicles." *Journal of Life Cycle Assessment* 2014:14.

- Michielsen, Thomas, Reyer Gerlagh, Inge van den Bijgaart, and Hans Nijland. 2015. Fiscal policy and CO2 emissions of new passenger cars in the EU. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- Miljødirektoratet. 2017. "Kyotoprotokollen." Miljødirektoratet, accessed September. <https://www.miljostatus.no/tema/klima/internasjonalt-klimapolitikk/kyotoprotokollen/>.
- Miotti, Marco, Geoffrey J Supran, Ella J Kim, and Jessica E Trancik. 2016. "Personal vehicles evaluated against climate change mitigation targets." *Environmental science & technology* 50 (20):10795-10804.
- NAF. 2017. Lading og Strømsparing i Kulden.
- Nealer, Rachael, David Reichmuth, and Don Anair. 2015. *Cleaner Cars from Cradle to Grave: How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emissions*.
- OFV. 2019. "Statistikk av bilsalget i Norge." OFV. <https://ofv.no/>.
- Olshavsky, Richard W, and Donald H Granbois. 1979. "Consumer decision making—fact or fiction?" *Journal of consumer research* 6 (2):93-100.
- Pearce, David. 2005. "The United Kingdom Climate Change Levy: A study in political economy." *OECD Environment Directorate*:2.
- Pilskog, Geir Martin. 2018. "Frå global klimavinnar til lokal forureinar." Statistisk Sentralbyrå, accessed September. <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/fra-global-klimavinnar-til-lokal-forureinar>
- Punj, Girish N, and David W Stewart. 1983. "An interaction framework of consumer decision making." *Journal of Consumer Research* 10 (2):181-196.
- Quiggin, John. 2012. *Generalized expected utility theory: The rank-dependent model*: Springer Science & Business Media.
- Regjeringen. 2017. "Meld. St. 33 (2016–2017)." Regjeringen.no.
- Ryan, Lisa, Susana Ferreira, and Frank Convery. 2009. "The impact of fiscal and other measures on new passenger car sales and CO2 emissions intensity: Evidence from Europe." *Energy Economics* 31 (3):365-374. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.11.011>.
- Simon, Herbert A. 1972. "Theories of bounded rationality." *Decision and organization* 1 (1):161-176.
- SSB. 2018. "Elektrisitet." Statistisk Sentralbyrå (SSB). <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elektrisitet/aar>.
- Sternier, Thomas, and Jessica Coria. 2013. *Policy instruments for environmental and natural resource management*: Routledge.
- Stock, James H, and Mark W Watson. 2003. *Introduction to econometrics*. Vol. 104: Addison Wesley Boston.
- Stone, Richard, and Deryck Almond Rowe. 1957. "The market demand for durable goods." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*:423-443.
- Saarenpää, Jukka, Mikko Kolehmainen, and Harri Niska. 2013. "Geodemographic analysis and estimation of early plug-in hybrid electric vehicle adoption." *Applied Energy* 107:456-464.
- Tesla. 2014. "Alle våre patenter tilhører dere." Tesla. https://www.tesla.com/no_NO/blog/all-our-patent-are-belong-you?redirect=no.
- Timmers, Victor RJH, and Peter AJ Achten. 2016. "Non-exhaust PM emissions from electric vehicles." *Atmospheric Environment* 134:10-17.
- Tishler, Asher. 1982. "The demand for cars and the price of gasoline: the user cost approach." *The Review of Economics and Statistics*:184-190.

- UNFCCC. 2018. "The Paris Agreement." UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.
- Von Neumann, John, and Oskar Morgenstern. 2007. *Theory of games and economic behavior (commemorative edition)*: Princeton university press.
- WHO. 2019. "Air pollution." WHO. <https://www.who.int/sustainable-development/transport/health-risks/air-pollution/en/>.
- Williams, Ross A. 1972. "Demand for consumer durables: Stock adjustment models and alternative specifications of stock depletion." *The Review of Economic Studies* 39 (3):281-295.
- Wooldridge, Jeffrey M. 2010. *Econometric analysis of cross section and panel data*: MIT press.
- Wooldridge, Jeffrey M. 2015. *Introductory econometrics: A modern approach*: Nelson Education.

12.0 Vedlegg

12.1 Utelatte variabler

Vi har hentet inn data på bruttopersoninntekt rangert etter inntektsklasser, kommune og årstall. De fleste elbiler er som nevnt sekundærbil og dette kan trolig bli fanget opp ved å inkludere en variabel for inntekt. Kommuner med høyt antall beboere med høy inntekt kan da ha en høyere andel elbiler. Inntektsklassene er sortert som inntekt over og under 400 000 kroner årlig. Siden folketall varierer fra kommune til kommune må vi lage en prosentvis funksjonsvariabel til de ulike intervallene. Dette gjøres ved at vi tar antall personer i det gitte intervall i den gitte kommunen og deler på det totale antall inntektsdyktige personer i kommunen. Dermed løser vi problemet med at antall innbyggere i kommunen ikke har påvirkning på variabelen og vi får en uforstyrret effekt. Så variablene inntektsklasser skal fungere som et mål på kjøpekraft til konsumentene av kjøretøy, og kan også fungere som en variabel når det kommer til folketall i kommunene. Justerte inntektsklasser har følgende funksjon:

$$I_{jki} = \frac{I_{it}}{T_{it}} \quad (34)$$

Hvor I_{jki} er variabelen for de justerte inntektsklassen, der j står for justert i forhold til kommune k , og årstall i .

I_{lki} er I er de ulike inntektsklassene

T_{it} der T er det totale antallet personer som har en form for inntekt (år 17-67) i kommune k i årstall i .

Vi har også sett på husholdningsinntektene til alle kommunene i Norge som variabel. Den justerte vi også for KPI, og laget en dummyvariabel som var $D = 1$ dersom husholdningsinntekten var over medianinntekten og 0 hvis ikke.

Utelatte variabler fra OFVAS:

- Fylke
- Bensin
- Diesel
- Plug-in

- Hybrid

Andre utelatte variabler:

- KPI justert bensin, diesel og kraftpris
- Inn-pendlere i en kommune
- Pendlerkommune – dvs. 1 = dersom kommunen hadde 30 % ut-pendlere eller høyere

12.2 Random Effects estimering (RE)

Mens fast effekt estimatoren kontrollerer for effekter som er konstante over tid for hvert utvalg vi observerer, vil tilfeldig effekt modellen være avhengig av antakelsen om at tids-konstante effekter er tilfeldig fordelt og er strengt eksogent (Wooldridge 2015). Det vil si at a_i er uavhengig av alle forklaringsvariablene gjennom hele tidsperioden. Modellen vil ikke fjerne a_i , men under de antakelsene vil kunne produsere konsistente estimater.

Risikoen ved dette er å estimere ukorrekte standardfeil og teststatistikk da det er sannsynlig å få seriekorrelasjon i feilledet.

12.3 Valg av estimeringsmetode

Under de forutsetningene at de geografiske forskjellene mellom kommunene vil påvirke kravet i forhold til å kjøre kjøretøy, er dette faktorer som det er vanskelig for oss å kontrollere. Dermed antar vi at antakelsen om null kovarians mellom a_i og de uavhengige variablene er brutt.

Forskeren Jerry A. Hausman laget en test som kan bli brukt til å sammenligne OLS og WLS (weighted least squares) estimater for å se om de er mer forskjellige mellom modellene enn det feilleddene foreslår at de skal være (Hausman 1978). Det ble etterhvert ganske vanlig for forskere å bruke både en FE og RE-modell i sin forskning, for så å gjennomføre en Hausman test for å avgjøre hvilken modell de skal bruke (Wooldridge 2015). Nullhypotesen til modellen viser at den foretrukne modellen er RE mot alternativhypotesen som er FE. Wooldridge forklarer at dersom man ikke kan forkaste nullhypotesen kommer dette mest sannsynlig av et utfall hvor enten RE og FE estimatene er forholdsvis like hverandre, eller a variasjonen i utvalget er så stor at FE estimatene ikke kan konkludere i at signifikante

forskjeller ikke er statistiske signifikante. Testen tester hvorvidt de unike feilleddene (u_i) er korrelert med regressorer hvor i nullhypotesen er de ikke det.

Vi gjennomførte en FE-modell og lagret estimatene, og gjorde det samme med en RE-modell, deretter utførte Hausman-testen. Testen viser at p-verdien er tilnærmet lik 0, og derfor bruker vi FE, og ikke RE.

Huassman Test

data: elratio ~ gj_km + inntekt + utratio + areal+ ...

chisq = 1578.4

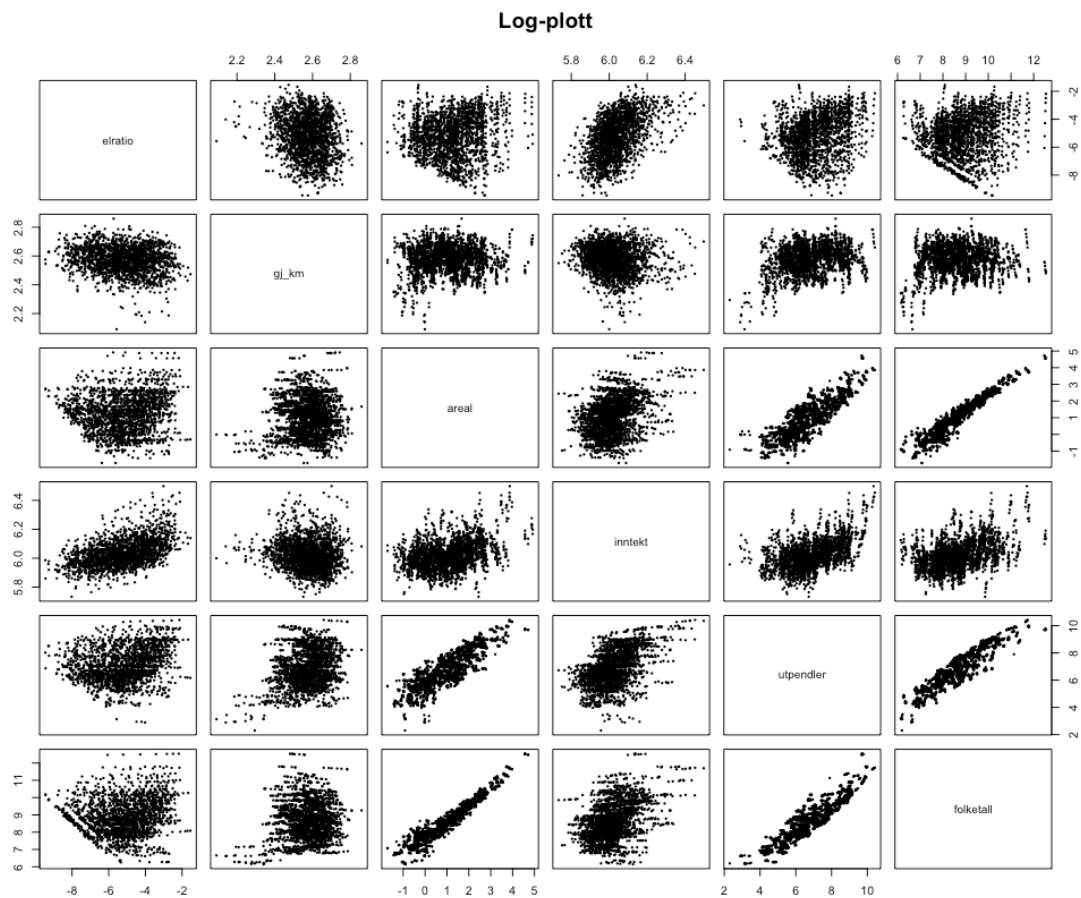
df = 7

p-value = 2.2e-16

alternative hypothesis: one model is inconsistent

Tabell 14: Hausmantest av Fixed og Random Effects

12.4 Modeller og figurer



Figur 10: Logaritmeplott av variabler

Figur 10 viser korrelasjonsplott av de ulike variablene i perioden 2011-2017. Plottene nede til venstre har den øverste variabelen i y-aksen. Det vil si at elbilratio er y-aksen og gj_km er x-aksen.

Fordelingen av biler på ulike typer, pr år:

ÅR	Bensin	Diesel	El	Hybrid	Plugin
2010	1491566	801366	2068	9597	63
2011	1434756	917123	3909	13645	76
2012	1388417	1016226	8031	20051	308
2013	1340394	1097907	17770	30149	872
2014	1288029	1169182	38568	40921	2620
2015	1235556	1222796	69000	52439	12337
2016	1183009	1254247	97359	69811	34619
2017	1127409	1268864	138829	69811	67362
2018	1068975	1268352	195591	105965	94473

Tabell 15: Fordeling av biler på ulike typer per år

12.5 Regresjoner

Panel Data Regression

	Dependent variable:			
	elratio		log_odds	
	(Pooled OLS)	(First Difference)	(Fixed Effect OLS)	(Fixed Effect Logit)
	(1)	(2)	(3)	(4)
Gj. kjørelengd	-0.027*** (0.008)	-0.164*** (0.030)	-0.233*** (0.025)	-1.739*** (0.074)
Bomstasjoner	0.097*** (0.022)	0.112* (0.066)		
Median inntekt	0.002*** (0.0002)	0.009*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.035*** (0.002)
Andel ut-pendlere i %	0.011*** (0.001)	0.018*** (0.005)	-0.031*** (0.012)	-0.338*** (0.033)
Areal tettbygd Strøk	-0.006 (0.005)	-0.035** (0.015)	0.013 (0.015)	-0.008 (0.036)
Storby	-0.291* (0.161)	-2.226*** (0.442)	0.394 (0.271)	-2.500*** (0.734)
Folketall	0.059*** (0.022)	0.339*** (0.068)	1.937*** (0.189)	3.059*** (0.390)
Drivstoff indeks	1.137*** (0.241)		0.487** (0.232)	-1.522*** (0.478)
Lag elandel	1.262*** (0.006)		1.127*** (0.009)	
Konstant	-0.891*** (0.171)	-0.003 (0.031)		
Observations	1,899	2,217	1,899	1,814
R2	0.971	0.138	0.957	0.611
Adjusted R2	0.971	0.135	0.948	0.527

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 16: Regresjon med en lag elbilandel i kolonne (1) og (3)

OLS Regresjon

	Dependent variable:		
	elratio		
	(2016 m/alle)	(2016 u/folketall)	(2016 u/folk, storby)
	(1)	(2)	(3)
Gj. kjørelengd	-0.273*** (0.097)	-0.275*** (0.097)	-0.306*** (0.096)
Bomstasjoner	0.511** (0.251)	0.500** (0.250)	0.523** (0.251)
Median inntekt	0.024*** (0.003)	0.024*** (0.003)	0.023*** (0.003)
Andel ut-pendlere i %	8.006*** (1.416)	8.082*** (1.407)	8.670*** (1.390)
Areal tettbygd	0.046 (0.057)	0.074*** (0.015)	0.055*** (0.012)
Storby	-3.289** (1.643)	-2.727** (1.221)	
Folketall	0.128 (0.250)		
Drivstoff index	-6.339*** (1.862)	-6.301*** (1.858)	-5.477*** (1.833)
Observations	318	318	318
R2	0.523	0.523	0.515
Adjusted R2	0.513	0.514	0.507

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 17: OLS-regresjon for år 2016