

# **Dagens og morgendagens konsumenttilpasninger i veitransporten: En analyse av erstatningsbeslutningen for bil**

Andreas Jahnsen Guttormsen

**Masteroppgave**

Masteroppgaven er levert for å fullføre graden

**Master i samfunnsøkonomi**

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

[Juni, 2022]



UNIVERSITETET I BERGEN

## **Forord**

Denne oppgaven markerer slutten på mastergraden i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Bergen.

Jeg vil rette en stor takk til både min hovedveileder Frode Meland og biveileder Eirik Schrøder Amundsen for mye god hjelp, veiledning og tips gjennom skriveprosessen. Deres bidrag har vært uvurderlige for denne oppgaven.

Jeg vil også takke mine medstudenter på Institutt for økonomi for gode samtaler, godt humør og utallige intense ping-pong kamper. Dette har lettet en ellers krevende skriveprosess.

Takk til venner og familie for støtte og innspill underveis i oppgaven og ellers gjennom min studietid.

## Sammendrag

Elektrifiseringen av den norske bilparken har økt markant det siste tiåret som følge av målrettede politiske og økonomiske virkemidler. Dette inkluderer blant annet en rekke avgiftsfritak og ikke-monetære elbilfordeler for å fremme denne overgangen. Elbilfordelene er ventet å bli nedtrappet i årene fremover ettersom elbilandelen i den totale bilparken øker i størrelse. Samtidig vil avgiftene på negative eksternaliteter fra fossilbiler fortsette å stige.

Formålet med denne oppgaven har vært å belyse hvordan elbilpolitikken påvirker konsumenttilpasninger i personbilmarkedet. Problemstillingen som oppgaven forsøker å besvare er derfor: *«Hvilke faktorer påvirker utskiftningsbeslutningen for bil, og hvordan påvirkes dette av elbilpolitikken?»*

Oppgaven benytter en dynamisk modell, laget av Eirik Schrøder Amundsen, for å analysere utskifting av bil under ulike forutsetninger. Modellen benytter erstatningstidspunkt som avhengig variabel for et representativt individ som skal bytte fra fossilbil til elbil. Analysen peker på hvordan endringer i fossile avgifter, elbilfordeler, listepriser, preferanser og et eventuelt forbud mot nybilsalg av fossilbiler vil påvirke tidspunktet for utskifting. Dette blir videre underbygget av data om utviklingen av ulike variabler.

I denne sammenheng drøftes effektene på erstatningsbeslutningen av økte fossilavgifter, prisøkning på elbil, reduserte elbilfordeler, individuelle diskonteringsrenter og et potensielt forbud mot nye fossilbiler. Avslutningsvis konkluderes det med at elbilpolitikken og gjeldende økonomiske virkemidler har stor innvirkning på konsumenters erstatningsbeslutning, både i dag og i fremtiden. Det vil likevel være behov for ytterligere forskning for å kvantifisere effektene funnet i oppgaven.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	i
<b>Sammendrag</b> .....	i
<b>Figuroversikt</b> .....	iv
<b>Tabelloversikt</b> .....	v
<b>1. Innledning</b> .....	1
<b>2. Tidligere litteratur</b> .....	3
2.1 Hva er varige goder? .....	3
2.2 Etterspørsel etter varige goder .....	5
2.3 Etterspørsel etter biler .....	7
2.4 Erstatningsbeslutningen .....	10
<b>3. Avgifter og elbilfordeler</b> .....	15
3.1 Pigou & subsidier .....	15
3.2 Skattlegging av bil .....	18
3.3 Elbilfordeler .....	20
3.4 Drivstoffeffektivitet .....	22
3.5 Foreslåtte tiltak .....	24
3.6 Oppsummerende diskusjon .....	26
<b>4. Et teoretisk rammeverk</b> .....	28
4.1 Modell .....	28
4.2 Komparativ statistikk .....	31
4.3 Oppsummering.....	34
<b>5. Data</b> .....	37
5.1 Verditap .....	37

5.2 Kostnadsvekst .....	41
5.3 Drivstoffavgifter.....	47
<b>6. Drøfting .....</b>	<b>53</b>
6.1 Økte fossilavgifter .....	53
6.2 Prisøkning på elbil .....	54
6.3 Elbilfordeler forsvinner .....	55
6.4 Diskontering .....	56
6.5 Forbud .....	57
<b>7. Konklusjon .....</b>	<b>59</b>
<b>8. Litteraturliste.....</b>	<b>61</b>
<b>9. Appendiks.....</b>	<b>67</b>
A1: Vedlegg til teoretisk rammeverk .....	67

## Figuroversikt

Figur 1: Direkte- og krysspriselastisiteter for biler med hensyn på drivstoff. ....	8
Figur 2: Priselastisiteter for biler med hensyn på energipris. ....	9
Figur 3: Bileierskap og husholdningskjennetegn, 2017. ....	10
Figur 4: Sannsynligheten for å beholde gammel bil ved nytt bilkjøp. ....	11
Figur 5: Illustrasjon av Pigou-avgift. ....	16
Figur 6: Illustrasjon av utslippssubsidie. ....	17
Figur 7: Beregnet karbonpris innebygd i bilavgiftene. ....	19
Figur 8: Innbetalte avgifter på drivstoff og motorvogner, 2015-2020. ....	20
Figur 9: Personbilbestanden i Norge fordelt på drivstoff. ....	22
Figur 10: Utviklingen i nye personbilers gjennomsnittlige fremtidige energiutgifter 2002-2016. ....	23
Figur 11: Virkemidler for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp fra transport. .	26
Figur 12: Verdifall for biler- to ulike prisklasser. ....	41
Figur 13: Utvikling i årlige reparasjonskostnader over bilens levetid. ....	45
Figur 14: Prisutvikling drivstoff- bensin- og diesel. ....	50
Figur 15: Miljøavgifter etter avgiftstype, 1996-2020. ....	51

## Tabelloversikt

Tabell 1: Prosentvis verdifall over tid, sammenlignet med originalverdi.....	38
Tabell 2: Verdifall i kroneverdi over tid og samlet verdifall første 10 år.....	39
Tabell 3: Verdifall fra startverdi over gjennomsnittlig levetid for bil, prisklasse 400 000kr.....	40
Tabell 4: Reparasjonskostnad per kjørte kilometer, kostnadsutvikling basert på kilometerstand. ....	43
Tabell 5: Utvikling i reparasjonskostnader i kroneverdi over et gjennomsnittlig livsløp for bil. ....	44
Tabell 6: Deskriptiv statistikk for landhaveri i New South Wales, 2012-2016..	46
Tabell 7: Deskriptiv statistikk for landhaveri i Greater Sydney Metropolitan Area, 2012-2016.....	47
Tabell 8: Årlig avgiftsutvikling for bensin.....	48
Tabell 9: Årlig avgiftsutvikling for diesel.....	49
Tabell 10: Trendvekst drivstoff, årlig og kontinuerlig.....	51
Tabell 11: Effekten av økt CO2-avgift på driftskostnader for en seks år gammel mellomklassebil.....	52

# 1. Innledning

Transportsektoren utgjør 32 prosent av de totale klimagassutslippene fra Norge. Av disse kommer cirka 17 prosent fra veitrafikken (Miljøstatus, 2021). Som følge av dette er elektrifisering av den norske bilparken sentralt for å nå Norges forpliktelser om kutt i klimagassutslipp. Vi har i den forbindelse opplevd en økning i elbilandelen i nybilsalget fra 1 prosent i 2011 til 64,5 prosent i 2021 (Norsk elbilforening, 2022).

Stortinget fremmet i Meld.St.33 (2016-2017) og Nasjonal Transportplan (2018-2029) forslag om at alt nybilsalg fra 2025 skal være elbiler eller biler som benytter hydrogen som drivstoff. Det er ellers stor usikkerhet knyttet til om dette vil bli gjennomført eller ikke. I nasjonalbudsjettet 2021 (Meld.St.1, 2020-2021) la regjeringen frem oppdaterte framskrivninger for klimagassutslipp. Her fremskrives det et mål om 90 prosent elbilandel i nybilsalget i 2025, som øker til 95 prosent i 2030.

14.Juli 2021 lanserte EU sin klimapakke kalt «Fit for 55» Denne pakken styrker tidligere målsetninger som fremmet i EU sin «Green Deal» i 2019, og omhandler EUs strategi for et mer bærekraftig og konkurransedyktig Europa. Her fremmes også målet om et klimanøytralt Europa innen 2050 (Miljødirektoratet, 2021). Mer presist foreslår denne pakken å innføre engangsavgift på nye personbilers CO<sub>2</sub>-utslipp fra 2035. Europakommisjonen styrker kravene i EU forordning 2019/631 (European Commission, 2021) i denne pakken. Det innebærer konkrete måltall for gjennomsnittsutslipp fra nye person- og varebiler i hvert år. Europakommisjonen har her lagt frem mål om 55 prosent reduksjon i utslipp frem mot 2030, og 100 prosent reduksjon innen 2035. Dette har av mange blitt tolket som et forbud, i likhet med hva som er planlagt i en rekke enkeltland (Morfeldt et.al, 2021).

Det stemmer derimot ikke. Det betyr at all utslipp over 0 gCO<sub>2</sub>/km vil bli tillagt en engangsavgift som øker jevnt med gjeldende overskridelse. Dette er noe vi har hatt i Norge siden 2007 (Fridstrøm, 2021). Denne avgiftsordningen er lineær, i motsetning til den norske avgiften som er progressiv. Den vil også bli tillagt produsenten, i motsetning til den norske avgiften som i stor grad er tillagt konsumenten. Gitt at det norske avgiftsnivået forblir på nåværende nivå, vil dette utgjøre en svært kraftig beskatning for norske bilister.

Dette har gjort meg nysgjerrig på hvordan virkningene av et forbud mot nybilsalg av bensin- og dieselbiler samt andre virkemidler vil påvirke konsumenters utskiftningsbeslutning av bil.



Av spesiell interesse i denne oppgaven er tidspunktet for når konsumenter velger å erstatte, samt hvilke faktorer som påvirker dette. Dette vil videre kobles opp mot ulike virkemiddelsprofiler i elbilpolitikken. Oppgaven sikter derfor på å belyse relevante etterspørselsmekanismer, avgiftspolitik og statistikk som spiller inn for utskiftningsbeslutningen for bil, for så å analysere dette gjennom en simplificert modell. Problemstillingen kan dermed formuleres som følger:

*«Hvilke faktorer påvirker utskiftningsbeslutningen for bil, og hvordan påvirkes dette av elbilpolitikken?»*

## 2. Tidligere litteratur

I teoridelen vil varige goder først bli utledet. Deretter blir ulike aspekter ved etterspørsel for varige goder gjennomgått og koblet til etterspørsel etter biler. Avslutningsvis i kapittelet vil utskiftningsbeslutningen av personbiler bli undersøkt i lys av tidligere litteratur.

### 2.1 Hva er varige goder?

Varige goder er annerledes enn typiske konsumgoder som mat, tv-programmer og flyreiser. Dette er generelt goder som mister verdien etter den konsumeres, også kjent som ikke-varige goder. Vi kan definere varige-goder som konsumgoder som yter konsumtjenester utover det året det anskaffes (Boug et al., 2002).

Videre vil den eksisterende beholdningen av varige goder påvirke etterspørselen etter ytterligere anskaffelser av varige goder. Varige goder har en tendens til å komplisere mikroøkonomisk analyse. Dette skyldes at det oppstår en rekke spørsmål på både tilbudssiden og etterspørselssiden i forbindelse med insentiv.

På 1960-tallet kom det en rekke forskningsartikler som argumenterte for at produsenter, og spesielt monopolister, har insentiv til å redusere varighet på sine produkter for å øke kvantitet solgt (Levhari & Srinivasan, 1969). På starten av 1970-tallet derimot kom det prominente bidrag i teorien om varige goder som har bidratt til å forme retningen i feltet helt siden: Analyse av optimal levetid (Swan, 1970; 1971 og Sieper & Swan, 1973), analyse av tidsinkonsistens (Coase, 1972) og analyse av asymmetrisk informasjon (Akerlof, 1970) er blant de mest sentrale.

Waldman, 2003 tilbyr en god oversikt over de ulike bidragene til litteraturen om varige goder. I den tidlige litteraturen var det også en aksept for resonnetet om at produsenter har insentiv til å produsere goder som gjør tidligere produkter «overflødige».

Peter Swan sto for flere svært viktige bidrag til forskningen på varige goder gjennom sine publikasjoner i 1970 og 1971, hvor han viste at monopolister ikke vil underprodusere varighet i sine produkter. Swan modellerte etterspørsel etter varige goder som «flow demand» for tjenester, som for eksempel bilkjøring.

Hans resonnement grunner i at både monopolister og markedet generelt vil sette søkelys på å minimere kostnadene ved å tilby slike goder. Dersom vi antar konstant skala avkastning, vil ikke monopolistens insentiv til å begrense tilbud av varige goder, påvirke varigheten på

produktene som tilbys. Dette kalles ofte «*Swan's independence assumption*» (Swan 1970; Waldman, 2003).

«Swan's independence» beskriver først og fremst uavhengigheten mellom primærmarkedet og sekundærmarkedet, sett fra monopolistens ståsted. Salgsprisen en monopolist mottar reflekterer nettoverdien av tjenestestrømmen som bilen tilbyr, for alle fremtidige eiere. Bruktbilforhandlere og andre kan så handle bilen fritt, uten at det på noen måte påvirker monopolisten som opprinnelig selger. Som følge av dette, vil ikke monopolisten ha insentiv til å begrense varighet. Monopolisten maksimerer profitt ved å sette varighet lik det samfunnsøkonomiske optimale nivået og tilegner seg konsumentoverskuddet gjennom salgsprisen alene. Gitt at frikonkurransemarkeder også oppnår det samfunnsøkonomisk optimale nivået på varighet, vil monopolisten ha samme varighet på produktene som frikonkurransedrifter. «Service flow is proportional to the stock on hand» (Wicksell, 1934).

Et motargument mot dette kommer fra Rust, 1986; Swans resultat er avhengig av antagelsen fra Wicksell, 1934 om at distribusjonen av det varige godet over det totale livsløpet er eksogent gitt. Rust mener at denne antagelsen ikke holder for biler, ettersom sekundærmarkeder fører til endogen vraking og derfor en endogen distribusjon av varige goder over livsløpet.

Coase, 1972 argumenterte for at monopolister som produserer varige goder har et problem med tidsinkonsistens. Med dette menes at goder solgt i fremtiden vil påvirke den fremtidige verdien av goder solgt i dag. For å illustrere hvorfor dette vil skape problemer kan vi se for oss en bilprodusent i et enkelt to-periode spill. Produsenten kan binde seg til å produsere monopolkvantum i periode  $t=1$  og deretter sette kvantum lik 0 i periode  $t=2$ . Dersom dette ikke er mulig eller da ikke troverdig, vil ikke konsumentene være villig til å betale monopolprisen i periode  $t=1$ .

Konsumentene vil frykte at ytterligere produksjon i den neste perioden vil drive ned prisen på produkter ervervet i nåværende periode. Introduksjonen av nye goder kan senke verdien på brukte goder og gjøre dem «unødvendige». Når nye goder blir introdusert vil godene ervervet i første periode bli overført mellom konsumenter med høy betalingsvilje til konsumenter med lav betalingsvilje. Monopolister har insentiv til å overprodusere i senere perioder, som til slutt vil resultere i lavere profitt. De har derfor et for sterkt insentiv til å investere i R&D og lansere nye produkter (Waldman, 1997). Dersom konsumentene forutser at produsenten investerer tungt i R&D, og planlegger å lansere nye produkter, vil deres betalingsvillighet synke.

Akerlof, 1970 var på mange måter startskuddet på litteratur om effekten av asymmetrisk informasjon i markeder i moderne tid. Likevel ble ikke denne utgivelsen diskutert i sammenheng med varige goder før langt senere. Den anvendelige intuisjonen baserer seg på at tilbydere og etterspørrere i bruktbilmarkeder verdsetter godet ulikt, som leder til markedssvikt.

Antagelsen fra Swan (1970) om at alle konsumenter setter den samme relative verdien på nye og brukte goder er trøblete, ettersom den ikke tillater for et bruktmarked. Waldman, 1997 og en rekke andre utviklet en alternativ innfallsvinkel hvor nye og brukte goder er imperfekte substitutter. Den viktigste grunnen til å anta ulik verdsetting av goder hos konsumentene er at det tillater eksistensen av et bruktmarked.

Asymmetrisk informasjon forekommer i bruktbilmarkeder fordi selger ofte sitter med mer informasjon om produktet enn kjøper. Argumentasjonen her begrunnes med at prissetting i bruktbilmarkeder dannes med basis i prisen på en gjennomsnittlig bruktbil (Waldman, 2003). Selgere av høykvalitets bruktbiler vil dermed ikke få solgt bilen til en salgspris som reflekterer kvaliteten på produktet, og dermed trekke bilen fra markedet. Dette vil lede til at bare biler av lav kvalitet blir handlet i bruktbilmarkedet.

En av løsningene på asymmetrisk informasjon i bruktbilmarkedene er såkalt «leasing». Leasing har fått et betraktelig oppsving i nyere tid, spesielt i bilmarkedet. Den grunnleggende virkemåten til leasing er basert på at det vil gjøre nye biler billigere for konsumenter på en månedlig basis. Leasing unngår problemet med asymmetrisk informasjon ved at bilen returneres til eier.

Det vil si at informasjonsproblemet ved at tilbyder sitter på mer informasjon om produktet enn etterspørrer, og dermed ikke blir enig om pris, blir utjevnet med en slik ordning. I monopoltilfeller vil reduksjonen av ineffektivitet i bruktmarkedet øke konsumenters betalingsvillighet, som igjen vil øke monopolistens profitt. I et marked preget av konkurranse, vil unngåelse av ineffektivitet øke konsumentvelferden.

## **2.2 Etterspørsel etter varige goder**

Vi vil her fokusere primært på dynamisk etterspørsel etter varige konsumgoder. Gowrisankaran og Rysman (2012) slår fast at de fleste nye varige konsumgoder vil oppleve raske prisreduksjoner og kvalitetsforbedringer. Dette argumentet understreker aktualiteten av å modellere etterspørselen dynamisk. Valget om når man kjøper, er ofte minst like viktig som hva man kjøper. Det kan også anvendes til elbiler

Vi starter med å betrakte en enkel nyttefunksjon som beskrevet i Rødseth, 1992, s.133:

$$U = U(X_1, X_2, K_1, K_2) \quad (2.1)$$

$X_1$  og  $X_2$  er da konsum av ikke-varig gode, mens  $K_1$  og  $K_2$  er beholdningen av et varig gode i to ulike tidsperioder.

$$P_1 X_1 + s_1 K_1 + \frac{P_2 X_2 + s_2 K_2}{1+i_2} = Y_1 + \frac{Y_2}{1+i_2} \quad (2.2)$$

Dette er budsjettbetingelsen. Ettersom vi betrakter to perioder, må fremtidige inntekter og utgifter neddiskonteres med en diskonteringsfaktor. Venstre side er nåverdien av utgifter mens høyresiden er nåverdien av inntekter.

Den eksogene variabelen « $s_t$ » er den implisitte leieprisen på kapitalbeholdningen. Det vil si, det husholdningen betalte for det varige godet i forrige periode, pluss nominelle renter, minus salgsverdi av det samme godet.

Det kan formuleres slik:

$$s_t = Q_t - 1(1 + i_t) - Q_t(1 - \delta) \quad (2.3)$$

Rentekostnaden som påløper mellom foregående og inneværende periode, kommer fra antagelsen om at husholdninger lånefinansierer kjøp av varige goder. Dette er en vag antagelse ettersom det også kan finansieres med oppsparte midler. Alternativkostnaden vil uansett være renten. Dette kan antas å stemme godt i forhold til bilkjøp for husholdninger flest (Rampini, A. A. (2019))

Vi antar her ingen transaksjonskostnader, noe som gjør at husholdninger kan kjøpe og selge det varige godet til samme pris. I realiteten vil det i hvert fall være noen kostnader relatert til kjøp og salg av bil, slik som tidligere diskutert. Høyere nominell rente vil føre til høyere leiepris, som igjen kan føre til en substitusjonseffekt til goder med kortere varighet. I tilfellet med biler kan dette tenkes å gjelde substitusjon mot kollektivtransport.

I en modell hvor et representativt individ maksimerer nytten over kjøp av ett ikke-varig og ett varig gode, med ligning (2.2) som bibetingelse, vil optimeringsbeslutningen se slik ut:

$$\text{Max } U = U(X_1, X_2, K_1, K_2) \quad (2.4)$$

Ved å løse dette kan vi finne husholdningens optimale etterspørsel etter ikke-varige goder, samt det optimale nivået på kapitalbeholdning av varige goder i hver periode:

$$X_t = X(P_t, i_t, s_t, Y_t) \quad (2.5)$$

Optimalt konsum av ikke-varige goder er en funksjon av pris, nominell rente, den implisitte leieprisen og inntekt, for periode  $t$ .

$$K_t^* = K(P_t, i_t, s_t, Y_t) \quad (2.6)$$

Den optimale kapitalbeholdningen av varige goder er da gitt av tilsvarende faktorer som ligning (2.5); pris på kjøp, nominell rente, den implisitte leieprisen, og inntekt.

Modellen tar utgangspunkt i den tradisjonelle modellen for konsum av varige goder, presentert i Stone og D.A. Rowe , 1957. Stone og Rowe-modellen er regnet som den tradisjonelle modellen for å modellere etterspørsel etter varige goder. Den tradisjonelle modellen bygger på antagelser om at konsumentene har en preferanse for et ønsket nivå av varige goder, gitt inntekt, relative priser og andre relevante variabler (Magnussen, 1990). Det er likevel flere måter denne kan oppdateres på.

Gowrisankaran og Rysman, 2012 etablerte en dynamisk modell for konsumentpreferanser for nye varige goder. Modellen betrakter først enkeltkonsumenter, før den summerer over heterogene konsumenter. Modellen er rettet mot elektronikk, eller mer spesifikt: kameraer. Denne modellen er viktig fordi den tillater for vedvarende heterogenitet hos konsumenter, endogene priser, og muligheten til å oppgradere etter hvert som nye attributter utvikles. Forfatterne benytter paneldata for å finne effektene av nye varige goder.

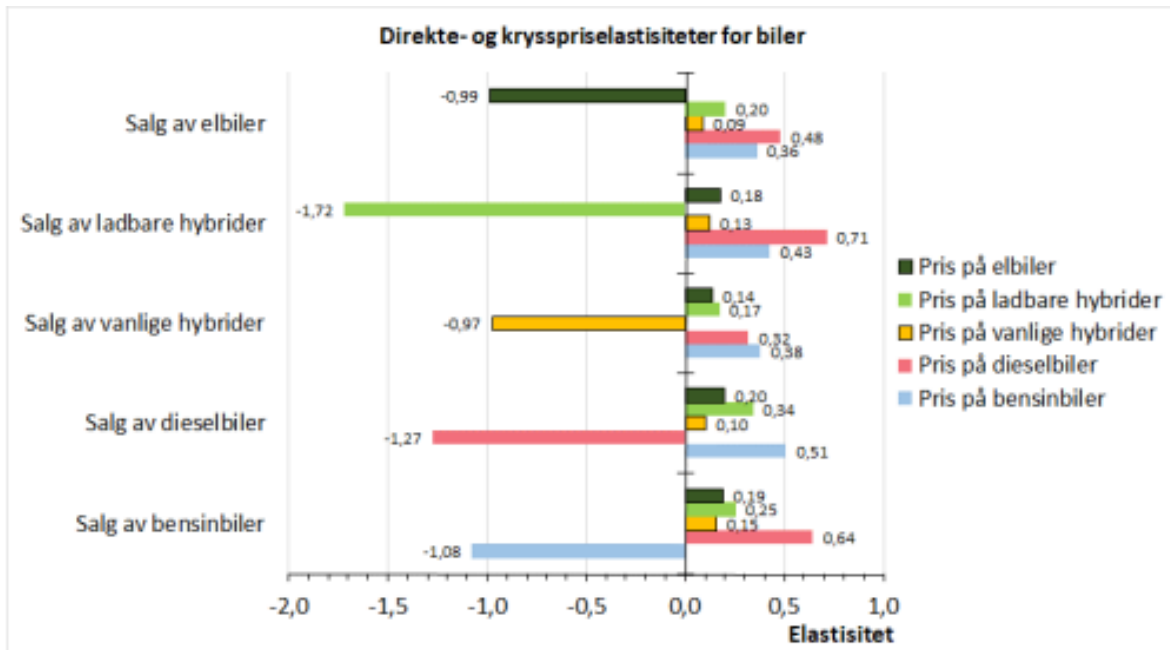
Resultatene viser blant annet at grunnen til at den initielle markedsandelen til digitale kameraer var lav, var at rasjonale aktører forutså billigere og bedre produkter i fremtiden. Dette kan tenkes å være aktuelt også for elbiler, spesielt med tanke på for få ladestasjoner og manglende rekkevidde. En viktig begrensning for denne modellen er mangelen på et brukmarkedet.

### **2.3 Etterspørsel etter biler**

Opplysningsrådet for veitrafikken informerte i mai 2021 at det for første gang er mer enn 2,8 millioner personbiler i den norske bilparken (Opplysningsrådet for veitrafikken, 2021). Dette henger blant annet sammen med den enorme veksten i elbilsalg. Bilparken i Norge har aldri vært større, og den blir også eldre.

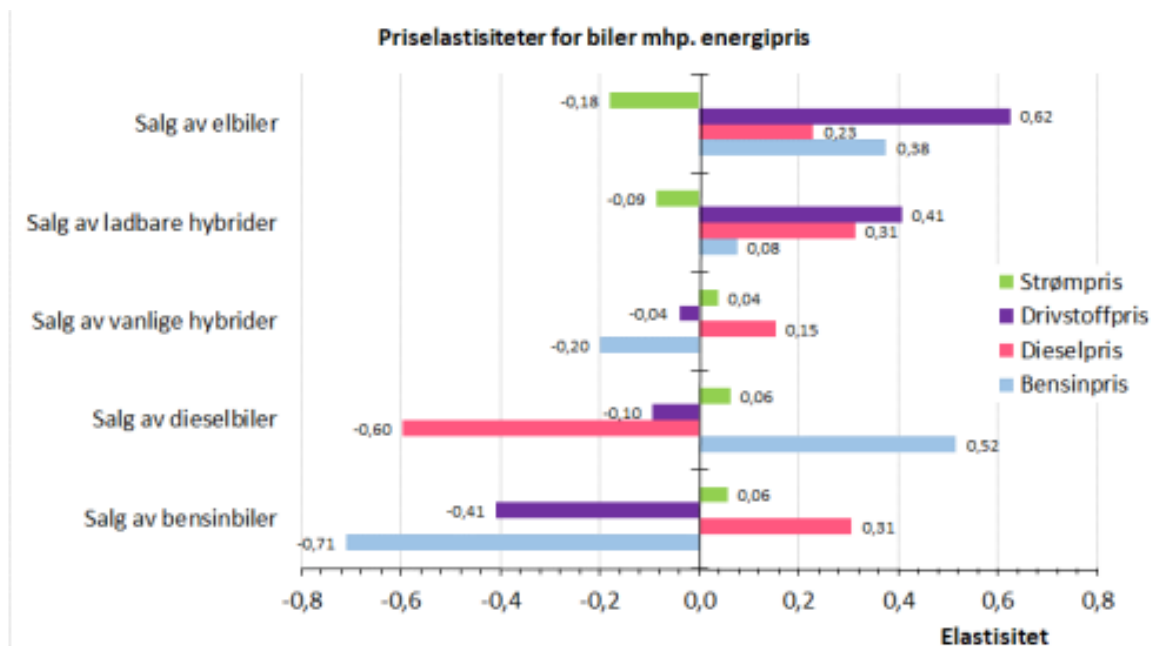
OFV estimerer at gjennomsnittsalderen på norske personbiler var 10,5 år ved utgangen av 2021 (Opplysningsrådet for veitrafikken, 2022a). Til sammenligning estimerer SSB snittalderen til å være 11,6 år i samme periode (Statistisk sentralbyrå, 2022b).

Etterspørsel etter biler har blitt modellert ekstensivt i litteraturen om varige goder. Tidlige bidrag i litteraturen modellerte biler som homogene goder hvor bare kvantiteten ble analysert. Nyere bidrag har heller studert biler som heterogene goder som er nære substitutter til hverandre (Johnson, 1978). Dette vises også av Fridstrøm og Østli, 2018 i forbindelse med ulike drivstofftyper. De viser at det er høy konkurranse mellom de ulike drivstoffteknologiene, og at etterspørsel etter biler derfor er svært prissensitivt. Det medfører at bilparken i stor grad kan kontrolleres gjennom avgifter som skifter etterspørsel i ønsket retning



Figur 1: Direkte- og krysspriselastisiteter for biler med hensyn på drivstoff. Hentet fra Fridstrøm og Østli, 2018

Elastisitetene med hensyn på listepris har blitt beregnet gjennom Transportøkonomisk institutt sin modell- BIG. Kalkulasjonene gjelder per 2016 og kan derfor være annerledes i dag. Vi kan se fra figuren at for hver prosents økning i prisene på bensinbiler vil elbilsalget øke med 0,36 prosent. Tilsvarende tall for dieslbiler er 0,48 prosent. Videre finner undersøkelsen at også energiprisene spiller en viktig rolle i etterspørselen. Elastisiteten med hensyn på energiprisene ser slik ut:

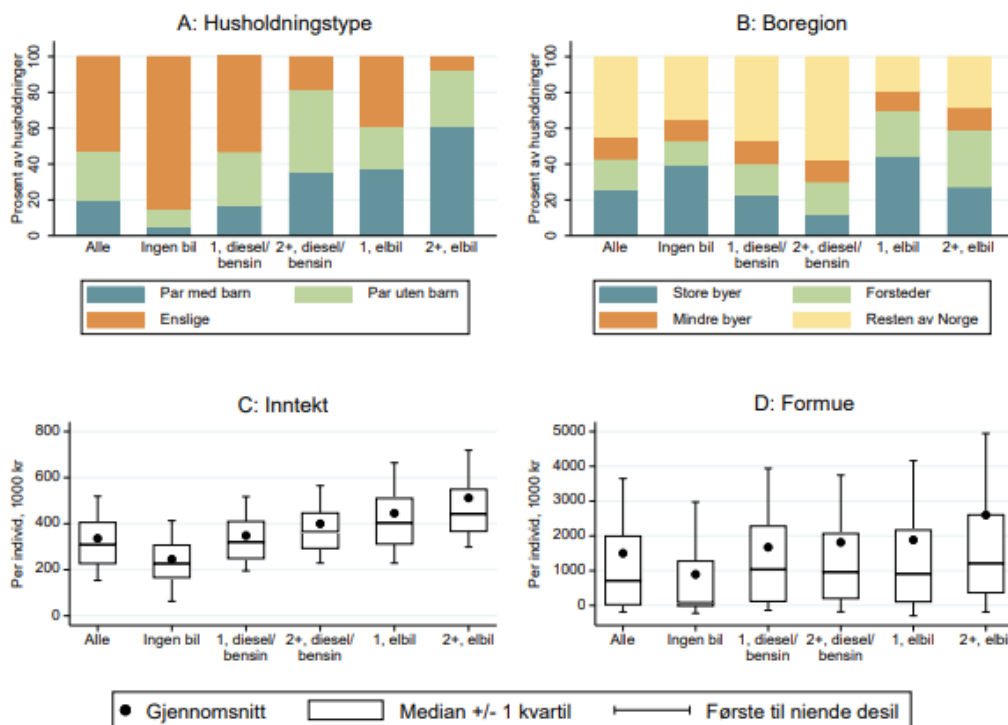


Figur 2: Priselastisiteter for biler med hensyn på energipris. Hentet fra Fridstrøm og Østli (2018)

Salg av elbiler vil øke med 0,62 prosent for hver prosents økning i drivstoffprisene. På den andre siden vil økt strømpris ha relativt svak effekt på salg av bensin- og dieselbiler. Priselastisitetene som presenteres her gir sterk støtte til avgifts- og insentivpolitikken som føres i Norge, ettersom effektene virker å være betydelige. Dette gjennomgås i kapittel 3. Effektene av diverse avgiftsendringer på erstatningsbeslutningen fra fossilbil til elbil vil bli gjennomgått i kapittel 4-6.

Fevang et.al, 2020 gir en god deskriptiv oversikt bileierskap med hensyn på husholdninger i Norge frem til 2017. Artikkelenes primære fokus er hvem som kjøper elbil av befolkningen i Norge. Dette studeres ved hjelp av mikrodata og omfattende data supplert av Statistisk Sentralbyrå. En fordel med denne forskningsartikkelen er at den studerer faktiske valg og ikke hva konsumentene påstår at de skal gjøre. Kjøretøyregisteret, supplert av OFV, inneholder opplysninger om når hver bil ble førstegangsregistrert, skiftet eier eller ble avregistrert. Datasettet består av rundt 2,5 millioner biler registrert til privatpersoner i 2017.





Figur 3: Bileierskap og husholdningskjennetegn, 2017. Hentet fra Fevang.et.al (2020)

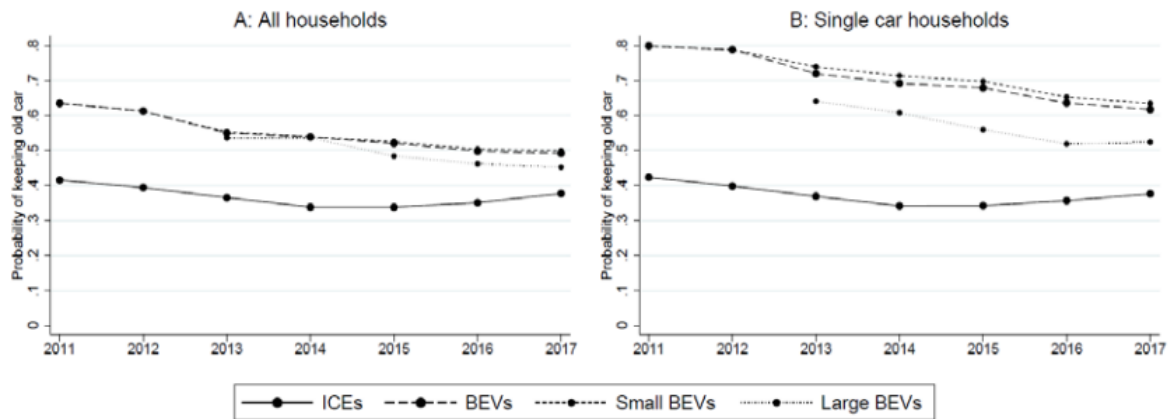
Analysen viser at elbileiere i større grad bor i eller rundt storbyer. De har også høyere inntekt, høyere utdanning, består oftere av husholdninger med barn og faller oftere i aldersgruppen 25-44 år. Dette er betydelig yngre enn den typiske husholdningen uten elbil, som er par i alderen 45-65 som ikke bor i nærheten av storby. Denne analysen produserer ingen årsakssammenhenger, men gir viktige beskrivelser for etterspørsel etter elbiler og fossilbiler.

## 2.4 Erstatningsbeslutningen

I markeder slik som bilmarkedet, blir produkter ofte handlet i desentraliserte annenhåndsmarkeder. I Norge ble 527 799 biler handlet i bruktbilmarkedet i 2021 (Opplysningsrådet for veitrafikk, 2022a). Transaksjoner i dette markedet oppstår ettersom varige goder har avtagende kvalitet og verdi over tid. Eiere av varige goder vil da selge godet for å oppdatere til sin foretrukne kvalitet. En annen sentral forklaringskraft er at reparasjonskostnader vil øke over tid, som også gjør det ønskelig å erstatte produktet. Dette undersøkes nærmere i kapittel 5.

En viktig karakteristikk fra bilmarkedet er at beholdningen av biler er på et stabilt nivå over tid (Schiraldi, 2011). Dette er en tvilsom antagelse, ettersom det er bevis for en økende bilpark i Norge over de siste 10 årene (Opplysningsrådet for veitrafikken, 2021). Dette kan skyldes at

elbiler i større grad enn fossile biler har fungert som supplerende kjøretøy for husholdningen, i motsetning til utelukkende substitutt for gammel bil. Fevang et.al, 2020 viser at andelen som beholdt gammel bil ved kjøp av ny bil var markant større for elbilkjøpere i perioden 2011-2017, men at differansen minsket over tid. Det er grunn til å anta at denne differansen har fortsatt å minke i årene etter 2017 som følge av teknologiforbedringer og utbygging av ladestasjoner.



Figur 4: Sannsynligheten for å beholde gammel bil ved nytt bilkjøp. Hentet fra: Fevang et.al (2020)

Dersom en konsument eier en bil i år  $n$ , er det sannsynlig at samme konsument eier en bil i år  $n+1$ . At konsumenters beholdning av biler er vedvarende, til tross for depresiering over tid, skyldes byrden ved transaksjonskostnader slik som søkekostnader, skatter, asymmetrisk informasjon, byttekostnader etc som varierer over tid. Dersom det ikke forela transaksjonskostnader, vil konsumenten velge kvaliteten som maksimerer hennes nytte i hver periode, og har da ingen interesse i å holde på produkter som depresierer i kvalitet.

Schiraldi, 2011 presenterer en modell som tar hensyn til dynamiske konsumenthensyn og erstatningsbeslutninger. Dette betyr at erstatningsbeslutningen medfører en rekke ulike kostnader. Kvaliteten på bruktbiler er allmennkunnskap i denne modellen. Modellen tillater derfor ikke asymmetrisk informasjon mellom agentene.

Schiraldis konsument vil velge den optimale handlingen for seg, i hver periode, gitt opprinnelig beholdning av goder, preferanser, priser, produkttegenskaper og forventninger til fremtidige verdier av disse. Datasettet omhandler det italienske bilmarkedet mellom 1994 og 2004.

Denne analysen er viktig fordi den supplerer et ryddig rammeverk som fanger kompleksiteten i erstatningsbeslutningen av bil. Den produserer også en rekke interessante resultater for vår videre diskusjon. For det første får konsumenter positiv nytte av å eie bil, men avtagende nytte med hensyn på alderen til bilen. For det andre viser modellen hvordan skattereduksjoner øker etterspørselen over tid. I denne modellen gjelder dette spesielt for diesalbiler, men kan tenkes

og også gjelde for elbiler i senere tid, som er et nært substitutt. For det tredje viser også denne modellen at bileterspørsel er svært prissensitivt. Schiraldi kalkulerer at en midlertidig 1% prisøkning vil lede til en salgsreduksjon på 10% og konsumentene flokker til nære substitutter. Schiraldi peker primært på transaksjonskostnader som årsak for treg erstatning.

Bayus, 1991 finner at faktorer som stil og image spiller viktige roller i å bestemme tidspunktet for erstatningskjøp. Bayus finner videre at konsumenter som erstatter biler på et tidligere tidspunkt i kjøretøyets livssyklus har høyere inntekt, men lavere nivå av utdanningsnivå og yrkesstatus enn konsumenter som erstatter biler på et senere tidspunkt. De finner videre at sene erstattere har høyere søkekostnader, noe som tilsier at tidlige erstattere er mer impulsive. Dette underbygges i undersøkelsen som tyder på at effektene av markedsføring differensierer mellom de ulike segmentene av erstatningskjøpere i bilmarkedet. Dette relaterer til frivillig erstatning av produktet.

Konsumenter erstatter varige goder før de slutter å fungere av mangfoldige grunner. Dette inkluderer stilpreferanser, produktkarakteristikker, teknologiforbedringer og markedsføring. Se blant annet DeBell & Dardis, 1979; Katona, 1960 og Bayus, 1988 for mer om dette.

Kim et.al., 2003 har utviklet en modell som sikter på å determinere optimal levetid for biler, basert på miljøhensyn. Denne modellen betrakter derfor erstatningsbeslutningen fra et samfunnsperspektiv. Teknologiforbedring i nyere modeller, samt avtagende effektivitet for eksisterende modeller er sentralt her. Optimalisering av denne modellen baseres på minimering av negative eksternaliteter forbundet med utslipp av klimagasser. Det vil si at modellen determinerer hvor lenge du bør holde ditt tilegnede kjøretøy før du erstatter det, for å minimere klimagassutslipp.

Modellen kalles en LCO-modell, eller en «Life Cycle Optimization»-modell. Inputdata i modellen blir bestemt av LCA, eller «Life Cycle Assessment». LCA determinerer miljøprofilen til et system. Dette vil si at den vurderer effekten og fordelingen av ulike skadevirkninger på miljøet i ulike stadier i en syklus. LCA er et vanlig analytisk redskap i dynamiske modeller for miljøgoder. Kim et al. 2003 deler opp livssyklusen i følgende faser med hensyn til utslipp og energibruk: Produksjon av råvarer, produksjon av ferdigprodukt, bruk, vedlikehold, og slutfase for kjøretøyet. I modellen, som fokuserer på et representativt individ, vil dette igjen deles i epoker hvor det blir fattet en beslutning per epoke.

Modellen benytter dynamisk programmering, som er en samling av matematiske redskaper brukt til å analysere sekvenserte beslutningsprosesser. Tidshorizonten vil være det aktuelle tidsrommet hvor det blir tatt beslutninger relatert til kjøretøyet.

Vi deler også opp i faser. En fase defineres med en vektor  $(i,j)$  som representerer årsmodellen til kjøretøyet,  $i$ , og alderen på kjøretøyet,  $j$ . Dynamisk programmering brukes altså for å determinere den beste stien, det vil si det beste valget i hver epoke for å nå en målsetting. Denne målsettingen er i Kim et al. 2003 optimal levetid basert på miljøhensyn.

Vi starter i en situasjon hvor et kjøretøy blir produsert i periode 0, hvor nye modeller med annerledes miljøprofiler blir introdusert i de senere periodene  $T_a$  og  $T_b$ . Analysen antar at beslutningstakeren prøver å minimere miljøskaden i periode 0 innenfor tidshorizonten  $N$  basert på informasjonen beslutningstakeren har i periode 0 om fremtidige produkter. Et eksempel på dette er at beslutningstakeren kjøper en bil i periode 0 som hun holder i  $\alpha$  år før hun erstatter den, og holder den nye bilen i  $\beta$  år etc. Modellen antar at ethvert kjøretøy blir kjørt med konstant årlig distanse, uavhengig av modell eller alder. Videre antas det at ett kjøretøy blir erstattet av et annet, og at skadeelementer, eller byrder, for miljøet ikke diskonterer over tid.

Vi kan illustrere denne modellen matematisk for å finne optimal kjøretøyserstatning ved å bruke følgende notasjon:  $n$  betegner det første året vi betrakter og  $N$  betegner det siste året vi betrakter;  $M$  er maksimal levetid for et kjøretøy;  $B_M(i)$  er miljøbyrden av råvareproduksjonen til årsmodell  $i$ ;  $B_A(i)$  står for byrden av produksjonen til ferdigproduktet;  $B_U(i)$  er byrden ved bruk av kjøretøyet i periode  $j$  av modell  $i$ 's levetid;  $B_R(i, j)$ , byrden av vedlikehold gjennom år  $j$  av modell  $i$ 's levetid;  $B_E(i, j)$ , byrden av sluttfasen i livssyklusen for modell  $i$ , erstattet i år  $j$ ; og  $u(i,j)$ , byrden av å kjøpe et nytt kjøretøy i år  $i$  og å holde det i  $j$  år. Vi kan da sette opp modellen slik:

$$u(i, j) = B_M(i) + B_A(i) + B_E(i, i + j - 1) + \sum_{k=1}^j (B_U(i, k) + B_R(i, k)) \text{ hvis } j > 0 \quad (2.7)$$

$$u(i, j) = 0 \text{ hvis } j = 0 \quad (2.8)$$

$x_i$  er beslutningsvariabelen som representerer antall år en konsument eier kjøretøy av årsmodell  $i$ . For hvert kriterium søker modellen å minimere byrden fra livssyklusen av  $n$  til  $N$  ved å determinere hvor lenge man bør holde hvert kjøretøy før erstatning. Optimaliseringsligningene til den dynamiske programmeringen kan illustreres som følger:  $f(i)$

minimum potensiell byrde akkumulert fra starten av år  $i$  til slutten av år  $N$ , gitt at kjøpsbeslutningen ble gjort på starten av år  $i$ . Da får vi denne ligningen:

$$f(i) = \min_{x_i \in \{1, 2, \dots, M\}} \{u(i, x_i) + f(i + x_i)\} \quad \forall i = n, \dots, N \quad (2.9)$$

$$f(i) = 0 \quad \forall i > N \quad (2.10)$$

Optimaliseringsligningen determinerer antall år et individ burde holde bilen anskaffet på starten av år  $i$ , gitt at målsettingen er å minimere utslipp av klimagasser. Ligning (2.9) sier her at et kjøretøy anskaffet i år  $i$ , som holdes i  $x_i$  antall år, minimeres ved å minimere summen av nytte og miljøbyrde, gitt at årsmodellen til kjøretøyet faller innenfor den aktuelle tidsperioden vi studerer. Analysen illustrerer hvordan optimal levetid fluktuerer mellom ulike kriterier og fra medianen i den virkelige verden.

De generelle resultatene har viktige implikasjoner. Sterke reguleringer og teknologiske utviklinger kan resultere i kortere optimal levetid enn hva som observeres i virkeligheten. Dette kan lede til unødvendige investeringer i nye teknologier ettersom den eksisterende bilparken lever lengre enn optimalt, og tilstrekkelige insentiver for vraking ikke er på plass. Forbedringer i drivstoffeffektivitet og varighet for kjøretøyet kan forlenge optimal levetid ved at produksjonsfasen blir mer energiintensiv. Analysen slår likevel fast at store fordeler kan oppnås ved at fremtidig produksjon fokuserer på forbedringer i energieffektiviteten til nye biler.

### 3. Avgifter og elbilfordeler

Dagens avgiftssystem har som intensjon å bidra til offentlige inntekter, og dels å korrigere for lokale eksternaliteter ved bilkjøring. Differansen i politikk mellom konvensjonelle biler og elbiler vil lede til redusert effektivitet i økonomien. Bye et.al, 2021 beregner implisitte subsidier til å utgjøre 50% i 2018, som vil utvikle seg til rundt 20% innen 2030.

I dette kapitlet presenteres ulike type skatter og avgifter, fordeler, effekter og bakenforliggende hensyn som påvirker etterspørsel og erstatningsbeslutningen for personbiler.

Avslutningsvis betraktes foreslåtte tiltak i avgiftspolitikken for årene som kommer og en oppsummering for kapitlet.

#### 3.1 Pigou & subsidier

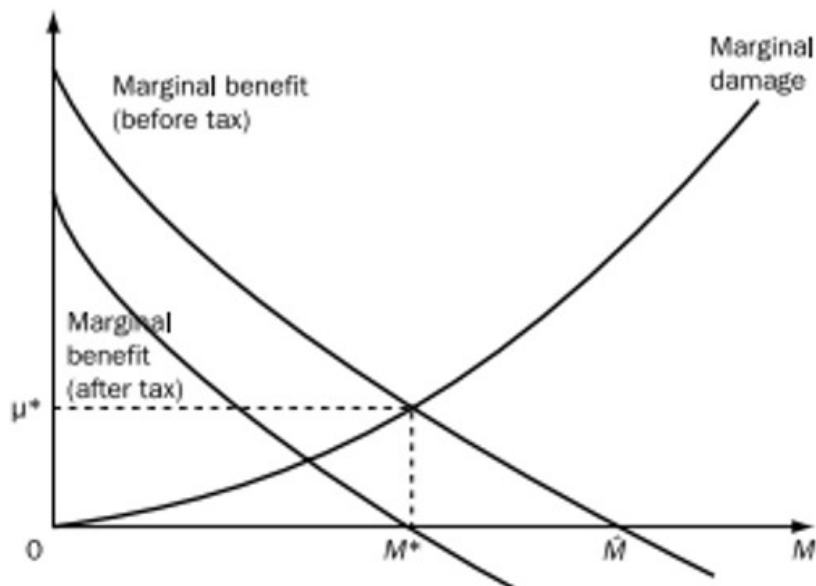
De fleste eksternalitetene som avgiftene på fossilbiler sikter på å korrigere, eksisterer også hos elbiler, med unntak av noen lokale utslipp. Denne distinksjonen mellom konvensjonelle- og elektriske biler skaper derfor betydelige effektivitetskiller (Bye et.al, 2021). Det er derfor trygt å si at elbilpolitikken i stor grad er politisk forankret. Fra standard samfunnsøkonomisk teori har vi to hovedverktøy for å korrigere negative eksternaliteter i ikke-kvotepiktig sektor, Pigouvianske skatter og subsidier.

Pigou-skatt, eller Pigouvianske skatter, er skattlegging av hver enhet produsert av forurenseren som tilsvarende marginal skade ved denne enheten. Dette blir beregnet på likevektsnivået til produsenten. En slik avgift leder til endringer i produksjons- og forbruksmønstre over tid. Dette leder til at bedriftene internaliserer miljøskaden slik at de reduserer produksjonen av den forurensende innsatsfaktoren, som nå er blitt dyrere (NOU, 2015:15).

Det er ofte svært komplisert å beregne marginal skade av produksjon. Dette gjelder selvsagt også for fossilbiler, hvor det kan være en rekke nyanser basert på ulike type biler og produsenter. Det blir da vanskelig å beregne riktig skattesats. Optimalt sett ville gjerne regjeringen benyttet seg av en skatt basert på gjennomsnittlig distanse kjørt, justert for lokasjon og tidspunkt på dagen. Dette er derimot vanskelig og dyrt å gjennomføre.

I bilmarkedet er det ofte lettere med produktavgifter enn med utslippsavgifter. Da blir ikke CO<sub>2</sub>- utslippet direkte skattlagt, men anvendelsen av dette utslippet blir det. Myndighetene benytter da for eksempel drivstoffskatter i stedet. Dersom avgiften leder til en vridningseffekt

mot andre goder vil også dette redusere den aktuelle forurensingen. Dette er langt fra optimalt, men fortsatt foretrukket ovenfor status quo. En best mulig utredet miljøavgift vil se slik ut:



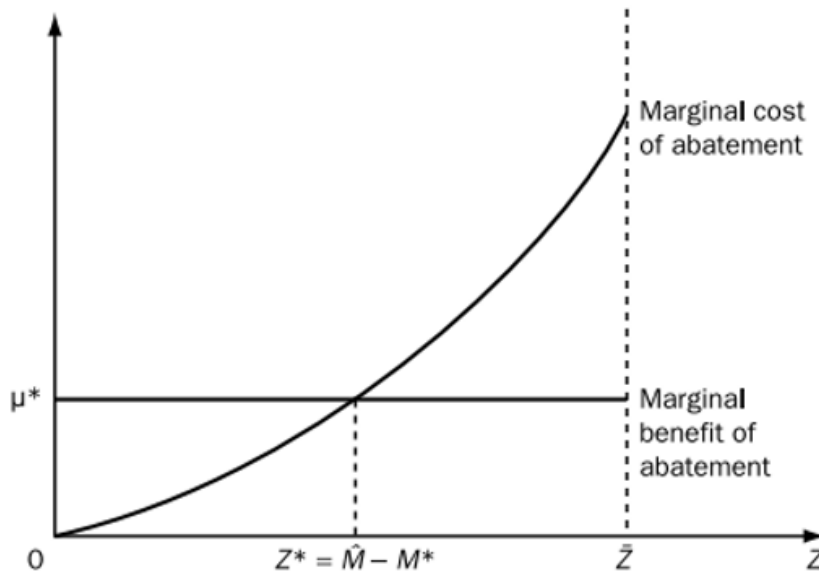
Figur 5: Illustrasjon av Pigou-avgift. Hentet fra Perman, 2011, s.197

I denne grafen betegner  $\hat{M}$  punktet hvor marginal privat nytte av utslipp er null. Dette er også nivået av utslipp før introduksjon av avgift. Vi antar at det innføres en avgift på utslippet på et konstant nivå, eller en konstant rate, her gitt som  $\mu^*$ . Dette er da den marginale verdien av skade på det effektive nivået for forurensing. Som vi ser i figuren, vil differansen fra det initiale utslippsnivået være lik marginal skade.

Elbilfordelene i Norge består i hovedsak ikke av subsidier, men av avgifter (Fridstrøm, 2019). Det er fritak fra disse som utgjør hoveddrivkraften i elbilenes økte konkurransedyktighet i markedet. Norske elbilkonsumenter nyter derimot godt av utenlandske subsidieordninger. Dette fordi det eksisterer betraktelige fortjenestemuligheter ved eksport av brukte elbiler til land som Norge.

I en situasjon hvor det ikke eksisterer verken utslippsavgifter eller tilsvarende subsidier, vil ikke bedrifter ha økonomisk insentiv til å redusere utslipp (Perman, 2011, s. 197). Dette er gitt antagelsen om at forurensing er profitabelt for bedriften. Når det blir innført subsidie eller avgift vil bedriften få insentiv til å redusere utslipp så lenge den marginale kostnaden ved å redusere utslipp er mindre enn den marginale verdien til avgiften per enhet produsert. Avgiften, eller subsidien vil fjerne forskjellen mellom den private optimale prisen og den samfunnsøkonomiske optimale prisen. Det er i midlertidig ofte vanskelig å determinere det samfunnsøkonomiske korrekte nivået av utslipp. Dette vil også være tilfellet i transportsektoren. Vi må altså ta utgangspunkt i at andre hensyn veier tyngre. Når utslippsmålet

blir satt eksogent, av andre hensyn enn økonomisk lønnsomhet, vil dette føre til en annerledes grafisk fremstilling. For å forklare dette starter vi med å illustrere hvordan avgifter og subsidier påvirker likevektsnivået på utslipp:



Figur 6: Illustrasjon av utslippssubsidie. Hentet fra Perman, 2011, s. 197.

Reduksjonsnivået starter på null i  $\hat{M}$  og øker frem til det nye likevektsnivået er nådd.

Likevektsnivået på utslippsreduksjon er derfor  $Z^* = \hat{M} - M^*$ , som illustrert i figuren. Marginal kostnad ved reduksjon av utslipp tegnes her som en konveks kurve. Denne kan også leses som et speilbilde av marginal nytte ved forurensing før avgift i figur 5. Dette er fordi fortjenestene de mottar ved forurensing også utgjør kostnadene ved å redusere utslipp. I monetær verdi er subsidiene lik skatteraten  $\mu^*$ . Kurven for marginal nytte av reduksjon er horisontal som følge av at skatteraten er konstant. Det er også viktig å notere seg at  $\hat{Z}$ , som er det initiale nivået på reduksjon, tilsvarer  $\hat{M}$ . Når avgift eller subsidie blir innført på dette nivået vil optimalt utslippsnivå bli oppnådd uten tvang.

Dette er en svært vanlig innfallsvinkel i transportsektoren i Norge. Beregning av optimalt utslippsnivå er ofte svært komplisert og vil ikke bli studert i dybden her. Det er også verdt å notere seg at selv om avgiftspolitikken og subsidiepolitikken vil ha lik effekt i oppnåelsen av eksplisitte utslippsmål, kan langtidseffektene differere. Subsidiepolitikken kan gi insentiv til å utvide sektoren på lang sikt, noe som kan reversere utslippskuttene.

Begge disse verktøyene leder til vridningseffekter. Denne vridningseffekten gjelder ikke bare for ønsket vridning fra konvensjonelle biler til elbiler, men også for ønsket vridning vekk fra



bilkjøring i sin helhet. Det vil si, fra bilkjøring til gange, sykling og kollektivtrafikk. Grunnet dette hensynet er også avgifter for kø/svevestøv og støy ofte innbakt i drivstoffavgifter for konvensjonelle biler. Neste delkapittel undersøker spesifikt hvilke avgifter som bidrar til disse vridningseffektene.

### **3.2 Skattlegging av bil**

Vi starter med å gjennomgå engangsavgiften. Engangsavgiften må betales etter at kjøretøyet er blitt godkjent av Statens vegvesen (Skatteetaten). Merverdiavgiften (MVA) er 25% av taxfree prisen. Dette inkluderer forsikring og frakt ved import inn i landet. Merverdiavgiften kan tenkes å gå under paraplybegrepet «engangsavgift», men vi betrakter det her som en separat avgift. Engangsavgiften blir ikke belastet med merverdiavgift i seg selv (Pedersen, 2021). Avgiften blir beregnet på grunnlag av teknisk data som blir redegjort for ved kjøretøyets godkjenning av vegmyndighetene.

Spesielt CO<sub>2</sub>-avgiften er aktuell når det gjelder grønn omstilling i transportsektoren. Denne avgiften har av denne grunn blitt stadig viktigere de siste årene. Dette er et sentralt verktøy for å skape vridningseffekter fra fossilbiler til elbiler. For 2022 foreslo sittende regjering, i tilleggsnummeret til Statsbudsjettet 2022, å øke de to laveste positive satsene i CO<sub>2</sub>-komponenten med 35% utover prisjustering (Regjeringen, 2021c). Det er fem ulike vektclasser for vektavgiften og syv ulike klasser for CO<sub>2</sub>- utslipp. Både vektavgift og CO<sub>2</sub>-avgift har progressiv skala for beregning.

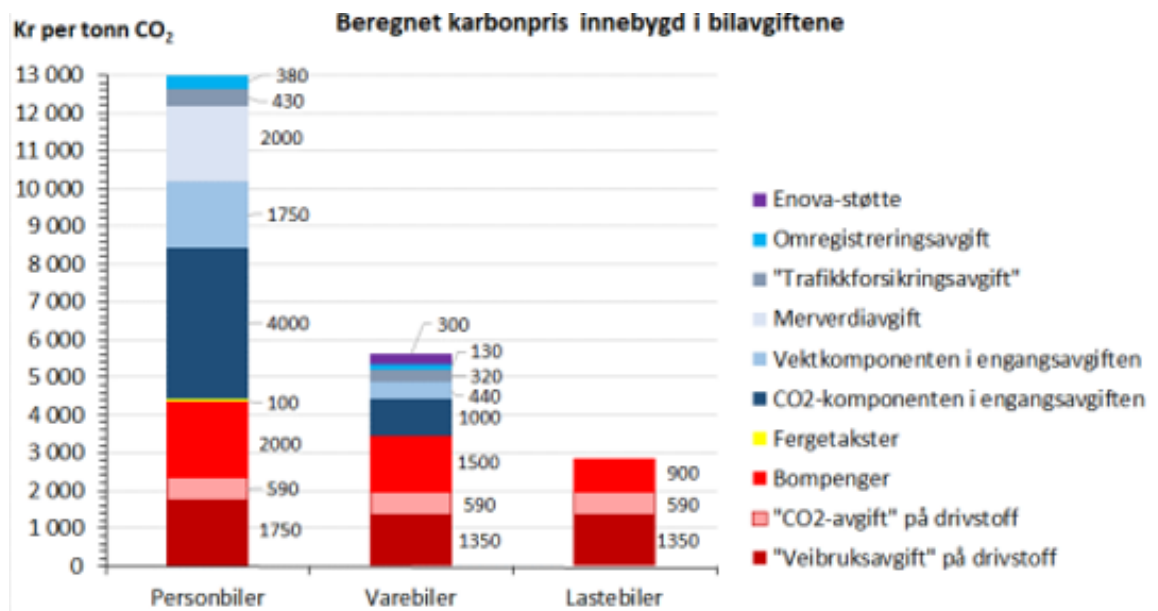
Når man kjøper en bruktbil, må man betale en omregistreringsavgift til staten. For personbiler kan denne avgiften være på opp til 6.681 kroner. Dette er maksavgiften som gjelder for personbiler over 1200 kg. For personbiler under 1200 kg ligger avgiften på 4 378 kroner. Dette gjelder ikke for nybiler eller importerte biler (Pedersen, 2021). Elbiler har foreløpig fritak fra denne avgiften.

Fossilbiler blir også belastet med drivstoffavgifter. Dette er en blanding av veibruksavgift og CO<sub>2</sub>-avgift. Dette kommer i tillegg til merverdiavgiften. I 2022 ligger avgiftsnivået på 6.73 kroner for bensinbiler, i tillegg til merverdiavgiften som er 20% av utsalgsprisen. For diesel ligger avgiftene på 5,57 kroner (Pedersen, 2022). Avgiftenes andel av utsalgsprisen utgjør under normale omstendigheter rundt 60 prosent (Drivkraft Norge, 2019). Andelen vil typisk synke jo høyere drivstoffprisen blir ettersom CO<sub>2</sub>-avgiften og veibruksavgiften er satt.

1. Januar 2018 ble årsavgiften for kjøretøy erstattet av trafikkforsikringsavgiften. Denne skal da bare betales dersom kjøretøyet er dekket av obligatorisk forsikring. Biler som er avregistrert eller på annen måte vraket slipper derfor unna avgiften. For personbiler ligger denne avgiften på 2975 kroner per år. Denne avgiften er lik for både fossilbiler og elbiler fra og med 1. Mars 2021. Tidligere har elektriske kjøretøy hatt reduserte satser også her (Pedersen, 2022).

I tillegg til dette kommer bompenger. Bompenger har også en viktig funksjon i å redusere eksterne kostnader. Bompenger gir betydelige inntekter for staten, samtidig som de reduserer samfunnsøkonomisk lønnsomhet av prosjekter i sektoren. På tross av en rekke negative effekter ved bompengordningen, har den en fordel, i mangel på effektivt veiprissingssystem, nemlig at den kan differensieres. Det gjør at den kan brukes til å vri etterspørsel mot elbiler, redusere køer og begrense luftforurensing. Dette kan differensieres etter tid på døgnet, rushtid/ ikke rushtid, og etter grad av tettbebyggelse. Fridstrøm, 2019 vurderer at dette har blitt utnyttet i for liten grad.

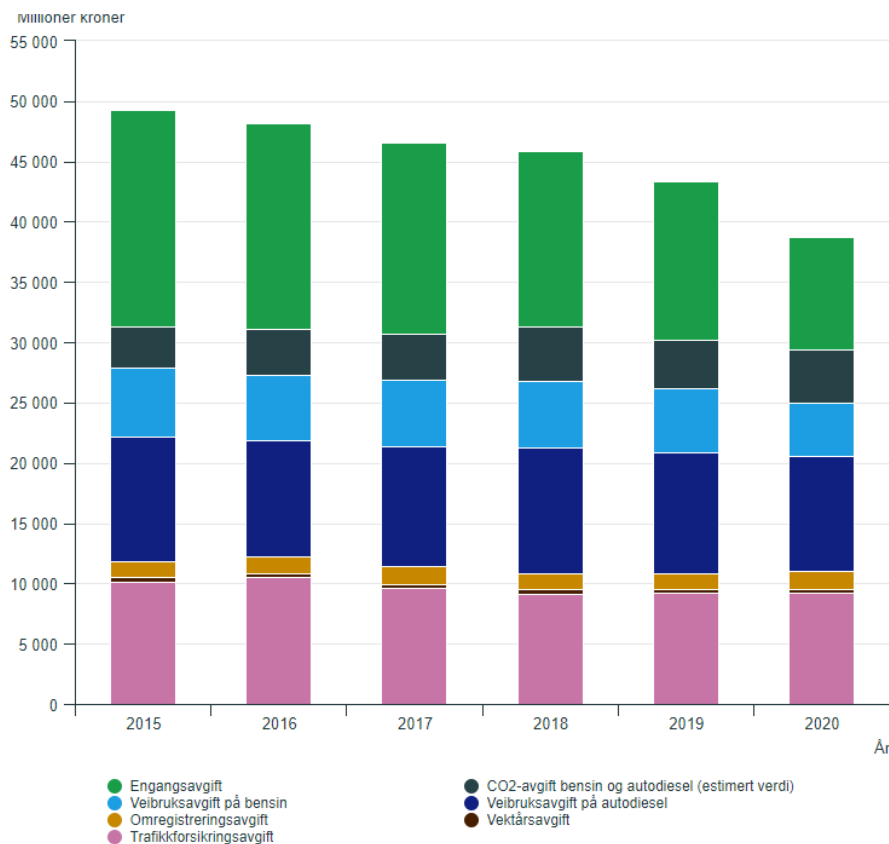
Ved å summere de ulike avgiftene for personbiler kan vi få et anslag på den samlede «karbonprisen». Fridstrøm & Østli, 2021a har kalkulert dette til å utgjøre minst 13 000 kroner per tonn CO<sub>2</sub> i 2021.



Figur 7: Beregnet karbonpris innebygd i bilavgiftene. Hentet fra Fridstrøm (2021a)

Bompengers andel av karbonprisen kan være overvurdert i dette anslaget ettersom bompengefritaket for elbiler ble erstattet av en makssats på 50 prosent av satsen for fossilbiler.

Avslutningsvis betraktes samlede innbetalte avgifter på drivstoff og biler. Figur 8 illustrerer hvordan innbetalte avgifter har sunket jevnt i tidsrommet 2015-2022. Dette skyldes først og fremst en økende elbilandel i den samlede bilparken.



Figur 8: Innbetalte avgifter på drivstoff og motorvogner, 2015-2020. Hentet fra Statistisk sentralbyrå, 2021b

### 3.3 Elbilfordeler

For å determinere mekanismene som påvirker valget mellom konvensjonell bil- og elbil, må vi utbrodere videre om avgiftslettelser og andre elbilfordeler. Etter Finansdepartementets kalkulasjoner summerte elbilfordelene opp til 19,2 milliarder kroner i 2020 (Finansdepartementet, 2020, s. 336). Videre regner de seg frem til at en engangsavgift på tilsvarende nivå som nye fossile biler vil medføre 9,5 mrd. kroner høyere engangsavgift for elbiler i 2020. Dette er selvsagt enorme summer og diskusjonen som gjelder nødvendigheten av disse tiltakene er høyst aktuell.

Elbiler og andre nullutslippskjøretøy er fratatt avgifter ved kjøp. Dette inkluderer engangsavgifter og merverdiavgift ved kjøp for selve kjøretøyet samt nødvendig tilleggsutstyr. Satsen for merverdiavgift, herifra referert til som MVA, er på 25 prosent anno 2022. Fritaket fra dette er godkjent av EØS- avtalens overvåkingsorgan ESA, og gjelder ut 2022. Revidert

statsbudsjett ble fremlagt 12. Mai. 2022, og foreslår full MVA på elbiler, med subsidier for elbiler under 500 000 kroner (Regjeringen, 2022; Ditmansen, 2022). Dette vil nok ikke ha store utslag på kort sikt, men ettersom subsidier er lettere å endre enn MVA kan dette tolkes som at regjeringen ønsker økt styringsmakt og fleksibilitet i nedtrappingen av elbilfordelene.

Norsk elbilforening mener at fritaket fra MVA er det viktigste av de politiske virkemidlene. De kjemper for å beholde fritaket til elbiler utgjør minst 80 prosent av nybilsalget på helårsbasis. Til sammenligning utgjorde elbilandelen 64,5% av nybilsalget for 2021 (Thronsen, 2022). Fridstrøm & Østli, 2021 fra Transportøkonomisk Institutt kalkulerer at elbilsalget i 2030 vil være 30-40 prosent lavere med moms enn uten. Tallene fremstår svært usikre, men det virker klart at fritaket fra MVA er signifikant for beslutningen om å kjøpe elbil.

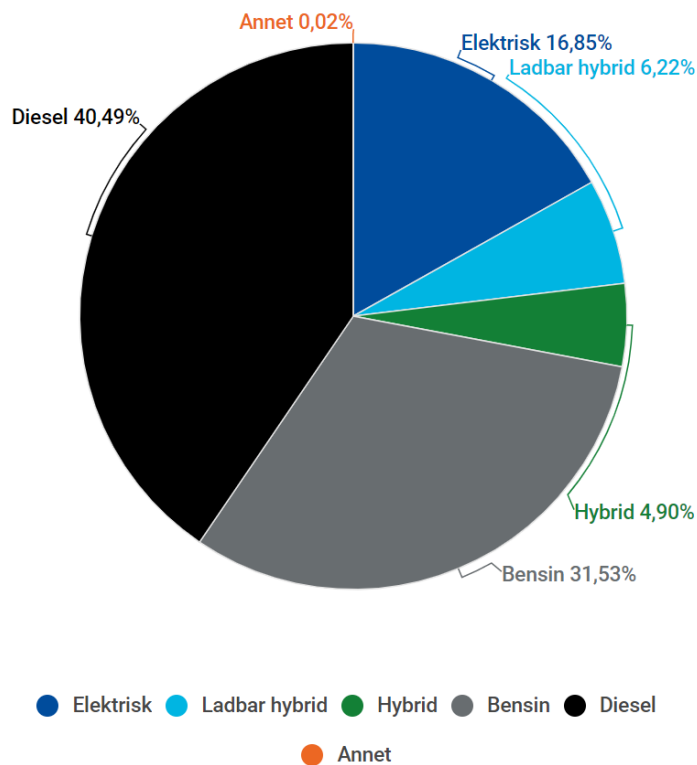
Elbilforeningen mener at biler med forbrenningsmotorer også i fremtiden skal betale engangsavgift, mens elbiler bør beholde fritaket. Grunnen til dette er at engangsavgiften skal prise negative utslipp og korrigere eksterne effekter ved en positiv vridningseffekt mot en utslippsfri bilpark. Dette er en form for Pigou-avgift, som forklart i kapittel 3.1. Det er blitt foreslått å tillegge engangsavgift på elbiler basert på vekt. Dette vil ifølge Norsk elbilforening ha uheldige effekter for husholdninger med elbil som sin primærbil. Større elbiler med større rekkevidde vil ha høyere vekt. Innføring av engangsavgift basert på vekt kan da lede til at flere husholdninger beholder fossilbil som sin primærbil og heller benytter elbil som sekundærbil (Norsk elbilforening, 2021).

Ytterligere fordeler inkluderer fri bruk av kollektivfelt, halv pris på ferger, halv pris på bompengetakst, 40 prosent reduksjon i firmabilbeskatning, fritak for omregistreringsavgift og støtte fra ENOVA ved kjøp av elektrisk varebil til bedrift (Norsk elbilforening, 2021). Bompengetakst kan variere lokalt.

Finansavisen omtalte 23. August 2021 en rapport fra Jato Dynamics som har beregnet priser for elbiler sammenlignet med fossilbiler i ulike land. Rapporten anslår at en ny elbil i Norge koster 8500 euro mindre enn en ny gjennomsnittlig bensin/diesel bil. På skrivende tidspunkt (26.05.2022) utgjør dette 87 012,13 NOK. Norge er på denne måten en «utstikker». De fleste andre land har høyere priser for elbiler enn fossilbiler, men Norges elbilfordeler har reversert dette.

### 3.4 Drivstoffeffektivitet

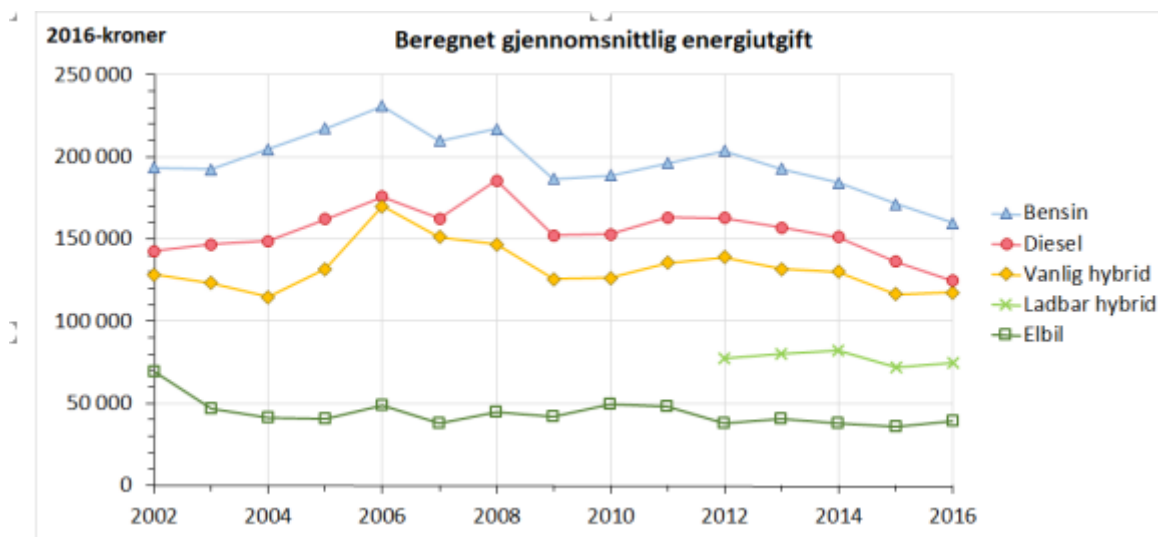
Drivstoffeffektivitet, eller energieffektiviteten til bil, defineres som energien som kreves for å bevege seg en viss avstand. Det regnes vanligvis ut fra en avstand på 100km. Etterspørsel etter kjøretøy avhenger også av energiprisene. TØI argumenterer for at norske bilkjøpere tar klart hensyn til dette når de velger bil (Fridstrøm & Østli, 2018). Personbilbestanden i Norge fordelt på drivstoff ser slik ut:



Personbilbestanden i Norge fordelt på drivstoff.

Figur 9: Personbilbestanden i Norge fordelt på drivstoff. Hentet fra Norsk elbilforening, 2022. Sist oppdatert 31.Mars 2022

TØI beregner i samme publikasjon at samlede energikostnader over bilens livsløp sank med 3960 kr mellom 2002 og 2016. Dette skyldes i stor grad innfasingen av elbiler og hybridbiler i den norske bilparken. En annen medvirkende faktor her er inntoget av noe som kalles typegodkjenningstesten. Dette er en pågående undersøkelse som avgjør om bilen er produsert etter etablerte standarder, lovbestemmelser og godkjente metoder. Typegodkjenning utstedes av Statens vegvesen i Norge, og stiller skjerpede krav til blant annet drivstofforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette systemet har blitt kritisert for det tilsynelatende avviket mellom laboratoriemålte tall for drivstofforbruk og CO<sub>2</sub>- utslipp, og de reelle verdiene.



Figur 10: Utviklingen i nye personbilers gjennomsnittlige fremtidige energiutgifter 2002-2016. Hentet fra Fridstrøm & Østli (2018)

De gjennomsnittlige energiutgiftene for fossile drivstoff har en nedadgående kurve etter 2006 som følge av innføringen av CO<sub>2</sub>-komponent i engangsavgiften. Denne trenden kan tenkes å maskere det faktum at fossilbiler i gjennomsnitt ble tyngre i dette tidsrommet, noe som leder til økt energiforbruk. At denne beregningen bare gjelder ut 2016 begrenser også den omhandlende diskusjonen.

1. Januar 2019 ble Norge omsluttet av EU forordning 2019-631 som fastsetter måltall for CO<sub>2</sub>-utslipp hos produsenter i EØS. Måltallene determineres av bilenes vekt, og innebærer fra 2020 bøter for overskridelse av gjeldende måltall. Boten er på 95 euro per gram CO<sub>2</sub>/km per bil, som gir en implisitt engangsavgift på 340 euro, eller 3367,25 norske kroner per tonn CO<sub>2</sub> etter dagens kurs (04.05.2022), (European Parliament, 2019). En underliggende antagelse for dette estimatet er at gjeldende biler kjører 200 000 km i løpet av sin levetid. Dette vil motvirke det faktum at fossile biler er blitt tyngre, men ikke at elbiler også er tyngre.

Elbiler konverterer i gjennomsnitt 77 prosent av den elektriske energien fra rutenettet til kjørekraft. Til sammenligning ligger dette anslaget mellom 12 og 30 prosent for bensinbiler (Fuelconomy.gov). Dette forekommer i stor grad ettersom forbrenningsmotorer sløser mye energi på varme, vibrasjoner og lyd (Norsk elbilforening, 2021). Dette gir også grunn til å anta at fremtidig teknologiforbedringer kan fremme langt mer energieffektive fossilbiler enn i dag. Dette er i tråd med anbefalingene fra Kim et.al, 2003, som forklart i kapittel 2. Dette kan skje tidligere enn forventet ettersom en ny Skoda Octavia diesebil allerede nå slipper ut mindre

CO2 enn en elektrisk Mustang Mach- E(4x4), ifølge anerkjente Green NCAP (Monn-Iversen, 2022).

### **3.5 Foreslåtte tiltak**

Nasjonal transportplan 2018-2029 lanserte en rekke ambisiøse mål for elbilpolitikken i årene som kommer. Dette ble i stor grad videreført i Nasjonal transportplan 2022-2033. Dette ble først lansert i Meld. St. 33, 2016-2017 som er en melding til Stortinget. Detaljene for regjeringens virkemiddelbruk og målsetninger er også grundig utredet i Meld. St. 13, 2020-2021: Klimaplan for 2021-2030.

Regjeringen har som målsetting å redusere utslipp av klimagasser fra transportsektoren med 50 prosent innen 2030 og opp mot 55 prosent sammenlignet med 1990. Sammenlignet med 2005 vil dette være mellom 53 og 58 prosent kutt, ettersom utslippene var 7 prosent høyere i 2005 enn i 1990, ifølge Statistisk sentralbyrås statistikkbank, 2021a. Dette er en nødvendig avklaring fordi begge årstallene blir hyppig benyttet som referansepunkt. Disse måltallene har Norge forpliktet seg til gjennom Parisavtalen. Parisavtalen er en internasjonal klimaavtale, hvor majoriteten av FNs samarbeidsland har vedtatt å begrense global oppvarming til under 2 grader celsius, og å strebe for å begrense dette til 1,5 grader. Norge har også et tett klimasamarbeid med EU hvor regjeringen har forpliktet seg til å kutte 40 prosent innen ikke-kvotepliktig sektor innen 2030 sammenlignet med 2005-nivå. Regjeringen har satt en enda mer ambisiøs plan om å øke dette tallet til 45 prosent innenfor samme tidsramme. Videre er det lovfestet at Norge skal være et nullutslippssamfunn i 2050.

For å gjennomføre dette er overgangen til nullutslippstransport av stor betydning. Regjeringen har en målsetting om å halvere utslippene i transportsektoren innen 2030. Av utslippene i ikke-kvotepliktig sektor utgjør transport 60 prosent. Det er derfor nødvendig med betydelige kutt i transportsektoren for å nå målet om 45 prosent reduksjon i totale utslipp innen 2030. Fra Meld.St.33 (2016-2017) følger det at alle nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy innen 2025. Dette gjelder også for nye bybusser, selv om de også kan benytte seg av biogass.

En forutsetning for dette er at teknologiforbedring spiller en sentral rolle i å akselerere prosessen. I den forbindelse benyttes Enova, som gir økonomisk støtte til utviklingen av ny teknologi som bidrar til å redusere utslipp. Det er i midlertidig vanskelig å estimere hurtigheten og omfanget til teknologiutviklingen og dette gir derfor en viss grad av usikkerhet.

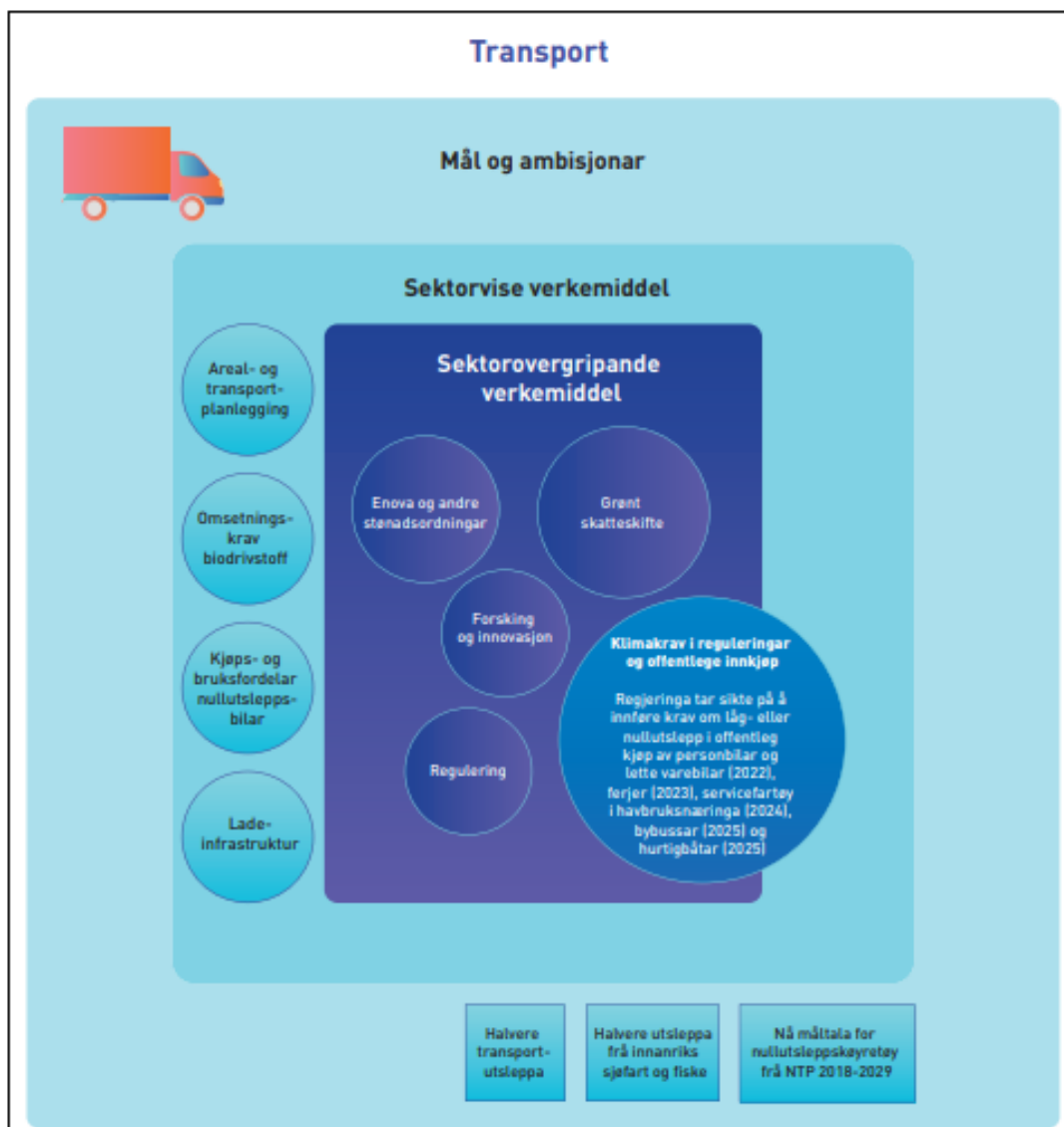
For å oppnå de foreslåtte måltallene ønsker regjeringen å bruke virkemidler som CO2-avgiften, støtteordninger, samt omsetningskrav for biodrivstoff for å redusere utslipp.

I forbindelse med målsetningene om utslippskutt har flere ulike aktører produsert framskrivinger for å skildre handlingsforløp opp mot spesielt 2030. I Nasjonalbudsjettet 2021 (Meld. St. 1 (2020-2021)) presenterte regjeringen framskrivinger som vurderer utslipp av norske klimagasser til å minke med 2 prosent per år fra 2019 til 2030. Litt over halvparten av denne utslippsreduksjonen er vurdert til å stamme fra ikke-kvotepliktig sektor. Utslippsreduksjonen i ikke-kvotepliktig sektor er her vurdert til å ligge på i overkant av 5 millioner tonn over hele perioden. For veitransporten antas det en reduksjon fra 8,5 millioner tonn til 5,3 millioner tonn.

Disse framskrivingene antar at satser på CO2-avgifter og andre avgifter blir videreført på gjeldende nivå i dag. Det er da estimert en nedgang i CO2 utslipp på rundt 20 prosent, mens andre klimagasser minker mindre. Det anslås også at elbilandelen av nybilsalget har kommet opp i 90 prosent i 2025 og 95 prosent i 2030. Dette er altså en framskriving over nåværende tiltak og differer derfor med regjerings vedtak om nullutslipp i nybilsalget fra 2025.

Videre vil regjeringen øke avgiftene på utslipp av klimagasser til cirka 2000 kroner per tonn CO2, sett fra 2020-kroner i 2030(Regjeringen, 2021 ). Planen bak dette er å innhøste såkalte «double dividends» gjennom dette, altså at inntjeningen fra økt CO2-avgift brukes til å redusere andre skatter og avgifter. Regjeringens virkemiddelstrategi illustreres i figur 11 under:





Figur 11: Virkemidler for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp fra transport. Kilde: Meld.St. 13, 2020-2021.

Til sammenligning vil Europakommisjonen i «Fit for 55» benytte seg av avgifter som sitt primære virkemiddel. Produsenter som ikke når det fastsatte målet vil, som tidligere nevnt, møte avgifter på 95 euro for hver bil og hvert gram CO<sub>2</sub> pr. kilometer som gjennomsnittsutslippet overstiger måltallet. Det er også lagt frem en fremskrivingsbane hvor måltallet for tillatt utslipp blir gradvis senket (European Commission, 2021).

### 3.6 Oppsummerende diskusjon

Elbilandelen av nybilsalget har steget enormt det siste tiåret, og utgjorde 64,5% ved utgangen av 2021. Det er forbi enhver tvil at avgiftsforskjellene mellom elbiler og fossilbiler er markante, og spiller en viktig rolle i denne økningen.

I 3.1 redegjøres det kort for virkemåten og hensikten til Pigou-avgifter og subsidier i miljøpolitikk, med hensyn på transport. Denne delen er av interesse for å forstå mekanismene i miljøpolitikken som leder til vridningseffekter for personbiler. Dette danner bakteppet og fundamentet i avgiftspolitikken rettet mot utslippsreduksjon i ikke-kvotepiktig sektor, som igjen er grunnlaget for elektrifiseringen av bilparken.

Kapittel 3.2 gjennomgår de ulike avgiftene konvensjonelle biler møter. Av de ulike avgiftene er CO<sub>2</sub>-avgiften på drivstoff, og CO<sub>2</sub>-komponenten i engangsavgiften spesielt aktuelle for å skape vridningseffekter i retning nullutslippsbiler. Både vektavgiften og CO<sub>2</sub> avgiften blir beregnet etter en progressiv skala. Dette gjør at ikke alle møter samme satser i engangsavgiften. I drivstoffavgiften vil dette ikke differensiere mellom kjøretøy som benytter fossilt drivstoff.

I kapittel 3.3 utredes de ulike elbilfordelene grundigere. Fritaket fra MVA er fremhevet for sin opphøyede viktighet som fordel. Fjerning av dette fritaket vil ha en klar innvirkning på erstatningsbeslutningen mellom fossil- og elbil. I det reviderte statsbudsjettet, som ble lansert 12. mai. 2022, foreslår regjeringen å avvikle dette fritaket og erstatte det med subsidiering av elbiler under 500 000 kr (Regjeringen, 2022). Dersom dette blir vedtatt gir dette en klar signaleffekt om at fordelene skal nedtrappes, og at dette kan forekomme raskere enn tidligere forventet.

Elbiler med stor rekkevidde har ofte også høy vekt. En innføring av engangsavgift på elbil basert på vekt, kan medføre vridningseffekter i uønsket retning for det overordnede klimamålet. Dette grunnet at elbil som primærbil blir mindre attraktivt og at lettere elbiler gjerne ikke har ønsket rekkevidde. På den andre siden er tunge elbiler store forurensere på alle andre punkter enn CO<sub>2</sub>, og bør dermed avgiftsbelegges.

Vekt har også konsekvenser for energiutgiftene som vi ser i kapittel 3.4. Det foreligger spesifikke utslippsmål med hensyn på vekt for fossilbiler, som har bidratt til at de gjennomsnittlige energiutgiftene for fossile drivstoff har hatt en nedadgående kurve i perioden 2012-2016, og mest sannsynlig også etter dette. Dette foreligger ikke for elbiler og vi kan tenke oss at energiutgiftene er stigende, som følge av høyere vekt og økt rekkevidde.

Elbiler er på den annen side langt mer effektiv i å konvertere energi til kjørekraft. Dette vises også i figur 7 med at elbiler ligger på et betydelig lavere energinivå. Fremtidige teknologiforbedringer kan gi langt mer energieffektive fossilbiler enn i dag, og størrelsen på avgiftene de møter gir også insentiv til dette. Som eksempelet med Skoda Oktavia viser, kan denne utviklingen være langt på vei allerede. Dette fremheves også av Kim et.al, 2003 som en viktig faktor som påvirker optimal levetid for kjøretøy.

Kapittel 3.5 gir en oversikt over nåværende tiltak og målsetninger, samt potensielle virkemidler for å nå gitte målsetninger. Denne oppgaven setter søkelys på personbiler og ser derfor vekk fra omsetningskrav for biodrivstoff som virkemiddel.

## 4. Et teoretisk rammeverk

I det teoretiske rammeverket vil det settes det opp en modell for å diskutere mekanismene som påvirker utskiftningsbeslutningen av bil. Her vil både karakteristikene som preger valg av kjøretøy samt tidspunktet for utskifting bli diskutert. Målsettingen er å skape et rammeverk som kan diskutere hvordan eksterne effekter vil påvirke denne utskiftningsbeslutningen.

### 4.1 Modell

Vi vil nå sette opp en enkel dynamisk modell, utviklet i samarbeid med professor Eirik Schrøder Amundsen, for å fange opp mekanismene i utskiftningsbeslutningen, hvor erstatningstidspunkt vil være en endogen variabel. Vi betrakter utskiftningsbeslutningen for et representativt individ. Modellen sikter på å studere konsekvensene av abrupte endringer for utskiftningsbeslutningen av bil. Vi skal bruke dette rammeverket til å studere ulike foreslåtte avgiftsendringer, samt mulige forbud mot nybilsalg av fossilbiler.

Utgangspunktet for modellen vil være et representativt individ, i klassen for mellomstore familiebil, som innehar en fossilbil i utgangspunktet, men som skal skifte ut denne med en elbil i samme kjøretøysklasse på et tidspunkt. Vi starter med å anta at individet har nytte  $u_i(t)$  av bil i på tidspunkt  $t$ , hvor  $u_i(t) \leq 0$ . Det vil si at bilen har marginalt avtagende nytte for det representative individet. Denne antagelsen er i samsvar med tidligere diskusjoner om nyttetap av varige goder over en livssyklus. Videre vil netto nytte for et individ av å eie bil i hver periode være summen av nytte fratrukket driftskostnader på ethvert tidspunkt. Nettonytten skrives som  $u_i(t) - c_i(t)$ . Vi antar at driftskostnader øker når bilen blir eldre,  $\dot{c}_i(\tau) > 0$ . Dette skyldes blant annet økt behov for reparasjoner av deler. Dersom vi så setter opp en intertemporal modell for erstatningsbeslutningen av bil, vil denne se slik ut:

$$\begin{aligned} \text{Max} \int_0^{\tau} (u_i(t) - c_i(t))e^{-\delta t} dt + S_i(\tau)e^{-\delta\tau} - B_j(\tau)e^{-\delta\tau} \\ + \int_{\tau}^T (u_j(t) - c_j(t))e^{-\delta t} dt + E(T)e^{-\delta T} \quad (4.1) \end{aligned}$$

Modellen tar formen til en lineær Riemann-integralfunksjon. Integralet er definert dersom  $0 < \tau$  og  $\tau < T$ .  $S_i(\tau)$  betegner salgspris for bil i på tidspunkt  $\tau$ . Ettersom biler opplever verdifall utover levetiden vil  $\dot{S}_i(\tau) < 0$ .  $B_j(\tau)$  representerer kjøpspris for den nye bil,  $j$ , på tidspunkt  $\tau$  hvor vi antar at kjøpesum for nybil overstiger salgssum for gammel bil,  $B_j(t) >$

$S_i(t)$ .  $E(T)$  gir oss nåverdien av alle fremtidige bileierskap på tidspunkt  $T$ . Dette leddet gir oss også skrapverdien av fremtidig bilhold. Det er en skarp antagelse at denne er uavhengig av  $\tau$ . Dette kan tenkes å holde på lang sikt, men er usannsynlig å holde på kort sikt. Som nevnt i kapittel 2.1 argumenterte Rust, 1986 for at brukmarkedet leder til endogen vraking, som gir en endogen distribusjon av biler over et livsløp.

Diskonteringsraten er gitt ved  $\delta$  og utskiftningstidspunktet er  $\tau$ . Videre setter vi  $e^{-\delta t}$  for diskonteringsfaktoren. Dette er altså den inverse av den kontinuerlige diskonteringsraten. Jo lavere denne faktoren er, jo raskere vil individet erstatte bilen. Dette er en eksponentiell diskonteringsregel under kontinuerlig tid, som viser at den marginale substitusjonsraten mellom erstatning i periode  $\tau$  og periode 0 avhenger av differansen på nettonytte mellom de to punktene. Preferanser er konstante her. Den matematiske konstanten «e» er også kjent som Eulers tall. Den tilsvarer 2.71828 som er en base for naturlige logaritmer. Dette grunntallet kan også defineres slik:

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

Det første integralet viser forholdet mellom nettonytten av bilen og forholdet mellom salgsverdi for gammel bil og kjøpspris for ny bil. Det andre integralet viser forholdet mellom nettonytten av den nye bilen pluss nåverdien av alle fremtidige bileierskap. Det er viktig å notere seg at vi skiller mellom de to integralene fordi nyttenivået til konsumenten nullstiller seg på erstatningstidspunktet,  $\tau$ .

For at dette uttrykket skal gi mening, går vi ut fra at:

$$\int_0^{\tau} (u_i(t) - c_i(t))e^{-\delta t} dt + S_i(\tau)e^{-\delta \tau} > 0 \quad (4.2)$$

Det vil si at diskontert nytte minus driftskostnader pluss diskontert salgspris på utskiftningstidspunktet må være et positivt tall. At dette uttrykket er positivt viser at individet har positiv nytte av å selge bilen innenfor det gitte intervallet. Vi vet at salgsprisen er synkende innenfor intervallet, og at nettonytte er synkende for bil  $i$ . Et positivt uttrykk viser derfor at det representative individet fortsatt har positiv nytte av bil  $i$ . Dersom (4.2) er negativ vil individet ha negativ nytte av bilen. Man kan dra argumentet om at individet da ville erstattet bilen på et tidligere tidspunkt.

Vi antar også at:

$$-B_j(\tau)e^{-\delta\tau} + \int_{\tau}^T (u_j(t) - c_j(t))e^{-\delta t} + E(T)e^{-\delta T} > 0 \quad (4.3)$$

Dette uttrykket slår fast at, alt diskontert, kjøpesummen pluss nettonytte fra utskiftningstidspunkt til sluttperiode pluss nåverdi av alle fremtidige bileierskap, må være et positivt tall. Dersom (4.3) er et negativt tall vil ikke individet kjøpe en ny bil.

For å kunne si noe om mekanismene til modellen, det vil si, hvordan de ulike leddene oppfører seg, må vi derivere og finne førsteordens- og andreordensbetingelsene. Førsteordensbetingelsen finner vi ved å derivere funksjonen med hensyn på  $\tau$ .

For å finne førsteordensbetingelsen tar vi utgangspunkt i Leibniz' formel (Sydsæter et.al, 2006. s.59) for bestemte integraler. Ettersom vi betrakter perioden opp mot utskiftningsbeslutningen, altså fra periode 0 til periode  $\tau$ , kan vi forenkle Leibniz' formel og skrive

$\frac{\sigma}{\sigma\tau} = \int_0^{\tau} f(t)dt = f(\tau)$ , hvor  $f(t)$  er et samlebegrep for  $u_i(t) - c_i(t)$ . Vi benytter tilsvarende metode også på resten av ligning (4.1). Vi kan formulere førsteordensbetingelsen (FOB) som:

$$\begin{aligned} (u_i(\tau) - c_i(\tau))e^{-\delta\tau} - (\delta S_i(\tau) - \dot{S}_i)e^{-\delta\tau} + (\delta B_j(\tau) - \dot{B}_j)e^{-\delta\tau} - (u_j(\tau) - c_j(\tau))e^{-\delta\tau} \\ = 0 \quad (4.4) \end{aligned}$$

Vi får nå formulert nytte og kostnader som funksjon av utskiftningstidspunktet. Leddet  $-(\delta S_i(\tau) - \dot{S}_i)e^{-\delta\tau}$  gir oss salgsprisen på utskiftningstidspunkt, ganget med diskonteringsrenten minus endringen i salgsprisen, ganget med diskonteringsfaktoren. Diskonteringsrenten her kan vi her tenke på som:  $\delta = \frac{i}{1+i}$ , hvor  $i$  er nominell rente. Vi vet at denne er negativ. Dette er fordi vi har invertert den kontinuerlige diskonteringsraten. Vi reverserer prosessen og finner nåverdien for konsumenten. Dette er fordi vi ønsker å finne ut når konsumenten erstatter, og ikke nytten konsumenten får når han erstatter.

Dette kan vi omformulere til et ryddigere uttrykk:

$$\left( (u_i(\tau) - u_j(\tau)) - (c_i(\tau) - c_j(\tau)) - \delta (S_i(\tau) - B_j(\tau)) + (\dot{S}_i(\tau) - \dot{B}_j(\tau)) \right) = 0 \quad (4.5)$$

Første ledd er nytten av den originale bilen fratrukket nytten av den nye bilen. Dette leddet vil være negativt. Det andre leddet er driftskostnader fra gammel bil fratrukket driftskostnader ved ny bil, som da vil bli et negativt ledd. Vi ser riktignok at det er negativt fortegn foran slik at dette leddet blir positivt. Tredje leddet viser det diskonterte forholdet mellom salgpris og

kjøpspris, som også er et negativt ledd med negativt fortegn og det siste leddet er forholdet mellom grenseverdien til salgspris og grenseverdien til kjøpspris, som vil være negativt. Det vil si at vi får to positive og to negative ledd som summeres til 0. Dette er en forutsetning for førsteordensbetingelsen ettersom vi finner stasjonærpunkt.

Vi betrakter en dynamisk modell. Det vil si at vi ser på hvordan modellen utvikler seg over tid. Variabler som holder seg konstante over tid er derfor av liten interesse. Vi kan anta at  $u_j(\tau)$ ,  $c_j(\tau)$ ,  $B_j(\tau)$  er konstante. Dette er altså nytten av å ha ny bil det første året, driftskostnad av ny bil det første året og prisen på ny bil. Vi kan nå skrive FOB slik:

$$((u_i(\tau) - u_j) - (c_i(\tau) - c_j) - \delta(S_i(\tau) - B_j) + \dot{S}_i(\tau) = 0 \quad (4.6)$$

Nå har vi en mer oversiktlig FOB. Vi kan da også skrive andreordensbetingelsen (AOB). Dette gjør vi ved å gjenta derivasjonen med hensyn på  $\tau$ . Den vil se slik ut:

$$\dot{u}_i(\tau) - \dot{c}_i(\tau) - \delta\dot{S}_i(\tau) + \dot{S}_i(\tau) < 0 \quad (4.7)$$

Det første leddet,  $\dot{u}_i(\tau)$  gir dynamisk nytte av nåværende bil. Denne vil altså være lik eller mindre enn 0.  $\dot{c}_i(\tau)$  vil være stigende, og derfor ha en negativ verdi grunnet negativt fortegn. Dette er utviklingen i driftskostnader for nåværende bil, som vil stige med alderen på bilen. Det tredje leddet gir den diskonterte utvikling i salgssum for nåværende bil. Dette leddet vil bli negativt. Det siste leddet som er utviklingen i salgssum for nåværende bil vil være positivt, men avtagende. Andreordensbetingelsen krever at summen av nyttetap og økning i driftskostnader ved å utsette erstatningsbeslutningen én ekstra periode må være større enn gevinsten ved redusert diskonteringstap og redusert verdifall på gammel bil ved å utsette utskiftningsbeslutningen én periode. Andreordensbetingelsen gir oss krumningen til modellen som her er konkav. Tolkningen av dette er at stasjonærpunktet vi finner, altså utskiftningsbeslutningen vil være et maksimumspunkt.

## 4.2 Komparativ statistikk

For å fange opp mekanismene i utskiftningsbeslutningen må vi se nærmere på adferden til de ulike variablene, det vil si, komparativ statistikk. Vi starter med å betrakte kjøpesum for ny bil. Vi antar derfor her at elbiler, som er aktuell nybiltype, skifter oppover i pris. Vi ønsker da å se hvordan dette påvirker erstatningsbeslutningen til konsumenten. Dersom vi deriverer (4.6) med hensyn på kjøpesum på ny bil får vi:

$$\frac{d\tau}{dB_j} = - \frac{\delta}{\dot{u}_i(\tau) - \dot{c}_i(\tau) - \delta \dot{S}_i(\tau) + \dot{S}_i(\tau)} > 0 \quad (4.8)$$

Uttrykket kan også skrives som:  $\frac{\delta}{AOB}$ , hvor  $\delta$  er den direkte effekten av kjøpesummen på erstatningstidspunktet og AOB er krumningen på kurven. Vi ser her at erstatningstidspunktet blir senere når det koster mer å kjøpe ny bil.

Nevneren tilsvarer AOB som vi vet at er negativ. Når dette leddet synker ytterligere, altså at summen av nyttetap og økte driftskostnader stiger i absoluttverdi, vil effekten av pris på ny bil på utskiftningsbeslutning være mindre. Tilsvarende vil en økning i diskonteringsrenten, altså telleren, øke effekten av pris på ny bil på erstatningsbeslutningen. Dette fordi konsumenten vektlegger nåtiden høyere og diskonterer fremtiden i større grad.

Diskontering omhandler verdsetting av fremtiden, og en høyere diskonteringsfaktor vil gjøre fremtidens konsum av bil mindre verdt i periode 0. Diskonteringsrenten er en representasjon av tidspreferansen.

Vi kan betrakte hvordan endringer i diskonteringsrenten påvirker erstatningsbeslutningen. Vi ser at tilsvarende som i (4.8), vil nevneren være lik AOB. Vi får nå forholdet mellom salgsprisen for gammel bil og kjøpesummen for ny elbil på erstatningstidspunktet som teller i uttrykket. Den generelle tolkningen er at en økning i diskonteringsrenten, utsetter erstatningskjøpet. Dette kan vi også vise slik:

$$\frac{d\tau}{d\delta} = \frac{S_i(\tau) - B_j(\tau)}{\dot{u}_i(\tau) - \dot{c}_i(\tau) - \delta \dot{S}_i(\tau) + \dot{S}_i(\tau)} > 0 \quad (4.9)$$

Salgsprisen på erstatningspunktet er et positivt tall, det samme er kjøpsprisen på ny elbil. Vi vet at kjøpsprisen for ny bil overstiger salgsprisen på gammel bil, og telleren blir derfor negativ. Sammen med negativ nevner, blir derfor uttrykket positivt. Det vil si, at dersom konsumenten får en økning i sin personlige diskonteringsrente, vektlegger hun nåtiden mer enn fremtiden og kjøper senere, heller enn tidligere. Dette utsetter erstatningsbeslutningen fordi kostnaden ved å bytte bil på kort sikt betyr mer enn fremtidig høyere nytte av ny bil når  $\delta$  øker.

En lavere diskonteringsrente vil påvirke erstatningsbeslutningen i motsatt retning. Dette vises gjennom at  $\delta \dot{S}_i(\tau)$  blir lavere og AOB endrer fortegn.

Dersom kostnadene for nåværende bil,  $c_i(t)$ , skifter oppover, vil  $\tau$  reduseres. Vi har tidligere antatt at individets eksisterende bil er en fossilbil. Dersom det innføres karbonavgift eller andre avgifter rettet mot fossilbiler vil hele kostnadsprofilen skiftes oppover og redusere  $\tau$ .

Dersom kostnadene for ny bil,  $c_j(t)$ , øker vil også  $\tau$  øke. Dette følger samme logikk som ved kjøpspris på ny bil. Når det blir dyrere for individet å erstatte bilen, vil hun utsette utskiftningsbeslutningen.

$$\frac{d\tau}{dc_j} = -\frac{1}{\dot{u}_i(\tau) - \dot{c}_i(\tau) - \delta\dot{S}_i(\tau) + \dot{S}_i(\tau)} > 0 \quad (4.10)$$

Vi kan konstruere en regnemodell for å klargjøre mekanismene ytterligere. Vi gjør nå noen enkle simplifikasjoner. Vi antar at  $u_i(t) = \bar{u}_i e^{-\alpha t}$ ,  $c_i(t) = \bar{c}_i e^{\beta t}$  og at  $S_i(t) = \bar{S}_i e^{-\gamma t}$  slik at  $\dot{S}_i(t) = -\gamma S_i(t)$ . Dette må utdypes litt.

$u_i(t) = \bar{u}_i e^{-\alpha t}$  betyr at nytten til konsumenten av gammel bil starter fra et konstant nivå som utvikler seg etter det eksponentielle leddet  $e^{-\alpha t}$ .  $\alpha$  symboliserer her nyttereduksjonsraten. Den vil ha negativt fortegn ettersom nytteverdien synker utover levetiden til kjøretøyet.

$c_i(t) = \bar{c}_i e^{\beta t}$  betyr at driftskostnadene til konsumenten er et konstant nivå som øker eksponentielt, hvor  $\beta$  representerer kostnadsveksten til gammel bil.  $\beta$  har positivt fortegn ettersom driftskostnadene vil stige utover levetiden til kjøretøyet.

$S_i(t) = \bar{S}_i e^{-\gamma t}$  betyr at salgsprisen er konstant på verdien av salgsværdi første året, som så synker eksponentielt.  $\gamma$  er salgsprisens verdifall og har derfor negativt fortegn. Salgsprisen synker når bilen blir eldre.

Vi kan derivere med samme fremgangsmåte som tidligere og da skrive førsteordensbetingelsen slik:

$$\bar{u}_i e^{-\alpha\tau} - \bar{c}_i e^{\beta\tau} - (\delta + \beta)\bar{S}_i e^{-\gamma\tau} - u_j + \delta B_j + c_j = 0 \quad (4.11)$$

Vi har forutsatt at  $u_j, c_j$  og  $B_j$  er konstante. Vi kan betrakte flere interessante aspekter ved virkemåten til modellen her. For det første har vi de ulike vekstfaktorene beskrevet ovenfor som gjelder nytte, driftskostnader og salgspris for gammel bil, men ikke for ny bil. Dette er fordi vi betrakter nytten, og driftskostnadene hos ny bil som konstante det første året. For det andre, får vi leddet  $-(\delta + \beta)\bar{S}_i e^{-\gamma\tau}$ . Vi ser da at salgsprisen blir påvirket av både diskonteringsrenten og



vekstraten for driftskostnader, i tillegg til verdifallet til bilen. Vi kan gjenta derivasjonen og finne andreordensbetingelsen:

AOB:

$$-\alpha \bar{u}_i e^{-\alpha \tau} - \beta \bar{c} e^{\beta \tau} + \gamma (\delta + \beta) \bar{S}_i e^{-\gamma \tau} < 0 \quad (4.12)$$

Vi kan se ut fra dette at absoluttverdien av summen av nyttereduksjon og økning i driftskostnader må være større enn verdifallet av rentetap og verditap på bil. Vi ser at også her blir dette en konkav funksjon, som gjør at stasjonærpunktet vi finner er et maksimum.

Videre kan betydningen av kostnader på nåværende bil, på erstatningstidspunktet, nå undersøkes. Dersom det oppstår et positivt sjokk i kostnadsnivået som leder til at det konstante nivået skifter opp,  $\bar{c} \uparrow$ , for eksempel fra  $c_0$  til  $c_1$ , vil dette øke hele kostnadsprofilen, og forsinke erstatningsbeslutningen. Dersom vi endrer antagelsen om konstante driftskostnader, men holder alt annet konstant (Ceteris Paribus) kan vi illustrere en endring i kostnadsnivået formelt. Dette kan skrives slik:

$$\frac{d\tau}{dc_i} = \frac{e^{\beta \tau}}{-\alpha \bar{u}_i e^{-\alpha \tau} - \beta \bar{c} e^{\beta \tau} + \gamma (\delta + \beta) \bar{S}_i e^{-\gamma \tau}} < 0 \quad (4.13)$$

Den direkte effekten av en økning i kostnadsprofilen vil være endringer i kostnadsutviklingen når vi betrakter en dynamisk modell. Den indirekte effekten får vi gjennom andreordensbetingelsen. Teller er positiv og nevner er negativ, slik at uttrykket i sin helhet blir negativt, og erstatningstidspunktet kommer tidligere. Eksisterende bil blir relativt dårligere sammenlignet med alternativet. Sagt med andre ord; alternativkostnaden av å holde bilen blir høyere.

### 4.3 Oppsummering

Av ligning (4.8) får vi at en prisøkning for elbiler vil utsette erstatningstidspunktet for det representative individet. Dette vil bli diskutert grundig i neste kapittel.

Som ligning (4.9) viser, vil dette resultere i en utsettelse av erstatningsbeslutningen. Prisstigning som følge av avgifter kan derimot gi motsatt effekt, dersom konsumenten forventer høyere prisstigning senere. Dersom det innføres 5 prosent merverdiavgift på elbiler i 2023 vil dette øke prisen på biler som rammes av dette. Dersom konsumentene er rasjonelle og vet at dette vil øke til 10 prosent i 2024, kan erstatningstidspunktet bli fremskyndet i stedet for utsatt. Dette er hensyn som ikke blir fanget opp av modellen. Dette hensynet kan også kobles opp mot

konsumentenes subjektive diskonteringsrate. Konsumenter med lavere diskonteringsrente, vil være mer sannsynlige til å erstatte ved prisstigning, dersom ytterligere prisstigninger forventes i fremtiden, enn konsumenter med høyere diskonteringsrente.

Ligning (4.10) viser at når diskonteringsrenten går opp vil erstatningstidspunktet falle på et senere tidspunkt. Diskonteringsrenten er subjektiv av natur og antas å gjelde for et representativt individ.

Ligning (4.11) finner at økte kostnader ved ny bil utsetter erstatningsbeslutningen. Relevante kostnadsfaktorer for ny bil vil da være driftskostnader, vedlikeholdskostnader etc. Ettersom det representative individet bytter fra fossilbil til elbil, vil diskusjonen fokusere på elbil.

Økt pris på strøm, som er drivstofftypen til elbiler, vil øke driftskostnadene. Dette gjelder spesielt om dette oppfattes som et permanent sjokk. Fridstrøm & Østli, 2018 har beregnet priselastisiteten med hensyn på energipriser for 2016, som forklart i kapittel 2.3. Vi kan lese ut fra figur 2 at en økning i strømprisen på ett prosentpoeng, vil redusere elbilsalget med 0,18 prosent. For denne beregningen er gjeldende strømpris i 2016 multiplisert med 2 kWh/mil.

Både elbilandelen og strømprisen har økt markant siden 2016, men vi kan anta at effekten trekker i samme retning. Videre kommer forfatterne frem til at konsumentene tar hensyn til fremtidige energikostnader. Dette er i motsetning til blant annet Hausman, 1979 som hevder at forbrukerne er «nærsynte» med en betydelig høyere subjektiv diskonteringsrente enn markedsrenten.

Opplysningsrådet for veitrafikken publiserte i 2020 en rapport om «Kostnader ved bilhold» som viste at elbiler var billigere i alle segmenter enn sine fossile rivaler. I prisklassen 400 000 kr var elbiler 22 000 kroner billigere, og i 600 000 kr klassen var differansen på 19 000 kroner. Dette forutsetter årlig kjørelengde på 15 000 km (Opplysningsrådet for veitrafikken, 2020). Dersom denne differansen innskrenkes eller forsvinner er det rimelig å anta at erstatningstidspunktet forskyves.

Ligning (4.12) viser at stasjonærpunktet vi finner vil være et maksimumspunkt. Det er viktig å notere seg at det samfunnsøkonomiske optimale erstatningstidspunktet ikke vil bli påvirket av ulik virkemiddelbruk. Det er virkemiddelbruken som benyttes for å nå denne optimale tilpasningen. For enkeltindivider derimot, vil deres optimale erstatningstidspunkt være avhengig av virkemiddelbruk.

Ligning (4.13) viser effekten på erstatningstidspunkt av et positivt skift i driftskostnadene for eksisterende bil. Faktorene som omhandler elbil, forblir konstante. Endringer i fossile avgifter vil påvirke driftskostnader for fossile biler. Dette vil bli diskutert videre i kapittel 6.

## 5. Data

Dette kapitlet sikter på å presentere relevant empiri for modellen presentert i kapittel 4, samt å introdusere relevant data. Empiri er et kraftig verktøy for å forstå økonomiske sammenhenger. Dette handler om å benytte data for å etablere årsakssammenhenger og virkninger mellom ulike drivkrefter. Grunnet manglende data på flere av våre sentrale variabler og parametere vil det ikke bli forsøkt på prediksjonsanalyse eller simulering. Formålet med dette kapitlet er derfor å legge et fundament for videre analyser på dette området.

Vi starter med å finne parameterverdier som er relevant for vår modererte førsteordensbetingelse, i ligning (4.11). Ved hjelp av dette kan vi forhåpentligvis belyse mekanismer i en realistisk førsteordensbetingelse for konsumenters erstatningsbeslutning.

Ved å kvantifisere de ulike effektene som påvirker erstatningsbeslutningen får vi et klarere bilde av virkeligheten. Nytte, driftskostnader og salgspris er definert som konstante og diskonteres inverst i ligning (4.11). Ved å finne estimater på parameterne som styrer de relative utviklingsbanene kan vi derfor si noe konkret om størrelsesordenen. Parametere av særskilt interesse her er henholdsvis  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  og  $\delta$ .

### 5.1 Verditap

Vi ønsker å finne faktiske verdier vi kan benytte for å beskrive det gjennomsnittlige verditapet i fossilbiler. Vi starter altså med å estimere  $\gamma$ . Det vil si verditapet til gammel bil. Verdifallet regnes som den summen du selv kan selge bilen for etter  $n$  år, ikke hva en profesjonell bilforhandler kan selge den for. Tallene benyttet her er hentet fra smartepenger.no (2020), som igjen benytter databasen til Rødboka AS.

Verdifall i prosent	Mot året før	Mot nybilpris
År 1	20%	20%
År 2	14%	31%
År 3	13%	40%
År 4	12%	47%
År 5	11%	53%
År 6	10%	57%
År 7	10%	61%
År 8	10%	65%
År 9	10%	67%
År 10	10%	72%

Tabell 1: Prosentvis verdifall over tid, sammenlignet med originalverdi

Etter det sjettede året vil verdifallet ligge noenlunde konstant på 10 prosent per år. Vi illustrerer her de 10 første årene. Det er viktig å notere seg at anslagene er på hvert punkt rundet til nærmeste hele tall og at det derfor er noe feilmargin. For bruk i modellen kan vi sette parameteren  $\gamma$  som det gjennomsnittlige verditapet som er 10%, eller 0,1.

Dette anslaget er årlig vekstrate, altså vekstraten i diskret tid. Modellen som benyttes er kontinuerlig i natur og vekstratene må derfor transformeres. Den årlige vekstraten i diskret tid finner veksten fra ett år til det neste.

$$\gamma_t = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (4.1)$$

Hvor  $\gamma_t$  betegner vekstraten i år t. Y er den aktuelle variabelen vi studerer. Fra tabellen er det etablert at  $\gamma_t = 0,1$

I tråd med modellen er det mer hensiktsmessig å betrakte tiden som en kontinuerlig variabel. t er nå alle reelle tall  $t \geq 0$ . Dette betyr at vekstraten betraktes på nøyaktig tidspunkt t, og ikke over året t. Sagt på en annen måte studeres ikke endringen i Y mellom t og t+1, men heller den deriverte av Y(t) med hensyn på tiden. For å transformere til kontinuerlig vekstrate bruker vi formelen:

$$\gamma_t = \ln(1 + \gamma_t) = \gamma_t$$

Vi får da at:

$$\ln(1.1) \approx 0,095$$

Det blir da det årlige verdifallet i kontinuerlig tid.

Vi kan betrakte hvordan dette ser ut i kroneverdi med å ta et eksempel med en representativ bil som koster 400 000kr som nybil.

Verdifall nybil	Verdifall i kroner per år	Verdifall samlet
År 1	80 000	80 000
År 2	44 000	124 000
År 3	35 000	159 000
År 4	28 000	187 000
År 5	23 000	210 000
År 6	19 000	229 000
År 7	17 100	246 100
År 8	15 400	261 500
År 9	13 850	275 350
År 10	12 465	287 815

Tabell 2: Verdifall i kroneverdi over tid og samlet verdifall første 10 år.

Jo dyrere bilen er som ny, jo høyere vil verdifallet bli i kroneverdi. Dette er basert på tall fra Rødboka AS fra 2020.

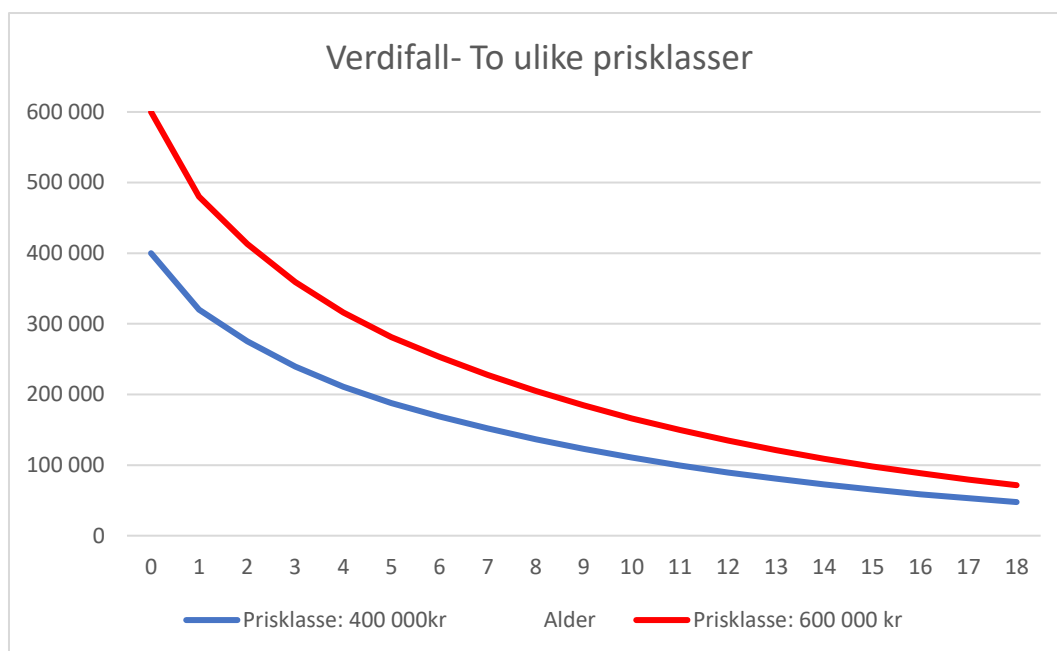
Ved hjelp av enkel omregning kan man finne gjenværende verdi for den representative bilen som en funksjon av alder. Dette kan illustreres slik:

Alder	Verdi	Prosent av startverdi
0	400 000	100%
1	320 000	80%
2	275 200	69%
3	239 424	60%
4	210 693	53%
5	187 517	47%
6	168 765	42%
7	151 889	38%
8	136 700	34%
9	123 030	31%
10	110 565	28%
11	99 508	25%
12	89 558	22%
13	80 602	20%
14	72 642	18%
15	65 287	16%
16	58 759	15%
17	52 883	13%
18	47 595	12%

Tabell 3: Verdifall fra startverdi over gjennomsnittlig levetid for bil, prisklasse 400 000kr

Ettersom dette er beregnet med utgangspunkt i tabell 5.1 vil prosentandelene være lik uavhengig av startverdi på den representative bilen.

Det prosentvise verdifallet vil være likt uavhengig av listepris. Dette kan vi også vise grafisk:



Figur 12: Verdifall for biler- to ulike prisklasser.

Tabellene viser at bilen mister cirka 90 prosent av sin initiale verdi i løpet av et gjennomsnittlig livsløp. Dette er med antagelsen om at det ikke er andre faktorer som trekker opp eller ned verdien. Dette kan være mangler, skader, oppgraderinger og lignende. Dette gjelder for nominelle priser, altså ikke justert for inflasjon.

## 5.2 Kostnadsvekst

Vi ønsker nå å belyse veksten i driftskostnader, eller vedlikeholdskostnader. Vi fortsetter med vår representative bil, som koster 400 000 kr. For å kunne få frem et bestemt uttrykk for parameteren  $\beta$  trenger vi en rekke antagelser. Vi antar at denne bilen er en mellomklassebil, som kjører den gjennomsnittlige årlige kjørelengden per kjøretøy. Videre antar vi et gjennomsnittlig drivstofforbruk per mil kjørelengde og en gjennomsnittlig drivstoffpris for det siste året. Tilsvarende kan vi finne verdier for gjennomsnittlig rentekostnad, trafikkforsikringsavgift, forsikringskostnad, dekk-kostnader, vask, service og reparasjonskostnader.

Vi er interessert i utviklingen fra år til år for det aktuelle kjøretøyet, og ikke det generelle nivået. Vi kan derfor sette noen variabler som konstanter. Vi antar da at kjørelengden, trafikkforsikringsavgiften og drivstoffprisen er konstanter. Kjørelengden vil ikke differere med kjøretøyets alder med mindre funksjonaliteten til kjøretøyet er sviktende. Dersom det representative individet har behov, eller preferanse for å kjøre et spesifikt antall kilometer i året,



vil kjøretøyet bli erstattet dersom det ikke kan tilfredsstille denne preferansen. Trafikkforsikringsavgiften er konstant for alle norske kjøretøy og vil ikke endre seg over tid. Drivstoffprisen er fluktuerende og påvirkes av en rekke eksterne faktorer i makrobildet. Vi betrakter trendutviklingen i drivstoffprisene i neste delkapittel. Diskusjonen som gjelder utvikling i drivstoffpriser, blir tatt i kapittel 6.1.

Vi antar at uobserverbare karakteristikk ved den representative bilen utvikler seg etter en førsteordens autoregressiv prosess. Det vil si at utviklingen blir forklart av tidligere verdier eller andre variabler. Vi setter denne her lik null ettersom vi ikke kan skille de ut direkte fra andre variabler i vår modell. Faktorer som det ikke er mulig å kvantifisere den årlige endringen på, med hensyn på kjøretøyets alder, settes lik null.

En annen viktig antagelse er at verditapet til bilen blir ekskludert fra kostnadsutviklingen. Vi vil da sitte igjen med kostnadspostene: Rentekostnader, forsikring, trafikkforsikringsavgift, drivstoffutgifter, bomstasjon, service, reparasjoner, vedlikehold og dekk. Ettersom vi betrakter dynamiske endringer i kostnadsutviklingen på bil, velger vi å sette søkelys på kostnader relatert til alderen på kjøretøyet. Det vil her bety service, drivstoffutgifter og vedlikehold. Det antas at dekk må skiftes gjennomsnittlig hvert femte år. Ettersom vi antar lik kjørelengde for mellomklasse personbiler vil ikke denne kostnaden være interessant å studere her.

Ifølge SSB sine tall for 2021, er gjennomsnittlig årlig kjørelengde for en personbil 11 288 km (Statistisk sentralbyrå, 2022c). Dette gjør at vi kan finne utviklingen på reparasjonskostnader med hensyn på årlig kjørelengde. Vi illustrerer først en deskriptiv oversiktstabell over reparasjonskostnadene per kjørte kilometer ut fra kilometerstanden.

Km- stand	Reparasjonskostnad per kjørte kilometer
20 000	0,10
30 000	0,15
40 000	0,15
50 000	0,20
60 000	0,25
70 000	0,30
80 000	0,40
90 000	0,60
100 000	0,70
110 000	0,85
120 000	0,85
130 000	0,85
140 000	0,80

Tabell 4: Reparasjonskostnad per kjørte kilometer, kostnadsutvikling basert på kilometerstand. Data hentet fra Smartepenger.no

Etter at bilen har oversteget 140 000 km holdes reparasjonskostnad per kjørte kilometer konstant.

Gjennom SSB sine anslag for gjennomsnittlig årlig reiselengde kan vi da formulere kostnadsutviklingen for en ny bil som blir holdt ut livsløpet. Gjennomsnittsalderen for vrakede biler i 2021 er 18,3 år (Statistisk sentralbyrå, 2022a).

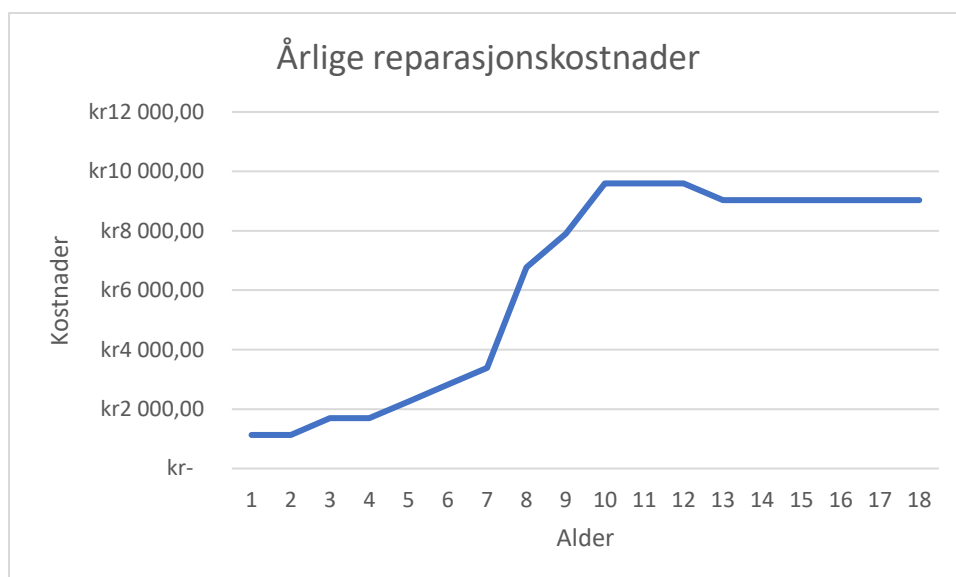
Kostnadene per km flater ut etter den har gått cirka 110 000 km totalt. Dersom vi antar at bilen det representative individet innehar i periode 0 har gått 100 000 km, og holdes på ubestemt tid, kan vi sette reparasjonskostnad per km til 0,8 kroner. Tall fra Statistisk Sentralbyrå, 2022b viser også at gjennomsnittsalderen på personbiler i Norge var 11,6 år ved utgangen av 2021. Dette sier derimot ingenting om antall eiere over denne perioden. Videre viser TØI sine kalkulasjoner ved hjelp av modellen BIG at cirka halvparten av bensin- og dieslbiler fortsatt vil være på veien etter 16-18 år (Fridstrøm & Østli, 2016)

For en bil som erstattes etter 10 år vil gjennomsnittlig kostnad per km være 0,34 kroner per kilometer i snitt. Dersom vi antar vraking etter 18 år, blir den gjennomsnittlige kostnaden 0,55 kroner, og totale reparasjonskostnader lik 111 751,2 kroner.

<b>Alder</b>	<b>Akkumulert årlig kjørelengde (km)</b>	<b>Reparasjonskostnad per km</b>	<b>Årlig reparasjonskostnad</b>
<b>1</b>	11 288	0,10	1 128,80
<b>2</b>	22 576	0,10	1 128,80
<b>3</b>	33 864	0,15	1 693,20
<b>4</b>	45 152	0,15	2 257,60
<b>5</b>	56 440	0,20	2 822,00
<b>6</b>	67 728	0,25	3 386,40
<b>7</b>	79 016	0,30	6 772,80
<b>8</b>	90 304	0,60	7 901,60
<b>9</b>	101 592	0,70	9 594,80
<b>10</b>	112 880	0,85	9 594,80
<b>11</b>	124 168	0,85	9 594,80
<b>12</b>	135 456	0,85	9 030,40
<b>13</b>	146 744	0,80	9 030,40
<b>14</b>	158 032	0,80	9 030,40
<b>15</b>	169 320	0,80	9 030,40
<b>16</b>	180 608	0,80	9 030,40
<b>17</b>	191 896	0,80	9 030,40
<b>18</b>	203 184	0,80	9 030,40

*Tabell 5: Utvikling i reparasjonskostnader i kroneverdi over et gjennomsnittlig livsløp for bil.*

Det er viktig å notere seg at mange biler har nybilgaranti på enten fem eller syv år. Det betyr at de har lite eller ingen reparasjonskostnader i dette tidsrommet (Smartepenger.no, 2020). Reparasjonskostnader vil også fluktuere stort over ulike bilmodeller, samtidig som skille mellom reparasjonskostnader og servicekostnader i beste fall er diffust. Anslagene som presenteres her sikter derfor på å gi et deskriptivt bilde på utviklingsmønsteret over tid.



Figur 13: Utvikling i årlige reparasjonskostnader over bilens levetid.

Figur 13 viser utviklingen over bilens levetid. Med gjennomsnittlig kjørelengde vil det bli en bratt kostnadsøkning etter år 7.

Vi vet nå at reparasjonskostnadene øker drastisk rundt år 7 i bilens levetid. Det er også da naturlig å betrakte hvordan sannsynligheten for landeveishavari, eller «breakdowns» utvikler seg med bilens levetid. En case-studie av frekvensen til landeveishavari i New South Wales, Australia mellom 2012 og 2016 (Chand et.al, 2020), studerer årsakene til dette. De legger lite vekt på bilens alder, men finner blant annet at nærhet til store byer er positivt korrelert med høyere frekvens av landeveishavari. Dette skyldes at folk kjører og jobber mer, og bruker mindre tid på vedlikehold. Dette er i tråd med tabell 5 og 6 som peker på at reparasjonskostnadene øker med kilometerstanden. Forfatterne peker også på at nyere modeller har en større andel elektroniske komponenter som sliter mer på batteriet.

Selv om bilens alder ikke blir studert i detalj her, kan vi likevel finne deskriptiv statistikk fra undersøkelsen som omhandler dette:

<b>New South Wales (2012-2016)</b>	<b>Frekvens</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>Standard avvik</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Frekvens landeveishavari</b>	Månedlig	60	81	0	416
<b>Tot. registrerte kjøretøy (i 10 000)</b>	Årlig	17,81	5,74	8,17	34,81
<b>Prosentandel under 5 år</b>	Årlig	24,99	4,52	17,00	38,91
<b>Prosentandel mellom 5 og 10 år</b>	Årlig	28,60	2,48	24,14	34,88
<b>Prosentandel eldre enn 10 år</b>	Årlig	46,40	6,44	33,23	57,50
<b>Prosentandel bensin</b>	Årlig	80,81	7,40	64,29	91,25
<b>Prosentandel diesel</b>	Årlig	17,15	7,40	7,20	35,38

Tabell 6: Deskriptiv statistikk for landhaveri i New South Wales, 2012-2016. Data hentet fra Chand et.al 2020.

Fra tabellen ser vi at 46.40 prosent av landeveishavari er fra biler som er eldre enn 10 år, med maksverdi årlig på 57.5 prosent og minimumsverdi på 33.23 prosent. Nesten 81 prosent av antall landeveishavarier i denne perioden stammer fra bensinbiler. Det trenger ikke å bety annet enn at de fleste personbilene i området var bensinbiler i denne perioden.

Fra Chand et.al (2021) finner vi også lignende data som konsentrerer seg om «Greater Sydney» som er det mest tettbefolkede området i New South Wales. Dette er interessant å betrakte ettersom dette datasettet bare betrakter kjøring i nærhet til en storby.

Greater Sydney (2012-2016)	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
Gjennomsnittlig havarilengde (min)	52,17	23,89	25,91	151,92
Tot. antall havarier i perioden	1653	1766	66	8971
Totalt antall kjøretøy ( i 10 000)	6,18	2,65	2,08	11,65
Prosentandel bensin	0,86	0,04	0,76	0,90
Prosentandel diesel	0,12	0,03	0,07	0,21
Prosentandel under 5 år	0,28	0,05	0,19	0,43
Prosentandel mellom 5 og 10 år	0,31	0,02	0,25	0,34
Prosentandel eldre enn 10 år	0,42	0,06	0,31	0,54

Tabell 7: Deskriptiv statistikk for landhaveri i Greater Sydney Metropolitan Area, 2012-2016. Data hentet fra Chand et.al 2021.

Denne undersøkelsen viser også at eldre biler bryter ned med høyere frekvens enn nyere biler. 28 prosent av landhaverier i perioden var yngre enn 5 år, 31 prosent var mellom 5 og 10 år, og 42 prosent var eldre enn 10 år. Også dette samsvarer godt med utviklingen i reparasjonskostnader, som illustrert i figur 13. Andelen av biler som er eldre enn 10 år har sunket med 4.2 prosent fra tabell 8. Dette kan skyldes at folk kjører mer nær storbyer. Dette er interessant med tanke på videre forskning ettersom sannsynligheten for landhaveri kan tenkes å være relevant for erstatningsbeslutningen av bil.

### 5.3 Drivstoffavgifter

Vi ønsker å finne et anslag for utviklingen i drivstoffavgifter for eksisterende bil. Vi antar at eksisterende bil er en fossilbil, men har ikke presisert hvorvidt denne bilen går på bensin eller diesel. Vi må derfor undersøke både kostnadsutvikling og prisutvikling for både bensin- og diesel her. Først lager vi en oversikt over kostnadsutviklingen for bensin:

År	Ordinær avgift	CO2 avgift	Bensin	Sum
2000	434	94		528
2001	406	72		478
01.07.2001	374	72		446
2002	381	72		453
2003	389	75		464
2004	396	76		472
2005	403	78		481
2006	410	79		489
2007	417	80		497
2008	428	82		510
2009	446	84		530
2010	454	86		540
2011	462	88		550
2012	469	89		558
2013	478	91		569
2014	487	93		580
2015	487	95		582
2016	499	97		596
2017	519	104		623
2018	517	116		633
2019	525	118		643
2020	491	126		617
2021	501	137		638
2022	495	178		673

Tabell 8: Årlig avgiftsutvikling for bensin. Hentet fra: Skatteetaten, 2022; Drivstoff Norge, 2022

I tillegg vil MVA bli tillagt utsalgsprisen. Merk at tabellen er oppgitt i øre per liter. Tilsvarende kan vi formulere en lik tabell for diesel. I kroneverdi kan vi se at det foreligger kostnader på totalt 6,73 kroner per liter i 2022 ved siste måling i datasettet. Den samlede CO2- avgiften for bensin er 769 kroner per tonn CO2, opp fra 591kr i 2021 (Regjeringen, 2021).

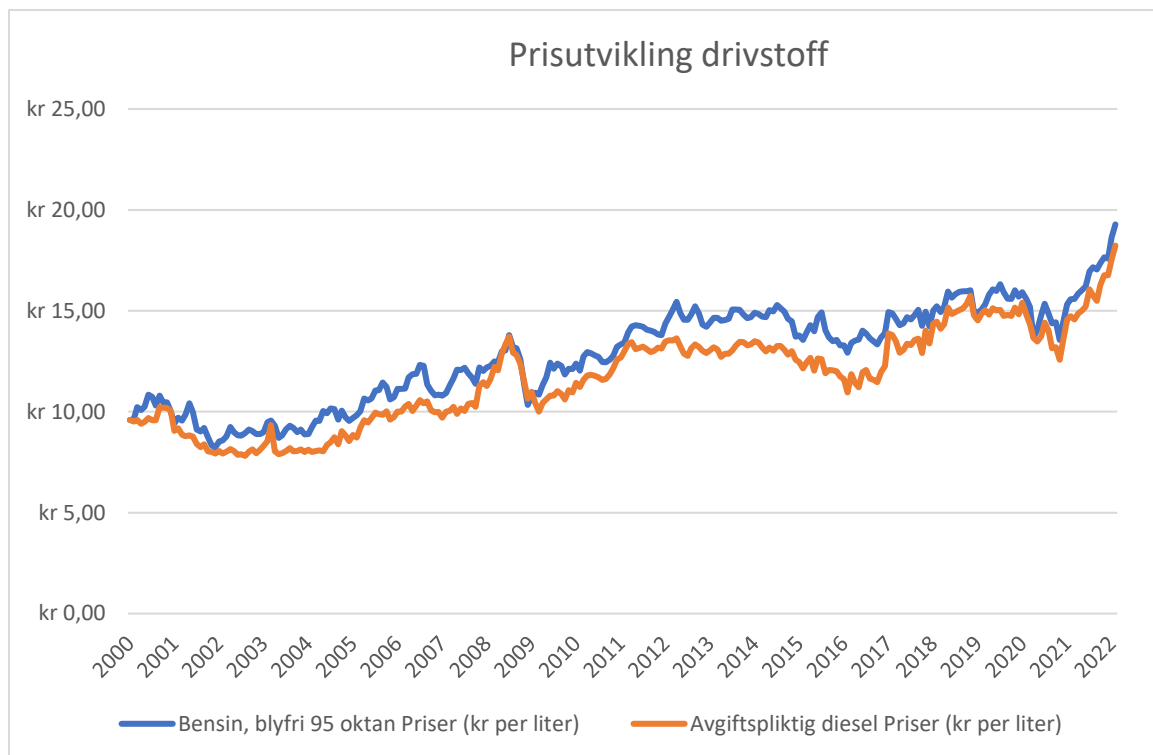
For diesel vil utviklingen være relativt lik. Her finner vi at «sluttverdien» er 5,57 kroner per liter.

År	Ordinær avgift	CO 2 avgift	Sum
2000	374	47	421
01.07.2000	354	47	401
2001	304	48	352
01.07.2001	272	48	320
2002	277	49	326
2003	283	50	333
2004	288	51	339
2005	297	52	349
2006	302	53	355
2007	302	54	356
2008	330	55	385
2009	350	57	407
2010	356	58	414
2011	362	59	421
2012	368	60	428
2013	375	61	436
2014	382	62	444
2015	336	109	445
2016	344	112	456
2017	380	120	500
2018	375	133	508
2019	381	135	516
2020	362	145	507
2021	358	158	516
2022	352	205	557

Tabell 9: Årlig avgiftsutvikling for diesel. Hentet fra: Skatteetaten, 2022; Drivstoff Norge, 2022

Også her vil MVA bli tillagt utsalgsprisen. Slik at kostnadene vil overstige summene gitt i tabellene. Vi finner også prisutviklingen i de to drivstoffene i fokus. Dette kan vi illustrere slik som dette:





Figur 14: Prisutvikling drivstoff- bensin- og diesel. Hentet fra Statistisk sentralbyrå, 2022d

Her ser vi at prisene følger hverandre relativt tett. Bensin har ligget marginalt høyere i lange perioder, men dette ser ut til å endre seg. Dette samsvarer godt med kostnadsutviklingen vi har betraktet. Høyere bensinavgifter gjør diesel relativt mer attraktivt. Det følger av Transportøkonomisk institutt sine kalkulasjoner at en én prosents økning i prisen på bensinbiler vil gi 0,51 prosent økning i dieselsalget (Fridstrøm & Østli, 2018). Tilsvarende vil det motsatte resultere i en 0,64 prosent økning i salget av bensinbiler.

Vi er primært interessert i trendveksten hos de ulike fossile drivstoffene. Dette er fordi sykliske endringer i drivstoffprisene, som følge av eksterne sjokk, kan gi oss skjeve estimater for den generelle utviklingen.

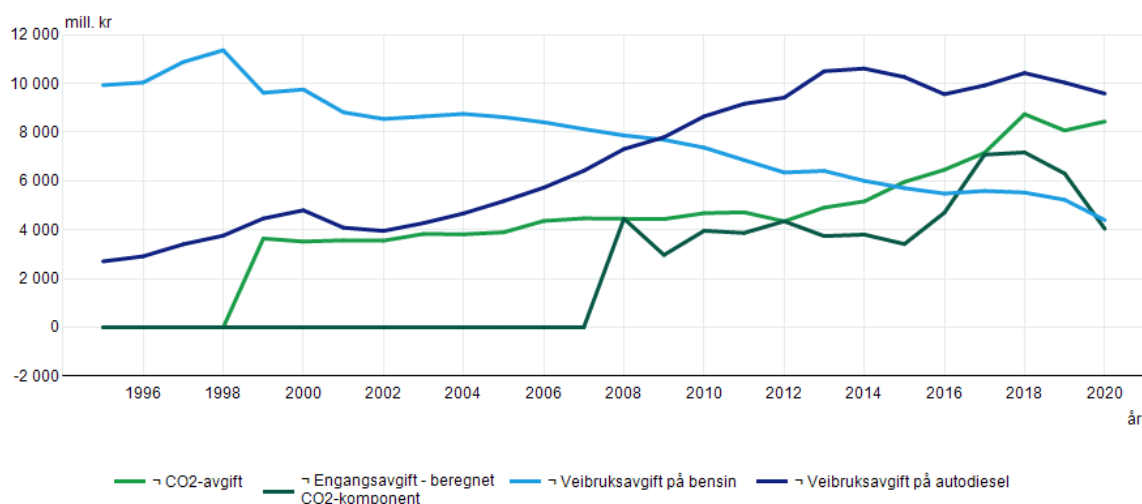
Ved hjelp av Hodrick-Prescott filteret kan vi beregne gjennomsnittlig trendvekst i perioden. Hodrick- Prescott filteret, også referert til som HP-filteret er et filter for å isolere trenden fra de sykliske svingningene over tid. Gjennomsnittlig trendvekst ble estimert ved å beregne årlige endringer ut fra HP-verdiene, og deretter ta gjennomsnitt av dette. Vi fikk da følgende verdier:

Trendvekst	Årlig	Kontinuerlig
Trendvekst Bensin	0,0295	0,0290
Trendvekst Diesel	0,0270	0,0267
Felles trendvekst	0,0282	0,0279

Tabell 10: Trendvekst drivstoff, årlig og kontinuerlig

Vi kan bruke denne trendveksten som parameter for drivstoffutviklingen. Trendveksten er kalkulert for tidsrommet januar 2000- februar 2022. Dersom man transformerer dette til kontinuerlig vekst, blir felles trendvekst lik  $\ln(1 + 0,028243) = 0,0279$ .

Vi kan også finne den grafiske utviklingen i CO<sub>2</sub>- avgift, CO<sub>2</sub>-komponent i engangsavgift, og veibruksavgifter gjennom SSB sin statistikkbank:



Figur 15: Miljøavgifter etter avgiftstype, 1996-2020. Hentet fra Statistisk sentralbyrå, 2021c

Vi ser her at CO<sub>2</sub>-avgiften er økende, men at CO<sub>2</sub>-komponenten i engangsavgiften er synkende. Samtidig er veibruksavgiften synkende for både bensin og diesel.

Ved å komme med noen forenknelde antagelser kan vi produsere et anslag på hvordan en økning i CO<sub>2</sub>-avgiften for drivstoff vil påvirke totale driftskostnader.

Ettersom det er vanlig med fem års garanti, betrakter vi en seks år gammel mellomklassebil. Vi antar 400 000 kr som nybilpris, at den kjører gjennomsnittslengden per år ( tabell 6) og bruker 0,7 liter bensin per mil. Vi antar en bensinpris på 20 kroner og at ordinæravgiften for både bensin- og diesel holdes konstant. Vi ser vekk fra servicekostnader, dekk-kostnader, bompenger, engangsavgift og eventuelle nedbetalinger på billån. Fra tabell 2 og tabell 6 ser vi at verdifallet utgjør 19 000 kr og reparasjonskostnadene utgjør 2 822 kr. Vi vet fra kapittel 3.2 at trafikksikringsavgiften utgjør 2 975 kr.

Vi setter opp en tabell for å illustrere virkningen til en økt CO2-avgift på bensinprisen:

Økning CO2-avgift	0%	10%	20%	30%	50%	100%
Årlig kjørelengde (mil)	1128,8	1128,8	1128,8	1128,8	1128,8	1128,8
Verdifall (kr)	19 000	19 000	19 000	19 000	19 000	19 000
Trafikkforsikringsavgift	2 975	2 975	2 975	2 975	2 975	2 975
CO2- avgift (kr per liter)	1,78	1,96	2,14	2,31	2,67	3,56
Ordinæravgift	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95
Liter per mil	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Pumpepris	20,00	20,18	20,36	20,54	20,90	21,79
Årlig bensinkostnad	15 803,20	15 943,85	16 084,50	16 228,31	16 511,18	17 214,43
Sum årlig kostnad	40 600,20	40 740,85	40 881,50	41 025,31	41 308,18	42 011,43

Tabell 11: Effekten av økt CO2-avgift på driftskostnader for en seks år gammel mellomklassebil

Tabellen viser at økningen i driftskostnader blir lik økningen i årlig drivstoffkostnad. En 100 prosent økning i gjeldende CO2-avgift for bensin vil lede til 1 411,23 kr høyere bensinkostnad per år med tilsvarende økning i driftskostnader. Økt pumpepris kan lede folk til å kjøre mindre og kortere strekninger, slik at den årlige kjørelengden kan synke med økende pumpepris. Hele kostnadsprofilen for nåværende bil blir justert opp, mens alternativet, som er elbil, forblir likt. CO2-avgiften for diesel vil ha tilsvarende effekt. Det gjør det mer attraktivt å bytte.

I dette kapittelet har vi lokalisert deskriptiv statistikk og dataelementer som er viktig for en empirisk analyse. Formålet med kapittelet har dermed vært å skape en større forståelse for underliggende mekanismer som påvirker vår modell, og å legge et fundament for videre analyser på dette området.

## 6. Drøfting

I dette kapitlet knyttes trådene sammen, og teoretisk rammeverk, modell og offentlig politikk blir koblet sammen for å drøfte hva som skjer med erstatningsbeslutningen ved ulike endringer.

Vi ønsker blant annet å diskutere forbud mot nybilsalg av fossile biler, som skissert gjennom Meld. St.33, NTP 2016-2017, fra 2025, og gjennom EUs «Fit for 55» fra 2035. Videre vil skjerping og innføring av spesifikke avgifter og lettelser bli drøftet opp mot modellen.

### 6.1 Økte fossilavgifter

I ligning (4.13) illustrerte vi at økte driftskostnader for eksisterende bil vil fremskynde erstatningsbeslutningen. Økte fossilavgifter vil videre øke prisen på drivstoff og dermed driftskostnadene til fossile biler. Kalkulasjonene til Fridstrøm & Østli, 2018 viste at en økning på ett prosentpoeng i drivstoffprisene vil gi en 0,62 prosent økning i elbilsalget, som illustrert i figur 2.

Drivstoffprisene er bygget opp av tre hovedkomponenter: Innkjøpspris, avgifter og bruttoavance (Drivkraft Norge, 2019). En huskeregel er at avgifter utgjør cirka 60 prosent, innkjøpspris utgjør cirka 30 prosent og bruttoavance utgjør cirka 10 prosent, historisk sett (Lindin, 2022). Bruttoavance er hva drivstoffselskapene sitter igjen med etter at avgifter og innkjøpspris er trukket fra. Oljeprisen påvirker innkjøpsprisen til drivstoffkjedene. Dette gjør at bensin- og dieselpriene ofte øker som følge av internasjonale uroligheter når tilbudet eller etterspørselen av olje blir rammet. Innkjøpsprisens andel i drivstoffprisene kan også stige som følge av dette.

Dersom pumpeprisen på bensin er på 20 kroner, vil avgiftene på bensin pluss moms, som er 20 prosent av utsalgspris, utgjøre 54 prosent av prisen. Dersom avgiftene stiger som følge av økt CO<sub>2</sub>-avgift vil ikke andelen av prisen nødvendigvis stige, men pumpeprisen i seg selv vil stige.

Tabell 11 viser hvordan økninger i CO<sub>2</sub>-avgiften for bensin vil påvirke pumpeprisen og totale driftskostnader. Forklart i kapittel 5.3 vil økningen i årlige bensinkostnader være proporsjonal med økningene i totale driftskostnader ved konstant kjørelengde. Økt pumpepris som følge av økt CO<sub>2</sub>-avgift vil i midlertidig kunne skape vridningseffekter mot mindre kjøring og alternative transportmetoder. Nettoeffekt på driftskostnadene av en økning i fossile avgifter kan derfor tenkes å avhenge av substitusjonsgraden mot andre transportmidler.

Årlig kjørelengde vil variere mellom ulike individer, men også over geografiske områder (Chand et.al, 2021). Videre vil reparasjonskostnader, liter per mil og verdifall kunne differere mellom ulike kjøretøy. De numeriske verdiene som presenteres i tabell 11 er derfor av lite relevans.

Utviklingstrenden som illustrert over har allerede forekommet i Norge og en rekke andre land i årevis. Som illustrert i kapittel 5., har CO2 avgiften for bensin økt fra 0,89 til 1,78 kroner per liter de siste 10 årene (2012-2022). For diesel er økningen fra 0,6 til 2,05 kroner per liter i samme periode. Det er viktig å bemerke at ordinæravgiftene har blitt redusert de siste årene som vil ha en dempende effekt på prisøkningen.

Dette er en av de viktigste virkemidlene for å elektrifisere bilparken som forklart i kapittel 3. Grunnet det overordnede klimamålet vil skattleggingen og ellers korrigerende av negative eksternaliteter fortsette. Dette underbygges av gjeldende politikk om at CO2-avgiften skal øke frem til 2000 kr per tonn CO2 innen 2030 (Regjeringen, 2021). En økning til 2000 kr per tonn CO2 vil tilsi videre økning i CO2-avgiften i både engangsavgiften og drivstoffavgiftene. Dette leder til at erstatningstidspunktet kortes ned og individet erstatter raskere.

## **6.2 Prisøkning på elbil**

En prisøkning på elbiler vet vi, fra ligning (4.8), at vil utsette erstatningstidspunktet. Vi vet også at størrelsen på denne effekten avhenger av diskonteringsfaktoren, som er telleren, som gir den direkte effekten av kjøpesummen på erstatningstidspunktet, og andreordensbetingelsen, som er nevneren og gir krumningen på kurven. Nevneren er, som vi vet, negativ. Dersom denne øker i absoluttverdi, blir effekten av prisøkningen mindre. Dette kan for eksempel forekomme dersom den marginale endringen i driftskostnadene for nåværende bil blir høyere og den marginale nytten lavere. Det kan også forekomme om den marginale endringen i salgsprisen blir sterkere. Vi vet fra den andrederiverte at salgsprisen er avtagende med alderen på bilen. Et brattere verdifall vil bidra til å motvirke effekten av prisøkningen på elbil.

En prisøkning for elektriske biler kontra fossile biler kan skapes gjennom en rekke ulike kanaler. Pris for biler, slik som andre goder, dannes i markedet. En prisøkning kan derfor skyldes en rekke ulike faktorer på både etterspørselssiden- og tilbudssiden. Dersom råvarer til produksjon øker i pris vil produktet som helhet bli dyrere. Dette kan skyldes internasjonale uroligheter, som vi ser i forbindelse med krig og andre internasjonale konflikter, eller redusert

tilbud grunnet andre faktorer. Tilsvarende vil bevegelser i etterspørsel også påvirke prisen, slik som tidligere utledet.

En annen faktor som skaper svingninger, er valutakursen. Den vil også påvirkes av faktorer som oljeprisen og internasjonale uroligheter. Dersom kronkursen svekkes markant, vil importerte goder stige i pris innenlands. En svakere kronkurs vil derfor øke prisen på nye biler i Norge. Dette igjen, kan skyldes lave rentesatser sammenlignet med utlandet. Det er viktig å notere seg at denne effekten kan forekomme ved lav styringsrente. Økt styringsrente demper prispresstet i økonomien og vil kunne styrke kronkursen som påvirker nybilmarkedet. Dette vil gjelde både for elbiler og fossilbiler, men størrelsesordenen mellom biltypene er usikre og vil variere mellom produsenter.

### **6.3 Elbilfordeler forsvinner**

I kapittel 3.1-3.3 forklares det hvordan elbiler har blitt tilegnet en rekke fordeler gjennom offentlig politikk som blant annet har resultert i lavere priser. Blant disse avgiftsfritakene, er spesielt moms, eller merverdiavgift et aktuelt tema. Årsaken til dette er at regjeringen har varslet merverdiavgift på elbiler fra 2023.

Ligning (4.8) viser at en prisøkning på elbiler medfører utsettelse av utskiftingen,  $\tau$  øker. Innføring av moms på elbiler vil lede til en slik prisøkning og derav utsettelse av erstatningstidspunktet. Fridstrøm & Østli, 2021 har beregnet et scenario, henvist til som «hvileskjærsbanen», hvor den overordnede trenden innenfor elbilutvikling blir videreført i samme størrelsesorden, uten drivstoffendringer eller nye politiske vedtak. Denne beregningen viser at gradvis innføring av merverdiavgift i perioden 2023-2027 vil medføre at elbilandelen i nybilsalget synker fra 57,9 prosent i 2022 til 35,1 prosent i 2027. Denne effekten kan være viktig, selv om tallene er høyst usikre.

I det reviderte nasjonalbudsjettet for 2022 foreslo regjeringen innføring av full moms med tilskuddsordning for elbiler under 500 000 kr (Regjeringen, 2022). Dette har av mange blitt tolket som et signal på en kraftigere nedtrapping de neste årene enn først skissert. Dersom dette forslaget får flertall kan dette gi enda sterkere vridningseffekter enn gradvis innføring av moms. Andre kjøpsavgifter som engangsavgiften vil påvirke erstatningstidspunktet på tilsvarende måte. I likhet med fossilbiler og drivstoff, kan også tilbudssidefaktorer som dyrere innsatsfaktorer lede til økte priser.

Det er blitt foreslått å tillegge elbiler engangsavgift på bakgrunn av vekt. Elbiler er, som nevnt i kapittel 3., forurensere på tilnærmet lik linje som fossilbiler på alle andre punkter enn CO<sub>2</sub> (Fridstrøm, 2019; Bye et.al, 2021). Dette er i hovedsak lokal forurensing som svevestøv, støy, kø, ulykker og veislitasje. Elbiler er også i gjennomsnitt mellom 11 og 25 prosent tyngre enn fossilbiler i de samme klassene (Høye, 2017). Dette antyder at elbiler medfører betydelig forurensing av andre typer forurensing enn klimagasser, som bør korrigeres. På den andre siden kan dette medføre en vridningseffekt tilbake mot fossilbiler, hvor elbil i større grad blir benyttet som sekundærbil ettersom rekkevidde og vekt er korrelert (Norsk elbilforening, 2021).

I modellen vår ser vi gjennom ligning (4.10) at økte driftskostnader vil lede til senere utskiftning. Nedskalering av fordeler som halv pris på ferger, maks halv bompengetakst og parkeringsfordeler vil også bidra til å øke driftskostnadene. En økning i energikostnaden, Kwh per km, som følge av økt strømpris vil også resultere i senere utskiftning. Det kan også tenkes at fjerning av fordeler som fri bruk av kollektivfeltet vil senke nytten til konsumenten av å eie elbil, altså at  $u_j$  skifter til et lavere nivå.

## 6.4 Diskontering

Ligning (4.9) viser at erstatningsbeslutningen utsettes når diskonteringsraten går opp. Dette er tett sammenknyttet med konsumenters fremtidsperspektiv. En økt preferanse for klimavennlig transport i befolkningen vil da påvirke diskonteringsfaktoren. Vi kan se at diskonteringsrater for biler, med lang tidshorisont, typisk er lav. En økt preferanse for klima kan senke diskonteringsfaktoren ytterligere, ettersom konsumenten verdsetter fremtiden høyere. Nåverdien av fremtidige bilkjøp vil endre seg når  $\tau$  endrer seg. Dette kan også betraktes motsatt retning;  $\tau$  endrer seg når nåverdien av fremtidige bilkjøp endrer seg. Appendix A underbygger dette resonnementet.

Ligning (4.7) illustrerer hvordan gevinsten ved å utsette bilkjøpet en periode er lik rentetapet, gitt at pris, nytte, driftskostnader og type bil er konstant. En lavere diskonteringsfaktor, gir høyere fremtidig nåverdi og dermed et tidligere erstatningstidspunkt ut fra ligning (4.9). Dette fordi rentetapet blir mindre.

Det foreligger et mangfold av faktorer som kan påvirke diskonteringsrenten for enkeltindivider. Det kan for eksempel være inntektsforskjeller og alder (Hausman, 1979; Halfmann et.al, 2013), «mental accounting» (Thaler, 1981) eller preferanseforskjeller (Bayus, 1991).

Yngre mennesker diskonterer fremtiden i større grad enn eldre. Det har også blitt vist at når individer når alderdom vil diskonteringsrenten øke igjen (Halfmann et.al, 2013). Det betyr at erstatningstidspunktet kan differere i ulike alderssegmenter og avhenger av alderen til det representative individet.

Thaler, 1981 viser at profitt diskonteres med høyere rente enn tap. Hvorvidt erstatningsbeslutningen oppfattes som et monetært tap eller som en nyttegevinst vil derfor påvirke tidspunktet for utskiftning. Forfatteren viser også at diskonteringsrenten avhenger av størrelsesorden. En middag vil typisk diskonteres med en mye høyere rente enn en bil. Jo større erstatningsbeslutningen er, jo lavere vil diskonteringsrenten være ettersom utskiftningen er mer fremtidsrettet.

I kapittel 2.4 benyttes Bayus, 1991 for å forklare hvordan preferanser for stil og image påvirker erstatningstidspunktet for bil. Bayus sine undersøkelser viser at raske erstattere er mer impulsive og at sene erstattere er mer kostnadsorienterte. Det vises også at tidlige erstattere har høyere inntekt enn sene erstattere og at alder ikke er signifikant i undersøkelsen. At kostnadsorienterte konsumenter utsetter erstatningskjøpet, er i tråd med vår analyse. Kostnadene på kort sikt veier tyngre enn fremtidig nytte, som tyder på en relativt høy diskonteringsrente. På den andre siden vil også impulsiv erstatning tyde på en høy diskonteringsrente. Konsumentene søker kortsiktig nytte i form av «riktig» mote. Det foreligger derfor noe usikkerhet om hvordan økt diskonteringsrate påvirker erstatningstidspunktet.

## **6.5 Forbud**

I modellen vår vil et forbud påvirke en rekke variabler. Fra ligning (5.19) kan vi se effekten av at elbiler øker i pris. Dette vil være en logisk effekt av forbud mot fossilbiler. Forbudet mot nye fossilbiler gir et tvunget positivt etterspørselssjokk for elbiler. Det vil også medføre økt etterspørsel etter innsatsfaktorer, som batterier, som vil bidra til høyere priser. Videre så vil elbilfordelene antagelig fases ut som konsekvens av dette. Som diskutert i 6.2 og 6.3 vil dette under «normale» omstendigheter lede til at utskiftningen utsettes. Dette kan medføre at brukte fossilbiler holdes lengre enn tidligere.

Når konkurrentene til elbiler fjernes fra nybilmarkedet, blir det mindre behov for subsidiering og avgiftsfritak for å fremme omstilling. Elbiler vil fortsatt konkurrere i bruktbilmarkedet, og alle fordeler vil derfor ikke fjernes umiddelbart. Dette vil uansett lede til prisøkning.



Økt pris og økte driftskostnader for elbil vil isolert sett utsette utskiftningsbeslutningen som diskutert i 6.3. Samtidig vil forbudet gi insentiv til å erstatte før dette gjennomføres. Etterspørsel etter elbil vil derfor øke frem til forbudet trer i kraft, på lik linje med etterspørsel etter fossile nybiler. Utskiftningsstidspunktet vil derfor fremskyndes for rasjonelle fremoverlente konsumenter frem mot forbudet. Når forbudet trer i kraft, kan det tenkes at utskiftningsstidspunktet blir utsatt.

Salgsprisen av nåværende bil,  $S_i(\tau)$  bli påvirket av forbud. Etterspørselen etter brukte fossilbiler kan tenkes å synke opp mot forbudet, slik at  $\dot{S}_i(\tau)$ , som vi vet er negativ, øker i absoluttverdi. Dette vil gjøre utskifting, enten med elbil eller ny fossilbil, gunstigere.

Tilbudet av nye fossilbiler vil synke frem mot forbudet ettersom markedet omstiller seg for fremtiden. Det kan lede til at enkelte attraktive fossile biltyper øker i pris i denne perioden. Et eksempel på dette kan være sportsbiler og andre luksusbiler. Dette vil derfor ikke påvirke utskiftningsbeslutningen nevneverdig.

Selve konseptet med forbud mot nybilsalg av fossilbiler er langt fra et norsk fenomen. Land som Nederland, Israel, Irland, Slovenia, Frankrike, Sri Lanka, Storbritannia, Sverige og Kina har også planlagt forbud (Morfeldt et.al, 2021). Det er positivt for norske ambisjoner på området fordi signaleffektene til markedet forsterkes kraftig. Lansering av forbud gir sterke insentiv til markedet om å omstille seg, og dermed fase ut bensin- og dieselbiler i stor grad allerede før forbudet trer i kraft. Dette kan vi se tendenser på i Norge allerede. Som tidligere nevnt var elbilandelen i nybilsalget på 64,5 prosent i 2021, og dette øker stadig. Ved starten av mai 2022 er denne andelen på nesten 81 prosent.

Morfeldt et.al (2021) har undersøkt de miljømessige effektene av å innføre et forbud på fossilbiler i Sverige. De finner blant annet at forbudet ikke vil frembringe den fulle effekten av forbudet på rundt 20 år. Dette anslaget skyldes levetiden på eksisterende fossilbiler i sirkulasjon. De noterer seg også farene ved å innføre forbud før markedet er tilstrekkelig omstilt. Dette innebærer blant annet at elbilene ikke er klar for å tilfredsstille det fulle spekteret av transportetterspørsel. Dette kan for eksempel gjelde for konsumenter, gjerne i distriktene, som har behov for å kjøre lange distanser i rurale områder med dårlig tilgang på ladestasjoner.

## 7. Konklusjon

I denne oppgaven har jeg forsøkt å belyse problemstillingen:

*«Hvilke faktorer påvirker utskiftningsbeslutningen for bil, og hvordan påvirkes dette av elbilpolitikken?»*

Erstatningsbeslutningen mellom fossilbil og elbil for et representativt individ har blitt undersøkt, med omfattende beskrivelser av underliggende mekanismer som påvirker denne beslutningen. I denne sammenheng er det gjennomgått litteratur om varige goder, gjeldende avgiftspolitik, samt bakgrunnen for gjeldende system. I tillegg er deskriptiv data om relevante faktorer og en simplifisert nyttemodell benyttet for å undersøke de styrende mekanismene i erstatningsbeslutningen. Dette blir knyttet sammen i en felles drøfting i kapittel 6.

Drøftingsdelen tar for seg fem sentrale faktorer som påvirker utskiftning. Dette er økte fossilavgifter, prisøkning på elbil, reduksjon i elbilfordeler, endret tidshorisont for konsumentene og forbud mot fossile nybilsalg.

Kapittel 6.1 finner at økte driftskostnader for bensin- og dieserbiler vil korte ned erstatningstidspunktet, og gjøre det mer attraktivt å bytte til elbil. Dette er spesielt aktuelt gjennom CO<sub>2</sub>-avgift på drivstoff. Dette vil også lede til vridningseffekter mot andre transportmidler. Tilsvarende vil økte driftskostnader for elbiler, gjennom reduksjon av fordeler eller økt strømpris, lede til senere utskiftning som diskutert i kapittel 6.3.

Kapittel 6.2 finner at en prisøkning på elbiler vil forskyve utskiftningsbeslutningen, og generelt gjøre det mindre attraktivt å kjøpe elbil. Dette poenget blir også forsterket gjennom diskusjon om effekten av MVA i kapittel 6.3.

I kapittel 6.4 finner vi at individuelle diskonteringsrenter påvirker utskiftningstidspunktet. Det er en rekke ulike faktorer som påvirker tidshorisonten til individer og man kan ikke trekke noen absolutte slutninger på effekten i årene fremover.

Avslutningsvis i drøftingsdelen finner vi at forbud vil gi en kombinasjon av de overnevnte effektene. Elbilfordelene vil måtte nedtrappes i kjølvannet av forbud, som vil lede til økte priser og kostnader. Videre kan det tenkes at rasjonelle konsumenter forutser dette slik at etterspørselen øker i perioden frem til forbudet trer i kraft. Etterspørselen etter fossile biler kan også tenkes å øke frem mot forbudet, ettersom muligheten for å kjøpe nye fossile biler forsvinner. Markedsomstilling i årene frem mot et forbud vil lette de umiddelbare virkningene

etter inntredelse. Det at fossile nybiler forsvinner fra markedet kan også lede til en eldre bilpark på sikt, ettersom konsumenter med preferanse for bensin- og dieslbiler vil beholde sine biler lengre.

Vi kan her konkludere med at elbilpolitikken i stor grad determinerer de optimale konsumenttilpasningene på individnivå. Oppgaven viser at det er et mangfold av faktorer som påvirker konsumenters erstatningsbeslutning, og at avgiftspolitikken har stor påvirkningskraft.

En svakhet med analysen er at modellen ikke inkorporerer skillet i symbolikk mellom fossilbiler og elbiler. Dette illustreres blant annet ved at økt verdsetting av fremtiden vil forskyve erstatningsbeslutningen i vår modell. Dette resultatet vil ikke nødvendigvis holde med hensyn på elbil. Dette skyldes at elektrifisering av bilparken er blant de viktigste miljøtiltakene i dag. Konsumenter som verdsetter fremtiden høyt kan derfor tenkes å bytte tidligere, heller enn senere dersom de ønsker å minimere utslipp for fremtidige generasjoner.

Oppgaven presenterer et datagrunnlag som belyser områdene diskutert i oppgaven. Det kan være interessant for videre forskning å benytte økonometriske analyser for å kvantifisere effektene vi presenterer i denne oppgaven.

## 8. Litteraturliste

- Akerlof, G. A. (1978). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. In *Uncertainty in economics* (pp. 235-251). Elsevier.
- Bayus, B. L. (1988). Accelerating the durable replacement cycle with marketing mix variables. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 5(3), 216-226.
- Bayus, B. L. (1991). The consumer durable replacement buyer. *Journal of Marketing*, 55(1), 42-51.
- Boug, P., Cappelen, Å., & Swensen, A. (2002). Expectations and Regime Robustness in Price Formation: Evidence from VAR Models and Recursive Methods. *Documents 2002/5, Statistisk sentralbyrå*.
- Bye, B., Fæhn, T., Kaushal, K. R., Storrøsten, H. B., & Yonezawa, H. (2021). Politikk på politikk—derfor koster klimapolitikken. [https://www.samfunnsokonomien.no/journal/2021/2/m-3446/Politikk\\_p%C3%A5\\_politikk%E2%80%93derfor\\_koster\\_klimapolitikken](https://www.samfunnsokonomien.no/journal/2021/2/m-3446/Politikk_p%C3%A5_politikk%E2%80%93derfor_koster_klimapolitikken)
- Chand, S., Li, Z., Dixit, V. V., & Waller, S. T. (2022). Examining the macro-level factors affecting vehicle breakdown duration. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 11(1), 118-131.
- Chand, S., Moylan, E., Waller, S. T., & Dixit, V. (2020). Analysis of Vehicle Breakdown Frequency: A Case Study of New South Wales, Australia. *Sustainability*, 12(19), 8244.
- Coase, R. H. (1972). Durability and monopoly. *The Journal of Law and Economics*, 15(1), 143-149.
- DeBell, M., & Dardis, R. (1979). Extending product life: technology isn't the only issue. *ACR North American Advances*.
- Ditmansen, A. (2022, 12. mai 2022). *Full moms og subsidier: - Ubegripelig dårlig idé*. Norsk elbilforening. <https://elbil.no/full-moms-og-subsidier-ubegripelig-darlig-ide/>
- Drivkraft Norge. (2019, 16.09.2019). *Hva påvirker drivstoffprisene?* <https://www.drivkraftnorge.no/nyheter/2019/hva-pavirker-drivstoffprisene/>
- Drivkraft Norge. (2022). *Avgifter*. <https://www.drivkraftnorge.no/Tall-og-fakta/avgifter/>
- European Parliament. (2019). Reduction in CO2 emissions of new passenger cars and of new light commercial vehicles. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>

- European Commission. (2021). "Fit for 55": Delivering the EU's 2030 Climate target on the way to climate neutrality. (52021DC0550). eur-lex.europa.eu Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>
- Fevang, E., Figenbaum, E., Fridstrøm, L., Halse, A. H., Hauge, K. E., Johansen, B. G., & Raaum, O. (2021). Who goes electric? The anatomy of electric car ownership in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92, 102727.
- Finansdepartementet. (2020). *Prop. 1 LS (2020–2021)- Skatter, avgifter og toll 2021*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-l-20202021/id2768694/?ch=1>
- Finborud, J. (2021, 23. aug. 2021). *Prisen har steget 28 prosent de seneste ti årene – Norge er «annerledeslandet»*. Finansavisen. <https://finansavisen.no/nyheter/bil/2021/08/23/7724017/prisen-har-steget-28-prosent-de-siste-10-arene-norge-er-annerledeslandet>
- Fridstrøm, L. (2021). Nei, EU har ikke varslet forbud mot eksosbiler. <https://samferdsel.toi.no/meninger/nei-eu-har-ikke-varslet-forbud-mot-eksosbiler-article34922-677.html>
- Fridstrøm, L., & Skollerud, K. H. (2019). *Dagens og morgendagens bilavgifter*. Transportøkonomisk institutt.
- Fridstrøm, L., & Østli, V. (2016). Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp. *Framskrivinger med modellen BIG*. Institute of Transport Economics.
- Fridstrøm, L., & Østli, V. (2018). *The demand for new automobiles in Norway—a BIG model analysis* (8248021874).
- Fridstrøm, L., & Østli, V. (2021). *Slow, fast or extra fast: exploring decarbonization pathways for road transportation in Norway* (8248013995).
- Fueleconomy.gov. *All-Electric Vehicles*. fueleconomy.gov Retrieved from <https://fueleconomy.gov/feg/evtech.shtml>
- Gowrisankaran, G., & Rysman, M. (2012). Dynamics of consumer demand for new durable goods. *Journal of Political Economy*, 120(6), 1173-1219.
- Halfmann, K., Hedgcock, W., & Denburg, N. L. (2013). Age-related differences in discounting future gains and losses. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 6(1), 42.
- Hausman, J. A. (1979). Individual discount rates and the purchase and utilization of energy-using durables. *The Bell Journal of Economics*, 33-54.
- Høye, A. (2017). *4.35 Elbiler*. Transportøkonomisk institutt. <https://www.tshandbok.no/del-2/4-kjoeretoeyteknikk-og-personlig-verneutstyr/4-35-elbiler/>
- Johnson, T. R. (1978). Aggregation and the demand for new and used automobiles. *The Review of Economic Studies*, 45(2), 311-327.

- Katona, G. (1960). The powerful consumer. *The powerful consumer*.
- Kim, H. C., Keoleian, G. A., Grande, D. E., & Bean, J. C. (2003). Life cycle optimization of automobile replacement: model and application. *Environmental science & technology*, 37(23), 5407-5413.
- Levhari, D., & Srinivasan, T. N. (1969). Optimal savings under uncertainty. *The Review of Economic Studies*, 36(2), 153-163.
- Lindin, I.-K. (2022). *Derfor er drivstoffprisene så høye nå*. Faktisk. <https://www.faktisk.no/artikler/jep7q/derfor-er-drivstoffprisene-sa-hoye-na>
- Magnussen, K. A. (1990). *Etterspørselen etter varige konsumgoder*. Statistisk sentralbyrå.
- Meld. St. 1 (2020-2021). Nasjonalbudsjettet 2021. Finansdepartementet, Oslo.
- Meld. St. 20 (2020-2021). Nasjonal transportplan 2022-2033. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Meld. St. 33 (2016-2017). Nasjonal transportplan 2018-2029. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Miljødirektoratet. (2021). *Om Europas grønne giv*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/internasjonalt/gronn-giv/europas-gronne-giv/>
- Miljøstatus. (2021). *Klimagassutslipp fra transport i Norge*. Miljødirektoratet. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-transport/>
- MONN-IVERSEN, Ø. A. (2022). Forskning «fra vugge til grav»: Skoda diesel slipper ut mindre CO2 enn en elektrisk Mustang. *Motor.no*. <https://www.motor.no/elbil/ny-forskning-bilenes-co2-utslipp-over-16-ar-skoda-octavia-slar-mustang-mach-e/223158>
- Morfeldt, J., Kurland, S. D., & Johansson, D. J. (2021). Carbon footprint impacts of banning cars with internal combustion engines. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102807.
- Norges Automobil- Forbund. (2021). *2022 er siste året for å kjøpe avgiftsfri elbil* <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/--2022-er-siste-aret-for-a-kjope-avgiftsfri-elbil?publisherId=2126680&releaseId=17923230>
- Norsk elbilforening. (2021). *Elbil, klima og miljø*. Norsk elbilforening. <https://elbil.no/om-elbil/elbil-energi-og-miljo/>
- Norsk elbilforening. (2022). *Elbilbestand*. Norsk elbilforening. <https://elbil.no/om-elbil/elbilstatistikk/elbilbestand/>

- NOU 2015:15. (2015). *Sett pris på miljøet- rapport fra Grønn skattekommisjon*. Finansdepartementet.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/38978c0304534ce6bd703c7c4cf32fc1/no/pdfs/nou201520150015000dddpdfs.pdf>
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (2020). *Så mye koster (el)bilen deg per år*. OFV.  
<https://ofv.no/aktuelt/2020/s%C3%A5-mye-koster-elbilen-deg-per-%C3%A5r#:~:text=Ser%20man%20p%C3%A5%20kostnadene%20for,og%20131%20000%20kroner%20%C3%A5rlig>
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (2021). *Nærmer oss 3 000 000 personbiler*.  
<https://ofv.no/aktuelt/2021/n%C3%A6rmer-oss-3-000-000-personbiler>
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (2022a). *2021 ble tidenes rekordår for nybilregistreringer*.  
<https://ofv.no/aktuelt/2022/2021-ble-tidens-rekord%C3%A5r-for-nybilregistreringer>
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (2022b). *Nybilsalget ned tross rekordmange bilmerker å velge mellom*. Opplysningsrådet for veitrafikken.  
<https://ofv.no/aktuelt/2022/nybilsalget-ned-tross-rekordmange-bilmerker-%C3%A5-velge-mellom>
- Pedersen, R. (2020, 30.Juli 2020). *Bilkostnader - reparasjon*.  
<https://www.smartepenger.no/bilokonomi/2231-bilkostnader-reparasjon>
- Pedersen, R. (2022a). *Engangsavgifter på bil*. Smartepenger.  
<https://www.smartepenger.no/bilokonomi/354-engangsavgifter-pa-bil>
- Pedersen, R. (2022b) *Omregistreringsavgift bil*.  
<https://www.smartepenger.no/bilokonomi/356-omregistreringsavgift-bil>
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2011). *Natural resource and environmental economics* (4 ed.). Pearson Education, p.197
- Rampini, A. A. (2019). Financing durable assets. *American Economic Review*, 109(2), 664-701.
- Regjeringen. (2021a). *Statsbudsjettet 2022: Endringer i klimaavgiftene*. regjeringen.no Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/statsbudsjett/2022/statsbudsjettet-2022-skatter-og-avgifter/statsbudsjettet-2022-endringer-i-klimaavgiftene/id2873756/>
- Regjeringen. (2021b). *Strengere krav mot luftforurensing*. regjeringen.no Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/strengere-krav-mot-luftforurensing/id2892887/>
- Regjeringen.no. (2021c). *Avgift på utslipp av klimagasser og veibruksavgift*  
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/avgift-pa-utslipp-av-klimagasser-og-veibruksavgift/id2884952/>

- Regjeringen. (2022). *Merverdiavgiftsfritaket for elbiler erstattes med en tilskuddsordning* <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/merverdiavgiftsfritaket-for-elbiler-erstattes-med-en-tilskuddsordning/id2912423/>
- Rust, J. (1986). When is it optimal to kill off the market for used durable goods? *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 65-86.
- Rødseth, A. (1992). *Konsumentteori*. Universitetsforlaget.
- Schiraldi, P. (2011). Automobile replacement: a dynamic structural approach. *The RAND journal of economics*, 42(2), 266-291.
- Sieper, E., & Swan, P. L. (1973). Monopoly and competition in the market for durable goods. *The Review of Economic Studies*, 40(3), 333-351.
- Skatteetaten. (2022). *Mineral product tax*. Skatteetaten. <https://www.skatteetaten.no/en/rates/mineral-product-tax/>
- Skatteetaten. *Engangsavgift*. <https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/avgifter/bil/engangsavgift/>
- Smartepenger.no. (2022). *Beregn årlige bilkostnader for ny bil* <https://www.smartepenger.no/kalkulatorer/872-bilkostnader>
- Statistisk sentralbyrå. (2022a). 05522: *Biler vraket mot pant (F) 1999 - 2021* <https://www.ssb.no/statbank/table/05522>
- Statistisk sentralbyrå. (2022b). 05528: *Gjennomsnittsalder på person- og varebiler (F) 1999 - 2021* <https://www.ssb.no/statbank/table/05528/>
- Statistisk sentralbyrå. (2022c). 12575: *Kjørelengder, etter kjøretøytype, statistikkvariabel og år* <https://www.ssb.no/statbank/table/12575/tableViewLayout1/>
- Statistisk sentralbyrå. (2022d). *Sal av petroleumsprodukt og flytande biodrivstoff: 09654: Priser på drivstoff (kr per liter) 1986M08 - 2022M04* <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/>
- Statistisk sentralbyrå. (2021a). 08940: *Utslipp til luft* <https://www.ssb.no/statbank/table/08940/>
- Statistisk sentralbyrå. (2021b). *Staten tar inn stadig mindre i bil og drivstoffavgifter*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/miljoregnskap/artikler/staten-tar-inn-stadig-mindre-i-bil-og-drivstoffavgifter>
- Statistisk sentralbyrå. (2021c). 10645: *Miljøavgifter, etter type avgift (mill. kr) 1995 - 2020* <https://www.ssb.no/statbank/table/10645/>
- Stone, R., & Rowe, D. A. (1957). The market demand for durable goods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 423-443.



- Swan, P. L. (1970). Durability of consumption goods. *The American Economic Review*, 60(5), 884-894.
- Swan, P. L. (1971). The durability of goods and regulation of monopoly. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 347-357.
- Sydsæter, K., Strøm, A., & Berck, P. (2006). Matematisk formelsamling for økonomer (4. utgave). *Gyldendahl Norsk Forlag*.
- Thaler, R. (1981). Some empirical evidence on dynamic inconsistency. *Economics letters*, 8(3), 201-207.
- Thronsen, M. (2022). Rekordsterkt elbilår. <https://elbil.no/rekordsterkt-elbilar/>
- Waldman, M. (1997). Eliminating the market for secondhand goods: An alternative explanation for leasing. *The Journal of Law and Economics*, 40(1), 61-92.
- Waldman, M. (2003). Durable goods theory for real world markets. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 131-154.
- Wicksell, K. (2013). *Lectures on Political Economy (Routledge Revivals): Two Volumes*. Routledge.

## 9. Appendiks

### A1: Vedlegg til teoretisk rammeverk

Ved hjelp av den originale modellen kan vi komponere en alternativmodell som generaliserer det optimale erstatningstidspunktet. Denne modellen tar utgangspunkt i et scenario hvor det bare finnes en type bil, hvor pris, nyttefunksjon og driftskostnadsfunksjon er konstante over tid. Alternativmodellen gjelder optimalt gjenanskaffelsestidspunkt for bil: En enkel modell med uendelig antall utskiftninger. Vi endrer altså tidshorizonten fra den første modellen. Ved hjelp av dette kan vi finne en «Golden rule» for erstatningskjøp.

Man kan argumentere for at alle identiske biler har den samme optimale eierperioden ( $\tau$ ). Vi velger derfor å ikke differere mellom ulike type biler eller tidsperiode for kjøp.  $\Pi(\tau)$  denoterer her nåverdien av alle fremtidige bileierskap. Dette kan skrives slik:

$$\begin{aligned}\Pi(\tau) &= \int_0^\tau (u(t) - c(t))e^{-\delta t} dt - S(0) + S(\tau)e^{-\delta\tau} \\ &+ \left[ \int_0^\tau (u(t) - c(t))e^{-\delta t} dt - S(0) + S(\tau)e^{-\delta\tau} \right] e^{-\delta\tau} \\ &+ \left[ \int_0^\tau (u(t) - c(t))e^{-\delta t} dt - S(0) + S(\tau)e^{-\delta\tau} \right] e^{-2\delta\tau} \\ &+ \left[ \int_0^\tau (u(t) - c(t))e^{-\delta t} dt - S(0) + S(\tau)e^{-\delta\tau} \right] e^{-3\delta\tau} + \dots \infty \quad (9.1)\end{aligned}$$

Vi ser ut fra dette at  $\Pi(\tau)$  består av nåverdien for hver enkelt periode, summert sammen. Vi kan da omformulere til et ryddigere uttrykk. Først definerer vi nåverdien for hver enkelt periode som:

$$G(\tau) = \int_0^\tau (u(t) - c(t))e^{-\delta t} dt - S(0) + S(\tau)e^{-\delta\tau} \quad (9.2)$$

Det blir da lettere å se at dette er en uendelig annuitet. Dette er altså diskontert nettonytte av nåværende bil, minus salgsverdi i startperioden for nåværende bil, pluss diskontert salgsverdi for erstatningstidspunktet. Nå kan vi skrive uttrykket som:

$$\Pi(\tau) = G(\tau)[1 + e^{-\delta\tau} + e^{-2\delta\tau} + e^{-3\delta\tau} + \dots \infty] \quad (9.3)$$

Vi ønsker å finne det optimale erstatningstidspunktet for denne representative bilen og må derfor maksimere denne ligningen. Vi omformulerer og maksimerer slik:

$$\text{Max}\Pi(\tau) = \frac{G(\tau)}{1 - e^{-\delta\tau}} \quad (9.4)$$

Førsteordensbetingelsen med hensyn på erstatningstidspunktet blir da:

$$\frac{d\Pi(\tau)}{d\tau} = \frac{G'(\tau)(1 - e^{-\delta\tau}) - G(\tau)\delta e^{-\delta\tau}}{(1 - e^{-\delta\tau})^2} = 0 \quad (9.5)$$

Vi kan igjen sette inn for  $G'(\tau)$  ved å derivere ligning (5.9) og får da:

$$\frac{d\Pi(\tau)}{d\tau} = \frac{[u(\tau) - c(\tau) - \delta S(\tau) + \dot{S}(\tau)](1 - e^{-\delta\tau}) - G(\tau)\delta e^{-\delta\tau}}{(1 - e^{-\delta\tau})^2} = 0 \quad (9.6)$$

Vi kan se at telleren må være lik null for at dette uttrykket skal gå opp. Dette er fordi nevneren må være lik én i likevekt. Dette gjør at vi kan forenkle dette ytterligere:

$$\frac{G'(\tau)}{G(\tau)} = \delta \frac{e^{-\delta\tau}}{1 - e^{-\delta\tau}} \quad (9.7)$$

Eller

$$G'(\tau)e^{\delta\tau} = \delta\Pi^*(\tau) \quad (9.8)$$

Dette illustrerer «Golden rule» ved utskifting av en representativ bil med uendelig tidshorisont. Dersom konsumenten utsetter erstatningskjøpet med en periode vil gevinsten på utskiftningsstidspunktet være lik rentetapet i form av redusert nåverdi av alle fremtidige kjøp. For å bedre passe inn med vår hovedmodell kan vi skrive dette i opprinnelig notasjon. Dette er en fordel ettersom vi da kan anvende denne regelen til en begrenset tidshorisont.

Vi gjør dette ved å først sette:

$$u(\tau) - c(\tau) - \delta S(\tau) + \dot{S}(\tau) = \delta\Pi^*(\tau) \quad (9.9)$$

Vi kan da betrakte optimeringsproblemet:

$$\text{Max} \int_0^{\tau} (u_i(t) - c_i(t))e^{-\delta t} dt + S_i(\tau)e^{-\delta\tau} + E(\tau)e^{-\delta\tau} \quad (9.10)$$

Vi husker fra tidligere at  $E(\tau)$  er nåverdien av alle fremtidige bilkjøp. Førsteordensbetingelsen vil da bli:

$$u_i(\tau) - c_i(\tau) - \delta S_i(\tau) + \dot{S}_i(\tau) = \delta E(\tau) - \dot{E}(\tau) \quad (9.11)$$

Denne betingelsen sier, som tidligere, at gevinsten ved å utsette bilkjøpet en periode skal være lik rentetapet. Det som er nytt her er at rentetapet her gjelder nåverdien av alle fremtidige bilkjøp pluss eventuell endring i fremtidig nåverdi. Denne optimalitetsregelen favner derfor litt bredere når den inkorporere at nåverdien av fremtidige bilkjøp endrer seg når  $\tau$  endrer seg.