

Geir H. Bjertnæs, Karl Jacobsen og Birger Strøm

**Modellering og analyse av husholdningenes
valg av biltyper**

Rapporter I denne serien publiseres analyser og kommenterte statistiske resultater fra ulike undersøkelser. Undersøkelser inkluderer både utvalgsundersøkelser, tellinger og registerbaserte undersøkelser.

| | | |
|---|---------------------------------------|---------------|
| © Statistisk sentralbyrå, mai 2011 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde. | Standardtegn i tabeller | Symbol |
| ISBN 978-82-537-8091-7 Trykt versjon | Tall kan ikke forekomme | . |
| ISBN 978-82-537-8092-4 Elektronisk versjon | Oppgave mangler | .. |
| ISSN 0806-2056 | Oppgave mangler foreløpig | ... |
| Emne: 10.90 | Tall kan ikke offentliggjøres | : |
| Trykk: Statistisk sentralbyrå | Null | - |
| | Mindre enn 0,5 av den brukte enheten | 0 |
| | Mindre enn 0,05 av den brukte enheten | 0,0 |
| | Foreløpig tall | * |
| | Brudd i den loddrette serien | — |
| | Brudd i den vannrette serien | |
| | Desimaltegn | , |

Forord

Denne rapporten inngår som en del av MSG-kontrakten med Finansdepartementet for 2010. Fremskrivninger av den norske økonomien ved hjelp av MSG-modellen gir en for høy vekst i forbruket av bensin og diesel, siden det ikke tas hensyn til omlegging mot mer klimavennlige biler. En realistisk fremskrivning av husholdningenes energiforbruk krever derfor en modell som inkluderer innfasing av klimavennlige biler.

Denne rapporten dokumenterer strukturen til en modell for husholdningenes valg av biltyper i Norge, og inneholder utover det en analyse av økt bensinavgift og økt bensin- og dieselavgift basert på modellen. Modellen tar utgangspunkt i MSG-modellens etterspørselsstruktur. Modellen kan benyttes som en selvstendig modell, som en modul til en aggregert makromodell, eller den kan inkorporeres i MSG6 eller modeller med lignende etterspørselsstruktur.

Rapporten er gjort på oppdrag fra, og er delvis finansiert av, Finansdepartementet.

Sammendrag

Denne rapporten dokumenterer strukturen til en modell for husholdningenes valg av biltyper i Norge. Formålet med en slik modell er å lage modellkonsistente fremskrivninger av husholdningenes energibruk til egentransport, samt å analysere politikk som stimulerer innfasing av klimavennlige biltyper. Som en illustrasjon av modellens egenskaper er det laget en fremskrivning av husholdningenes kjøp av forskjellige biltyper, samt forbruk av ulike typer energi forbundet med disse biltypene. Med utgangspunkt i denne fremskrivningen analyserer vi effekten av å innføre en skatt som øker prisen permanent på bensin med 50 % og effekten av å innføre en skatt som øker prisen permanent på både bensin og diesel med 50 %.

Modellen spesifiserer fem forskjellige biltyper: Plug-in hybrid-, bensin-, diesel-, el- og hydrogenbiler. Husholdningenes etterspørsel etter hver av disse biltypene, som genererer etterspørselen etter de ulike drivstoffene, er bl.a. avhengig av typespesifikke drivstoffavgifter og typespesifikke engangsavgifter på bilkjøp. På denne måten tar vi hensyn til at skattekilene på de forskjellige bil- og drivstofftypene varierer. Disse ulike skattekilene vil gi opphav til ulike vridninger i allokeringen av konsumet av bil- og drivstofftyper.

I denne modellversjonen følger utslippet fra bilmarkedet bruken og sammensetningen av de ulike drivstofftypene. Dette innebærer at forbruk av konvensjonelt drivstoff genererer utslipp av klimagasser, mens forbruk av klimavennlig drivstoff ikke genererer utslipp. Produksjon av de ulike drivstofftypene kan imidlertid gi opphav til forskjellige utslipp i resten av økonomien. For å legge til rette for modellering av utslipp i resten av økonomien, skiller vi derfor mellom biltyper som anvender ulike klimavennlige drivstoff.

I referansebanen er det antatt eksogen vekst i husholdningenes totale utgifter til egentransport, og at elbilandelen vokser slik at elbiler dominerer markedet på lengre sikt. Antakelsene innebærer at utslippet av klimagasser fra husholdningenes egentransport i referansebanen øker de første 30 årene. Det er først når en vesentlig del av bilparken konverteres til elbiler at utslippene begynner å avta. Referansebanen er generert av forutsetninger som styrer etterspørselen etter hver av biltypene. Dette gir en illustrasjon av hvordan modellen genererer etterspørsel etter bil- og drivstofftyper. Referansebanen representerer ikke et forsøk på å predikere utviklingen i bilmarkedet. Vi har styrt utviklingen i bilbeholdningene over tid i referansebanen, slik at bilmarkedet på sikt domineres av elbiler. En mulig begrunnelse for innfasingen av elbiler er forventninger om teknologiske fremskritt forbundet med elbilteknologi. Alternative forutsetninger vil generere andre sammensetninger av bilbeholdningene, dersom modellbruker ønsker dette.

Analysen, som er ment å gi en illustrasjon av modellens skifteegenskaper, viser at en skatt på bensin som øker bensinprisen med 50 %, vil gi en moderat nedgang i utslippet av klimagasser på lang sikt. Substitusjon bort fra bensinbiler, samt hybridbiler som bruker bensin, bidrar til å redusere utslippet av klimagasser som følge av redusert bensinforbruk. Substitusjon mot diesalbiler bidrar imidlertid til å øke forbruket av diesel som igjen bidrar til å øke utslippet av klimagasser. En skatt på bensin og diesel, som øker bensin- og dieselprisen med 50 %, vil gi en vesentlig nedgang i utslippet av klimagasser på lang sikt.

Abstract

This report documents the structure of a model of household choice of vehicle types in Norway. The purpose of such a model is to create model-consistent projections of household energy use for their own transportation, and to analyze policies that stimulate the introduction of climate-friendly cars. As an illustration of the model's properties, there is a projection of household purchases of different types of cars, as well as consumption of energy types associated with these types of cars. Based on this projection we analyse the effects of introducing a tax that increases the price of gasoline by 50 percent and the effects of introducing a tax that increases the price of both gasoline and diesel by 50 percent.

The model specifies five different types of cars: Plug-in hybrid, gasoline, diesel, electric and hydrogen cars. Household demand for each type of car, which generates the demand for the various types of fuels, depends on the specific fuel and car taxes. Hence, we take account of differences in tax wedges on the different vehicle and fuel types. These different tax wedges will give rise to various distortions in the allocation of consumption of car and fuel types.

The emissions are generated by the consumption of the different types of fuel within the current version of the model. This implies that the consumption of conventional fuels generates greenhouse gas emissions, while consumption of climate-friendly fuel will not generate emissions. The production of various types of fuels can give rise to different levels of emissions in the remaining part of the economy. To allow for the option to incorporate emissions within the remaining part of the economy, we distinguish between different types of cars that use different climate-friendly fuel.

In the baseline scenario it is assumed exogenous growth in total household expenditure on private transport. The proportion of electric cars grows so that the electric cars dominate the market in the long run. The assumptions imply that greenhouse gas emissions from private transport increase for 3 decades in the baseline scenario. The emissions begin to decline when a significant portion of the fleet is converted to electric cars. The fleet of car types is generated by assumptions that govern the demand for each type of car. This illustrates how the model generates demand for car and fuel types. The baseline scenario does not represent an attempt to predict developments in the market for cars. The development of the fleet of car types in the baseline scenario is determined exogenously so that the market is dominated by electric vehicles in the long run. The implementation of electric vehicles can be justified by technological advances related to electric vehicles. Alternative assumptions will generate other compositions of the fleet of cars.

The analysis, which is intended to provide an illustration of the model's properties, shows that a tax on gasoline which increases the price of gasoline by 50 percent, will produce a moderate decrease in emissions of greenhouse gases in the long term. Substitution away from gasoline cars and hybrid cars contributes to reduced greenhouse gas emissions due to lower gasoline consumption. Substitution towards diesel cars increases the consumption of diesel, which in turn contributes to increasing emissions of greenhouse gases. A tax on gasoline and diesel, which increases petrol and diesel prices by 50 percent, provides a substantial reduction in emissions of greenhouse gases in the long run.

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Forord | 3 |
| Sammendrag | 4 |
| Abstract | 5 |
| 1. Innledning | 7 |
| 2. Modellen | 9 |
| 3. Fremskrivninger og analyser | 15 |
| 3.1. Referansescenario med dagens skattesystem..... | 15 |
| 3.2. Skiftanalyse: Skatt som øker bensinpris med 50 %..... | 19 |
| 3.3. Skiftanalyse: Skatt som øker bensin- og dieselpriisen med 50 % | 22 |
| 4. Konklusjoner | 25 |
| Referanser | 26 |
| Vedlegg A: Modellens kontoplan | 28 |
| Figurregister | 34 |
| Tabellregister | 35 |

1. Innledning¹

Et ønske om å redusere utslippet av klimagasser kan tvinge frem nye transportløsninger i store deler av verden. De store bilprodusentene er i ferd med å lansere konkurransedyktige, rene elbiler, samt plug-in hybridbiler, som har elektrisitet som den sentrale energikilden. En overgang fra dagens bensin- og dieslbiler til biltyper som benytter alternative energikilder er avgjørende for å redusere utslippet av klimagasser fra veitransport.² IEA publiserte "Energy Technology Perspectives" (ETP) i juni 2008. Ifølge ETP Baseline scenario, vil verdens bruk av energi i forbindelse med transport og CO₂-utslipp mer enn dobles innen 2050. I det mest ambisiøse scenario, kalt "BLUE", er transportutslippene redusert med 70 % i 2050 i forhold til deres referansenivå i det året (og ca. 25 % under 2005-nivå). For å kunne analysere politiske virkemidler rettet mot en slik utskifting av bilparken, må husholdningenes etterspørsel etter forskjellige biltyper kartlegges og modelleres.

Det er utviklet flere numeriske likevektsmodeller (CGE-modeller) for den norske økonomien som er kalibrert til tall fra Nasjonalregnskapet.³ Disse benyttes bl.a. til fremskrivninger av den norske økonomien. Veksten i forbruket av bensin og diesel som fremskrives ved bruk av de eksisterende CGE-modellene virker urimelig høy, siden de ikke tar hensyn til omlegging mot mer klimavennlige biler. En realistisk fremskrivning av husholdningenes energiforbruk krever derfor en modell som inkluderer innfasing av klimavennlige biler.

Dette modellutviklingsprosjektet inkluderer muligheter for å fase inn klimavennlige biler i et CGE modellrammeverk. Denne rapporten dokumenterer hvordan husholdningenes etterspørsel etter forskjellige biltyper, forbruk av forskjellige drivstofftyper, samt utslipp av klimagasser kan modelleres i en CGE-modell, ved at konsumaggregatet som inkluderer husholdningenes totale utgifter til egentransport, se Skjerpen (2010), dekomponeres i drivstofftyper og biltyper. Formålet med en slik modell vil være å analysere sammenhengen mellom klimapolitiske virkemidler og utslipp av klimagasser, samt lage modellkonsistente fremskrivninger av husholdningenes energibruk til egentransport. Husholdningenes valg av biltyper vil være avgjørende, siden dette valget også avgjør energitype, og dermed utslippet av klimagasser forbundet med denne typen energi. Et slikt valg er innarbeidet i modellrammeverket vi har utviklet. Rammeverket tar også hensyn til at skatter på kjøp av forskjellige biltyper, samt skatter på forskjellige energityper, vil påvirke husholdningenes valg av biltyper. Denne modelleringen er i tråd med empiriske studier av bilkjøp, se bl.a. Chandra mfl. (2010). Dermed vil modellen også kunne benyttes til å analysere effekter på skatteproveny.

Såkalte *bottom-up-modeller*, som genererer kostnadsminimerende valg av teknologier, har gjerne vært brukt for å modellere detaljerte valg av transportformer. De senere årene har det blitt mer vanlig å inkludere forskjellige former for transportkapital og transportenergi i numeriske likevektsmodeller; se for eksempel Schäfer og Jacoby (2005) og Stephensen mfl. (2010). I MSG-TECH, se Fæhn mfl. (2010), modelleres teknologivalget ved hjelp av partielle rensekostnadsfunksjoner. Svakheten ved disse likevektsmodellene er imidlertid at de utelater sentrale aspekter forbundet med forskjeller i beskatningen av konvensjonelle og klimavennlige biler og deres energibruk. Vi innarbeider et slikt valg i vår modell. Fordelen med CGE-modeller i forhold til bottom-up modeller er muligheten for å gjennomføre teoretisk konsistente skatteanalyser. Modellutviklingen i dette prosjektet gjør det derfor mulig å analysere politikk som stimulerer innfasing av klimavennlige biltyper.

¹ Takk til Taran Fæhn og Torbjørn Hægeland for gode kommentarer. Takk til Terje Skjerpen for utmerket korrekturlesing.

² Slike reduksjoner i utslippet av klimagasser forutsetter at produksjon av alternativ energi ikke genererer (vesentlige) utslipp av klimagasser. Dette er en forutsetning i modellen som utvikles i denne rapporten.

³ MSG6-modellen er dokumentert i Heide mfl. (2004), ITC-modellen er dokumentert i Bye mfl. (2008).

Modellen som utvikles kan benyttes som en selvstendig modell, som en modul som samkjøres med en aggregert makromodell, eller den kan inkorporeres i MSG6-modellen.

Ønsket om en ytterligere reduksjon av utslipp av klimagasser innebærer at myndighetene må innføre tiltak som stimulerer til introduksjon av klimavennlige biler. En metode er å øke dagens CO₂-skatt. Vi analyserer først virkningene av kun å øke skatten på bensinforbruk/klimagasser, deretter analyserer vi effekten av å øke skatten på både bensin og diesel, innenfor vårt modellrammeverk. Når skatten på bensinforbruk øker, øker bensinprisen med 50 %. Dette gir moderate reduksjoner av klimagasser, og i 2050 er utslippet omtrent uendret fra 2005-nivået. Skiftet hvor både bensin og diesel beskattes, medfører vesentlige reduksjoner i utslippet av klimagasser. I 2050 er utslippet fra husholdningenes biler nesten halvert i forhold til dagens utslipp. Analysene viser at beskatning av alle typer fossile drivstoff gir en vesentlig større reduksjon i utslippet av klimagasser sammenlignet med scenarioet der skatten på bensin øker, mens skatten på diesel holdes uendret.

2. Modellen

Modellen som presenteres i dette notatet er utformet med tanke på å kunne analysere endringer i utviklingen av utslipp til luft som følge av introduksjon av nye teknologier i markedet for privat transport. Modellen er utformet for å kunne analysere effekter av forskjellige politiske tiltak som tar sikte på å redusere utslippet av klimagassene. Vi har derfor valgt å dele beholdningen av biler inn i biltyper basert på bruk av energityper.

Vi skiller i modellen mellom bensinbiler og dieslbiler siden energibærerne har ulike utslippsegenskaper og dieslbiler har gjennomsnittlige lavere forbruk. Vi presenterer fem typer bilkategorier i modellen:

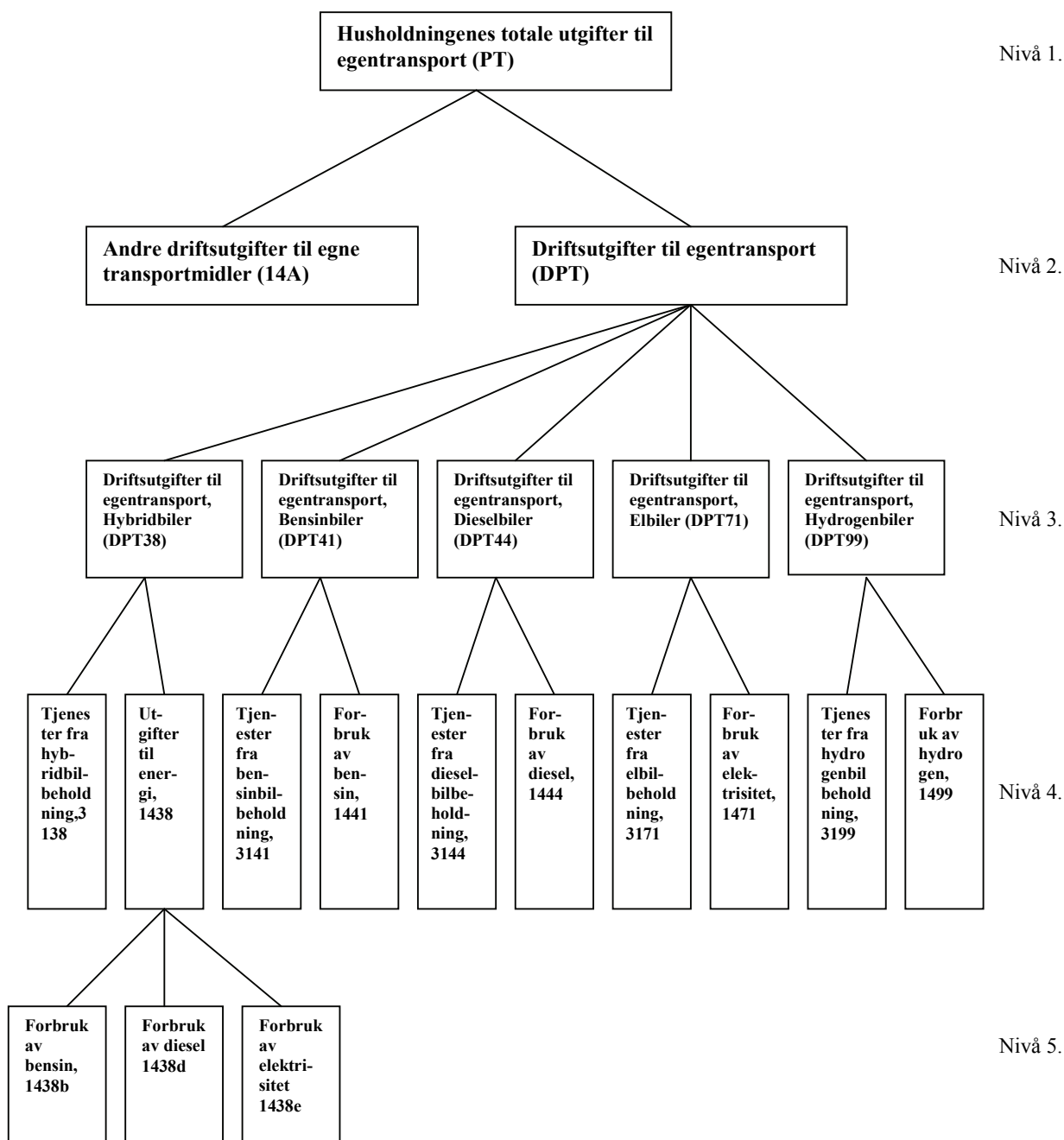
- Plug-in hybridbiler
- Bensinbiler
- Dieslbiler
- Elbiler
- Hydrogenbiler

Det antas at den representative konsumenten på sikt har preferanser for å konsumere tjenestene fra alle de fem biltypene, samt drivstoffet som biltypene benytter. Både biltypene og drivstoffet behandles som ordinære konsumgoder som inngår i konsumentens nyttefunksjon. Konsumenten tilpasser dette konsumet til gitte konsumentpriser der eventuelle skatter er innbakt. Vi benytter en såkalt CES- (Constant Elasticity of Substitution) nyttefunksjon for modelleringen av husholdningenes totale utgifter til egentransport. CES er en aggregeringsfunksjon som aggregerer ulike konsumtyper og hvor substitusjonselastisitetene er konstante. Figur 2.1 illustrerer en CES- nyttefunksjon for husholdningenes totale utgifter til egentransport.

Vi har valgt en struktur som tar hensyn til at skatt på kjøp av forskjellige biltyper, samt skatt på forskjellige energityper, vil påvirke husholdningenes valg av biltyper. Denne modelleringen er i tråd med empiriske studier av bilkjøp, se Heldal mfl. (2009), som viser at konsumentene tar hensyn til både drivstoff- og bilpris ved valg av biltype. Disse CES- etterspørselsfunksjonene og CES- prisindeksene for hvert nivå i CES- nyttefunksjonen er gjengitt nedenfor. Vi illustrerer bare etterspørselsfunksjoner og prisindekser for dieslbiler, da utledningen blir identisk for de andre biltypene. Drivstoffetterspørselen fra hybridbiler er også illustrert siden denne etterspørselen avviker fra de andre ved at flere typer drivstoff benyttes.

Nyttetreet vårt er delt i 5 nivåer. CES-aggregatet på nivå 1, "Husholdningenes totale utgifter til egentransport", består av "Andre driftsutgifter til egne transportmidler" som blant annet inkluderer utgifter til vedlikehold og reservedeler, samt "Driftsutgifter til egentransport" som utgjør nivå 2. "Driftsutgifter til egentransport" består av 5 typespesifikke driftsutgifter til egentransport som utgjør nivå 3. Det er skilt mellom ulike typer driftsutgifter til egentransport for å muliggjøre modellering av typespesifikke avgifter. Hver av de typespesifikke driftsutgiftene til egentransport består av "Tjenestestrøm fra bilbeholdning" for biltypen og "Drivstoff" til biltypen som utgjør nivå 4. Det er skilt mellom tjenestestrøm fra bilbeholdning og drivstoff for å muliggjøre bruk av separate avgifter på disse komponentene. I tillegg kan det være interessant å studere utvikling i tjenestestrøm fra bilbeholdning og drivstofforbruk av de ulike typene for seg. "Drivstoffutgifter" for plug-in hybridbiler er videre delt opp i 3 komponenter som utgjør nivå 5: "Bensin", "Diesel" og "Elektrisitet". Dette er for å ta hensyn til at plug-in hybridbiler vil kunne bruke forskjellige typer drivstoff. Endogene variable er merket med 'n etter symbolene/ variabelnavnene, mens symbolene for konstanter er merket 'c. Symboler som ikke er merket med 'n eller 'c er eksogene variable. Alle variabelnavn er definert i en symbolliste i appendiks 1. I de etterfølgende ligningene betyr "*" multiplikasjon, mens "***" betyr eksponent.

Figur 2.1. Nyttestrukturen



Nivå 1: Husholdningenes totale utgifter til egentransport:

Vi starter øverst i strukturen i figur 2.1, med prisindeksen til husholdningenes totale utgifter til egentransport. En CES-prisindeks blir bestemt av prisindeksene for konsumgodene på nivået under den gjeldende indeksen, andelsparametre for de ulike konsumgodene på nivået under og substitusjonselastisiteten som representerer substitusjonsmulighetene mellom konsumgodene på nivået under. CES-prisindeksen på husholdningenes totale utgifter til egentransport, $pcpt$, er lik en funksjon av prisen på andre driftsutgifter til egne transportmidler, $pc14a$, samt prisen på CES-aggregatet for Driftsutgifter til egentransport, $pcdpt$.

$$(1) \text{pcpt}^n = (\text{om}14a.0^c * (\text{pc}14a / (\text{eps}14a) ** (1 - \text{sigpt})) + \text{om}dpt.0^c * (\text{pc}dpt ** (1 - \text{sigpt}))) ** (1 / (1 - \text{sigpt})).$$

Nivå 2: ”Andre driftsutgifter til egne transportmidler” og ”Driftsutgifter til egentransport”

På nivå 2 har vi “Andre driftsutgifter til egne transportmidler”, 14a, og “Driftsutgifter til egentransport”, dpt. “Andre driftsutgifter til egne transportmidler”, 14a, har ingen konsumgoder under seg og er en funksjon av prisforholdet $pcpt / (pc14a/(eps14a))$, samt husholdningenes totale utgifter til egentransport i faste priser, $vcpt/pcpt$.

$$(2) c14a'n = om14a.0'c * ((pcpt / (pc14a/(eps14a))) ** sigpt) * (vcpt/pcpt).$$

Driftsutgifter til egentransport i løpende priser, $vcdpt$, er en funksjon av forholdet mellom prisen på driftsutgifter til egentransport, $pcdpt$, og prisen på husholdningenes totale utgifter til egentransport, $pcpt$, samt husholdningenes totale utgifter til egentransport i løpende priser, $vcpt$.

$$(3) vcdpt'n = omdpt.0'c * ((pcdpt / pcpt) ** (1-sigpt)) *vcpt.$$

Prisindeksen for ”Driftsutgifter til egentransport”, $pcdpt$, blir bestemt av andelsparametrene for konsumgodene på nivået under og deres substitusjonselastisitet, $sigdpt$, og prisindekser:

$$(4) pcdpt'n = (omdpt38 * (pcdpt38 ** (1-sigdpt)) + omdpt41 * (pcdpt41 ** (1-sigdpt)) + omdpt44'n * (pcdpt44 ** (1-sigdpt)) + omdpt99 * (pcdpt99 ** (1-sigdpt)) + omdpt71 * (pcdpt71 ** (1-sigdpt))) ** (1/(1-sigdpt)).$$

Nivå 3: Driftsutgifter til egentransport, ulike biltyper:

Driftsutgifter til egne transportmidler i løpende priser, $vcdpt_i$ ($i=38, 41, 44, 71, 99$), for hver av biltypene er en funksjon av forholdet mellom prisen på driftsutgifter til egne transportmidler for den spesifikke biltypen, $pcdpt_i$ ($i=38, 41, 44, 71, 99$) og prisen på driftsutgifter til egne transportmidler, $pcdpt$, samt driftsutgifter til egne transportmidler i løpende priser, $vcdpt$.

$$(5) vcdpt38'n = omdpt38 * ((pcdpt38 / pcdpt) ** (1-sigdpt)) *vcdpt.$$

$$(6) vcdpt41'n = omdpt41 * ((pcdpt41 / pcdpt) ** (1-sigdpt)) *vcdpt.$$

$$(7) vcdpt44'n = omdpt44'n * ((pcdpt44 / pcdpt) ** (1-sigdpt)) *vcdpt.$$

$$(8) vcdpt71'n = omdpt71 * ((pcdpt71 / pcdpt) ** (1-sigdpt)) *vcdpt.$$

$$(9) vcdpt99'n = omdpt99 * ((pcdpt99 / pcdpt) ** (1-sigdpt)) *vcdpt.$$

Prisindeksen for driftsutgifter til egne transportmidler for en biltype, $pcdpt_i$ ($i=38, 41, 44, 71, 99$), er en funksjon av prisen på tjenestestrøm fra bilbeholdningen til denne typen, $pc31i$ ($i=38, 41, 44, 71, 99$), samt prisen på utgifter til driftsenergi for biltypen, $pc14i$ ($i=38, 41, 44, 71, 99$).

$$(10) pcdpt38'n = (om3138'n * (pc3138 ** (1-sigdpt38)) + om1438 * (pc1438 ** (1-sigdpt38))) ** (1/(1-sigdpt38)).$$

$$(11) pcdpt41'n = (om3141'n * (pc3141 ** (1-sigdpt41)) + om1441 * ((pc1441/eps1441) ** (1-sigdpt41))) ** (1/(1-sigdpt41)).$$

$$(12) pcdpt44'n = (om3144'n * (pc3144 ** (1-sigdpt44)) + om1444 * ((pc1444/eps1444) ** (1-sigdpt44))) ** (1/(1-sigdpt44)).$$

$$(13) \text{pcdpt99}'n = (\text{om3199.0}'c * (\text{pc3199} ** (1-\text{sigdpt99})) + \text{om1499.0}'c * ((\text{pc1499}/\text{eps1499}) ** (1-\text{sigdpt99}))) ** (1/(1-\text{sigdpt99})).$$

$$(14) \text{pcdpt71}'n = (\text{om3171}'n * (\text{pc3171} ** (1-\text{sigdpt71})) + \text{om1471} * ((\text{pc1471}/\text{eps1471}) ** (1-\text{sigdpt71}))) ** (1/(1-\text{sigdpt71})).$$

Nivå 4: Tjenestestrøm av bilbeholdning og forbruk av drivstoff, ulike biltyper.

Med unntak av hybridbilene er nivå 4 det laveste nivået. Her kommer drivstoff og bilkapital inn. Da alle biltyper foruten hybrid er likt modellert, viser vi kun ligningene for dieserbiler og hybridbiler som eksempel. Se vedlegg for resterende ligninger.

Dieserbiler:

Prisindeksen for diesel er gitt ved

$$(15) \text{pc1444}'n = \text{pol1444}/\text{pol1444.0}'c.$$

Ligningen sier at prisen på diesel et gitt år, pc1444 , er lik konsumentenes literpris på diesel dette året, pol1444 , delt på konsumentenes literpris på diesel i basisåret, pol1444.0 . Dette innebærer at dieselprisindeksen blir lik 1 i basisåret.

Utgifter til driftsenergi (diesel) for dieserbiler i løpende priser, vc1444 , er en funksjon av forholdet mellom prisen på utgifter til driftsenergi (diesel) for dieserbiler, pc1444 , og prisen på driftsutgifter til egne transportmidler for dieserbiler, pcdpt44 , samt av driftsutgifter til egne transportmidler for dieserbiler i løpende priser, vcdpt44 .

$$(16) \text{vc1444}'n = (\text{om1444} / \text{eps1444}) * ((\text{pc1444}/\text{eps1444}) / \text{pcdpt44}) ** (1-\text{sigdpt44}) * \text{vcdpt44}.$$

Fastpriskonsum av diesel, c1444 , er gitt som konsumet av diesel i løpende priser, vc1444 , delt på prisindeksen for diesel, pc1444

$$(17) \text{c1444}'n = \text{vc1444}/\text{pc1444}.$$

Driftsenergi (diesel) for dieserbiler målt i liter, ol1444 , er lik driftsenergi (diesel) for dieserbiler, vc1444 (se ligning over), delt på litersprisen for driftsenergi (diesel) i basisåret, pol1444.0 . Driftsenergi (diesel) for dieserbiler er modellert som følger:

$$(18) \text{ol1444}'n = (\text{om1444}/(\text{eps1444} * \text{pol1444.0}'c)) * ((\text{pcdpt44} / (\text{pc1444}/ \text{eps1444})) ** \text{sigdpt44}) * (\text{vcdpt44}/\text{pcdpt44}).$$

Vi har antatt at drivstoff og tjenestestrøm fra bilbeholdning, c14i og c31i ($i=38, 41, 44, 71, 99$), er perfekte komplemente. Dette innebærer at man kan regne ut løpende konsum av tjenestestrøm fra bilbeholdning av dieserbiler, vc3144 , ved å trekke løpende konsum av diesel, vc1444 , fra løpende konsum av driftsutgifter til egen transport av dieserbiler, vcdpt44 :

$$(19) \text{vc3144}'n = \text{vcdpt44} - \text{vc1444}.$$

Tjenestestrøm fra dieselbilbeholdningen i faste priser, c3144 , er lik tjenestestrøm til dieselbilbeholdningen i løpende priser, vc3144 , delt på prisindeksen for tjenestestrømmen til dieselbilbeholdningen, pc3144

$$(20) \text{c3144}'n = \text{vc3144}/\text{pc3144}.$$

Konsumentprisen på tjenestestrøm fra dieselbilbeholdningen, pc3144, er lik konsumentprisen på kjøp av dieselbiler, pc3044, gitt at rente, rb, og depresiering, delb, er uendret fra basisåret.

$$(21) \text{pc3144}'n = \text{pc3044} * (\text{delb} + \text{rb}) / (\text{delb}.0'n + \text{rb}.0'c).$$

Kjøp av dieselbiler er bestemt av differansen mellom etterspurt tjenestestrøm fra dieselbilbeholdningen i periode t, c3144, og etterspurt tjenestestrøm fra dieselbilbeholdningen i periode t-1, c3144(-1). Rente, rb, og depresieringsrate, delb, inngår i uttrykket slik at sammenhengen mellom bilkjøp, c3044, og bilbeholdning, c3144, blir konsistent.

$$(22) \text{c3044}'n = 1 / (\text{delb}.0'n + \text{rb}.0'c) * ((1 + \text{delb}.0'n) * \text{c3144} - \text{c3144}(-1)).$$

$$(23) \text{hc3144}'n = (\text{c3044} + \text{hc3144}(-1)) / (1 + \text{delb}.0'n)$$

definerer bilbeholdningen, gitt beholdningen i den foregående perioden.

Kjøp av dieselbiler i løpende priser, vc3044, er lik kjøp av dieselbiler i faste priser, c3044, ganger prisindeksen for dieselbiler, pc3044

$$(24) \text{vc3044}'n = \text{pc3044} * \text{c3044}$$

Energietterspørsel i samband med bruk av hybridbiler:

Utgifter til driftsenergi for hybridbiler i løpende priser, vc1438, er en funksjon av forholdet mellom prisen på utgifter til driftsenergi for hybridbiler, pc1438, og prisen på driftsutgifter til egne transportmidler for hybridbiler, pcdpt38, samt av driftsutgifter til egne transportmidler for hybridbiler i løpende priser, vcdpt38.

$$(25) \text{vc1438}'n = \text{om1438} * (\text{pc1438} / \text{pcdpt38}) ** (1 - \text{sigdpt38}) * \text{vcdpt38}.$$

Prisindeksen for utgifter til driftsenergi for hybridbiler, pc1438, er en funksjon av prisen på utgifter til driftsenergi, dvs av prisene på elektrisitet, bensin og diesel, pc1438e, pc1441 og pc1444.

$$(26) \text{pc1438}'n = (\text{om1438e}.0'c * ((\text{pc1438e}/\text{eps1438e}) ** (1 - \text{sig1438})) + \text{om1438b} * ((\text{pc1441}/\text{eps1438b}) ** (1 - \text{sig1438})) + \text{om1438d}.0'c * ((\text{pc1444}/\text{eps1438d}) ** (1 - \text{sig1438}))) ** (1 / (1 - \text{sig1438})).$$

Prisindeksen for elektrisitet et gitt år, pc1438e, er lik konsumentprisen for elektrisitet i GWH dette året, pgwh1438e, delt på konsumentprisen for elektrisitet i GWH i basisåret, pgwh1438e.0:

$$(27) \text{pc1438e}'n = \text{pgwh1438e} / \text{pgwh1438e}.0'c.$$

Prisindeksen på bensin et gitt år, pc1441, er lik konsumentenes literpris på bensin dette året, pol1441, delt på konsumentenes literpris på bensin i basisåret, pol1441.0.

$$(28) \text{pc1441}'n = \text{pol1441} / \text{pol1441}.0'c.$$

Prisindeksen på diesel er konstruert på samme måte som tidligere.

$$(29) \text{pc1444}'n = \text{pol1444} / \text{pol1444}.0'c.$$

Utgifter til driftsenergi for hybridbiler for hvert drivstoff i løpende priser, vc1438i (i=e, b, d), er en funksjon av forholdet mellom prisen på utgifter til dette drivstoffet, pc1438i (i=e, b, d), og prisen på utgifter til driftsenergi for hybridbiler

totalt, pc_{1438} , samt av utgifter til driftsenergi for hybridbiler i løpende priser, vc_{1438} .

$$(30) \quad vc_{1438e}'n = (om_{1438e}.0'c / eps_{1438e}) * ((pc_{1438e}/eps_{1438e}) / pc_{1438}) ** (1-sig_{1438}) * vc_{1438}.$$

$$(31) \quad vc_{1438b}'n = (om_{1438b} / eps_{1438b}) * ((pc_{1441}/eps_{1438b}) / pc_{1438}) ** (1-sig_{1438}) * vc_{1438}.$$

$$(32) \quad vc_{1438d}'n = (om_{1438d}.0'c / eps_{1438d}) * ((pc_{1444}/eps_{1438d}) / pc_{1438}) ** (1-sig_{1438}) * vc_{1438}.$$

Fastpriskonsum av de ulike drivstofftypene, c_{1438i} ($i=e, b, d$), er gitt ved konsumet i løpende priser, vc_{1438i} ($i=e, b, d$), delt på respektive prisindeks, pc_{1438i} ($i=e, b, d$),

$$(33) \quad c_{1438e}'n = vc_{1438e}/pc_{1438e}.$$

$$(34) \quad c_{1438b}'n = vc_{1438b}/pc_{1441}.$$

$$(35) \quad c_{1438d}'n = vc_{1438d}/pc_{1444}.$$

Utslipp av klimagasser fra dieslbiler:

Utslipp av de forskjellige klimagassene, $co_{2caq1444}$, $ch_{4caq1444}$ og $n_{2ocaq1444}$, er lik en fast utslippsfaktor multiplisert med fysisk forbruk av energi, ol_{1444} . Utslippsfaktorene er beregnet basert på tall fra energiregnskapet.

$$(36) \quad co_{2caq1444}'n = 3.17 * 0.84 * ol_{1444}.$$

$$(37) \quad ch_{4caq1444}'n = 21 * 0.000034755 * 0.84 * ol_{1444}.$$

$$(38) \quad n_{2ocaq1444}'n = 310 * 0.000082173 * 0.84 * ol_{1444}.$$

3. Fremskrivninger og analyser

Vi illustrerer modellens bruksområde og egenskaper ved å konstruere en referansebane frem til 2060 basert på informasjon og fremskrivninger fra den eksisterende litteraturen, gitt dagens beskatning av biler og drivstoff. Med denne fremskrivningen av husholdningenes bilpark og forbruk av forskjellig drivstofftyper som utgangspunkt, analyserer vi så effekter av å øke beskatningen av utslipp av klimagasser. Analysen viser hvordan sammensetningen av bilpark og drivstoffbruk endres og hvor store utslippsreduksjoner man kan forvente av en slik politikk.

3.1. Referansescenario med dagens skattesystem

Husholdningenes utgifter til egentransport har historisk sett hatt en stabil struktur i Norge, hvor bensinbiler har vært den klart dominerende teknologien. Det siste tiåret er denne trenden brutt, og man har sett en klar vridning av husholdningenes kjøp av nye biler i retning av dieslbiler. Som en følge av husholdningenes overgang til ny teknologi, ser vi fra tabell 3.1, at leveransene av bilbensin nå viser en klart fallende trend. Salget av autodiesel stiger derimot kraftig.

Tabell 3.1. Leveranser av petroleumsprodukter, Millioner liter

| Produkter | 1990 | 1995 | 2000 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bilbensin | 2 413 | 2 251 | 2 189 | 2 216 | 2 139 | 2 057 | 1 950 |
| Autodiesel | | | 1 285 | 1 647 | 1 782 | 1 953 | 2 155 |

Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt (NPI)

Nøkkeltall for trafikktviklingen, tabell 3.2, bekrefter utviklingen i tabell 3.1. Bensinsalget avtar, mens dieselsalget og samlet drivstoffsalg øker. Dessuten avdekker tabellen en fortsatt vekst i antall kjørte kilometer. En rekke faktorer som befolkningsvekst, vekst i BNP og vekst i privat konsum, bidrar til å opprettholde en vekst i husholdningenes bilbruk.

Tabell 3.2. Noen nøkkeltall for trafikktviklingen 2001-2006

| | Arsgjennomsnitt | | |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| | 2001-2006 | 2004-2005 | 2005-2006 |
| | Endring i prosent | | |
| Befolkning | 0,7 | 0,7 | 0,9 |
| BNP (volum) | 2,3 | 2,7 | 2,8 |
| Privat konsum (volum) | 3,8 | 3,2 | 4,3 |
| Privat konsum transport (volum) | 2,6 | -0,4 | 2,1 |
| Personbilbestand ¹ | 3,2 | 3,3 | 3,3 |
| Salg av bilbensin (mengde) | -1,7 | -3,5 | -3,8 |
| - avgiftspliktig autodiesel | 6,8 | 8,2 | 9,6 |
| - drivstoff til bil i alt | 2,0 | 1,5 | 2,3 |
| Vegtrafikk (kjøretøykilometer) | 2,2 | 2,5 | 1,7 |

¹ Målt som gjennomsnittsbestand av biler som brukes til persontransport

Kilde: TØI

Tabell 3.2 viser at privat konsum av transport i volum vokste med ca. 2.5 % per år i gjennomsnitt i perioden 2001-2006. I tråd med dette har vi lagt inn vekst i referansebanen ved at husholdningenes totale utgifter til egentransport i løpende priser vokser med 2.5 % årlig frem til 2060. I tillegg er det 0.8 % årlig teknologivekst i alle drivstofftypene, slik at teknologien har forbedret seg med ca. 55 % i 2060 i forhold til basisåret. Netto utslipp fra konvensjonelle motorer kan også reduseres ved innblanding av biodrivstoff i de fossile brenslene. Vi har imidlertid ikke innarbeidet slike effekter i modellen vi presenterer. For å sikre et forhold mellom bensinbiler og dieslbiler som tilsvarer historisk utvikling, er andelsparameteren for driftsutgifter til egentransport av dieslbiler, omdpt44, satt endogen for å tilfredsstille et krav om at dieselbilkjøp skal utgjøre 60 % av totalt bensin- og dieselbilkjøp. Se figur A2 i appendiks 2 for den fremskrevne utviklingen i andelsparametrene for driftsutgifter til egentransport til de ulike biltyperne. I følge Opplysningsrådet for Veitrafikken, har dieselbilandelen av bilsalget vært over 70 % de siste årene, mens salget var vesentlig lavere på starten av 2000-tallet.

Utviklingen i sammensetningen av tjenestestrøm fra bilbeholdningen blir bestemt av eksogene andelsparametrene for driftsutgifter til egentransport.

Substitusjonselastisiteten mellom de ulike drivstofftypene for hybridbiler, sig1438, er satt lik null, slik at disse er perfekte komplemente. Som en forenkling har vi antatt at substitusjonselastisiteten for driftsutgifter til egentransport for alle biltyper er lik null, slik at drivstoff og tjenestestrøm fra bilbeholdning er perfekte komplemente for alle biltyper. Det er lagt inn en utvikling i substitusjonselastisitetene til driftsutgifter til egentransport mellom de ulike biltypene. Substitusjonselastisiteten starter på 1.1 i 2005 for å vokse til 8 i 2015. Fra og med 2015 til 2060 holdes verdien lik 8. Det er satt lav substitusjon i starten for driftsutgifter til egentransport for å unngå negative bilkjøp. Overgangen fra bensinbiler til dieslbiler det siste tiåret antyder at etterspørselen etter motorer basert på forskjellige energikilder er veldig elastisk. Substitusjonselastisiteten mellom bilvariantene er satt til en verdi som er konsistent med en slik elastisk etterspørsel. Sigpt, substitusjonselastisiteten for husholdningenes totale utgifter til egentransport er lik 0,4, som er hentet fra konsummodellen i MSG. Alle priser og skattesatser er eksogent gitt i referansebanen. For bensin- og dieslbiler er skattesatsene beregnet fra nasjonalregnskapstall. For elektrisitetsforbruk er skattesatsen beregnet ut fra skattesatser og priser på elektrisitet i 2007. Skattesatser på kjøp av elbiler og hybridbiler er beregnet basert på dagens skatter og avgifter samt egenskapene ved plug-in hybridbiler som lanseres i 2011. Skattesatsene i prosent av produsentprisene blir som følger:

Tabell 3.3. kattesatser i prosent av produsentpris

| | Hybrid | Bensin | Diesel | El | Hydrogen |
|-----------------|--------|--------|--------|----|----------|
| Bilkjøp | 37 | 93 | 84 | 8 | 8 |
| Drivstoff | | 167 | 119 | 52 | |

Kilde: SSB: Energiregnskapet og nasjonalregnskapet.

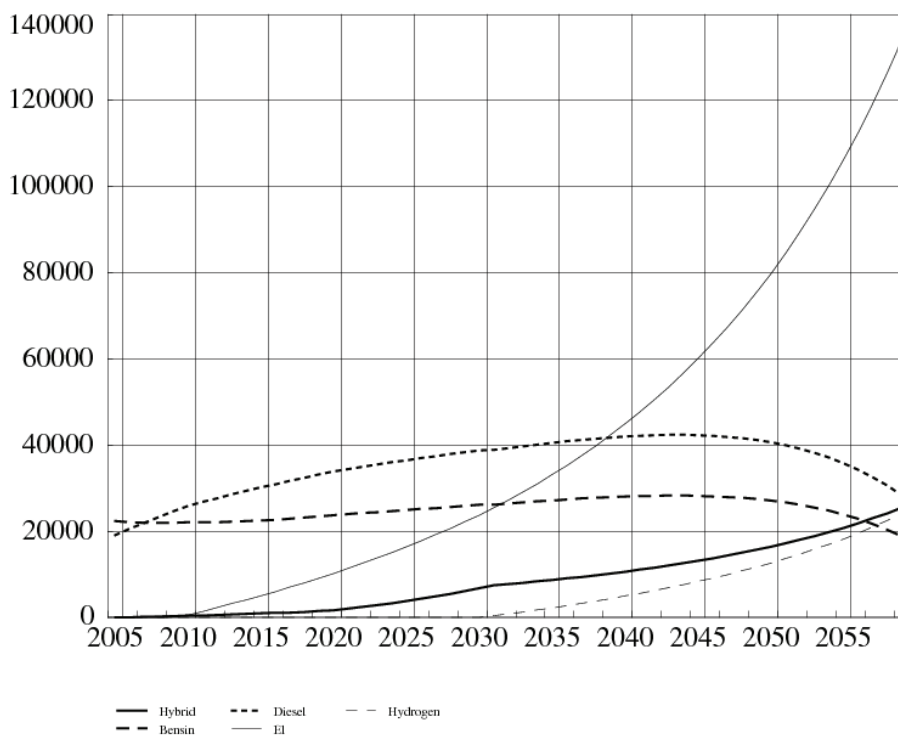
Vi tar utgangspunkt i aggregatet for husholdningenes totale utgifter til egentransport som er aggregert basert på nasjonalregnskapstall. Videre dekomponerer vi disse utgiftene ned på hver enkelt konsumgruppe. Veksten i husholdningenes totale utgifter til egentransport kombinert med teknologiutvikling gjør at man totalt sett får vekst i både andre driftsutgifter til egne transportmidler og til driftsutgifter til egentransport.

Vi antar at elbiler gradvis kommer til å dominere markedet, med en positiv utvikling i hybrid- og hydrogenbiler på bekostning av bensin- og dieslbiler på lang sikt, se figur 3.1. Det finnes ca. 3000 elbiler i Norge i 2010. Salgstallene for denne typen biler har vært voksende de siste årene. Plug-in hybridbiler er per 2010 fortsatt ikke lansert i markedet. Det er heller ikke lansert hybridbiler som baserer seg på diesel og elektrisitet per 2010. De store bilprodusentene har imidlertid konkrete planer for lanseringer av flere forskjellige typer av el- og hybridbiler. Mange av aktørene forventer vesentlig vekst i salget av disse biltypene. Bilteknologi- og drivstoffeksperter ser også for seg en lys fremtid i alle markeder for plug-in hybridbiler. Dette skyldes at batteriteknologien ser ut til å få et gjennombrudd. Ekspertgruppen nedsatt av *California Air Resources Board* konkluderer riktignok med at kommersiell produksjon av plug-in hybrider neppe er realistisk før i 2015. En studie av Thiel mfl. (2010) viser tydelig at elektrifisering av biler gir betydelige muligheter for å redusere CO₂-utslipp i veitransport, når dette støttes av tilstrekkelige politiske tiltak for å dekarbonisere elektrisitetsproduksjonen. Ekstra teknologikostnader for elektrifiserte biler er et problem i begynnelsen, men de kan gå ned til meget konkurransedyktige CO₂-reduksjonskostnader, forutsatt at markedsbarrierer kan overvinnes gjennom målrettet politikkstøtte som i hovedsak rettes mot de høye initiale kostnadene.

I en studie av Eurelectric (Eurelectric, 2007), en forening som representerer interesser for elektrisitetsindustrien på europeisk nivå, er det skrevet at plug-in hybrid biler vil kunne ha en markedsandel fra 8 til 20 % i 2030. McKinsey & Company (2009) beregner virkningen av tre forskjellige scenarioer på utslipps-

reduksjonsmuligheter for samlet veitransport. Utbredelsen av elbiler og plug-in hybridbiler varierer i forhold til det valgte scenario. Avhengig av scenario utgjør elbiler mellom 0 og 9 % av nybilsalget i perioden 2026-2030, mens plug-in hybridbiler utgjør mellom 16 og 24 % av nybilsalget i samme periode. Caulfield mfl. (2010) studerer individers preferanser for biltyper. Flertallet av respondentene var enig i at hybridbiler og biler med alternativt drivstoff er bedre for miljøet, billigere i drift enn konvensjonelle biler og vil være de foretrukne kjøretøy om ti år. Dagsvik and Liu (2009) estimerer betalingsvilligheten for biltyper med alternativt drivstoff for individer som har råd til bil i Shanghai, og finner at 67 % av intervjuobjektene verdsetter biler med alternativt drivstoff høyere enn biler med konvensjonelt drivstoff.

Figur 3.1. Tjenestestrøm fra bilbeholdningstypene i referansebanen, mill. NOK



Vi ser av figuren over at markedsandelen til tjenestestrømmen fra beholdningen av bensin- og dieslbiler reduseres betydelig i perioden 2005 - 2059. Elbilandelen vokser jevnt fra null til ca. 60 % av markedet i 2059. Hybrid vokser langsomt og ender på 10 % av markedet. Hydrogenbiler kommer først i 2030 og ender med en markedsandel på 10 % i 2059.

Begrunnelsen for at vi forutsetter en slik utvikling i bilparken er sammensatt. Tabell 3.4 nedenfor viser utviklingen i bestanden av elbiler i Norge i årene 2003-2010.

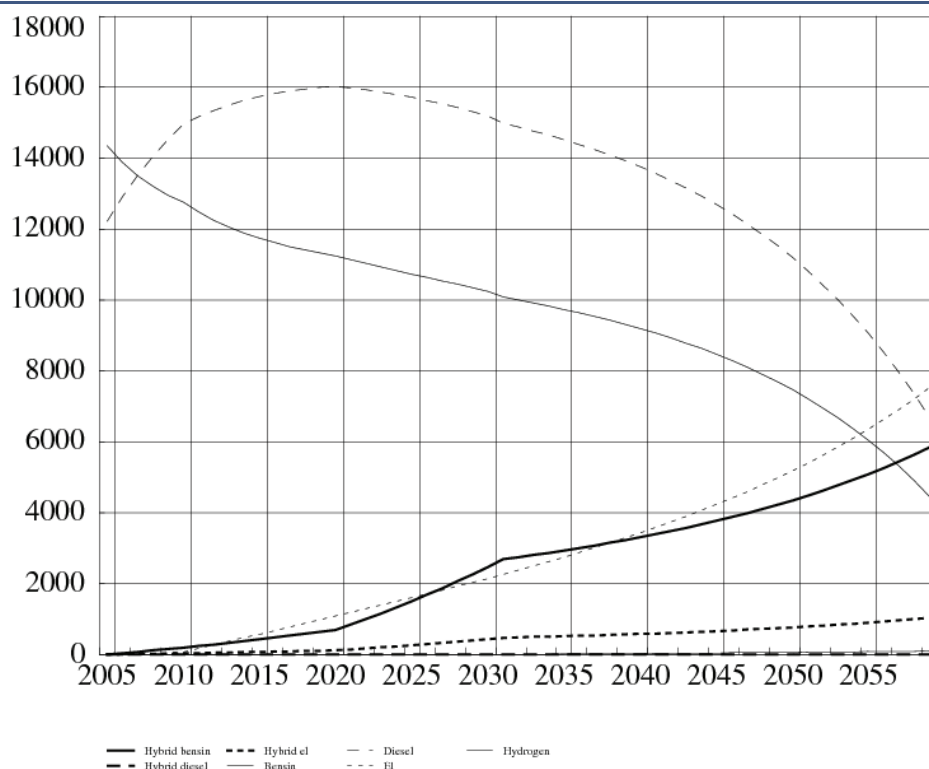
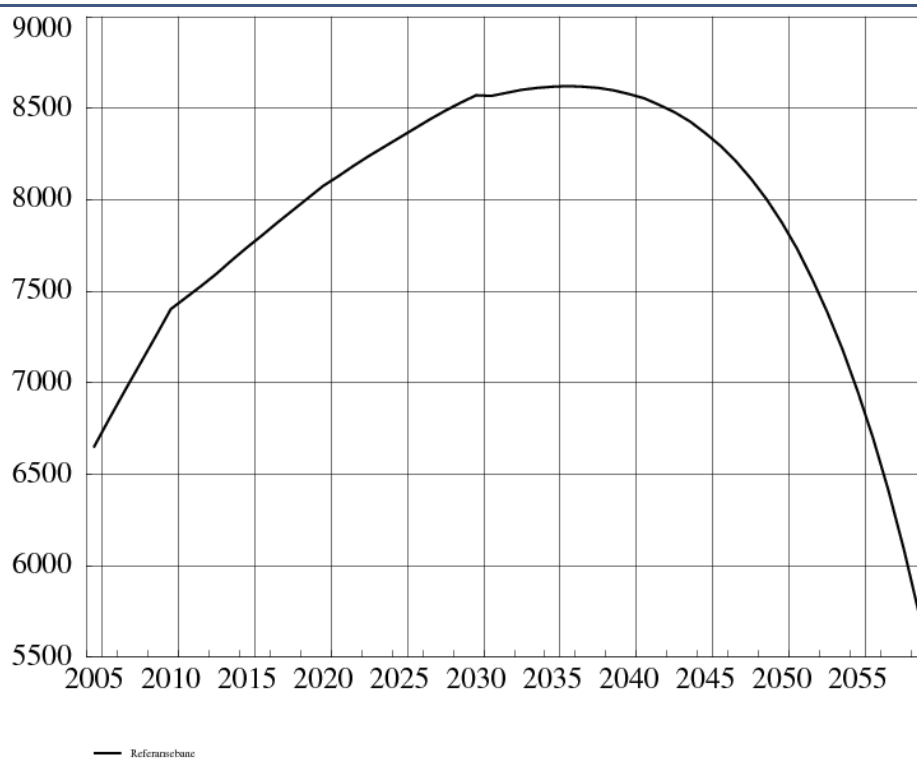
Tabell 3.4 Bestanden av elbiler i Norge 2003-2010

| År | Elbilbestand | Prosentvis årlig vekst |
|------|--------------|------------------------|
| 2003 | 1 081 | |
| 2004 | 1 193 | 10 |
| 2005 | 1 352 | 13 |
| 2006 | 1 667 | 23 |
| 2007 | 1 905 | 14 |
| 2008 | 2 432 | 28 |
| 2009 | 2 762 | 14 |
| 2010 | 3 366 | 22 |

Kilde: OFV

Drivstoff og tjenestestrøm fra bilbeholdning er antatt å være perfekte komplement, slik at drivstoffforbrukene har en utvikling som tilsvarer den som en har for tjenestestrømmene fra bilbeholdningene.

Figur 3.2. Utgifter til driftsenergi for hver av biltypene i referansebanen, mill. NOK

Figur 3.3. Utvikling i totale klimautslipp fra bilparken, tusen tonn CO₂-ekvivalenter

Av figur 3.2 ser vi at utviklingen for drivstofftypene er ganske lik utviklingen for tjenestestrømmene fra bilbeholdningene. Ulike andelsparametre mellom drivstoff og tjenestestrøm fra bilbeholdning for de ulike biltypene gjør at sammensetningen mellom drivstofforbruk avviker fra sammensetningen for tjenestestrøm fra bilbeholdning. Elektrisitetsforbruket i 2059 utgjør for eksempel en betydelig mindre andel av det totale drivstofforbruket sammenlignet med andelen til tjenestestrømmen fra elbilbeholdningen i forhold til tjenestestrømmen fra total bilbehold-

ning i 2059. Summen av bensin- og dieselforbruket reduseres med tiden, men utgjør fremdeles en betydelig del av markedet i 2059. Elektrisitetsforbruket i samband med elbiler vokser kraftig og utgjør den største drivstoffkomponenten.

Klimautslippene, som er summen av utslipp av CO₂, CH₄ og N₂O, målt i CO₂-ekvivalenter (Global Warming Potentials, GWP) vokser frem til 2040, for så å avta kraftig mot 2059. Utslipp følger utviklingen og sammensetningen av drivstofftypene. Selv om bensinforbruket reduseres fra starten av, bidrar økt diesel- og bensinforbruk fra hybridbiler til at utslippene vokser frem mot 2040. Elektrisitet utgjør deretter en større andel av drivstoffmarkedet.

3.2. Skiftanalyse: Skatt som øker bensinpris med 50 %

I skiftanalysen innfører vi en skatt som øker prisen på forbruk av bensin med 50 %. Denne skatteøkningen tilsvarer en skatteøkning på ca. 2 500 kroner per tonn utslipp av CO₂. Til sammenligning anslo makroanalysen til Klimakur 2020 en CO₂-skatt på hhv. 1 500 og 3 500 kroner i 2020, se Fæhn mfl. (2010). I skiftbanen er alle bilkjøp og kjøp av alle typer drivstoff endogene. Forutsetningene er ellers som i referansebanen. Når ordene “forbruk” og “konsum” nevnes menes konsum i faste 2005-priser dersom ikke annet er oppgitt. Alle rapporterte prosentvise endringer refererer seg til 2050, dersom ikke annet er presisert. For å forklare de modelltekniske virkningene av skatteskiftet starter vi med å se på endringene i et enkelt år, år 2050. Vi tar først for oss de direkte prisendringene i de ulike nivåene i nyttestrukturen i figur 2.1. En høyere bensinpris øker prisen på bensin i de nederste nivåene 4 og 5 i CES nyttefunksjonen; se figur 2.1. Ved å nøste seg oppover i nyttetreet kan man identifisere effektene på alle prisindeksene.

Deretter analyserer vi endringene i konsum. Man finner effektene på konsum av hvert av CES-aggregatene ved å nøste seg nedover i den nøstede CES-nyttefunksjonen.

Priseffekter:

En bensinavgift gir høyere drivstoffpris for bensin- og hybridbiler (nivå 4 og 5). Når bensinprisen øker med 50 %, øker prisindeksen knyttet til “driftsutgifter til egentransport” for bensinbiler og hybridbiler på nivå 3 (med hhv. 15 % og 13 %). Som følge av økt prisindeks på nivå 3, øker prisindeksen på nivå 2. Prisindeksen for “driftsutgifter til egentransport” går opp med 3 %. Økt prisindeks på nivå 2 øker prisindeksen for nivå 1. Prisindeksen for “Husholdningenes totale utgifter til egentransport” går opp med 3 %.

Tabell 3.5. Prosentvis endring fra referansebane

| Nivå i nyttetre | | Prisindeks | Konsum |
|-----------------|---|------------|--------|
| 1 | Husholdningenes totale utgifter til egentransport | 3 | -3 |
| 2 | Andre driftsutgifter til egne transportmidler | | -2 |
| | Driftsutgifter egentransport | 3 | -3 |
| 3 | Driftsutgifter egentransport, hybrid | 13 | -55 |
| | Driftsutgifter egentransport, bensin | 15 | -62 |
| | Driftsutgifter til egentransport, diesel | | 21 |
| | Driftsutgifter til egentransport, el | | 21 |
| | Driftsutgifter til egentransport, hydrogen | | 21 |
| 4 | Tjenestestrøm bilbeholdning, hybrid | | -55 |
| | Tjenestestrøm bilbeholdning, bensin | | -55 |
| | Tjenestestrøm bilbeholdning, diesel | | 21 |
| | Tjenestestrøm bilbeholdning, el | | 21 |
| | Tjenestestrøm bilbeholdning, hydrogen | | 21 |
| 4 og 5 | Utgifter til drivstoff, bensin | 50 | |

Konsumeffekter:

Nå gjenstår det å analysere effektene på konsum. Dette gjøres ved å nøste seg fra toppen av nyttetreet og ned. Da konsumet av “Husholdningenes totale utgifter til

egentransport” i løpende priser er forutsatt låst og prisen øker, reduseres konsumet i faste priser (-3 %) på nivå 1.

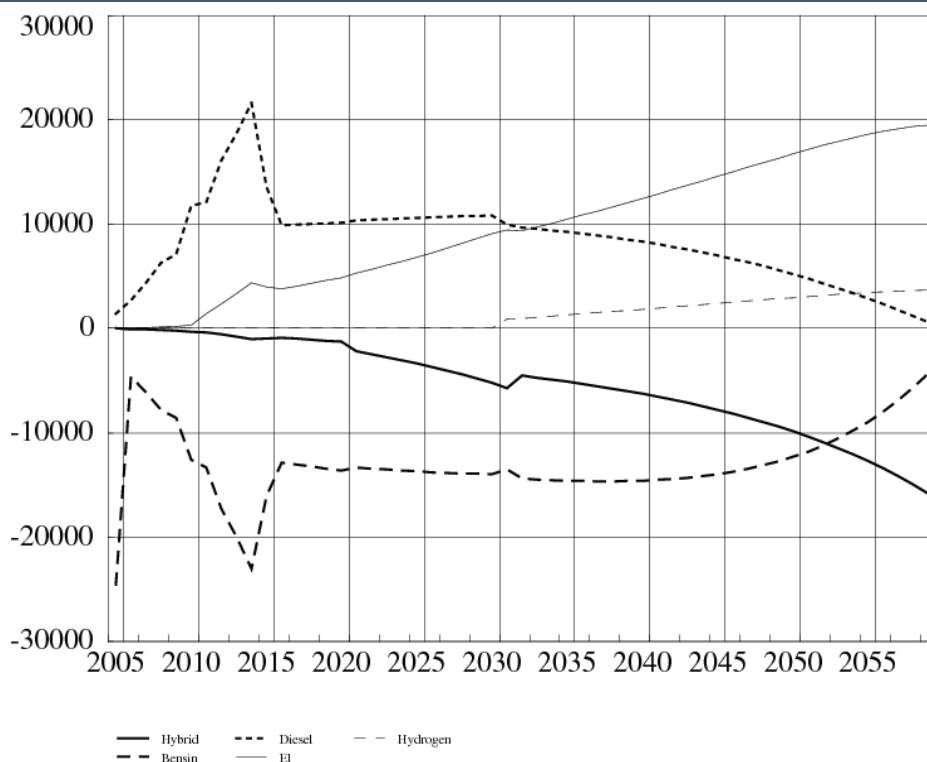
En reduksjon i konsumaggregatet på nivå 1 tilsier en reduksjon i konsumaggregatet på nivå 2. “Driftsutgifter til egentransport” reduseres (-3 %) som følge av redusert konsumaggregat på nivå 1, men også som følge av økt pris i forhold til “andre driftsutgifter til egne transportmidler” som er med på å utgjøre nivå 2. Mens prisen på “driftsutgifter til egentransport” øker, er prisen på “andre driftsutgifter til egne transportmidler” uendret, noe som tilsier substitusjon bort fra “Driftsutgifter til egentransport” og til “andre driftsutgifter til egne transportmidler”. Denne substitusjonseffekten bidrar til ytterligere å senke “driftsutgifter til egentransport”, men den er ikke stor nok til å dempe effekten av lavere konsumaggregat fra nivå 1 på konsum av “andre driftsutgifter til egne transportmidler” som reduseres med 2 %.

Som følge av nedgangen i “driftsutgifter til egentransport” på nivå 2 og høyere relative priser på “Driftsutgifter til egentransport” for bensin og hybridbiler relativt til driftsutgiftene til de andre biltypene, går “driftsutgifter til egentransport” ned for bensinbiler og hybridbiler (-62 % og -55 %). Driftsutgifter til egentransport av dieslbiler, elbiler og hydrogenbiler øker (alle med 21 %) som følge av lavere relative priser sammenlignet med driftsutgiftene til bensinbiler og hybridbiler.

Da driftsutgiftene til egentransport går ned for hybridbiler og bensinbiler på nivå 3, reduseres tjenestestrømmen fra bilbeholdningene for disse typene (-55 % og -59 %). For dieslbiler, elbiler og hydrogenbiler øker bilbeholdningen (21 % for alle) da driftsutgiftene til disse typene går opp på nivå 3.

Videre kommenterer vi utviklingen i de ulike variablene fra basisåret og frem til sluttperioden.

Figur 3.4. Endring i kjøp av biltyper (Skiftbane-Referansebane), mill. NOK



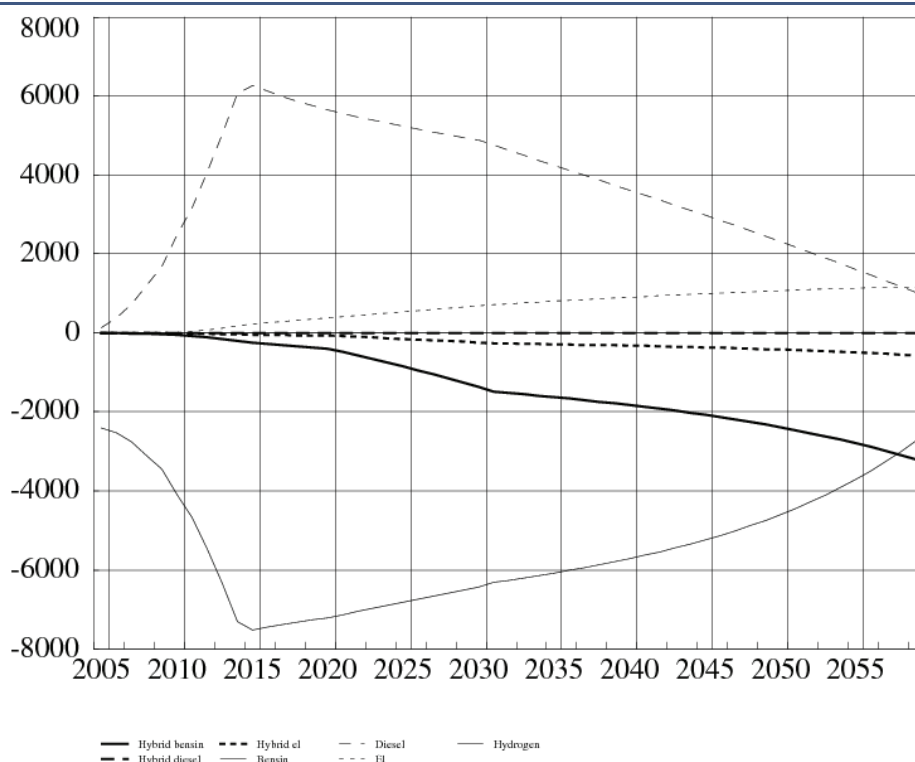
I skiftbanen er vi interessert i å se på endringer i tjenestestrømmen fra bilbeholdningene. Endret etterspurt tjenestestrøm fra bilbeholdningene danner grunnlag for konsumentenes bilkjøp, som er vist i figuren over. Bensinbilkjøpet går kraftig ned det første året, da konsumenten ønsket en momentan endring i tjenestestrømmen

fra bensinbilbeholdningen som følge av avgiften. Året etter er nedgangen i kjøp liten, for så å bli gradvis større frem til 2015. Endringen i bilkjøpet skyldes at substitusjonselastisiteten for driftsutgifter til egentransport er lav i starten, slik at det er lav substitusjon mellom biltypene som følge av endret relative priser. Deretter vokser substitusjonselastisiteten frem mot 2015. Dieselmiljøene øker mot 2015 med voksende substitusjonselastisitet for driftsutgifter til egentransport. I tillegg starter en kraftig vekst i elbilkjøpet fra 2010 som fortsetter helt frem til 2059. Dette skyldes innfasingen av elbiler i referansebanen. Kjøpet av hybridbiler faller jevnt hele perioden frem til 2059. Fra og med 2015 er substitusjonselastisiteten for driftsutgifter til egentransport konstant, slik at de relative endringene i bilkjøpene stabiliseres.

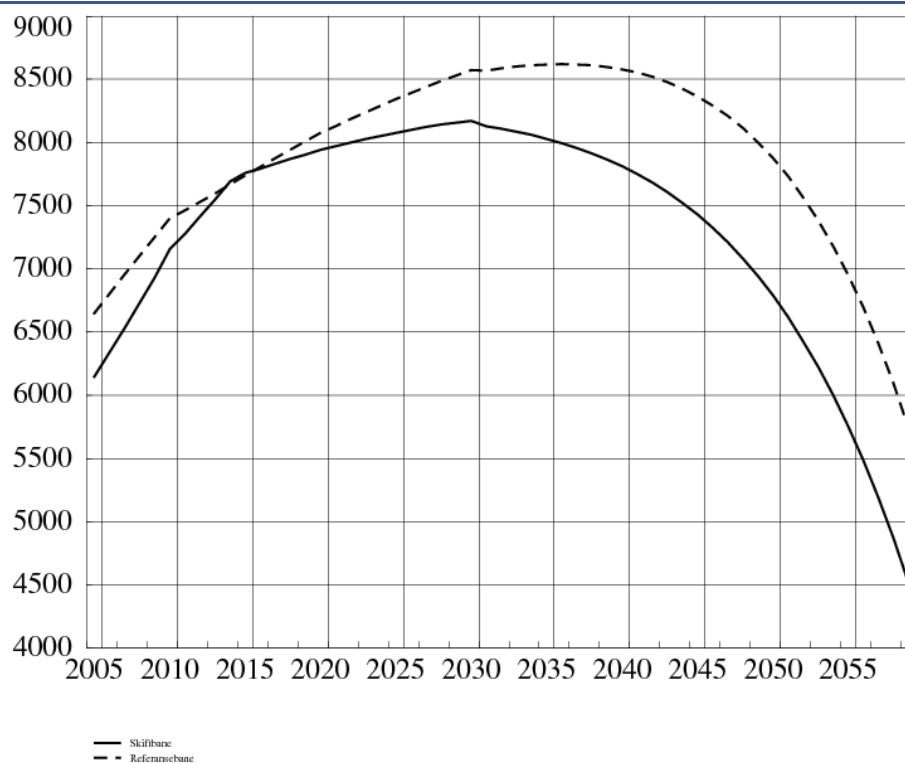
Grafene har et knekkpunkt i 2015. Bensinbilkjøpet i 2015 reduseres drastisk, da man på grunn av antagelsen om utviklingen i substitusjonselastisiteten går fra en økt tjenestestrøm fra bensinbilbeholdningen til en uendret tjenestestrøm fra samme bilbeholdning. Økt tjenestestrøm fra bensinbilbeholdningen krever store kjøp, mens en uendret tjenestestrøm fra bilbeholdningen kun krever erstatningsinvesteringer. Det samme, med motsatt fortegn, gjelder for dieselmiljøene den samme perioden. Fra å ønske lavere tjenestestrøm fra dieselmiljøene over tid, går man over til å ønske en tjenestestrøm fra dieselmiljøene som er konstant over tid.

Siden driftsutgifter til egentransport reduseres og bilbeholdning og drivstoff antas å være perfekte komplement, reduseres drivstoffbruket for hybrid- og bensinbiler (-55 % og -62 %), mens det øker for diesel-, el- og hydrogenbiler (21 % for alle).

Figur 3.5. Endring i utgifter til driftsenergi for hver av biltypene (Skiftbane-Referansebane), mill. NOK



Av figur 3.5 ses det at bensinforbruket går betydelig ned frem til 2015, mens reduksjonen deretter blir betydelig mindre frem mot 2059. Dieselforbruket har omvendt utvikling som bensin, og øker kraftig til 2015 for så å øke mindre mot 2059. Bensinforbruket for hybridbilene synker jevnt frem til 2059. At endringene er størst i starten skyldes de store momentane endringene i bilbeholdningene. Bruken av elektrisitet øker stabilt frem til 2059 da det blir relativt billigere enn bensin.

Figur 3.6. Totalt utslipp av klimagasser, referansebane og skiftbane, tusen tonn CO₂-ekvivalenter

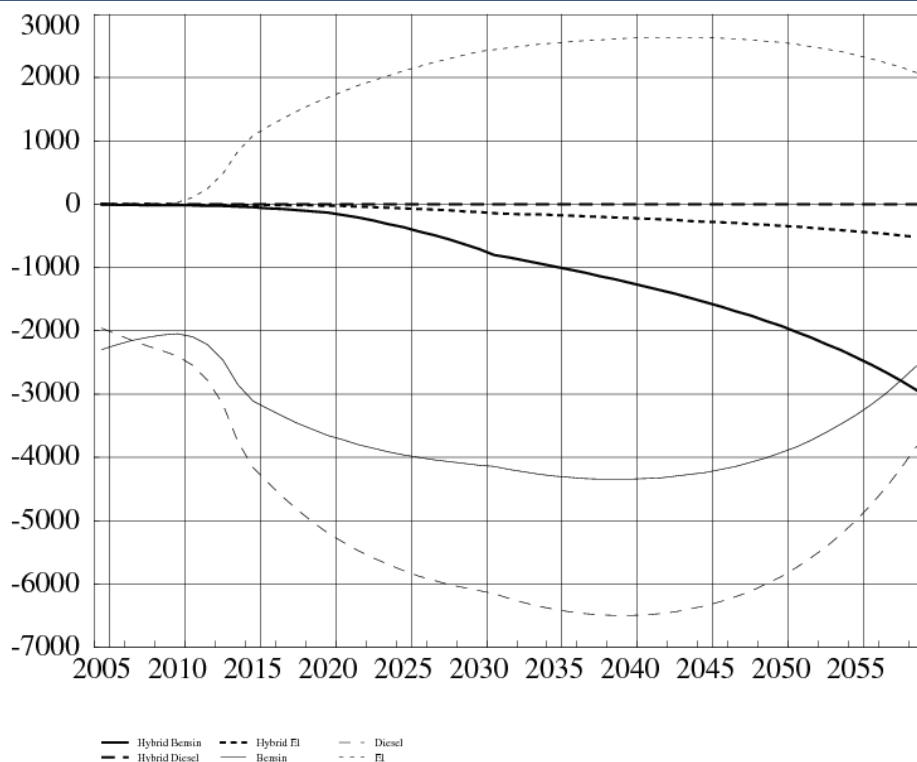
Utslippene følger sammensetningene av drivstofforbrukene. Utslippene fra husholdningenes egentransport reduseres de første årene, for så bli tilnærmet like rundt 2012. Årsaken er at dieselforbruket har økt kraftig denne perioden. Etter dette er utslippene lavere enn i referansebanen, da bruken av elektrisitet øker kraftig utover i skiftbanen. På lang sikt blir utslippsreduksjonene moderate. En målsetting om vesentlige reduksjoner i utslippet av klimagasser krever derfor andre virkemidler innenfor vårt rammeverk. Klimakur (2010) fikk også en lav utslippsreduksjon i skiftet hvor drivstoffprisen ble doblet. Chandra mfl. (2010) analyserer effekten av skattefritak for hybridbiler. De finner at disse rabattene førte til en stor økning i markedsandelen for hybridbiler. De anslår at 26 % av hybridbilene som ble solgt i løpet av rabattperioden kan tilskrives rabatten, og at en del andre biltyper ble “crowded ut” som følge av rabatten. Imidlertid innebærer dette at rabattordningen også subsidierte mange forbrukere som uansett ville ha kjøpt enten hybridbiler eller andre drivstoffeffektive biler. Derfor er den gjennomsnittlige kostnaden for å redusere karbonutslipp med denne ordningen anslått til

\$ 195 per tonn. Devogelaer og Gusbin (2010) anslår utviklingen i elbil- og plug-in-hybridmarkedsandelen i Belgia perioden i 2012-2030. I 2020 utgjør el- og plug-in-hybridbilene omtrent 2 % av bilparken, mens rundt 5 % av bilparken blir elektrisk drevet i 2030. Effektene av kun generell klimapolitikk på el- og plug-in-hybridbilenes markedsandeler er små.

3.3. Skiftanalyse: Skatt som øker bensin- og dieselprisen med 50 %

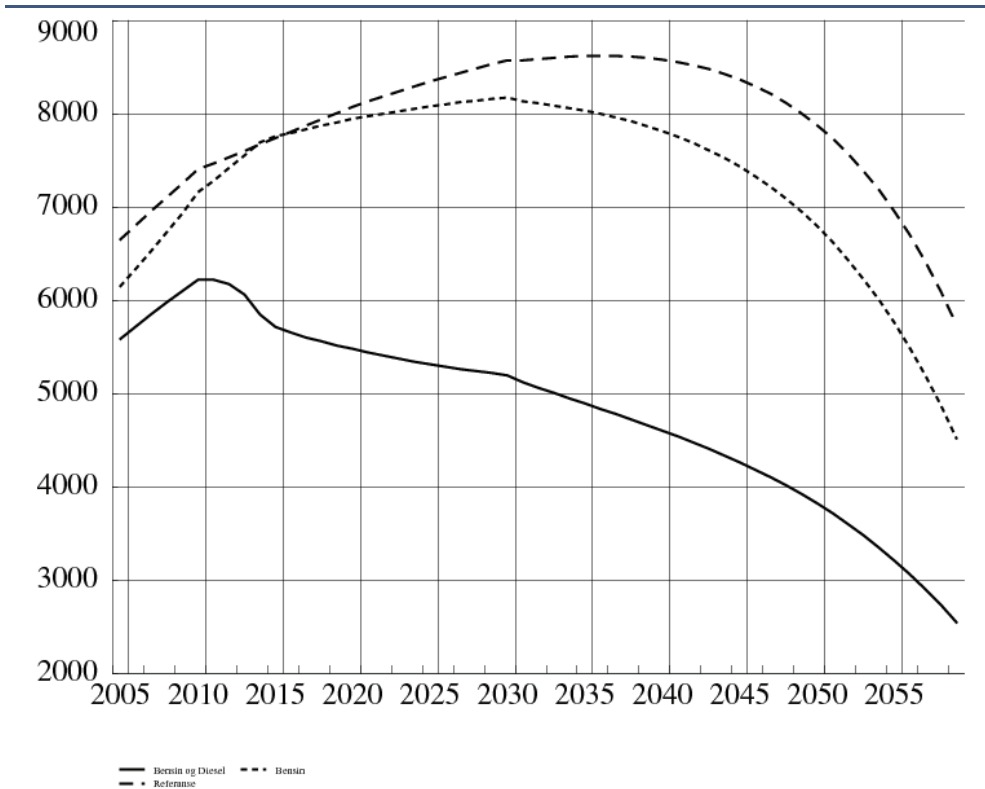
I denne skiftanalysen innfører vi en skatt på drivstoff/utslipp av klimagasser som øker prisen på bensin og diesel med 50 %. Dermed økes beskatningen av alle typer fossilt brennstoff som inngår i modellen. Dermed vil husholdningene substituere seg bort fra biltyper som baserer seg på fossilt drivstoff og mot biltyper som benytter klimavennlig drivstoff. Hensikten med denne skiftanalysen er å påvise hvor store utslippsreduksjonene blir når skatten pålegges alle drivstofftyper som baserer seg på fossilt drivstoff. Effekten på utslipp av klimagasser ved differensiert beskatningen av utslippsintensive drivstoff avdekkes også i analysen.

Figur 3.7. Endring i utgifter til driftsenergi for hver av biltypene (Skiftbane-Referansebane), mill NOK



Effektene på forbruket av de forskjellige drivstofftypene er illustrert i figur 3.7. Vi ser at forbruket av bensin og diesel faller markant i forhold til referansebanen. Forbruket av bensin faller både på grunn av redusert beholdning av bensinbiler, samt på grunn av redusert beholdning av hybridbiler. Skatteøkningen på bensin rammer hybridbiler, siden hybridbiler også antas å bruke bensin. Videre ser vi at forbruket av elektrisitet øker markant. Forbruket av hydrogen øker også. Skattereformen gir altså en markant overgang fra konvensjonelle biltyper og drivstoff til mer klimavennlige biltyper og drivstoff.

Det totale utslippet av klimagasser i hvert av scenarioene er illustrert i figur 3.8. I referansebanen øker utslippet frem til ca. 2035. Deretter avtar utslippet kraftig som følge av innføring av elbiler. En skatt på forbruk av bensin, som øker bensinprisen med 50 %, fører til en moderat reduksjon av utslippet. En skatt på forbruk av bensin og diesel, som øker bensin- og dieselprisene med 50 %, fører til en markant nedgang i utslippet av klimagasser. Hovedårsaken til disse forskjellene er at en skatteøkning på bensin fører til substitusjon mot dieslbiler. Dermed flyttes bare utslippet fra forbruk av bensin til forbruk av diesel. Når skatteøkningen implementeres for både bensin og diesel, genererer dette utelukkende substitusjon mot klimavennlige biltyper og drivstoff. Dermed reduseres utslippet av klimagasser vesentlig.

Figur 3.8. Totalt utslipp av klimagasser, referansebane og skiftbanene, tusen tonn CO₂-ekvivalenter

4. Konklusjoner

Vi har konstruert en modell som kan benyttes til fremskrivninger av husholdningenes energibruk for transportformål. Modellen er også godt egnet til å analysere skatteendringer som tar sikte på å redusere utslippet av klimagasser fra husholdningenes privattransport. Antakelsene i referansebanen innebærer at utslippet av klimagasser fra husholdningenes egentransport øker på mellomlang sikt. Det er først når en vesentlig del av bilparken konverteres til elbiler at utslippene begynner å avta. En skatt på bensin, som øker bensinprisen med 50 %, vil gi en moderat nedgang i utslippet av klimagasser på lang sikt. En økning i skatten på både bensin og diesel, som øker prisen på bensin og diesel med 50 %, fører til vesentlige reduksjoner i utslippene av klimagasser. I 2050 er utslippet knyttet til husholdningenes bruk av biler nesten halvert i forhold til dagens utslipp. Analysene viser at beskatning av alle typer fossile drivstoff gir en vesentlig større reduksjon i utslippet av klimagasser sammenlignet med scenarioet der skatten på bensin øker, mens skatten på diesel holdes uendret.

Hensikten med denne rapporten er å dokumentere egenskapene ved modellen som er utviklet til å analysere politikk rettet mot husholdningenes energibruk til egne transportformål. I analysen er en rekke relevante momenter utelatt;

- Utslippet fra produksjon av drivstoff og biler er ikke inkludert i analysen.
- Antall kjørte km vil vokse saktere enn utviklingen i bilbeholdningen hvis flere biler fører til færre kjørte km per bil.
- Analysen inkluderer ikke biodrivstoff.
- Vi forutsetter uendrede priser før skatt på biltyper og drivstoff.

Vi har valgt å fase inn el-og hybridbiler i et stort omfang ved å anta at husholdningene i større og større grad foretrekker slike biler fremfor konvensjonelle biler. Slike endringer i preferanser skal representere at et voksende omfang av slike biler trolig fører til vesentlig lavere priser på slike biler, som igjen vil føre til økt etterspørsel etter slike klimavennlige biler. Selv om et endret prisnivå på klimavennlige biler ikke er innarbeidet i vår referansebane, vil ikke dette påvirke egenskaper ved modellen som er relevante for diverse skiftanalyser. Det vil uansett være stor usikkerhet forbundet med omfanget av el- og hybridbiler flere tiår frem i tid, samt om dagens gunstige skatteordninger for slike biler vil opprettholdes.

Referanser

- Bye, B., Fæhn, T., Heggedal, T.-R., Jacobsen, K. og Strøm, B. (2008): *An innovation and climate policy model with factor-biased technological change. A small, open economy approach.*, Rapport 2008/22, Statistisk sentralbyrå.
- Caulfield, B., Farrel, S., og McMahon, B. (2010): Examining individuals preferences for hybrid electric and alternatively fuelled vehicles, *Transport Policy*, 17(6), 381-387.
- Chandra, A., Gulati, S., og Kandhkar, M. (2010): Green drivers or free riders? An analysis of tax rebates for hybrid vehicles, *Journal of Environmental Economics and Management* 2010, 60(2), 78-93.
- Dagsvik, J.K. og Gang, L. (2009): A framework for analyzing rank-ordered data with application to automobile demand, *Transportation Research Part A: Policy and practice*, 43(1), 1-12.
- Devogelaer, D. og Gusbin, D. (2010): Electric cars: Back to the future? Working Paper 13-10, Federal Planning Bureau Belgium.
- Eurelectric (2007): The Role of Electricity: a new path to secure, competitive energy in a carbonconstrained world, Union of the electricity industry, <http://www2.eurelectric.org/Content/Default.asp?PageID=729>
- European automobile manufacturers' association (2010): Overview of tax incentives for electric vehicles in the EU, <http://www.acea.be/>
- Eurostat (2007): Statistics in focus. Environment and energy, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-080/EN/KS-SF-07-080-EN.PDF
- Fæhn, T., Jacobsen, K. og Strøm, B. (2010): *Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimamål for 2020: En generell modelltilnærming*, Rapporter 22/2010, Statistisk sentralbyrå.
- Heide, K., Holmøy, E., Lerskau, L., og Solli, I. F. (2004): *Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6*. Rapporter 2004/18, Statistisk sentralbyrå.
- Heldal, N., Rasmussen, I., Dyb, V.A. og Strøm, S. (2009): *Virksomheter og kjøpsavgifter og drivstoffavgifter på CO₂-utslippet fra nye biler*, Vista Analyse Rapport 02.10.09.
- Klimakur (2010): Sektoranalyse for transport. Klimakur 2020 – tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020, http://www.klimakur2020.no/PageFiles/1137/Sektoranalyse_for_transport_bakgrunnsdokumentasjon.pdf
- McKinsey & Company (2009): Pathways to a low-carbon economy, McKinsey & Company.
- Opplysningskontoret for Veitrafikken AS: http://www.ofvas.no/BILSALGET/Bilsalget_2009/Bilsalget+desember+2009.9UF.RrWZn.ips
- Schäfer, A. og Jacoby, H. D. (2005): Technology detail in a Multisector CGE model: Transport under climate policy, *Energy Economics*, 27(1).

Skjerpen, T. (2010): A multi-stage consumer demand system based on LES at all levels: Technical documentation., Documents 45/2010, Statistics Norway.

Stephensen, P., Christensen, M.A. og Thomsen, T. (2010): En lille generel ligevægtsmodel med energitjenester, DREAM arbejdsrapport 2010:1.
http://www.dreammodel.dk/pdf/W2010_01.pdf

Thiel, C., Perujo, A. og Mercier, A. (2010): Cost and CO₂ aspects of future vehicle options in Europe under new energy policy scenarios, *Energy Policy* 38(11), 7142-7151.

Vedlegg A: Modellens kontoplan

Notasjon:

c_i : Husholdningenes forbruk av vare i i faste priser.

pc_i : konsumentpris for vare i .

vc_i : Husholdningens forbruk av vare i i løpende priser.

gwh_i : Husholdningens forbruk av vare i målt i GWH.

$pgwh_i$: Konsumentpris for vare i per GWH.

ol_i : Husholdningens forbruk av vare i målt i liter.

pol_i : Konsumentpris for vare i per liter.

hc_i : Husholdningens beholdning av personbiler av type i .

om_i : CES andelsparameter for vare i .

$co2caq_i$: CO₂ utslipp av vare i .

$ch4caq_i$: Utslipp av CH₄ fra vare i .

$n2ocaq_i$: Utslipp av N₂O fra vare i .

$delb$: Depresiering av bilbeholdningen.

rb : Markedsrenten

eps_i : Produktivitetsparameter.

sig_i : Substitusjonselastisitet for aggregat i .

Konsumaktiviteter:

14A : Andre driftsutgifter til egne transportmidler

1438b : Utgifter til driftsenergi (bensin) for hybridbiler

1438d : Utgifter til driftsenergi (diesel) for hybridbiler

1438e : Utgifter til driftsenergi (elektrisitet) for hybridbiler

1441 : Utgifter til driftsenergi (bensin) for bensinbiler

1444 : Utgifter til driftsenergi (diesel) for dieselbiler

1471 : Utgifter til driftsenergi (elektrisitet) for elbiler

1499 : Utgifter til driftsenergi (hydrogen) for hydrogenbiler

3138 : Tjenestestrøm fra hybridbilbeholdningen (Brukerpris)

3141 : Tjenestestrøm fra bensinbilbeholdningen (Brukerpris)

3144 : Tjenestestrøm fra dieselbilbeholdningen (Brukerpris)

3171 : Tjenestestrøm fra elbilbeholdningen (Brukerpris)

3199 : Tjenestestrøm fra hydrogenbilbeholdningen (Brukerpris)

3038 : Kjøp av hybridbiler

3041 : Kjøp av bensinbiler

3044 : Kjøp av dieselbiler

3071 : Kjøp av elbiler

3099 : Kjøp av hydrogenbiler

Konsumaggregater:

Husholdningenes totale utgifter til egentransport (PT)
 Driftsutgifter til egentransport (DPT)
 Driftsutgifter til egentransport, Hybridbiler (DPT38)
 Driftsutgifter til egentransport, Bensinbiler (DPT41)
 Driftsutgifter til egentransport, Dieserbiler (DPT44)
 Driftsutgifter til egentransport, Elbiler (DPT71)
 Driftsutgifter til egentransport, Hydrogenbiler (DPT99)
 Utgifter til drivstoff/energi, (1438)

Bilkategorier:

38: Hybridbiler
 41: Bensinbiler
 44: Dieserbiler
 71: Elbiler
 99: Hydrogenbiler

Modellen:

- (1) $pcpt'n = (om14a.0'c * ((pc14a/(eps14a))^{**} (1-sigpt)) + omdpt.0'c * (pcdpt^{**} (1-sigpt)))^{**} (1/(1-sigpt)) ,$
- (2) $c14a'n = om14a.0'c * ((pcpt / (pc14a/(eps14a)))^{**} sigpt) * (vcpt/pcpt) ,$
- (3) $vcdpt'n = omdpt.0'c * ((pcdpt / pcpt)^{**} (1-sigpt)) *vcpt ,$
- (4) $pcdpt'n = (omdpt38 * (pcdpt38^{**} (1-sigdpt)) + omdpt41 * (pcdpt41^{**} (1-sigdpt)) + omdpt44'n * (pcdpt44^{**} (1-sigdpt)) + omdpt99 * (pcdpt99^{**} (1-sigdpt)) + omdpt71 * (pcdpt71^{**} (1-sigdpt)))^{**} (1/(1-sigdpt)) ,$
- (5) $vcdpt38'n = omdpt38 * ((pcdpt38 / pcdpt)^{**} (1-sigdpt)) *vcdpt ,$
- (6) $vcdpt41'n = omdpt41 * ((pcdpt41 / pcdpt)^{**} (1-sigdpt)) *vcdpt ,$
- (7) $vcdpt44'n = omdpt44'n * ((pcdpt44 / pcdpt)^{**} (1-sigdpt)) *vcdpt ,$
- (8) $vcdpt99'n = omdpt99 * ((pcdpt99 / pcdpt)^{**} (1-sigdpt)) *vcdpt ,$
- (9) $vcdpt71'n = omdpt71 * ((pcdpt71 / pcdpt)^{**} (1-sigdpt)) *vcdpt ,$
- (10) $pcdpt38'n = (om3138'n * (pc3138^{**} (1-sigdpt38)) + om1438 * (pc1438^{**} (1-sigdpt38)))^{**} (1/(1-sigdpt38)) ,$

- (11) $pcdpt41'n = (om3141'n * (pc3141 ** (1-sigdpt41)) + om1441 * ((pc1441/eps1441) ** (1-sigdpt41))) ** (1/(1-sigdpt41)) ,$
- (12) $pcdpt44'n = (om3144'n * (pc3144 ** (1-sigdpt44)) + om1444 * ((pc1444/eps1444) ** (1-sigdpt44))) ** (1/(1-sigdpt44)) ,$
- (13) $pcdpt99'n = (om3199.0'c * (pc3199 ** (1-sigdpt99)) + om1499.0'c * ((pc1499/eps1499) ** (1-sigdpt99))) ** (1/(1-sigdpt99)) ,$
- (14) $pcdpt71'n = (om3171'n * (pc3171 ** (1-sigdpt71)) + om1471 * ((pc1471/eps1471) ** (1-sigdpt71))) ** (1/(1-sigdpt71)) ,$
- (15) $pc1441'n = pol1441/pol1441.0'c ,$
- (16) $pc1444'n = pol1444/pol1444.0'c ,$
- (17) $pc1499'n = pol1499/pol1499.0'c ,$
- (18) $pc1471'n = pgwh1471/pgwh1471.0'c ,$
- (19) $pc1438e'n = pgwh1438e/pgwh1438e.0'c ,$
- (20) $vc1438'n = om1438 * (pc1438 / pcdpt38) ** (1-sigdpt38) * vcdpt38 ,$
- (21) $vc1441'n = (om1441 / eps1441) * ((pc1441/eps1441) / pcdpt41) ** (1-sigdpt41) * vcdpt41 ,$
- (22) $vc1444'n = (om1444 / eps1444) * ((pc1444/eps1444) / pcdpt44) ** (1-sigdpt44) * vcdpt44 ,$
- (23) $vc1499'n = (om1499.0'c / eps1499) * ((pc1499/eps1499) / pcdpt99) ** (1-sigdpt99) * vcdpt99 ,$
- (24) $vc1471'n = (om1471 / eps1471) * ((pc1471/eps1471) / pcdpt71) ** (1-sigdpt71) * vcdpt71 ,$
- (25) $c1441'n = vc1441/pc1441 ,$
- (26) $c1444'n = vc1444/pc1444 ,$
- (27) $c1471'n = vc1471/pc1471 ,$
- (28) $c1499'n = vc1499/pc1499 ,$
- (29) $vc3138'n = vcdpt38 - vc1438 ,$
- (30) $vc3141'n = vcdpt41 - vc1441 ,$
- (31) $vc3144'n = vcdpt44 - vc1444 ,$
- (32) $vc3199'n = vcdpt99 - vc1499 ,$
- (33) $vc3171'n = vcdpt71 - vc1471 ,$
- (34) $c3138'n = vc3138/pc3138 ,$

- (35) $c3141'n = vc3141/pc3141,$
- (36) $c3144'n = vc3144/pc3144,$
- (37) $c3199'n = vc3199/pc3199,$
- (38) $c3171'n = vc3171/pc3171,$
- (39) $ol1441'n = (om1441/(eps1441*pol1441.0'c))*((pcdpt41 / (pc1441/ eps1441)) ** sigdpt41) *(vcdpt41/pcdpt41) ,$
- (40) $ol1444'n = (om1444/(eps1444*pol1444.0'c))*((pcdpt44 / (pc1444/ eps1444)) ** sigdpt44) *(vcdpt44/pcdpt44) ,$
- (41) $ol1499'n = (om1499.0'c/(eps1499*pol1499.0'c))*((pcdpt99 / (pc1499/ eps1499)) ** sigdpt99) *(vcdpt99/pcdpt99) ,$
- (42) $gwh1471'n = (om1471/(eps1471*pgwh1471.0'c))*((pcdpt71 / (pc1471/ eps1471)) ** sigdpt71) *(vcdpt71/pcdpt71) ,$
- (43) $gwh1438e'n =vc1438e'n/pgwh1438e ,$
- (44) $ol1438b'n =vc1438b'n/pol1441 ,$
- (45) $ol1438d'n =vc1438d'n/pol1444 ,$
- (46) $pc3138'n = pc3038*(delb+rb)/(delb.0'n+rb.0'c) ,$
- (47) $c3038'n = 1/(delb.0'n+rb.0'c)*((1+delb.0'n)*c3138-c3138(-1)) ,$
- (48) $hc3138'n = (c3038+hc3138(-1))/(1+delb.0'n) ,$
- (49) $pc3141'n = pc3041*(delb+rb)/(delb.0'n+rb.0'c) ,$
- (50) $c3041'n = 1/(delb.0'n+rb.0'c)*((1+delb.0'n)*c3141-c3141(-1)) ,$
- (51) $hc3141'n = (c3041+hc3141(-1))/(1+delb.0'n) ,$
- (52) $pc3144'n = pc3044*(delb+rb)/(delb.0'n+rb.0'c) ,$
- (53) $c3044'n = 1/(delb.0'n+rb.0'c)*((1+delb.0'n)*c3144-c3144(-1)) ,$
- (54) $hc3144'n = (c3044+hc3144(-1))/(1+delb.0'n) ,$
- (55) $pc3199'n = pc3099*(delb+rb)/(delb.0'n+rb.0'c) ,$
- (56) $c3099'n = 1/(delb.0'n+rb.0'c)*((1+delb.0'n)*c3199-c3199(-1)) ,$
- (57) $hc3199'n = (c3099+hc3199(-1))/(1+delb.0'n) ,$
- (58) $pc3171'n = pc3071*(delb+rb)/(delb.0'n+rb.0'c) ,$
- (59) $c3071'n = 1/(delb.0'n+rb.0'c)*((1+delb.0'n)*c3171-c3171(-1)) ,$
- (60) $hc3171'n = (c3071+hc3171(-1))/(1+delb.0'n) ,$
- (61) $vc3038'n = pc3038*c3038,$
- (62) $vc3041'n = pc3041*c3041,$

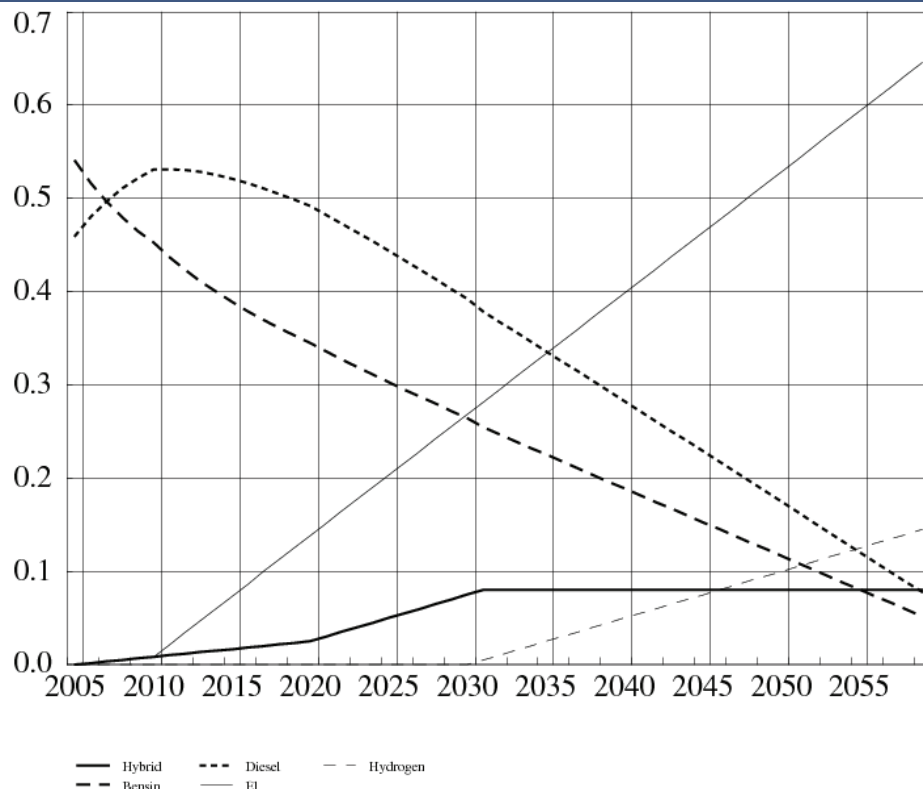
- (63) $vc3044'n = pc3044*c3044,$
- (64) $vc3099'n = pc3099*c3099,$
- (65) $vc3071'n = pc3071*c3071,$
- (66) $omdpt41'n = 1-(omdpt38+omdpt99+omdpt44'n+omdpt71),$
- (67) $pc1438'n = (om1438e.0'c * ((pc1438e/eps1438e) ** (1-sig1438)) +$
 $om1438b * ((pc1441/eps1438b) ** (1-sig1438)) +$
 $om1438d.0'c * ((pc1444/eps1438d) ** (1-sig1438)))$
 $** (1/(1-sig1438)),$
- (68) $vc1438e'n = (om1438e.0'c / eps1438e) * ((pc1438e/eps1438e) / pc1438)$
 $** (1-sig1438) *vc1438 ,$
- (69) $vc1438b'n = (om1438b / eps1438b) * ((pc1441/eps1438b) / pc1438)$
 $** (1-sig1438) *vc1438 ,$
- (70) $vc1438d'n = (om1438d.0'c / eps1438d) * ((pc1444/eps1438d) / pc1438)$
 $** (1-sig1438) *vc1438 ,$
- (71) $c1438e'n = vc1438e/pc1438e,$
- (72) $c1438b'n = vc1438b/pc1441,$
- (73) $c1438d'n = vc1438d/pc1444,$
- (74) $om1438b'n = 1-(om1438e.0'c+om1438d.0'c),$
- (75) $c3044'n=0.6*(c3041+c3044),$
- (76) $co2caq1438b'n=3.13*0.74*ol1438b,$
- (77) $co2caq1438d'n=3.17*0.84*ol1438d,$
- (78) $co2caq1441'n=3.13*0.74*ol1441,$
- (79) $co2caq1444'n=3.17*0.84*ol1444,$
- (80) $ch4caq1438b'n=21*0.001117*0.74*ol1438b,$
- (81) $ch4caq1438d'n=21*0.000034755*0.84*ol1438d,$
- (82) $ch4caq1441'n=21*0.001117*0.74*ol1441,$
- (83) $ch4caq1444'n=21*0.000034755*0.84*ol1444,$
- (84) $n2ocaq1438b'n=310*0.0002628*0.74*ol1438b,$
- (85) $n2ocaq1438d'n=310*0.000082173*0.84*ol1438d,$
- (86) $n2ocaq1441'n=310*0.0002628*0.74*ol1441,$
- (87) $n2ocaq1444'n=310*0.000082173*0.84*ol1444,$
- (88) $om3138'n=1-om1438,$
- (89) $om3141'n=1-om1441,$

(90) $om_{3144}'n=1-om_{1444}$,

(91) $om_{3171}'n=1-om_{1471}$,

(92) $delb.0'n = dumdelb*delb + (1-dumdelb)*delb.0(-1)$

Figur A1. Utviklingen i de ulike biltypenes andelsparametre for driftsutgifter til egentransport



Figurregister

| | |
|--|----|
| 2.1. Nyttestrukturen | 10 |
| 3.1. Tjenestestrøm fra bilbeholdningstypene i referansebanen, mill. NOK | 17 |
| 3.2. Utgifter til driftsenergi for hver av biltypene i referansebanen, mill. NOK | 18 |
| 3.3. Utvikling i totale klimautslipp fra bilparken, tusen tonn CO ₂ -ekvivalenter | 18 |
| 3.4. Endring i kjøp av biltyper (Skiftbane-Referansebane), mill. NOK | 20 |
| 3.5. Endring i utgifter til driftsenergi for hver av biltypene (Skiftbane-Referansebane), mill. NOK | 21 |
| 3.6. Totalt utslipp av klimagasser, referansebane og skiftbane, tusen tonn CO ₂ - ekvivalenter | 22 |
| 3.7. Endring i utgifter til driftsenergi for hver av biltypene (Skiftbane-Referansebane), mill NOK | 23 |
| 3.8. Totalt utslipp av klimagasser, referansebane og skiftbanene, tusen tonn CO ₂ - ekvivalenter | 24 |
| A1. Utviklingen i de ulike biltypenes andelsparametre for driftsutgifter til egentransport ... | 33 |

Tabellregister

| | |
|---|----|
| 3.1. Leveranser av petroleumsprodukter, Millioner liter | 15 |
| 3.2. Noen nøkkeltall for trafikkutviklingen 2001-2006 | 15 |
| 3.3. kattesatser i prosent av produsentpris | 16 |
| 3.4. Bestanden av elbiler i Norge 2003-2010 | 17 |
| 3.5. Prosentvis endring fra referansebane | 19 |