



Handelshøgskolen
i Bodø

SIB AS - SENTER FOR INNOVASJON OG BEDRIFTSØKONOMI
Centre for Innovation and Economics

Elbil eller konvensjonell bil? Økonomiske analyser

Finn Jørgensen
Terje A. Mathisen
Gisle Solvoll

SIB rapport nr. 2/2010

www.hibo.no



Elbil eller konvensjonell bil?
- Økonomiske analyser

av

Finn Jørgensen
Terje A. Mathisen
Gisle Solvoll

Handelshøgskolen i Bodø
Senter for Innovasjon og Bedriftsøkonomi (SIB AS)

Tlf. +47 75 51 76 84
Fax. +47 75 51 72 68

SIB rapport 2/2010

Utgivelsesår: 2010
ISSN 1890-3576

FORORD

Denne rapporten inngår som en del av rapporteringen fra prosjektet ”Klar for elbil”. Arbeidet er gjennomført i perioden oktober 2009 til februar 2010. Rapporten er skrevet av Finn Jørgensen, Terje Mathisen og Gisle Solvoll. Gisle Solvoll har skrevet sammendraget og kapittel 1. Solvoll har også vært prosjektleder. Mathisen har skrevet kapittel 2 og Jørgensen har skrevet kapittel 3 og 4.

Bodø 24. mars 2010.

INNHold

| | |
|--|------------|
| FORORD | I |
| SAMMENDRAG | III |
| 1. INNLEDNING | 1 |
| 2. ELBILER OG "RAMMEBETINGELSER" I NORGE | 2 |
| 2.1 DRIVSTOFF- OG FREMDRIFTSYSTEMER FOR PERSONBILER | 2 |
| 2.2 ELEKTRISKE KJØRETØY – EN BEGREPSAVKLARING..... | 3 |
| 2.3 MYNDIGHETENES ELBILPOLITIKK..... | 4 |
| 2.3.1 Nasjonal transportplan | 5 |
| 2.3.2 Handlingsplan for elektrifisering av veitransporten | 5 |
| 2.3.3 Transnova..... | 6 |
| 2.4 AKTUELLE VIRKEMIDLER | 7 |
| 2.4.1 Engangsavgift..... | 7 |
| 2.4.2 Merverdiavgift..... | 7 |
| 2.4.3 Årsavgift..... | 8 |
| 2.4.4 Parkering | 8 |
| 2.4.5 Bompenger | 8 |
| 2.4.6 Fergetakster | 8 |
| 2.4.7 Kjøring i kollektivfelt..... | 9 |
| 2.4.8 Firmabilbeskatning | 9 |
| 2.4.9 Kjøregodtgjørelse..... | 9 |
| 2.4.10 Andre virkemidler | 10 |
| 3. BRUK AV ELBILER KONTRA BENSIN- OG DIESELDREVNE BILER – EN PRINSIPIELL DRØFTING MED EKSEMPLER | 11 |
| 3.1 ÅRLIG MAKSIMAL TRANSPORTKAPASITET PÅ ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER | 11 |
| 3.1.1 Elbiler..... | 11 |
| 3.1.2 Bensin- og dieseldrevne biler..... | 12 |
| 3.1.3 Sammenligning av årlig transportkapasitet mellom elbiler og konvensjonelle biler | 13 |
| 3.2 FLERE ELBILER – NOEN VIKTIGE KONSEKVENSER | 14 |
| 3.3 GENERALISERTE REISEKOSTNADER OG TURLENGDE FOR ELBILER OG KONVENSJONELLE BILER | 16 |
| 3.3.1 Generaliserte reisekostnader – definisjon..... | 16 |
| 3.3.2 Sammenhenger mellom betalbare kostnader og turlengde | 16 |
| 3.3.3 Sammenhenger mellom tidskostnader og turlengde..... | 20 |
| 3.3.4 Sammenhenger mellom generaliserte reisekostnader og turlengde..... | 23 |
| 3.3.5 Avsluttede merknader om generaliserte kostnader | 26 |
| 3.4 FORHOLD SOM PÅVIRKER ATTRAKTIVITETEN TIL ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER | 28 |
| 3.4.1 Elbilenes ladetid..... | 28 |
| 3.4.2 Elbilenes rekkevidde..... | 30 |
| 3.4.3 Elbilenes ladetid og rekkevidde sett i sammenheng | 33 |
| 3.4.4 Batterienes varighet | 33 |
| 3.4.5 Kjørekomfort og trafikk sikkerhet..... | 35 |
| 3.4.6 Utbygging av ladepunkter | 35 |
| 3.4.7 Kjøring i kollektivfelt..... | 37 |
| 3.4.8 Økonomiske virkemidler – avgifter og subsidier..... | 37 |
| 3.4.9 Holdnings- og informasjonskampanjer | 39 |
| 3.5 ÅRLIGE FORDELER OG BETALINGSVILLIGHET FOR ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER – NOEN REGNEEKSEMPLER..... | 41 |
| 3.6 NORSK ELBILPOLITIKK SETT I LYS AV SAMFUNNSØKONOMISKE VURDERINGER | 46 |
| 4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON | 49 |
| REFERANSER | 54 |

SAMMENDRAG

Dette rapporten er skrevet som en del av prosjektet ”klar for elbil?”. ”Klar for elbil?” er et praksisnært forsknings- og utviklingsprosjekt hvor både økonomiske og adferdsmessige forhold knyttet til bruk av elektriske kjøretøy (elbiler) er tema. Problemstillingene i rapporten har til hensikt å redegjøre for elbilens rammebetingelser i Norge samt drøfte attraktiviteten til elbiler kontra konvensjonelle biler med utgangspunkt i dagens teknologi og gjeldende rammebetingelser. I tillegg vurderes dagens norske elbilpolitikk i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

I rapporten fokuseres det på rent elektriske kjøretøy som får sin energi fra et batteri som er ladet opp fra strømmettet. Elbilene registreres i Norge med kjennetegnet EL og faller da under spesielle avgiftsreguleringer. EL-kategorien utgjorde 1 768 kjøretøy per 31. desember 2008 hvorav 1 693 var personbiler. I tillegg fantes det på samme tid om lag 650 enklere elkjøretøy som ikke kan kategoriseres som bil.

Rammebetingelser

For at elbilene skal etablere seg som et kommersielt alternativ til konvensjonelle biler har myndighetene i en introduksjonsfase gitt denne typen kjøretøy fordelaktige rammebetingelser. I Norge er elbiler fritatt for engangsavgift og merverdiavgift ved kjøp. Videre er årsavgiften svært lav. Elbil-brukerne kan også parkere gratis på offentlige parkeringsplasser og kjøre i kollektivfelt der slike måtte finnes. Alle bomstasjoner passeres gratis og skal en reise med ferge slipper en også å betale. Firmabilbeskatningen og kjøregodtgjørelsen er også gunstigere for elbiler enn for bensin- og dieslbiler.

Transportkapasitet

Ved ”blandet kjøring” og under rimelige forutsetninger om tekniske egenskaper ved bilene og batteriene, har en konvensjonell bil omkring 4 ganger større årlig kjørekapasitet enn en elbil målt i utkjørte kjøretøykm. Årsakene til dette skyldes i hovedsak tid brukt til å lade elbilen og lavere gjennomsnittlig hastighet; jo kortere ladetid per km rekkevidde og dess høyere hastighet den kan kjøre med, desto større transportkapasitet har elbilen.

Konsekvenser av flere elbiler

I ”Handlingsplan for elektrifisering av veitransport” er målsettingen at elbilenes andel av personbilparken skal økes til 10 % i 2020 (anslagsvis 260 000 kjøretøy). Under rimelige forutsetninger har vi grovt anslått at dette vil øke nasjonalt strømforbruk med 0,44 %, redusere personbilparkens drivstofforbruk med 10 %, redusere CO₂-utslippene med 0,8 % og redusere statens inntekter fra biltrafikken med 7,8 %.

Generaliserte reisekostnader

Under forutsetning av at en person har både en elbil og en konvensjonell bil tilgjengelig, vil han velge den bilen på en tur som gir lavest generaliserte reisekostnader (summen av betalbare kostnader og tidskostnader). Ut fra tidligere undersøkelser og noen rimelige antakelser anslås det her at både de *objektive* og *subjektive* betalbare kostnadene per km er 0,82 kr høyere ved bruk av konvensjonell bil enn ved bruk av en elbil.

Ved videre å ta utgangspunkt i rimelig anslag på tidskostnader per time ved bruk av elbiler og andre biler, gjennomsnittshastigheter på elbiler og konvensjonelle biler samt ladetid og rekkevidde på elbiler, kan sammenhengene mellom tidskostnader for elbiler og konvensjonelle biler på den ene siden, og turlengde på den andre siden beregnes. Ved å kombinere disse tidskostnadene med de betalbare kostnadene finner vi som ventet at elbilene vil foretrekkes på turer under 100 km (elbilens rekkevidde); de objektive og subjektive generaliserte reisekostnader er henholdsvis 14 % og 22 % lavere for elbiler enn for konvensjonelle biler. På turer over 100 km, når elbilen må lades underveis, blir imidlertid generaliserte reisekostnader ved å bruke elbil betydelig høyere enn ved å bruke en konvensjonell bil. For turer på 400 km blir eksempelvis objektive og subjektive generaliserte reisekostnader henholdsvis 59 % og 88 % høyere ved bruk av elbil enn ved bruk av en konvensjonell bil.

Om lag 90 % av antall reiser med privatbil er under 100 km for en gjennomsnittsbilist og for disse reisene vil elbilen foretrekkes. En økning i rekkevidden til elbilene fra 100 km til 200 km, vil føre til at elbilene foretrekkes på 96 % av turene, tilsvarende 67 % av antall årlig utkjørte km.

Attraktivitet

Utbygging av ladepunkter har rimeligvis størst effekt når de legges på ”populære” steder hvor billistene har lange stopp (arbeidsplasser, kjøpesentre, flyplasser etc.). At elbilene kan benytte kollektivfelt vil ha størst positiv virkning på elbilbruken i byer med betydelige køproblemer og for billister med høye tidskostnader. Å gjøre det billigere å bruke elbil (gulrot) eller dyrere å bruke konvensjonelle biler (pisk) gjennom bruk av subsidier og avgifter, vil naturlig nok øke elbilbruken og redusere bruken av konvensjonelle biler. Hvor store endringene vil bli, avhenger av størrelsen på avgiftsendringene, hvor følsom elbilbruken og bruken av konvensjonelle biler er overfor egne generaliserte reisekostnader og endelig av hvor substituerbar elbilbruk og konvensjonelt bilbruk er; jo mer substituerbare disse to tjenestene er desto større er endringer i bilbruken.

En samlet vurdering tilsier at tekniske egenskaper ved elbilene og batteriene er de faktorene som klart har mest å si for hvor attraktive elbiler er sammenlignet med konvensjonelle biler – og det er faktorer som myndighetene har liten kontroll over. Høyere avgifter på

konvensjonelle biler og ytterligere subsidiering av elbiler vil selvfølgelig øker elbilbruken, men disse avgiftene/subsidiene må være store for at det skal monne med dagens bilteknologi.

Holdnings- og informasjonskampanjer

Informasjonskampanjer, som har som målsetting å gi billistene mer korrekt informasjon om de generaliserte reisekostnadene ved å bruke elbiler og konvensjonelle biler slik at differansene mellom objektive og subjektive anslag blir mindre, vil redusere bruk av både elbil og konvensjonell bil, men neppe øke elbilens andel. Holdningskampanjer har til hensikt å øke billistenes moralske kostnader ved å bruke konvensjonelle biler. De moralske kostnadene kan nok påvirkes i riktig retning, men trolig ikke så mye at elbiler med dagens teknologi blir valgt for lengre turer.

Noen regneeksempler

Vi har forsøkt å kvantifisere de årlige forskjeller i fordelene ved å eie *en* elbil sammenlignet med å eie *en* konvensjonell bil for en billist med et representativt kjøremønster og ”etterspørselsfølsomhet”.

Beregningene viser at en reduksjon av ladetiden og/eller økning i elbilenes rekkevidde, har stor betydning for hvor attraktive de vil være for en representativ billist. Uansett om ladetiden er 2,5 timer eller 5 timer, vil imidlertid elbilen komme dårligere ut enn en konvensjonell bil når elbilens rekkevidde er under 100 km mens den alltid vil komme best ut når rekkevidden er 200 km. En bilfører er villig til å betale ca. 83 000 kr mer for en konvensjonell bil enn for en elbil med ladetid 5 timer og rekkevidde 100 km. Reduseres ladetiden til 2,5 timer, mens rekkevidden på elbilen øker til 200 km, er bileieren villig til å betale ca. 44 000 kr mer for elbilen enn for den konvensjonelle bilen.

At elbilene må stoppes og lades gjør dem langt mindre fleksible enn konvensjonelle biler. Disse ulempene med elbiler har vi ikke kvantifisert. Det trekker i retning av at elbilene kommer for godt ut i regneeksemplene, og at fordelene ved redusert ladetid og økt rekkevidde på elbilene er noe undervurderte.

Samfunnsøkonomiske vurderinger

Det er vanskelig fra et samfunnsøkonomisk ståsted å begrunne at elbiler skal ha så gunstige avgiftsbetingelser som de har i dag sammenlignet med konvensjonelle biler. Dette skyldes at kostnader knyttet til utslipp og støy kun utgjør rundt 20 % av en personbils eksterne kostnader. De resterende 80 % av kostnadene er knyttet til vegslitasje, vegstøv, kø og ulykker. Disse kostnadene vil være de samme uansett om bilen har en elektrisk motor eller ikke. Skadene ved klimagassutslipp vurderes trolig høyere nå enn for 10 år siden, da ovenfornevnte tall ble beregnet. Dersom dette er tilfelle undervurderes kostnadene ved klimagassutslipp. På

den annen side er også konvensjonelle biler blitt mer miljøvennlige de siste årene. Det trekker i motsatt retning.

1. INNLEDNING

Nedenfor redegjøres det for bakgrunnen for og formål med denne rapporten. Videre omtales kort ulike drivstoff- og fremdriftssystemer for personbiler, der det legges spesiell vekt på å redegjøre for begrepet elektriske kjøretøy.

Dette rapporten er skrevet som en del av prosjektet ”klar for elbil?”. ”Klar for elbil?” er et praksisnært forsknings- og utviklingsprosjekt hvor både økonomiske og adferdsmessige forhold knyttet til bruk av elektriske kjøretøy (elbiler) er tema. Prosjektet gjennomføres av Handelshøgskolen i Bodø i nært samarbeid med Høgskolen i Narvik, Moving City AS (MC) og 6 bedrifter/etater i Bodø som leaser elbiler hos MC. Prosjektets formål er å avdekke hvordan man skal tilrettelegge for økt bruk av elbiler. Samtidig skal prosjektet bidra til å øke kunnskapsnivået og kompetansen knyttet til praktisk bruk av elbiler både hos de deltakende aktører, innenfor forskningsmiljøet og blant befolkningen generelt. Videre skal prosjektet bidra til å redusere terskelen for å ta i bruk elbiler og kanskje avlive noen myter om disse kjøretøyene. Prosjektet ble startet i august 2009 og vil pågå til høsten 2011.

Problemstillingene i denne rapporten er å redegjøre for elbilens rammebetingelser i Norge samt drøfte attraktiviteten til elbiler kontra konvensjonelle biler ut fra brukernes synspunkt. Analysene tar utgangspunkt i dagens teknologi og gjeldende rammebetingelser. I tillegg vil dagens norske elbilpolitikk bli vurdert i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

I kapittel 2 blir begrepet elbil definert og det gjøres rede for rammebetingelsene for elbiler i Norge. Deretter blir det i kapittel 3 presentert økonomiske analyser av rene elbiler (ikke ladbare hybridbiler) i forhold til konvensjonelle biler med fossilt drivstoff. De økonomiske vurderingene bygger på tradisjonelle økonomiske forutsetninger om rasjonelle aktører og tar utgangspunkt i elbiler ut fra dagens teknologi. Det blir anslått for hvilke situasjoner elbilene er gode alternativer til dagens biler og hvordan politiske virkemidler kan påvirke elbilenes attraktivitet. Til slutt gir kapittel 4 en oppsummering av resultatene fra drøftingene og presiserer hvilke implikasjoner dette får for politikerne i deres forsøk på å øke andelen elbiler i trafikken.

2. ELBILER OG "RAMMEBETINGELSER" I NORGE

I dette kapitlet vil vi først forklare hva elbiler er og hvordan de skiller seg fra kjøretøy som benytter andre drivstoff. Deretter vil vi presentere rammebetingelsene for elbiler i Norge.

2.1 DRIVSTOFF- OG FREMDRIFTSYSTEMER FOR PERSONBILER

Det eksisterer mange typer energikilder som kan benyttes som drivstoff for transport av personer og gods. En drøfting av ulike energikjeder fra råstoff til forbruk som drivstoff i transport gis av Holden m.fl. (2009). I en norsk kontekst trekkes råolje, naturgass, skog og vannkraft frem som de mest aktuelle energikildene, mens bensin, diesel, metan, metanol, etanol, hydrogen og elektrisitet trekkes frem som aktuelle drivstoff. Selv om elektrisitet har vært brukt i kjøretøy i over 100 år er ikke dette oppfattet som en konvensjonell energikilde for kjøretøy¹. Til tross for de lovende miljøgevinstene ved elektrisk fremdrift er det i dag, som det vil bli påpekt i kapittel 3, til dels betydelige ulemper med tanke på rekkevidde, ladetid og pris sammenlignet med forbrenningsmotoren. Dette gjenspeiles i at de store brukermassene venter på bedre løsninger og er skeptiske til å ta teknologien i bruk (Elforsk, 2008), samtidig som enkelte forskere stiller spørsmålstegn ved hvor langt man skal gå i bruken av offentlige midler for å stimulere til implementeringen av dagens teknologi når man tar hensyn til velferdsfordelinger (f.eks. Hagman, 2009) og samfunnsøkonomisk lønnsomhet (Carlsson og Johansson-Stenman, 2003). Det er dessuten en tydelig holdning fra bilprodusentene at den nærmeste fremtiden trolig vil dreie seg om å forbedre utnyttelsen av dagens teknologier basert på forbrenningsmotoren (f. eks. Sæter, 2009).

Fremdriftssystemer for biler kan i all hovedsak skilles mellom forbrennings- og elektriske motorer (Holden m.fl., 2009). Begge fremdriftssystemene kan skilles i flere underkategorier ut fra teknologiske egenskaper og de kan kombineres på ulike måter. Elbilen er av Holden m.fl. (2009) definert ved at en elektrisk motor står for deler eller hele fremdriften. I sin omtale av elektrifisering av vegtransporten setter ressursgruppen nedsatt av Samferdselsdepartementet og ledet av Energibedriftenes landsforening (EBL) spesiell fokus på ladbare biler (EBL m.fl., 2009). Begrepet "ladbare biler" (plug-in) omfatter, i denne sammenhengen, rene elbiler og ladbare hybridbiler som begge kjennetegnes av at man kan lade batteriene fra strømmettet². En omfattende oversikt over aktuelle bilmodeller blir utarbeidet i forbindelse

¹ Holden m.fl. (2009) presenterer historien til ulike drivstoff med fokus på den norske konteksten. En gjennomgang av den nyere historien til den internasjonale utviklingen av elbiler er gitt av Harding (1999). Noen spådommer om fremtidens energikilder til transport blir presentert for eksempel av Van Mierlo m.fl. (2006).

² I den engelske forskningslitteraturen omtales (generelt) forbrenningsmotorer som ICE (internal combustion engine), elektriske biler som EV (electric-vehicle) en ren elbil som BEV (battery-electric vehicle), en hybridbil som HEV (hybrid-electric vehicle) og en ladbar hybridbil som PHEV (plug-in hybrid-electric vehicle). En god oversiktsartikkel er skrevet av Jorgensen (2008).

med SØT prosjektet Greenhighway som er et samarbeid mellom Sundsvall, Østersund og Trondheim for å muliggjøre miljøvennlig transport mellom byene (Greenhighway, 2009).

2.2 ELEKTRISKE KJØRETØY – EN BEGREPSAVKLARING

Hovedfokus i dette dokumentet vil være rene elektriske kjøretøy som får sin energi fra et batteri som er ladet opp fra strømmettet. Elbilene registreres i Norge med kjennetegnet EL og faller da under spesielle avgiftsreguleringer. EL-kategorien utgjorde 1 768 kjøretøy per 31.12.2008 hvorav 1 693 var personbiler og 75 var varebiler (Statistisk sentralbyrå, 2009). I tillegg fantes det på samme tid om lag 650 enklere elkjøretøy som ikke kan kategoriseres som bil (Energibedriftenes landsforening m.fl., 2009). Disse elektriske bybilene er registrert som firehjuls motorsykler³ og gruppen består hovedsakelig av den norskproduserte Buddy og indiske Reva. Ifølge Opplysningsrådet for Veitrafikken var det totale antallet elektriske kjøretøy per 30.09.2009 økt til 2716 fordelt på merkene Think (34 %), Kewet Buddy (24 %), Peugeot (14 %), Citroen (11 %), Reva (8 %) og andre (9 %).

De store fordelene til elbilen er at man unngår lokale utslipp, samt den høye virkningsgraden fra ”brønn til hjul”⁴ sammenlignet med andre drivstofftyper. Strømmen som skal drive elbilen må imidlertid produseres og dette vil innebære utslipp av klimagasser i varierende grad. Selv når bærekraftige elektrisitetskilder som vann og vind benyttes, vil man kunne relatere CO₂ utslipp til elbilen siden elektrisiteten ellers ville vært omsatt på internasjonale børser. Isolert sett vil dermed bruk av mer vannkraft i Norge innebære mindre eksport slik at brukere i andre land må generere mer strøm for eksempel fra fossile ressurser som kull for å dekke eget behov.

Holden m.fl. (2009) lister opp 19 ulike energikjeder for drivstoff til transport og diskuterer hvordan man skal rangere disse ut fra et miljøvennlig perspektiv. Svaret er ikke entydig siden drivstofftyper som kommer dårlig ut når det gjelder effektivitet kan være et svært godt alternativ når man ser på klimagassutslipp (som for eksempel biobrensel). I sine analyser benytter Holden m.fl. (2009) elbiler basert på vannkraft, men kommenterer samtidig at denne teknologien er den beste selv om man benytter en europeisk miks av kilder til elektrisk energi. EBL m.fl. (2009) argumenterer sågar for at den høye energieffektiviteten til elbilen gjør at

³ En ulempe med denne typen elbiler er at registreringskategorien ikke krever like omfattende trafiksikkerhetstester og man kjenner dermed ikke konsekvensene dersom et trafikkuhell skulle oppstå. Statens vegvesens bekymring for dette har vært omtalt i mediene (f.eks. Hattrem, 2007).

⁴ Livsløpsbegrepet ”kilde til hjul” er et mål på energieffektivitet i transportsektoren hvor man ser på virkningsgraden i hele energikjeden og vurderer hvor mye av energien fra råstoffet som faktisk blir utnyttet i transportmidlet. På engelsk benyttes ”well-to-wheel” der brønn (well) har utgangspunkt i olje som råstoff.

den er det beste alternativet selv om elektrisiteten utelukkende skulle bli produsert fra kullkraftverk.

De største ulempene ved elbiler er knyttet til batteriene. Ved dagens teknologiske nivå (vår 2010) forbindes batteriene med høy pris, høy vekt, lang ladetid, for liten energitetthet og behov for vedlikehold/kort levetid. Utviklingen i teknologien skjer raskt, men det er fortsatt et stykke frem til elbilene er fullverdige konkurrenter til biler basert helt eller delvis på fossilt drivstoff. De aktuelle ulempene og forventninger om utvikling i fremtiden er gjort rede for i rapporten fra EBL m.fl. (2009) og omtales hyppig i mediene både nasjonalt og internasjonalt (f.eks. *The Economist*, 2009b). I dag utgjør batteriene om lag halve prisen på en elbil og vekten gjør at bilene blir tunge⁵. Den kommersielle introduksjonen av litium-ion batterier har økt forholdet mellom vekt og ytelse, men man venter nye teknologier med bedre ytelse. De nye batteriene har i tillegg lengre levetid, større mulighet for resirkulering og mindre behov for vedlikehold. Nye ladeteknologier med intelligente løsninger og høyere spenning forventes å redusere ladetiden betraktelig sammenlignet med dagens bruk av 220V 10A/16A stikkontakt. En fordel med de intelligente ladeløsningene er at man kan benytte den voksende flåten av elbiler som buffer i strømleveringen⁶.

2.3 MYNDIGHETENES ELBILPOLITIKK

Over hele verden har man nå innsett at grep må tas for å redusere utslippene av klimagasser. Når det gjelder transport er et av de viktigste virkemidlene å bytte ut forbrenningsmotorer med nullutslippsmotorer drevet av elektrisitet eller hydrogen. Det presiseres fra mange hold at de politiske rammebetingelsene er viktige for at man skal lykkes (se f.eks. *The Economist*, 2009a). I Europa ble dette et viktig tema da EU-kommisjonen i 2007 presenterte et helhetlig energi- og klimaendringsforslag (COM 30 final). EUs regjeringssjefer bestemte seg da for å få en endring på den uønskede utviklingen med stadig økte CO₂-utslipp. Dette resulterte i begrepet ”20 20 innen 2020” som innebærer 20 % reduksjon i utslipp av klimagasser og at 20 % av energiforbruket skal dekket av fornybare energikilder innen år 2020. Også i Norge har myndighetene tatt politiske grep for å stimulere til anvendelse av fornybar energi i transport og dette vil vi diskutere nærmere i de følgende avsnittene.

⁵ Ifølge et intervju med representanter for bildelprodusenten Bosch trengs et litium-ionbatteribatteri med en vekt 250 kilo som koster 17 000 euro (cirka 150 000 kroner) for å oppnå en rekkevidde på 200 kilometer med dagens teknologi (Hattrem, 2009).

⁶ Denne løsningen, som omtales ”vehicle-to-grid” eller V2G, benytter batterikapasiteten i elbilene for å jevne ut fluktuasjonene i etterspørselen etter elektrisitet over døgnet slik at man koordinere produksjon og konsum. Fordelene ved et slikt system er omtalt for eksempel av Andersen m.fl. (2009).

Det er naturlig at enhver analyse av transportpolitikk i Norge tar utgangspunkt i Nasjonal transportplan (NTP) hvor satsningen på ”Transnova”, en statlig organisasjon som støtter prosjekter som reduserer klimagassutslipp fra transport, er sentral. NTP er imidlertid sparsom med spesifikke omtaler av ”elbilpolitikk”. Dette kan være et resultat av at man ønsker å være teknologinøytrale. Elbilsatsningen til myndighetene omfatter også den tidligere omtalte ressursgruppen som laget en handlingsplan for elektrifisering av vegtransporten (EBL m.fl., 2009), samt etableringen av pådriverorganisasjonen Grønn bil som skal sikre at man i år 2020 har ca. 200 000 elbiler på veiene i Norge.

2.3.1 Nasjonal transportplan

”I 1995 innførte EU et mål for utslipp fra nye biler på 120 g/km innen 2012, ... I følge et kompromissforslag av desember 2008 mellom Europaparlamentet og Europarådet skal kravet til bilindustrien fases gradvis inn fra 2012 til 2015,... I forslaget ligger det også inne et langsiktig mål for utslipp fra nye biler på 95 g/km innen 2020.”

St.meld. nr. 16 (2008-2009)” NTP 2010-2019, side 295.

Den norske transportpolitikken gjøres i stor grad gjeldende gjennom Nasjonal Transportplan som legger føringer for alle transportgrener. I NTP for perioden 2010-2019 (St.meld. nr. 16, 2008-2009) omtales miljøspørsmålene i kapittel 12. For vegtransporten legges det vekt på at man skal nå de målsettinger som EU har satt for utslipp og de sentrale elementene er satsningen på forskningsrådets RENERGI program og etableringen av Transnova. Det er et mål at resultatene fra miljøtiltakene for å redusere CO₂ utlippene innen vegtransporten skal gjøres synlig gjennom Internettetsiden www.klimaveien.no.

2.3.2 Handlingsplan for elektrifisering av veitransporten

I desember 2008 ble – som nevnt tidligere, etablert en ressursgruppe som skulle utarbeide en handlingsplan for elektrifiseringen av vegtransporten. Begrunnelsen for opprettelsen av denne gruppen var at ladbare elbiler er energieffektive og kan drives av fornybare kraftressurser. Ressursgruppen ble ledet av Energibedriftenes landsforening med medlemmer fra ulike interesseorganisasjoner og observatør fra samferdselsdepartementet. Resultatene fra ressursgruppen er dokumentert i rapporten ”Handlingsplan for elektrifisering av veitransport” som ble lagt frem i mai 2009 (Energibedriftenes landsforening m.fl., 2009)

For å nå de ønskede utslippsreduksjonene legger ressursgruppen frem en ambisjon om at 10 % av bilparken skal være ladbar i 2020. Denne utviklingen planlegges i to faser hvor første del er ikke-kommersiell og karakterisert av offentlige bidrag for å stimulere til bruk av elbil. Andre del antas å bli drevet kommersielt av at elbilene produseres i større volum og er

utviklet til å bli et bedre alternativ enn dagens kjøretøy. Det antas at man går over til den kommersielle fasen etter 50 000 registrerte elbiler.

Ressursgruppen presenterer de nødvendige virkemidlene som myndighetene bør benytte seg av for at ambisjonen om antall elbiler i 2020 skal la seg gjennomføre. Virkemidlene er knyttet både til markedstiltak, etablering av ladepunkter, støtte til kjøp av bruk av bilene og FoU. Det er videre gitt estimater på tiltakenes innvirkning på statsbudsjettet frem til 2020. Rapporten gir også status for bruken av ladbare biler i dag og relaterer dette til informasjon om blant annet miljøutslipp, utbredelse, batteriegenskaper og folks reisemønster.

Ressursgruppen ser det som viktig å opprette en pådriverorganisasjon for innfasingen av ladbare biler. I rapportens kapittel 6.2 beskrives konseptet ”Grønn bil” som skal være et nasjonalt nettverk for elektrifiseringen av vegtransporten og legge til rette for økt etterspørsel etter ladbare biler. Med EBL i den ledende rollen ble Grønn bil Norge (www.gronnbil.no) lansert på konferansen EVS 24⁷ i mai 2009.

2.3.3 Transnova

Transnova er en sentral organisasjon i statens satsning på fornybar energi som blir presentert i NTP. Satsningen administreres av Statens vegvesen i Trondheim på oppdrag fra Samferdselsdepartementet og har egen hjemmeside på www.transnova.no.

Transnova skal gi økonomisk støtte til prosjekter som kan redusere klimagassutslipp og annen forurensning fra transport. Virkemidlene skal særlig være rettet mot tiltak som framskynder bruk av miljøvennlig drivstoff og framdriftsteknologi for å redusere bruken av fossilt drivstoff. Dette kan eksempelvis være tilskudd til demonstrasjonsprosjekter for ny lav- eller nullutslippsteknologi innen veg- eller sjøtransport, eller tilskudd til å etablere ladeplasser for elbil og plug-in hybrider.

Transnova disponerer minst 50 millioner kr hvert år i perioden 2009-2011. I tillegg er det gitt 50 millioner kr i 2009 som er øremerket til etablering av ladestasjoner for elbiler. Disse midlene kan søkes av alle som ønsker å etablere ladestasjoner men gjelder ikke for privatpersoner. Det er en målsetting at den midlertidige organisasjonen skal bli permanent etter 2011.

⁷ The 24th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium.

2.4 AKTUELLE VIRKEMIDLER

Myndighetene har de siste årene tatt i bruk mange politiske virkemidler som stimulerer til bruk av elbil. Virkemidlene har til hensikt å gi praktiske fordeler til brukere av elbilen som kan kompensere for de ulempene som er knyttet til den daglige bruken av elbiler. Unntakene for elbiler i de eksisterende regelverkene er omtalt i handlingsplanen for elektrifisering av veitransport (Energibedriftenes landsforening m.fl., 2009) og på ulike internettkilder (f.eks. Wikipedia, 2009).

De følgende kapitlene gir en oversikt over norske virkemidler for økt elbilbruk med kildehenvisning og praktiske implikasjoner. Fokus er rettet mot elbiler til tross for at unntakene i enkelte tilfeller også gjelder for kjøretøy basert på andre miljøvennlige drivstofftyper og hybridbiler.

2.4.1 Engangsavgift

Engangsavgift må betales ved første gangs registrering av bil i Norge. Denne avgiften bestemmes av kjøretøytype, vekt, motoreffekt og CO₂-utslipp og utgjør en betydelig andel av utsalgsprisen på en nybil. Det er i lovverket gitt unntak for engangsavgift for elbiler.

” § 4-10 Elektrisk drevet motorvogn:

Motorvogn som bare bruker elektrisitet til framdrift er fritatt for engangsavgift etter Stortingets avgiftsvedtak § 5 bokstav i.”

Forskrift om engangsavgift på motorvogner (Finansdepartementet, 2001).

Avgiftene kan for eksempel beregnes med en ”bilkalkulator” på nettsiden til Finansdepartementet (2010). For en miljøvennlig bil (etter dagens standard) som VW Golf BlueMotion med utslipp på 99 g CO₂/km er engangsavgiftene om lag 50 000 kr som utgjør ca. 20 % av totalprisen. Andelen er betydelig høyere for større biler.

2.4.2 Merverdiavgift

Det betales merverdiavgift (mva) med en generell sats på 25 % ved omsetning av de fleste varer og tjenester. Lovverket gir unntak slik at det er nullsats for merverdiavgift ved kjøp av elbil.

”§ 16. Det skal ikke betales avgift av omsetning av:

14. Kjøretøyer som bare bruker elektrisitet til framdrift.”

Lov om merverdiavgift (Finansdepartementet, 1969).

2.4.3 Årsavgift

Elbiler betaler redusert årsavgift med en sats på 390 kr per år.

”Foruten fritak for merverdiavgift ved omsetning, er elbiler fritatt for engangsavgift og ilegges kun 390 kroner i årsavgift.”

Svar på spørsmål nr. 672 om økt tilrettelegging for bruk av elbil (Finansdepartementet, 2009).

2.4.4 Parkering

Elbiler kan parkere gratis på offentlige parkeringsplasser. I utgangspunktet må det være presisert i skiltingen dersom dette også skal gjelde for private parkeringsplasser.

”§ 8a. Avgiftsfri parkering for elektrisk bil:

Elektrisk bil kan, på plass der det er innført avgiftsparkering etter § 2, parkeres uten at det betales avgift. På plasser med tidsbegrensning, må urskive brukes for å dokumentere at parkeringen skjer i henhold til tidsbegrensningen.”

Forskrift om offentlig parkeringsregulering og parkeringsgebyr (Samferdselsdepartementet, 1993).

2.4.5 Bompenger

I et stort antall samferdselsprosjekter er det satt i verk innkreving av bompenger. Bompenger gjør at prosjektene kan forseres i tid og de innkrevde beløpene kan anvendes både til veibygging og til investeringer i og drift av kollektivtransport. Reglement for bompenger følger i stor grad retningslinjene fra Statens vegvesens Håndbok 199 (1997). Ifølge Håndbokens kapittel 2.3 gis det fritak for betaling av bompenger for elektriske biler. Fritaket er senere omtalt i Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om norsk klimapolitikk (Innst. S. nr. 145, 2007-2008).

”2.3 Fritak for betaling av bompenger:

Følgende trafikantgruppe skal som hovedregel ikke betale bompenger: Elektriske biler med drivstoffkode 5 i vognkortet.”

Statens vegvesens Håndbok 199 (1997).

2.4.6 Fergetakster

Selve elbilen vil fra 2009 kunne kjøre gratis på ferger (Samferdselsdepartementet, 2008). Fører og passasjerer må imidlertid betale vanlig takst eller man kan velge å benytte MC-takst.

”Frå og med 2009 kan elbilar køyre gratis på riksvegferjer. Dette gjeld sjølve bilen og ikkje personane i bilen.”

Samferdselsminister Liv Signe Navarsete: Innlegg på elbil-seminar, Lærdal 5. september 2008.

2.4.7 Kjøring i kollektivfelt

I perioder med kø vil det være en betydelig fordel å kunne benytte kollektivfeltet. Det gis adgang for elbiler til å kjøre i kollektivfelt. Det har vært uenighet om hvorvidt fritaket også omfatter de elektriske bybilene som er registrert som firehjuls motorsykler og ikke bil.⁸

2§ 5. Kjøretøys plass på vegen:

2. Kjøring i kollektivfelt og sambruksfelt er bare tillatt som angitt på offentlig trafikkskilt. Likevel kan elektrisk eller hydrogendrevet motorvogn, tohjuls motorsykel uten sidevogn, tohjuls moped, sykkel eller uniformert utrykningskjøretøy nytte slike felt.”

Forskrift om kjørende og gående trafikk (Samferdselsdepartementet, 1986).

2.4.8 Firmabilbeskatning

Et virkemiddel for å gjøre elbil til et gunstig alternativ for bedrifter er en 50 % reduksjon i beregningsgrunnlaget for firmabilbeskatning. Rent teknisk gjøres dette ved å gi 50 % rabatt i verdivurdringen av firmabilen. Man får et påslag i lønnskattet inntekt ut fra listeprisen.⁹ Se nærmere omtale av dette virkemidlet hos Dine Penger (2008).

2.4.9 Kjøregodtgjørelse

Fra 1. mai 2008 er statens satser for kilometergodtgjørelse ved bruk av egen bil innenlands endret. Det er innført en egen sats for bruk av elbil på kr 4 per km, mot kr. 3,50 per km for andre personbiler.

⁸ Se for eksempel omtale av et brev sendt til samferdselsministeren fra Oslos politikere om denne saken på Bellonas nettsted (Sæther, 2007). Saken gjelder hovedsakelig elbiler av merket Buddy og Reva og problemstillingen gjelder også for gratis offentlig parkering. Det er usikkert hvorvidt lovtekstens begrep ”elektrisk motorvogn” inkluderer også disse kjøretøyene. Det kan nevnes at hjemmesiden til Buddy (www.elbilnorge.no) oppgir tilgang til kollektivfeltet som en av fordelene med kjøretøyet.

⁹ For eksempelvis en Kewet Buddy Pluss til 143 000 kr fikk man i 2008 et inntektspåslag på 32 175 kr, noe som gav 14 414 kr i skatt. For 2009 ble inntektspåslaget redusert til 21 450 kr, noe som gav 9 609 kr i skatt. Dermed ble skatten redusert med 4 804 kr.

”9.2. § 7 *Bruk av andre egne fremkomstmidler. Pkt. 2. Satser for kilometer-godtgjørelse ved bruk av andre egne fremkomstmidler: f) Elbil: kr 4,00 pr. km. (Kun batteridrevne biler).*”

Statens personalhåndbok 2009 (Fornyings- og administrasjonsdepartementet, 2009).

2.4.10 Andre virkemidler

Ulike interesseorganisasjoner har foreslått andre virkemidler for å øke bruken av elbil. Mange av de mest hensiktsmessige virkemidlene er oppsummert i Handlingsplanen for elektrifisering av veitransport (EBL m.fl., 2009). Her er det også gjort rede for virkningene på statsbudsjettet som følge av tiltakene. Et utvalg av de foreslåtte virkemidlene er:

- Engangsstøtte på 30 000 kr til de første 50 000 elbilene.
- Økning til 75 % reduksjon i beregningsgrunnlaget for firmabilbeskatning.
- Avskrivning av elbiler på 1 år.
- Nullsats for moms på batteriskift og vedlikehold av elbil.

En sentral hindring for at bedrifter skal benytte elbiler er den store usikkerheten i restverdi når bilen må byttes ut. Denne usikkerheten gjenspeiles i relativt høye leasingspriser for elbiler¹⁰. Foreløpig har man lite erfaring med annenhåndsmarkedet for elbiler. Noe av denne usikkerheten relateres til batterienes egenskaper. Det er en viss risiko for at batteriet ikke har lang levetid igjen når man går til anskaffelse av en brukt elbil og kostnadene knyttet til bytte av batteri er foreløpig svært store, både innkjøp av nytt og miljøvennlig håndtering av det gamle.

¹⁰ Selskapet Moving City representerer et spesialisert konsept for leasing av elbiler (www.movingcity.no).

3. BRUK AV ELBILER KONTRA BENSIN- OG DIESELDREVNE BILER – EN PRINSIPIELL DRØFTING MED EKSEMPLER

I dette kapitlet vil vi først se litt på årlig transportkapasitet på elbiler sammenlignet med konvensjonelle biler og virkninger på nasjonalt strømforbruk, oljeforbruk og CO₂-utslipp under ulike grader av utbredelse av elbiler. Deretter vil vi anskueliggjøre hvor attraktive elbiler er å bruke sammenlignet med konvensjonelle biler på turer av ulik lengde. Det vil vi gjøre ved å ta utgangspunkt i begrepet generaliserte reisekostnader, dagens bilteknologi, lademuligheter, vegstandard, og dagens kjøremønster for en representativ bilfører. På bakgrunn av disse analysene vil vi drøfte hvordan endringer i størrelsene ovenfor kan påvirke brukernes valg mellom elbiler og konvensjonelle biler. Dette vil igjen gi grunnlag for komme med begrunnede anslag på hvordan aktuelle forhold som norske myndigheter har kontroll over (for eksempel avgifter og subsidier) og forhold som norske myndigheter bare i begrenset grad kan påvirke (teknologisk utvikling på bilparken), vil påvirke fremtidig utbredelse av elbiler og konvensjonelle biler.

3.1 ÅRLIG MAKSIMAL TRANSPORTKAPASITET PÅ ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER

Nedenfor utledes maksimal transportkapasitet, målt i antall maksimalt utkjørte km, for elbiler og konvensjonelle kjøretøy.

3.1.1 Elbiler

La oss anta at gjennomsnittlig hastighet på en elbil er h_E km/t når den er i trafikken, at den kan kjøre X_E km før den må lades (rekkevidde) og at ladetiden da er L_E timer. Videre antar vi at nødvendig antall timer til øvrig årlig vedlikehold er V_E . Maksimalt antall km elbilen kan kjøre per år (Y_E) kan da beregnes ut fra følgende formel:

$$(1) \quad Y_E = \frac{8\,760 - V_E}{\frac{1}{h_E} + \frac{L_E}{X_E}}$$

hvor 8 760 er antall timer i et år (24·365). Av dette uttrykket ser vi lett at Y_E øker når gjennomsnittshastigheten (h_E) på elbilen øker og når avstanden den kan kjøre før de må lades opp (X_E) øker. Økning i ladetiden (L_E) og tid til nødvendig vedlikehold (V_E) vil som ventet redusere Y_E . Det en også kan merke seg av formel (1) er at det er kun forholdet mellom

ladetid og rekkevidde – eller ladetid per km rekkevidde (L_E/X_E) som betyr noe for årlig maksimal kjørelengde. Det betyr at en like stor prosentvis økning/reduksjon i L_E og X_E ikke påvirker Y_E . Batterikapasiteten, om batteriene kan lades opp ofte (før de er tomme) eller antall ladepunkter har altså i prinsippet ingenting å si på årlig maksimal kjørekapasitet på elbiler. I handlingsplanen for elektrifisering av veitransporten (EBL m.fl., 2009) som ble utarbeidet på oppdrag for Samferdselsdepartementet (SD) er det gitt mye informasjon om batterienes egenskaper. Det fremkommer fra EBL m.fl. (2009) at $(L_E/X_E) = 0,05$ for batteristørrelser på 15 kWh, 30 kWh og 60 kWh. Dermed blir årlig maksimal kjørekapasitet for elbilen uavhengig av disse batteristørrelsene.

Hvis vi tar utgangspunkt i anslaget fra EBL m.fl. (2009) på $(L_E/X_E) = 0,05$, en gjennomsnittshastighet på 50 km/t ($h_E = 50$) og tid til årlig nødvendig vedlikehold på 60 timer ($V_E = 60$) blir $Y_E = 124\ 300$ km eller 340 km per døgn. Med en passasjerkapasitet på 2, 4 eller 5 blir dermed årlig transportkapasitet per elbil målt i personkm lik henholdsvis 248 600, 497 200 og 621 500.

Bemerk at disse beregningene forutsetter at en får ladet elbilen umiddelbart når en trenger det. Hvis en må vente på å få ladet, vil Y_E bli lavere. Derfor må beregningene av Y_E ovenfor sees på som absolutt maksimal årlig kjørelengde med elbilen – gitt at $(L_E/X_E) = 0,05$. Dersom en imidlertid innfører mange hurtigladestasjoner og /eller får batterityper med høyere ladeeffekt slik at forholdet (L_E/X_E) reduseres, vil årlig transportkapasitet på elbilene øke.

3.1.2 Bensin- og dieseldrevne biler

La oss gjøre tilsvarende beregninger for konvensjonelle biler ved å anta at gjennomsnittlig hastighet på en konvensjonell bil er h_B km/t når den er i trafikken, at den kan kjøre X_B km før den må fylle bensin/diesel (rekkevidde) og at fylltiden er (L_B) . Videre antar vi at nødvendig antall timer til øvrig vedlikehold er V_B . Maksimalt antall km bilen da kan kjøre per år (Y_B) blir da:

$$(2) \quad Y_B = \frac{8\ 760 - V_B}{\frac{1}{h_B} + \frac{L_B}{X_B}}$$

Av (2) ser vi også lett at Y_B øker når gjennomsnittshastigheten (h_B) på bilen øker og når avstanden den kan kjøre før den må fylle bensin/diesel (X_B) øker. Økning i fyllingstiden (L_B) og tid til nødvendig vedlikehold (V_B) vil som ventet redusere Y_B . Ettersom vi har fått bedre veger og mer drivstoffgjerrige biler over tid, har så vel h_B som X_B økt. Det har isolert sett ført

til at årlig mulig kjørelengde (Y_B) har økt. I likhet med elbiler er det forholdet mellom fylletid og rekkevidde – eller fylletid per km kjørt (L_B/X_B) som betyr noe for konvensjonelle bilers transportkapasitet. Det betyr igjen at større drivstofftanker på bilene og /eller flere bensinstasjoner bare vil føre til en moderat økning i årlig kjørekapasitet.¹¹

Ut fra tall fra Vegdirektoratet (VD) kan en anslå $h_B = 60$ km/t. Hvis vi videre antar at fylletiden (L_B) er 15 min, rekkevidden for en vanlig bil med full tank (48 liter) er ca. 600 km ($48/0,08$), mens nødvendig tid til vedlikehold (V_B) er 60 timer¹², blir $Y_B = 513\ 300$ km eller 1 405 km per døgn i følge (2). Med en vanlig passasjerkapasitet på 5 personer, blir dermed årlig transportkapasitet for en vanlig bil, målt i personkm lik ca. 2,65 mill.

Her er det også viktig å huske på at en antar at en får fylt drivstoff umiddelbart når en trenger det. Dessuten nødvendiggjør kanskje en årlig kjørelengde på over en halv million km mer vedlikehold enn 60 timer. Derfor må beregningene av Y_B ovenfor også sees på som et absolutt maksimalt anslag.

3.1.3 Sammenligning av årlig transportkapasitet mellom elbiler og konvensjonelle biler

Oppsummert kan vi altså si at en konvensjonell bil under rimelige forutsetninger har ca. 4,1 ganger større årlig transportkapasitet målt i mulige utkjørte km enn en ordinær elbil. Avhengig av størrelsen på elbilen, har dermed en vanlig bil fra 4 til 10 ganger større transportkapasitet målt i personkm enn elbilen. En viss bestand av elbiler representerer således med dagens teknologi en betydelig mindre potensiell transportkapasitet enn samme bestand av konvensjonelle biler.

Nå er det verdt å bemerke at beregningene ovenfor referer seg til ”blandet kjøring”. Ettersom elbiler i dag kan bruke kollektivfelt i de største norske byene, er det mulig at $h_E > h_B$ der. Da blir forskjellene i årlig kjørekapasitet mellom elbiler og konvensjonelle biler mindre. Hvis for eksempel $h_B = 30$ km/t og $h_E = 40$ km/t og rekkevidden for en konvensjonell bil reduseres til 500 km ($X_B = 500$) på grunn av økt drivstofforbruk på bykjøring, blir i følge (1) og (2) $Y_E = 116\ 000$ km og $Y_B = 257\ 200$ km slik at Y_B bare blir ca. 2,2 ganger høyere enn Y_E .

¹¹ Bemerk at fyllingstiden (L_B) inkluderer all tid fra en kjører inn på bensinstasjonen til en er på veien igjen - altså også tidsbruk som er uavhengig av hvor mye en fyller. Dette ”faste” tidsbruket er ikke ubetydelig når det gjelder fylling på konvensjonelle biler. Da vil (L_B/X_B) reduseres noe og dermed Y_B øke moderat når tankkapasiteten øker.

¹² Motoren i en elbil er i prinsippet vedlikeholdsfril og bruker ikke olje. Dette tyder på at vedlikeholdet vil være lavere sammenlignet med konvensjonelle biler. Teknologien for elbiler er imidlertid på et tidlig stadium og det kan forventes en del ”barnesykdommer”. I mangel på entydige erfaringer med vedlikehold forutsettes det derfor lik tidsbruk for vedlikehold av elbiler og konvensjonelle biler.

3.2 FLERE ELBILER – NOEN VIKTIGE KONSEKVENSER

I Handlingsplanen for elektrifisering av veitrafikken (EBL m.fl., 2009) er det ambisjoner om at 1 % av personbilparken skal være ladbar i 2010, 4 % i 2015 og 10 % i 2020. I tabell 3-1 nedenfor har vi grovt anslått hvilke virkninger det vil ha på årlig strømforbruk, bruk av konvensjonelt drivstoff, CO₂-utslipp fra bilparken og tapte avgiftsinntekter for staten. Beregningene i tabell 3-1 er baserte på følgende sentrale forutsetninger:

- I tråd med prognosene i NTP (St.meld. nr. 16, 2008-2009) har vi antatt at totalt antall utkjørte km med personbil vil øke med 1,4 % per år frem til 2015 og med 1 % per år mellom 2015 og 2020. I følge opplysninger fra Transportøkonomisk institutt (TØI) var transportarbeidet for personbiler ca 30 mrd. personkm i 2007. Dermed blir antallet personkm for 2010, 2015 og 2020 henholdsvis 31,3 mrd., 33,6 mrd. og 35,3 mrd.
- Årlig kjørelengde for elbilene blir som for konvensjonelle biler slik at andelen utkjørte km med elbiler blir lik deres andel av personbilbestanden.
- Vi har sett bort fra at introduksjon av elbiler kan generere ny trafikk. Det innebærer at økningen i antall utkjørte km med elbiler tilsvarer reduksjonen i antall utkjørte km med konvensjonelle biler.
- Tall for virkningene på statsfinansene er hentet direkte fra EBL m.fl. (2009) og inkluderer for uten de mest vanlige avgiftene også tapte inntekter på grunn av at elbilene ikke betaler bompenger, ikke betaler på ferger og at de har gratis parkering.

Av tabell 3-1 ser vi for det første at en så pass høy andel av elbiler som 10 % i 2020 (ca. 260 000 biler) og som kjører årlig ca. 3,5 mrd. km, vil bare føre til om lag 0,44 % økning i nasjonalt strømforbruk¹³. Elbilene vil da bruke ca. 530 mill. kWh per år eller tilsvarende forbruket til ca 26 500 norske husholdninger. Ut fra tallene ovenfor betyr det at strømforbruket til en representativ elbil vil være ca. 10 % av forbruket til en vanlig norsk husholdning. En rimelig konklusjon ut fra disse tallene er således at satsing på elbiler har liten virkning på nasjonalt strømforbruk.¹⁴ Når elbilene skal utgjøre 10 % av personbiltrafikken i 2020 innebærer det videre at de årlig må lades i ca. 177 mill. timer som igjen betinger et minimum på 20 100 ladepunkter. Etersom bilene kan lades hjemme er det sistnevnte tallet ikke avskrekkende.

Videre ser vi av tabell 3-1 at målet om 10 % andel elbiler i 2020 vil redusere drivstofforbruket fra personbilparken (bensin og diesel) med 177 mill. liter og årlig CO₂-utslipp med ca.

¹³ Det forutsettes at en elbil på 1 000 kg har et strømforbruk på 15 kWh for å forflytte seg 100 km.

¹⁴ Elbilene kan muligens føre til stor belastning på strømmettet på visse tidspunkt – kanskje særlig etter arbeidstid når bilene settes til lading.

441 000 tonn¹⁵. Det tilsvarer ca 0,8 % av de nasjonale CO₂-utslippene i 2020 - altså en ganske beskjeden reduksjon i nasjonal målestokk. Virkningene på statsfinansene av 10 % innslag av elbiler på vegene blir imidlertid ganske betydelige; tapte inntekter vil årlig beløpe seg til nesten 4 mrd. kr som tilsvarer nesten 8 % av statens totale inntekter fra vegtrafikken.

Tabell 3-1: Noen sentrale virkninger av ulike innslag av elbiler.

| | <i>Elbilenes andel av bestanden/kjøretøykm</i> | | |
|---|--|-------------------|--------------------|
| | <i>1 % (2010)</i> | <i>4 % (2015)</i> | <i>10 % (2020)</i> |
| Elbilenes forbruk: | | | |
| Årlig strømforbruk (kWh) | 47 mill. kWh | 202 mill. kWh | 530 mill. kWh |
| Andel av nasjonalt strømforbruk ^a | 0,04 % | 0,17 % | 0,44 % |
| Total ladetid elbiler, (L_E/X_E) = 0,05 | 16 mill. timer | 67 mill. timer | 177 mill. timer |
| Minimum antall nødvendige ladepunkter | 1 800 | 7 700 | 20 100 |
| Konvensjonelle bilers forbruk: | | | |
| Reduksjon i årlig drivstofforbruk | 22 mill. liter | 81 mill. liter | 177 mill. liter |
| Relativ reduksjon i årlig drivstofforbruk | 1 % | 4 % | 10 % |
| Reduksjon i CO ₂ -utslipp | 55 000 tonn | 202 000 tonn | 441 000 tonn |
| Reduksjon i nasjonale CO ₂ -utslipp ^b | 0,10 % | 0,37 % | 0,80 % |
| Virkninger på statsfinansene: | | | |
| Reduserte inntekter knyttet til kjøp av elbiler | 777 mill. kr | 1 358 mill. kr | 1 482 mill. kr |
| Reduserte inntekter knyttet til bruk av elbiler | 73 mill. kr | 869 mill. kr | 2 498 mill. kr |
| Total inntektsreduksjon | 850 mill. kr | 2 227 mill. kr | 3 980 mill. kr |
| Reduksjon i statens inntekter fra biltrafikken ^c | 1,7 % | 4,4 % | 7,8 % |

^a Sammenlignet med nasjonalt strømforbruk i 2007.

^b Sammenlignet med nasjonale utslipp i 2007 som er anslått til 55 mill. tonn CO₂-ekvivalenter.

^c Sammenlignet med statens inntekter fra biltrafikken i 2007.

Oppsummert kan en si at en målsetting om at 10 % av personbilene skal være elbiler har liten betydning for nasjonalt strømforbruk og CO₂-utslipp, men noe større betydning for bilparkens samlede drivstofforbruk og statens inntekter. Økt bruk av elbiler er dermed en kostbar måte å redusere utslippene av CO₂. Dette samsvarer med Econ Pöyrys (2009) konklusjoner fra en vurdering av ulike virkemidler for introduksjon av elbiler. Avslutningsvis er det også verdt å presisere at tallene i tabell 3-1 er usikre; de bygger blant annet på at antall utkjørte km med personbiler forblir konstant og uavhengig av innslaget av elbiler. Andre rimelige forutsetninger på dette punktet vil endre tallene i tabell 3-1 noe, men ikke i vesentlig grad.

¹⁵ Forutsetter gjennomsnittlig CO₂-utslipp for hele bilparken på 175 g/km i 2010, 150 g/km i 2015 og 125 g/km i 2020. Gjennomsnittlig drivstofforbruk reduseres tilsvarende fra 0,7 l/mil i 2010 til 0,6 l/mil i 2015 og 0,5 l/mil i 2020.

3.3 GENERALISERTE REISEKOSTNADER OG TURLENGDE FOR ELBILER OG KONVENSJONELLE BILER

Nedenfor gis innledningsvis en definisjon på begrepet generaliserte reisekostnader. Deretter utledes sammenhenger mellom betalbare kostnader og turlengde, tidskostnader og turlengde og endelig generaliserte reisekostnader og turlengde.

3.3.1 Generaliserte reisekostnader – definisjon

Med generaliserte reisekostnader (G) for en billist menes summen av hans betalbare kostnader (P) og tidskostnader (TK); dvs. at:

$$(3) \quad G = P + TK$$

G er altså her de privatøkonomiske generaliserte reisekostnader. De samfunnsøkonomiske generaliserte reisekostnadene (SG) vil være høyere enn G hvis ikke alle kostnader som billisten påfører samfunnet er internaliserte. Det skal vi komme tilbake til senere. I første omgang vil vi anta at billisten vil velge det kjørealternativet som gir lavest generaliserte reisekostnader for ham selv. Det betyr at hvis han har valget mellom en elbil og en konvensjonell bil på en gitt tur, vil han velge elbilen hvis de generaliserte kostnadene ved å bruke elbilen på turen (G_E) er lavere enn de generaliserte kostnadene ved å bruke en konvensjonell vanlig bil (G_B) på den samme turen; dvs. når $G_E < G_B$.

Bemerk at vi antar at billisten har valget mellom enten å bruke en elbil eller en konvensjonell bil på en tur. Det betyr i praksis at han eier begge typer biler slik at han har valgmulighetene. Dette er et fornuftig utgangspunkt for senere å vurdere sannsynligheten for at han vil kjøpe en elbil eller en konvensjonell bil.

3.3.2 Sammenhenger mellom betalbare kostnader og turlengde

Reelle adferdsrelevante betalbare kostnader

La oss anta at sammenhengen mellom de betalbare kostnader (P) og turlengde (A) er følgende for en elbil og for en konvensjonell bil:

$$(4) \quad P_E = a_E \cdot A \text{ og } P_B = a_B \cdot A$$

hvor P_E og P_B er de betalbare kostnadene for billisten ved å kjøre A km med henholdsvis en elbil og en konvensjonell bil. De kan altså betraktes som de reelle adferdsrelevante kostnader eller de kostnadene han bør forholde seg til når han vurderer valg av biltype på turen.

Størrelsene a_E og a_B kan tolkes som ekstrakostnader eller marginalkostnader ved å kjøre en km lenger med henholdsvis en elbil og en konvensjonell bil.

Ut fra tall fra Opplysningsrådet for Veitrafikken (2009) er årlige kostnader ved å kjøre en mellomstor bensinbil 67 095 kr når bilen kjøres 10 000 km i året og 127 035 kr når bilen kjøres 30 000 km i året. Ut fra dette kan kostnadene ved å kjøre en ekstra km ved en mellomstor bil (a_B) beregnes til 3,00 kr¹⁶. Av de beregnede kostnader på 3,00 kr, utgjør drivstoffutgiftene 0,92 kr. De resterende kostnadene (2,08 kr) er økte avskrivninger, vedlikeholdskostnader, forsikringer etc. som følge av økt kjørelengde.

Det finnes sparsomt med tall for å beregne ekstrakostnadene ved å kjøre en km ekstra med elbil (a_E) nøyaktig, men et omtrentlig anslag kan gjøres: Et rimelig anslag på strømkostnadene eller drivstoffkostnadene ved å kjøre en km med elbil er ca. 0,10 kr. Hvis vi videre gjør den ikke urimelige antagelsen om at summen av de øvrige reelle adferdsrelevante turkostnader (avskrivninger på bil og batterier, vedlikehold slitasje etc.) er noenlunde de samme for elbiler som for konvensjonelle biler, har vi at:

$$a_E = 0,10 + 2,08 = \underline{2,18 \text{ kr}}$$

De estimerte verdiene på a_E og a_B ovenfor tar ikke hensyn til mulige utgifter til parkering, bompenger og til fergereiser. Ettersom elbiler i dag slipper alle disse tre utgiftspostene, vil elbiler komme bedre ut enn tallene ovenfor indikerer på turer som medfører parkering på steder med avgift, bompengepasseringer og/eller fergetransport.

Subjektive adferdsrelevante betalbare kostnader

Det er de subjektive adferdsbestemte betalbare kostnader som bestemmer billistenes tilpasning – og de kan være forskjellige fra de reelle kostnadene beregnet ovenfor. En vanlig antagelse er at mange billister bare tar hensyn til drivstoffutgiftene når de vurderer bruk av bil på en tur. Andre betalbare kostnader som eksempelvis vedlikeholdskostnader og kapital-kostnader oppfattes som faste og uavhengige av hvor mye bilen brukes. Dette støttes delvis opp av Toftegaard og Jørgensen (2007). De konkluderer med at de reelle adferdsrelevante kostnader ved vanlig bilbruk er ca. 90 % høyere enn de subjektive adferdsbestemte kostnader ved vanlig bilbruk. Ut fra dette kan de subjektive kostnadene ved å kjøre en km ekstra med en vanlig bil (a_B^S) anslås til $3,00/1,90 = \underline{1,58 \text{ kr}}$.

¹⁶ $a_B = \frac{127\,035 - 67\,095}{30\,000 - 10\,000} = \underline{3,00}$. a_B øker noe med størrelsen på bilene og er noe lavere for diesalbiler enn for bensindrevne biler. I det følgende vil vi anta at $a_B = 3,00$.

Selv om de subjektive adferdsrelevante kostnadene ved å bruke konvensjonelle biler er betydelig lavere enn de reelle, så er de allikevel mye høyere enn bare drivstoffutgiftene (som er ca. 0,92 kr). Det betyr at billistene ikke bare tar hensyn til drivstoffutgiftene når de vurderer å bruke bilen, men også at andre utgifter øker med antall utkjørte km. I følge beregninger fra Opplysningsrådet for Veitrafikken tilsvarer verdien av a_B^S ovenfor omtrent summen av økte drivstoffutgifter og vedlikeholdsutgifter ved å kjøre en km ekstra.

Ut fra det ovenstående følger altså at billistene tar hensyn til kostnader ut over drivstoffkostnadene på 0,66 kr ($1,58 - 0,92$) når de anslår kostnadene ved å kjøre en ekstra km med en konvensjonell bil. Hvis vi antar tilsvarende tall for elbiler, kan de subjektive adferdsbestemte kostnader ved å kjøre en ekstra km med elbil (a_E^S) anslås til:

$$a_E^S = 0,10 + 0,66 = \underline{0,76} \text{ kr}$$

Sammenholder vi beregningene ovenfor ser vi som ventet at de reelle og subjektive differansene mellom kostnadene ved å kjøre en ekstra km med elbil og en konvensjonell bil blir like og lik forskjellen i drivstoffutgiftene; dvs. at:¹⁷

$$(a_B - a_E) = (a_B^S - a_E^S) = \underline{0,82} \text{ kr}$$

Dette medfører igjen at de relative forskjellene mellom reelle og subjektive betalbare kostnader blir mye større ved elbil (209 %) enn ved vanlig bil (90 %). Det er også verdt å merke seg at hvis billistene bare har tatt hensyn til drivstoffutgiftene når de vurderer de betalbare kostnadene ved å bruke elbil kontra konvensjonell bil vanlig bil på en tur, vil også de subjektive anslagene på differansen i kjørekostnadene per km bli 0,82 kr ($0,92 - 0,10$). Eller sagt på en annen måte: Hvis billistene bare tar hensyn til drivstoffutgiftene når de ser på forskjeller i de betalbare turkostnader ved å bruke elbiler kontra konvensjonelle biler, har de implisitt antatt at andre turavhengige betalbare kostnader er like for de to biltypene.

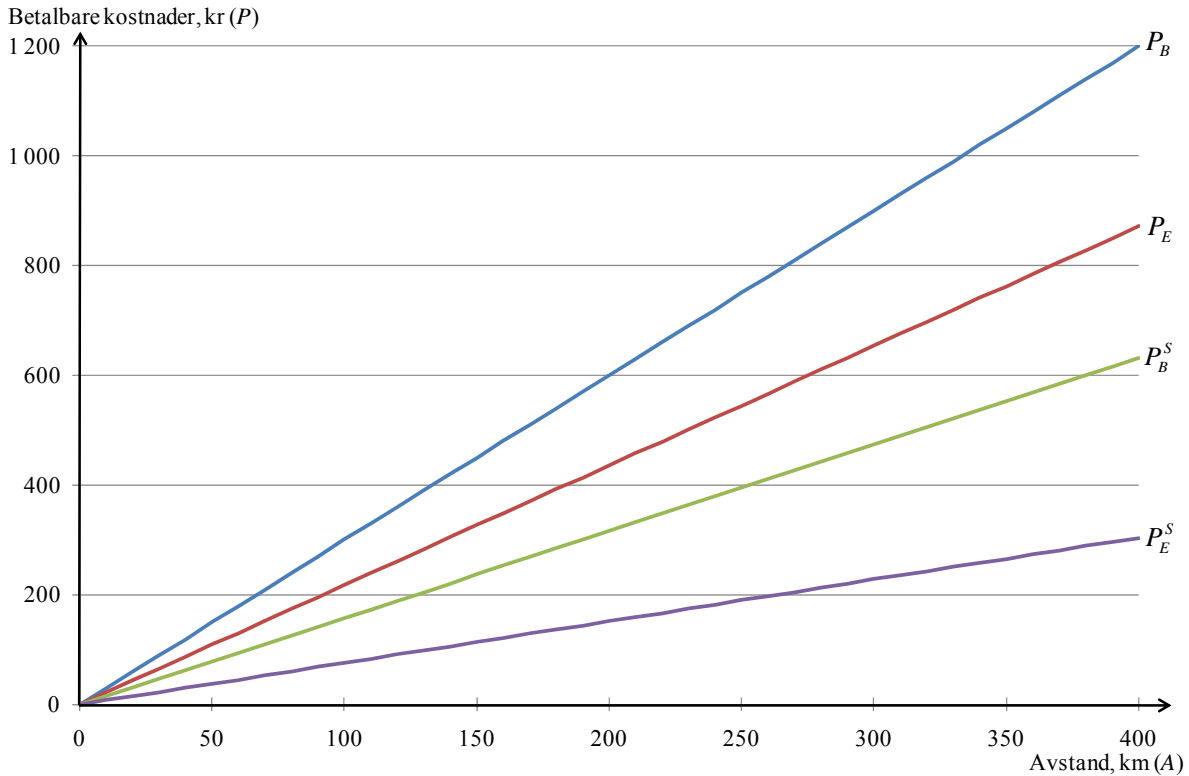
Samlet vurdering av betalbare kostnader

Ut fra det ovenstående følger dermed at vi har følgende sammenhenger mellom objektive og subjektive betalbare kostnader for konvensjonelle biler og elbiler på den ene siden og kjørelengde på den andre siden:

$$(5) \quad P_B = 3,00 \cdot A, \quad P_E = 2,18 \cdot A, \quad P_B^S = 1,58 \cdot A, \quad P_E^S = 0,76 \cdot A$$

¹⁷ Forutsetter at billistene bare har tatt hensyn til drivstoffutgiftene.

hvor altså P_B^S og P_E^S er henholdsvis subjektive betalbare kostnader for en konvensjonell bil og for en elbil. De fire sammenhengene er vist i figur 1 nedenfor.



Figur 1: Antatte sammenhenger mellom objektive og subjektive betalbare kostnader og kjørelengde for elbiler og konvensjonelle biler.

Av figur 1 kan vi finne at de reelle betalbare kostnader ved å kjøre 100 km med elbil og vanlig bil blir henholdsvis 300 kr og 218 kr. Tilsvarende tall for subjektive adferdsbestemte kostnader blir 158 kr og 76 kr.

Avsluttende merknader om betalbare kostnader

Avslutningsvis er det viktig å presisere at særlig sammenhengene mellom adferdsbestemte kostnader og kjørelengde for elbil ovenfor er usikre; de er i stor grad baserte på sunt skjønn. Det en imidlertid kan si med betydelig sikkerhet er at:

$$a_B > a_E, a_B > a_B^S, a_E > a_E^S \text{ og } a_B^S > a_E^S$$

Det betyr at vi med sikkerhet kan si at rangeringen mellom P_B og P_E , mellom P_B og P_B^S , mellom P_E og P_E^S og mellom P_B^S og P_E^S blir som i figur 1 uansett turlengde. Det som blir

usikkert er om de reelle adferdsbestemte kostnadene ved å kjøre en elbil er større, mindre eller lik de subjektive adferdsbestemte kostnadene ved å kjøre en konvensjonell bil; dvs. om $P_E \geq (<) P_B^S$. Når billistene kun ser på betalbare kostnader og har begge typer biler tilgjengelige, vil de således med stor sannsynlighet velge elbil fremfor en konvensjonell bil.

3.3.3 Sammenhenger mellom tidskostnader og turlengde

Generelle sammenhenger

La os anta at tidskostnadene per time ved å kjøre i elbilen og når den lades er henholdsvis k_E og k_L . Ut fra tidligere symbolbruk får vi da følgende sammenheng mellom tidskostnader (TK_E) og turlengde for elbiler:

$$(6) \quad TK_E = \begin{cases} k_E \frac{A}{h_E} & \text{når } A \leq X_E \\ k_E \frac{A}{h_E} + k_L L_E & \text{når } X_E < A \leq 2X_E \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ k_E \frac{A}{h_E} + k_L(n-1)L_E & \text{når } (n-1)X_E < A \leq nX_E \end{cases}$$

hvor altså L_E og X_E som før indikerer henholdsvis ladetid og rekkevidde og hvor $n = 3, 4, 5, \dots$

Av (6) ser vi at sammenhengen mellom tidskostnader og turlengde for en elbil blir en ”trappetrinnsfunksjon”. Høyden på de enkelte trappetrinnene avhenger av billistenes tidskostnader per time under ladetiden (k_L) og ladetiden (L_E); jo lavere tidskostnader og desto kortere ladetid jo lavere trappetrinn. Dybden på hvert trinn avhenger av elbilenes rekkevidde (X_E). Større batterikapasitet som i sin tur øker både ladetiden og rekkevidden, vil således gjøre trinnene høyere og dypere. Høyere (lavere) hastighet på elbilene vil ikke påvirke dybden og høyden på trappetrinnene, men gjøre sammenhengen mellom tidskostnader og avstand slakere (brattere).

Når vi forutsetter at tidskostnadene per time i konvensjonelle biler er k_B og turen er så kort at den ikke nødvendiggjør at en fyller drivstoff ($A < 500$ km) blir tilsvarende sammenheng for konvensjonelle biler:

$$(7) \quad TK_B = k_B \frac{A}{h_B} = \frac{k_B}{h_B} A$$

Sammenhengen mellom tidskostnader og turlengde for en vanlig bil blir en glatt stigende lineær funksjon. Denne sammenhengen blir brattere når tidskostnadene per time (k_B) øker og slakere når hastigheten (h_B) øker. Forholdet (k_B / h_B) kan tolkes som økte tidskostnader ved å kjøre en km lenger.

Rimelige forutsetninger om verdiene på aktuelle størrelser

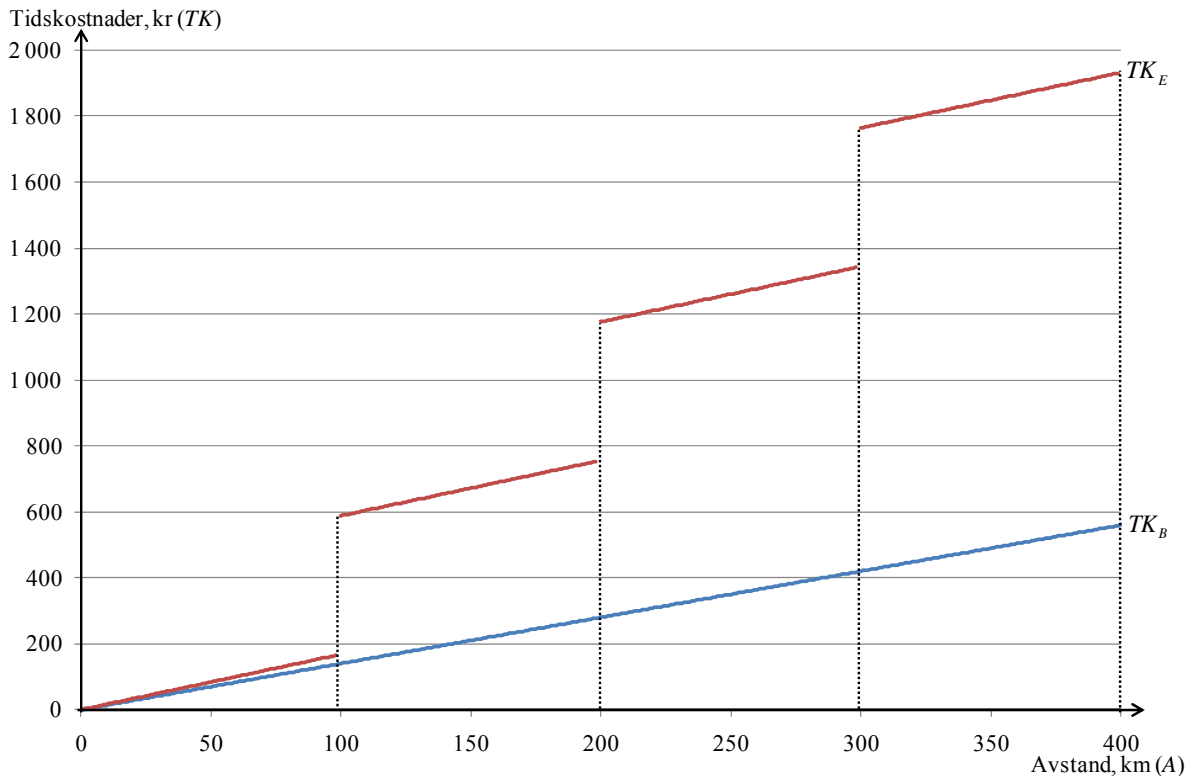
I figur 2 nedenfor har vi vist rimelige sammenhenger mellom tidskostnader og turlengde for en elbil og en konvensjonell bil hvor vi som i kapittel 3.1 har forutsatt en gjennomsnittshastighet på elbiler på 50 km/t og på konvensjonelle biler på 60 km/t. Rekkevidden for elbiler avhenger av batteritype, vekt på bilen og ikke minst av værforhold, se EBL m.fl. (2009). På nye elbiler oppgis rekkevidden til mellom 80 km og 160 km. Dette er i tråd med en spørreundersøkelse blant elbileiere utført av Econ analyse (2006). Der oppgir de fleste bileierne at elbilene har en rekkevidde på 70 km – 90 km under ideelle kjøreforhold. Etter denne undersøkelsen har batteriene blitt bedre. Et rimelig anslag på rekkevidden for en vanlig elbil i dag (2010) kan derfor være 100 km; dvs. $X_E = 100$. Ladetiden avhenger av kapasiteten på batteriet. Batteri med rekkevidde på ca. 100 km har – i følge EBL m.fl. (2009), en ladetid på rundt 5 timer. I det følgende vil vi derfor anta at $L_E = 5$. Ut fra anbefalingene til Statens vegvesen (2006) kan vi anslå at tidskostnadene per time for personer som bruker konvensjonelle biler er 84 kr. I det følgende vil vi anta samme tidskostnader per time når en kjører elbil og når elbilene lades som ved bruk av konvensjonelle biler.

Oppsummert baserer altså figur 2 seg på følgende rimelige anslag på de aktuelle parametrene i (6) og (7):

$$k_E = k_B = k_L = k = 84, X_E = 100, L_E = 5, h_E = 50 \text{ km/t}, h_B = 60 \text{ km/t}$$

Aktuelle sammenhenger

Med de forutsetningene vi har gjort ovenfor, ser vi av formlene (6) og (7) og av figur 2 at tidskostnadene på turer under 100 km blir 20 % høyere for elbiler enn for vanlige biler. På lengre turer ser vi imidlertid at tidskostnadene ved å bruke elbiler blir dramatisk høyere enn når en bruker konvensjonelle biler. Det skyldes nødvendige stopp for å lade bilene. Vi ser eksempelvis at tidskostnadene ved å bruke konvensjonelle biler på turer på 200 km og 400 km bli henholdsvis 280 kr og 560 kr. Ved å bruke elbiler blir tilsvarende kostnader 756 kr og 1 932 kr - altså 225 % og 345 % høyere.



Figur 2: Eksempler på rimelige sammenhenger mellom tidskostnader og turlengde for elbiler og konvensjonelle biler.

Anslagene på tidskostnader ved å kjøre ulike turlengder, indikerer således klart at elbiler er lite konkurransedyktige sammenlignet med konvensjonelle biler på turer som er så lange at elbilene må lades opp i løpet av turen.

Avsluttende merknader om tidskostnader

Det er viktig å presisere at figur 2 bygger på rimelige men usikre anslag på hastigheter, ladetid på elbiler, deres rekkevidde og spesielt tidskostnader per time (k). Lavere anslag på k vil gjøre alle sammenhengene slakere og trappetrinnene lavere. Så lenge k er de samme for elbiler og konvensjonelle biler, blir imidlertid de relative forskjellene i tidskostnader ved ulike turlengder uavhengige av k , men de absolutte forskjellene og dermed avstanden mellom kurvene i figur 2 vil øke med k . Det kan vi se fra formlene (6) og (7).

Å forutsette samme tidskostnader per time for billistene når de kjører elbiler, når elbilene lades og når de kjører konvensjonelle biler, kan selvfølgelig diskuteres. Hvis billistene liker bedre (mindre) å kjøre elbil enn vanlig bil, vil $k_E < (>) k_B$ og elbilene vil komme bedre (dårligere) ut enn figur 2 viser. At elbilene er mer stillegående enn andre biler og kan bruke kollektivfelt i storbyene (som reduserer usikkerheten i reisetiden) trekker i retning av at $k_E < k_B$. At bruk av elbil føles mer miljøvennlig trekker også muligens i samme retning. Andre

forhold virker imidlertid motsatt; dvs. at $k_E > k_B$: For det første har elbilene mindre effekt og topphastighet enn vanlige biler noe som gjør at elbillistene lett kan bli forbikjørte og at de selv har vanskeligheter med å foreta forbikjøringer. For det andre påvirkes rekkevidden til elbilene mye av føre- og værforholdene. Disse er ukontrollerbare for billistene og kan variere mye over kort tid noe som gjør elbillistene kan føle seg usikre om de kommer frem tidnok og/eller at de når frem til nærmeste ladepunkt. For det tredje er nok annen komfort ved elbilene som setekvalitet, varmeanlegg og sikkerhet enda noe dårligere for de vanligste elbilene enn for konvensjonelle biler. Her er det altså faktorer som trekker i hver sin retning hvorvidt $k_E \geq (<) k_B$ slik at nettoeffekten er usikker, men en rimelig antagelse kan nok være at billistene enda føler seg mer vel i en konvensjonell bil slik at k_E er litt høyere enn k_B .

Tidskostnadene per tidsenhet under lading (k_L), avhenger av omgivelsene på ladestedet og alternative aktiviteter billistene kan utføre under ladetiden. Jo hyggeligere omgivelser og jo mer fornuftige ting billistene kan foreta seg under ladetiden, desto lavere blir k_L . Når bilene må lade underveis, er det imidlertid ikke urimelig å anta at denne ladetiden sees på som ren ventetid – og ventetid under reisen har som regel høyere tidskostnader per tidsenhet enn øvrige aktiviteter under reisen. Oppsummert er det altså forhold som trekker i retning av at både k_E og k_L er større enn k_B . Dette indikerer at elbiler kommer noe dårligere ut når det gjelder tidskostnader enn figur 2 tilsier.¹⁸

Hvis vi bare ser på turer i større byer, vil imidlertid elbilen komme bedre ut enn figur 2 antyder ettersom elbilen i dag kan kjøre i kollektivfelt og således ha høyere gjennomsnittshastighet enn konvensjonelle biler; hvis vi som tidligere antar at elbilene i slike områder har en gjennomsnittshastighet på 40 km/t mens konvensjonelle biler har 30 km/t, vil konvensjonelle biler ha 33 % høyere tidskostnader på turer under 100 km enn elbiler (ved samme k -verdier). På lengre turer (over 100 km) vil fremdeles elbilene ha betydelig høyere tidskostnader enn konvensjonelle biler, men slike lange turer er ikke vanlige å gjennomføre ved bykjøring.

3.3.4 Sammenhenger mellom generaliserte reisekostnader og turlengde

Ved å sette uttrykkene (4) til (7) inn i (3) samt benytte de anslagene vi har gjort ovenfor på aktuelle parametre, får vi følgende sammenhenger mellom generaliserte reisekostnader og turlengde for elbiler og konvensjonelle biler:

Sammenhengen mellom reelle generaliserte reisekostnader (G_E) og turlengde (A) for elbiler:

¹⁸ Når $k_E, k_L \geq (<) k_B$, blir den prosentvise forskjellen i tidskostnader mellom elbiler og konvensjonelle biler henholdsvis større, lik eller mindre enn den prosentvise forskjellen i tidsbruken mellom elbiler og konvensjonelle biler.

$$(8) \quad G_E = 2,18 \cdot A + \begin{cases} 84 \cdot \frac{A}{50} \text{ når } A \leq 100 \\ 84 \cdot \left(\frac{A}{50} + 5\right) \text{ når } 100 < A \leq 200 \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ 84 \cdot \left(\frac{A}{50} + (n-1)5\right) \text{ når } (n-1)100 < A \leq n100 \end{cases}$$

Sammenhengen mellom subjektive generaliserte reisekostnader (G_E^S) og turlengde for elbiler:

$$(9) \quad G_E^S = 0,76 \cdot A + \begin{cases} 84 \cdot \frac{A}{50} \text{ når } A \leq 100 \\ 84 \cdot \left(\frac{A}{50} + 5\right) \text{ når } 100 < A \leq 200 \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ 84 \cdot \left(\frac{A}{50} + (n-1)5\right) \text{ når } (n-1)100 < A \leq n100 \end{cases}$$

Sammenhengen mellom reelle generaliserte reisekostnader (G_B) og turlengde (A) for konvensjonelle biler:

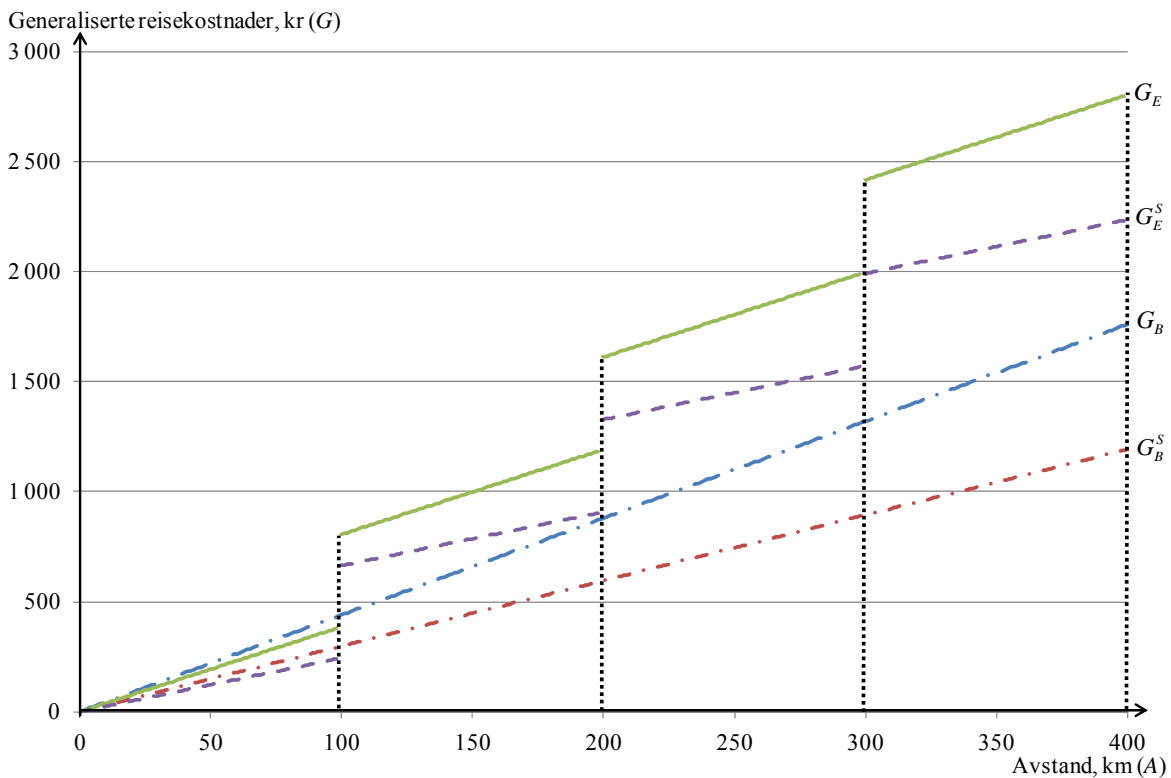
$$(10) \quad G_B = 3,00A + \frac{84}{60}A = 4,40A$$

Sammenhengen mellom subjektive generaliserte reisekostnader (G_B^S) og turlengde for konvensjonelle biler:

$$(11) \quad G_B^S = 1,58A + \frac{84}{60}A = 2,98A$$

Sammenhengene ovenfor er anskueliggjort i figur 3. Av denne figuren ser vi som ventet at så vel objektive som subjektive sammenhenger mellom generaliserte reisekostnader og turlengde for elbiler blir ”trappetrinnsfunksjoner” hvor ”trinnene” er like høye overalt og lik høyden på trinnene i figur 2. Dybdene på hvert trinn blir også den samme som i figur 2 og avhengig av

elbilens rekkevidde. Høyere tidskostnader per time under lading og lengre ladetid vil også nå øke høyden på hvert trappetrinn. For konvensjonelle biler blir disse sammenhengene også nå glatte stigende funksjoner. Både for elbiler og konvensjonelle biler vil sammenhengene bli brattere hvis de betalbare kostnader ved å kjøre en km ekstra (marginalkostnadene) øker, når tidskostnadene per time øker og når hastigheten reduseres. Vi kan også se av (8) til (11) at generaliserte kostnader som ventet påvirkes mer av turlengden enn betalbare kostnader og tidskostnader gjør hver for seg.



Figur 3: Eksempler på sammenhenger mellom generaliserte reisekostnader og turlengde for elbiler og konvensjonelle biler.

Ut fra formlene som figur 3 er baserte på, kan vi blant annet utlede at:

- De reelle generaliserte reisekostnadene for konvensjonelle biler (G_B) er 14 % høyere enn de reelle generaliserte reisekostnader for elbiler (G_E) for turlengder under 100 km.¹⁹ For turer på 200 km og 400 km blir G_E henholdsvis lik 1 192 kr og 2 804 kr. Tilsvarende tall for G_B blir lik 880 kr og 1 760 kr. Det betyr igjen at de reelle generaliserte kostnadene for

¹⁹ Når $A < 100$ km, blir $G_E = 3,86A$. Da blir G_B 14 % høyere enn G_E .

elbiler blir 35 % høyere enn for konvensjonelle biler på turer på 200 km og 59 % høyere på turer på 400 km.

- De subjektive generaliserte reisekostnadene for vanlige biler (G_B^S) er 22 % høyere enn de subjektive generaliserte reisekostnader for elbiler (G_E^S) for turlengder under 100 km.²⁰ For turer på 200 km og 400 km blir G_E^S henholdsvis lik 908 kr og 2 236 kr. Tilsvarende tall for G_B^S blir lik 596 kr og 1 192 kr. Det betyr igjen at de reelle generaliserte kostnadene for elbiler blir 52 % høyere enn for vanlige biler for turer på 200 km og 88 % høyere for turer på 400 km.

Når vi fokuserer på generaliserte reisekostnader (G) og antar at billistene vil velge det kjøretøyet som gir lavest (G), går det altså klart frem av figur 3 at elbilen vil bli valgt på turer under 100 km. Det gjelder både når billistene har riktige anslag på de betalbare kostnadene ved å kjøre elbil og andre biler, og ved de subjektive anslagene som er brukt her. Enda klarere er det imidlertid at på turer over 100 km er så vel reelle som subjektive generaliserte reisekostnader betydelig høyere ved bruk av elbiler enn ved bruk av konvensjonelle biler slik at konvensjonelle biler, da vil foretrekkes.

Det er verdt å merke seg at de absolutte forskjellene i generaliserte reisekostnader mellom å bruke elbil og konvensjonell bil blir de samme om en ser på reelle eller subjektive anslag på disse kostnadene. De prosentvise forskjellene i de samme kostnadene blir imidlertid betydelig større når en ser på subjektive anslag.

3.3.5 Avsluttede merknader om generaliserte kostnader

Generaliserte reisekostnader er altså summen av betalbare kostnader og tidskostnader. Dermed blir de forholdene som gjør betalbare kostnader og tidskostnader usikre, og som vi har omtalt tidligere, de samme som dem som gjør generaliserte reisekostnader usikre. La oss derfor ta en kort oppsummering av tidligere nevnte kilder til usikre beregninger:

- *Sammenhengene mellom betalbare kostnader og turlengde.* Av de fire sammenhengene som er brukt her er sammenhengen mellom reelle betalbare kostnader og turlengde for en konvensjonell bil ganske sikker mens de øvrige sammenhengene i større grad er baserte på sunt skjønn og således mer usikre. Våre forutsetninger innebærer imidlertid at differansene i så vel reelle som subjektive betalbare kostnader mellom elbiler og konvensjonelle biler

²⁰ Når $A < 100$ km, blir $G_E^S = 2,44A$. Da blir G_B^S 22 % høyere enn G_E^S .

blir lik differansen i drivstoffutgiftene. Det er ikke urimelig – i alle fall for de subjektive verdiene.

- *Tidskostnader per time.* Figur 2 og figur 3 er baserte på at tidskostnadene per time er de samme når en kjører konvensjonell bil, elbil og under ladetiden på elbilen. En samlet avveining av flere forhold taler kanskje for høyere tidskostnader per time ved bruk av elbil enn ved bruk av konvensjonell bil, noe som isolert sett gjør at elbilene kommer litt for godt ut i regneeksemplene ovenfor.
- *Hastighetene på elbiler og konvensjonelle biler.* I regneeksemplene har vi antatt en gjennomsnittshastighet på elbiler og konvensjonelle biler på henholdsvis 50 km/t og 60 km/t. Med dagens bilteknologi er dette rimelige anslag ved blandet kjøring, men ser en på bykjøring spesielt (hvor i alle fall små elbiler er mest aktuelle), vil elbilene ha høyere gjennomsnittshastighet enn konvensjonelle biler så lenge *elbilene* kan bruke kollektivfeltene. Da vil elbilene komme bedre ut enn figur 2 og figur 3 antyder.
- *Teknologi på konvensjonelle biler og elbiler.* Beregningene på betalbare kostnader for konvensjonelle biler er basert på tall for en mellomstor bensindrevet bil mens strømforbruk, ladetid og rekkevidde for elbiler er basert på opplysninger for de mest typiske elbilene. Mer drivstoffgjerrige konvensjonelle biler og bedre batterier som kan redusere ladetiden og øke rekkevidden, vil føre til at alle kurvene figur 3 får negative skift. Ettersom det teknologiske forbedringspotensialet kanskje er størst for elbiler, trekker det i retning av at tilsvarende kurver som figur 3 vil se relativt mer gunstige ut for elbiler om noen år.
- *Usikkerhet i rekkevidde og tilgang på ladepunkter.* I figur 2 og figur 3 er det forutsatt at det finnes lademuligheter der hvor elbilen må lades. Likeledes er det sett bort fra at rekkevidden på elbilen før den må lades er avhengig av kjøre- og værforhold og således usikker. Begge disse forholdene trekker i retning av at elbilene kommer noe for godt ut i disse figurene. Disse forholdene har imidlertid mindre betydning for elbiler med batterier som kan lades ofte; dvs. før de er tomme.

Oppsummert så er det altså faktorer som trekker i forskjellige retninger når en skal vurdere om elbiler kommer for godt eller for dårlig ut i figur 3 sammenlignet med konvensjonelle biler. Nettoeffekten er det således vanskelig å si noe sikkert om. Ettersom det tekniske forbedringspotensialet sannsynligvis er større for elbiler enn for konvensjonelle biler, er det rimelig å anta at tilsvarende sammenhenger som i figur 3 om noen år, vil vise at elbiler kommer bedre ut sammenlignet med konvensjonelle biler.

3.4 FORHOLD SOM PÅVIRKER ATTRAKTIVITETEN TIL ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER

Gjennom ”Klimaforliket” på Stortinget i 2008, ble det fastsatt at 15-17 mill. tonn av reduksjonen i klimautslippene skal gjøres i Norge. Det innebærer en reduksjon på 25 %. Veitransporten står i dag for 19 % av klimautslippene i Norge. Selv om nasjonale CO₂-utslipp i følge tabell 1 bare vil reduseres med ca. 1 % når andelen elbiler øker til 10 % av personbilparken, blir økt innslag av elbiler sett på som et viktig virkemiddel miljøkampen. Elbiler blir i det hele tatt sett på som mer miljøvennlige transportmidler enn konvensjonelle biler. Det skyldes nok at mange mener at en ikke skal kunne betale for å slippe ut klimagasser og/eller at kostnadene ved slike utslipp undervurderes. Dessuten innebærer jo ”Klimaforliket” at de eksterne kostnader ved bilbruk knyttet til utslipp av klimagasser vies spesiell oppmerksomhet.

I dette kapitlet skal derfor se nærmere på hvordan elbilbruken kan påvirkes. Ved å ta utgangspunkt i sammenhengene mellom generaliserte reisekostnader og turlengde for elbiler og konvensjonelle biler i figur 3, vil vi nedenfor drøfte hvordan teknologiske egenskaper ved elbiler og konvensjonelle biler, utbygging av ladepunkter, avgiftspolitikken og informasjons- og holdningskampanjer kan påvirke bruken av elbiler. Teknologiske egenskaper ved bilene kan norske myndigheter bare indirekte påvirke gjennom bevilgninger til forskning, mens de øvrige forholdene som er nevnt ovenfor kan myndighetene påvirke mer direkte.

3.4.1 Elbilenes ladetid

Et vanlig argument mange bruker mot elbilen er den lange ladetiden av batteriene. Det blir også bekreftet av en undersøkelse som Econ analyse (2006) gjorde blant elbileiere. Ladetiden på elbilene vil være avhengig av batteriegenskapene og strøm/spenningsstyrken på ladepunktene. Batteriegenskapene kan offentlige myndigheter bare påvirke indirekte ved å gi penger til forsknings- og utviklingsprosjekt innenfor dette området. Omfanget av hurtigladestasjoner kan imidlertid myndighetene påvirke, og i EBL m.fl. (2009) foreslås det at det bygges opp hurtigladestasjoner i ”begrenset omfang”. Myndighetene kan dermed både direkte og indirekte påvirke gjennomsnittlig ladetid på elbilene.

Endret ladetid vil som før nevnt påvirke høyden på trappetrinnene i figur 2 og figur 3. Kobler vi formlene (6), (8) og (9) får vi:

$$(12) \quad \frac{\partial TK_E}{\partial L_E} = \frac{\partial G_E}{\partial L_E} = \frac{\partial G_E^S}{\partial L_E} = (n-1)k_E \text{ hvor } n = A/X_E$$

Av (12) følger som ventet at ladetiden har mer å si for generaliserte reisekostnader jo høyere tidskostnadene per time er under ladetiden (k_E), jo lenger tur en er på (A øker) og desto kortere rekkevidde elbilen har (X_E reduseres). Hvis eksempelvis $A = 400$ km og k_E som før lik 84 kr, blir $\partial G_E / \partial L_E$ lik 252 kr når $X_E = 100$ km og lik 84 kr når $X_E = 200$ km. På turer mindre eller lik 100 km, blir $\partial G_E / \partial L_E = 0$; dvs. at ladetiden ikke har betydning for generaliserte reisekostnader.

For å anskueliggjøre hva som skal til for at elbilene skal være konkurransedyktige på turer over 100 km, kan vi la alt annet enn tidskostnadene ved hver lading ($k_L L_E$) være som forutsatt tidligere og så utlede hvor høye disse tidskostnadene kan være for at elbilen foretrekkes på turer av ulik lengde. Ved videre å fastsette verdier på tidskostnadene per time (k_E), kan en finne nødvendig reduksjon i ladetid. Resultatene er vist i tabell 3-2.

Av tabell 3-2 ser vi for det første at vi får samme terskelverdier på tidskostnader og ladetid uansett om en antar at billistene har riktige anslag på de generaliserte reisekostnader slik at de sammenligner G_E og G_B eller om de sammenligner sine subjektive anslag G_E^S og G_B^S . Det skyldes at under våre forutsetninger blir de absolutte forskjellene mellom generaliserte reisekostnader for elbiler og øvrige biler de samme uansett om en sammenligner deres reelle eller subjektive verdier.²¹

Tabell 3-2: Maksimalverdier på verdier på tidskostnader per lading som gjør at elbilene foretrekkes på turlengder lengre enn deres rekkevidde. Antatt rekkevidde ($X_E = 100$ km).

| | Maksimalt tidskostnader ved hver ladestasjon | | Maksimal ladetid ved hver ladestasjon | | | |
|--------------------|--|--------|---------------------------------------|----------------|---------------|----------------|
| | Turlengde | | Turlengde | | | |
| | 200 km | 400 km | 200 km | | 400 km | |
| | | | $k_E = 50$ kr | $k_E = 100$ kr | $k_E = 50$ kr | $k_E = 100$ kr |
| $G_E \leq G_B$ | 108 kr | 72 kr | 130 min. | 65 min. | 86 min. | 43 min. |
| $G_E^S \leq G_B^S$ | 108 kr | 72 kr | 130 min. | 65 min. | 86 min. | 43 min. |

Videre ser vi som ventet at maksimale tidskostnader forbundet med hver lading må være lavere for at elbilen skal foretrekkes jo lengre turen er. Det skyldes at lengre turer betinger flere ladinger. I følge EBL m.fl. (2009) kan batterier med en rekkevidde på ca. 100 km ved

²¹ $(G_B - G_E) = (G_B^S - G_E^S)$.

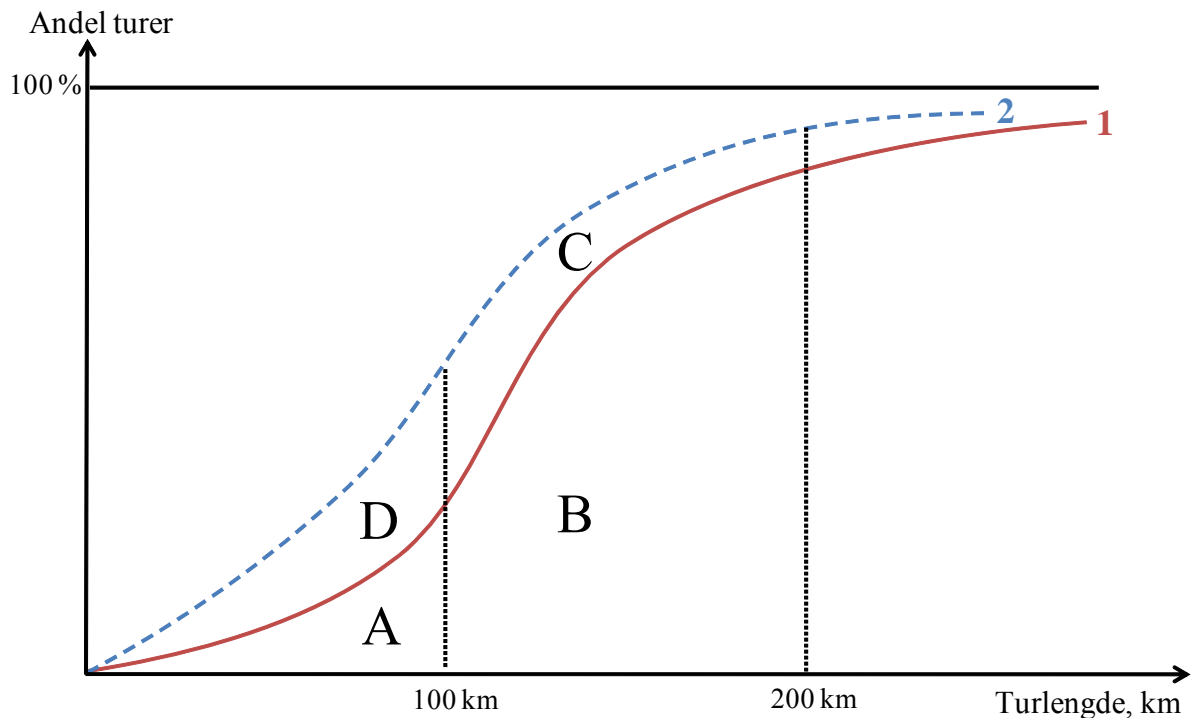
hurtiglading (krever 400 volt og 50 ampere) lades på ca. 30 minutter. En ladetid på rundt en halv time, vil i følge tabell 3-2 gjøre at elbilen foretrekkes – også på lengre turer og for billister med relativt høye tidskostnader på ladestasjonene. En halvering av ladetiden fra 5 timer (300 minutter) til 2,5 timer (150 min) vil imidlertid gjøre at billistene fremdeles vil foretrekke en konvensjonell bil fremfor en elbil for alle kombinasjoner av turlengder og tidskostnader i tabell 3-2. Oppsummert kan en altså ut fra regneeksemplet i tabell 3-2 konkludere med at det skal betydelige reduksjoner i ladetiden til for at elbiler skal foretrekkes fremfor konvensjonelle biler på lengre turer - gitt at elbilen har en rekkevidde på 100 km.

3.4.2 Elbilenes rekkevidde

Elbilens rekkevidde er heller ikke noe som norske myndigheter kan påvirke direkte, men indirekte kan de gjøre det ved å stimulere til forskning på området.

Når en skal drøfte betydningen av elbilenes rekkevidde, er bileierens fordeling av reiselengde per tur med privatbil sentral²²; dvs. hvor stor andel av turene som for eksempel er under 50 km, mellom 50 km og 100 km etc.; jo større andel av turene som er korte, desto mer konkurransedyktige vil elbilene være. Dette er anskueliggjort i figur 4. Anta person 1 og person 2 har kumulative fordelinger på turlengde med personbil angitt ved henholdsvis kurve 1 og kurve 2. Kurven for person 1 ligger alltid under kurven for person 2 noe som indikerer at person 1 har relativt færre korte turer enn person 2. Ettersom figur 3 viser at elbilene vil foretrekkes på turer kortere enn deres rekkevidde (X_E), ser av figur 4 at andel turer hvor elbilene foretrekkes for person 1 vil være lik arealet A når rekkevidden er 100 km og lik arealet (A+B) når rekkevidden er 200 km. Tilsvarende arealer for person 2 blir arealene (A+D) og (B+C). Andel turer med elbil for person 2, vil altså være betydelig høyere enn for person 1 – både når deres rekkevidde er 100 km og når den 200 km. Økningen i elbilbruken når elbilenes rekkevidde øker fra 100 km til 200 km vil dermed være B for person 1 og (B+C) for person 2 – altså størst for person 2.

²² I denne sammenhengen ses en ”tur” som hele reisen fra avreise hjem til ankomst hjem. I løpet av denne turen kan man ha gjennomført flere kortere ”subturer” som for eksempel avlevering i barnehage på vei til jobb.



Figur 4: Kumulative fordelinger av turlengde ved bruk av konvensjonell bil og elbil.

Data fra Reisevaneundersøkelsen 2005 gir grunnlag for å si noe om fordelingen av antall reiser med hensyn på deres lengde. Noen sentrale tall i så henseende er vist i tabell 3-3. Ut fra den ser vi at i underkant av 98 % av antall reiser foretatt med privatbil er under 100 km og disse reisene utgjør totalt 78 % av total antall utkjørte kjøretøykm med personbiler. Disse tallene sett i sammenheng med anslagene på generaliserte reisekostnader for elbiler og konvensjonelle biler i figur 3, skulle tilsi at en representativ bilbruker burde foretrekke elbiler på majoriteten av antall reiser – gitt at han har både en konvensjonell bil og en elbil tilgjengelig.

En slik direkte sammenligning vil imidlertid overvurdere elbilenes fordelaktighet versus vanlige biler. Det skyldes at en reise i tabell 3-3 er definert etter formål noe som eksempelvis betyr at en tur til/fra hjem og butikk blir regnet som to reiser mens en reise til/fra jobb som inkluderer levering og henting av barn i barnehage blir regnet som fire reiser. Ut fra opplysninger fra (TØI), kan et rimelig anslag være at turlengden (hjem-hjem) er ca. 3 ganger lengden av hver reise.

Tabell 3-3: Antall kjøretøykm, andel reiser og andel kjøretøykm med personbiler fordelt på reiselengde (Kilde: TØI reisevaneundersøkelse 2005)

| <i>Turlengde</i> | <i>Mill. kjøretøykm</i> | <i>Andel reiser</i> | <i>Andel kjøretøykm</i> |
|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| 0 – 4,9 km | 2 400 | 47 % | 8 % |
| 5 – 9,9 km | 3 300 | 20 % | 11 % |
| 10 – 19,9 km | 5 400 | 17 % | 18 % |
| 20 – 29,9 km | 3 300 | 6 % | 11 % |
| 30 – 49,9 km | 4 500 | 5 % | 15 % |
| 50 – 99,9 km | 4 500 | 3 % | 15 % |
| 100 – 199,9 km | 3 600 | 1 % | 12 % |
| Over 200 km | 3 000 | < 1 % | 10 % |

Ved å anta dette og samtidig bruke tallene i tabell 3-3 og resultatene i figur 3, har vi i tabell 3-4 forsøkt å illustrere bedre hva elbilenes rekkevidde kan bety for hvor mye de brukes – stadig under forutsetning om at bileieren både har en konvensjonell bil og en elbil tilgjengelig.

Tabell 3-4: Andel turer, andel kjøretøykm og årlig antall kjøretøykm som foretrekkes med elbiler ved rekkevidde på 100 km og 200 km.

| <i>Rekkevidde</i> | <i>Andel turer</i> | <i>Andel kjøretøykm</i> | <i>Mill. kjøretøykm</i> |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| 100 km | 91 % | 50 % | 15 000 |
| 200 km | 96 % | 67 % | 20 100 |
| Økning i bruk fra 100 – 200 km | 5 % -poeng | 17 % -poeng | 5 100 |

Når tallene i tabell 3-4 sees i sammenheng med figur 3, kan vi for en representativ bileier som både har en elbil og en konvensjonell bil tilgjengelig trekke følgende konklusjoner:

- Når rekkevidden på elbilene er 100 km, vil de foretrekkes på 91 % av turene og på 50 % av antall utkjørte km. Årlig antall utkjørte km med el bilene vil da bli 15 000 mill. km.
- Når rekkevidden på elbilene er 200 km, vil de foretrekkes på 96 % av turene og på 67 % av antall utkjørte km. Årlig antall utkjørte km med el bilene vil da bli 17 100 mill. km.

- En økning i rekkevidden på elbilene fra 100 km til 200 km, vil dermed øke antall km utkjørt med elbiler med 5 100 millioner km - altså med 34 %. Det indikerer at elbilenes rekkevidde har mye å si på hvor populære de kan bli.

Nå er det viktig å huske på at beregningene ovenfor er baserte på reisemønsteret for privatbil for en representativ norsk bilbruker. Hvor stor andel av antall bilreiser som er under 100 km, mellom 100 km og 200 km og over 200 km vil variere mye mellom bileiere. Hvis en bilbruker har høyere (lavere) andel av korte turer enn tabell 3-4 viser, vil elbilene komme relativt dårligere (bedre) ut enn beregningene ovenfor viser. Det finnes imidlertid ikke tilgjengelige tall over hvordan fordelingen av turlengde med privatbil varierer mellom personer.

3.4.3 Elbilenes ladetid og rekkevidde sett i sammenheng

Det er også verdt å merke seg ut fra (12) at ladetid og rekkevidde er substituerbare virkemidler når det gjelder elbilenes attraktivitet; jo lengre rekkevidde elbilene har (X_E øker) desto mindre vil redusert ladetid (L_E) redusere generaliserte reisekostnader og vice versa: Jo kortere ladetid, desto mindre har rekkevidden å si på generaliserte reisekostnader. I kapittel 3.1 konkluderte vi videre med at det bare er ladetid per km rekkevidde (L_E / X_E) som betyr noe for elbilenes årlige transportkapasitet. Dette gjelder ikke når vi ser på elbilenes attraktivitet: Anta at batterikapasiteten øker slik at ladetiden øker fra 5 timer til 10 timer og rekkevidden fra 100 km til 200 km. Forholdet (L_E / X_E) forblir konstant, men elbilenes attraktivitet har rimeligvis økt; i alle fall så lenge at en ikke trenger å lade batteriene helt opp før en kjører igjen.

3.4.4 Batterienes varighet

Batterienes varighet måles her med totalt antall utkjørte km de kan brukes før de må skiftes ut. I likhet med batterienes ladetid og rekkevidde, kan heller ikke norske myndigheter direkte påvirke batterienes varighet. Hvor mye deres varighet betyr for hvor attraktive elbilene er, vil selvfølgelig også avhenge av hva batteriene koster. La oss anta at batteriene koster K kroner, årlig kjørelengde med elbilen er Y km, batterienes varighet er Z km og årlig kalkulasjonsrente er r på desimalform. De årlige batterikostnadene (\bar{K}) kan da skrives som (se for eksempel Boye (1999):

$$(13) \quad \bar{K} = K \cdot A^{-1}$$

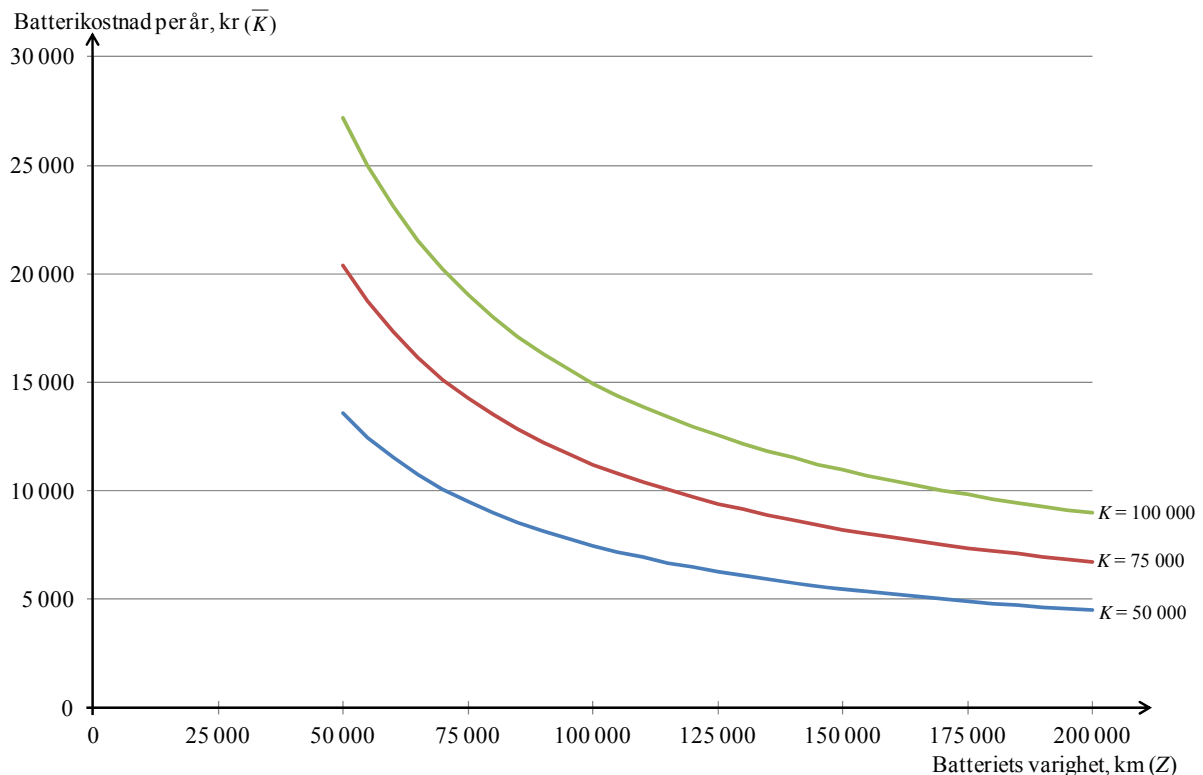
hvor $A^{-1} = \frac{r(1+r)^{Z/Y}}{(1+r)^{Z/Y} - 1}$ er den inverse verdien av annuitetsfaktoren og Z/Y er batterienes

levetid målt i år. Av (13) ser vi at årlige batterikostnader (\bar{K}) øker jo mer batteriene koster å kjøpe (K) og desto lavere varighet de har målt i totalt antall km de kan brukes (Z). Dessuten ser vi av (14) at:

$$\frac{\partial \bar{K}}{\partial K} = A^{-1} > 0, \quad \frac{\partial \bar{K}}{\partial A^{-1}} = K > 0$$

Det betyr at en endring i batterienes innkjøpspris har mer å si på årlige batterikostnader desto kortere levetid de har og vice versa: En endring i batterienes levetid har mer å si på årlige batterikostnader jo mer batteriene koster. Batterienes innkjøpspris og levetid er således substituerbare virkemidler i den forstand at en forbedring i ett av disse virkemidlene vil redusere effekten av en forbedring i det andre virkemidlet.

Ved å benytte (13) kan en anslå betydningen av batterienes varighet (Z) og innkjøpspris (K) på årlige batterikostnader (\bar{K}). Dette er anskueliggjort i figur 5 når årlig kjørelengde med elbilen (Y) er 12 000 km og kalkulasjonsrenten er 5 % p.a. ($r = 0,05$).



Figur 5: Årlige batterikostnader for ulike verdier på batterienes varighet og innkjøpspriser.

Av figur 5 ser vi som ventet at alle tre kurvene er konveks fallende. Det betyr at årlige batterikostnader faller med batterienes varighet men at varigheten har mindre å si for årlige kostnader jo høyere varighet batteriene har i utgangspunktet. Ettersom kurvene blir brattere jo høyere deres innkjøpspris er, bekrefter også figur 5 at batterienes varighet har mer å si for årlige kostnader desto høyere deres innkjøpspris (K) er. Av figur 5 ser vi videre at årlige batterikostnader på eksempelvis 10 000 kr kan en oppnå ved å kjøpe enten et batteri som koster 50 000 kr og varer i ca. 6 år eller et batteri til 75 000 kr og som varer i ca. 10 år. En kan også beregne ut fra figur 5 at en økning i batterienes varighet fra eksempelvis 96 000 km (8 år) til 144 000 km (12 år) vil redusere årlige batterikostnader med 27 %.

I figur 5 har vi altså forutsatt at årlig kjørelengde med elbilen (Y) er 12 000 km. Hvis årlig kjørelengde er lavere (høyere) enn 12 000 km vil kurvene i figur 5 få negative (positive) skift og bli slakere (brattere). Det betyr at årlige batterikostnader blir lavere og at batterienes levetid får mindre å si for disse kostnadene.

3.4.5 Kjørekomfort og trafikksikkerhet

Kjørekomfort og sikkerhet på elbiler kontra konvensjonelle biler er forhold som norske myndigheter i begrenset grad kan påvirke. Mange vegrer seg nok mot å kjøpe elbiler fordi de tror de er mindre trafikksikre og at de har dårligere kjøreegenskaper enn konvensjonelle biler. Hvis det er rett, vil elbilene komme for godt ut i våre beregninger i figur 3 ettersom de bygger på samme tidskostnader per time ved å bruke elbiler som ved bruk av konvensjonelle biler. Ut fra uttrykkene for generaliserte reisekostnader for elbiler og for konvensjonelle biler, kan en lett beregne at hvis tidskostnadene per time ved bruk av elbiler blir høyere enn 110 kr, eller 31 % høyere enn ved bruk av konvensjonelle biler, vil konvensjonelle biler foretrekkes – også på turer under 100 km.

I følge Econ analyse (2006) svarer flertallet av elbileiere at de føler seg like sikre når de kjører elbiler som når de kjører konvensjonelle biler. Dette er viktig informasjon hvis en vil øke omfanget av elbiler ettersom bilenes sikkerhet er viktig for valg av bil – særlig for barnefamilier. Nå skal en imidlertid tolke denne undersøkelsen fra Econ med forsiktighet ettersom en bare har spurt dem som faktisk eier elbiler.

3.4.6 Utbygging av ladepunkter

Antall ladepunkter er et tall som myndighetene kan påvirke og er således et klart samferdselspolitisk virkemiddel. La oss anta en vegstrekning på Z km har Q ladepunkter spredt jevnt utover langs vegen. Maksimal avstand (MA) for en tilfeldig bil som kjører på vegen til nærmeste ladestasjon blir dermed:

$$(14) \quad MA = \frac{Z}{2Q}$$

Hvis $Z = 1000$ km, $Q = 10$ følger dermed at $MA = 50$. Det betyr at en bil med rekkevidde 100 km alltid kan nå frem til nærmeste ladepunkt når batteriene er ”halvlandet”. Reduseres Q til 5, blir $MA = 100$ km – og en elbil med rekkevidde 100 km kan akkurat klare å komme seg mellom to ladepunkter. I følge Opplysningsrådet for Veitrafikken (2008) var det ca. 54 000 km med riks – og fylkesveger i Norge i 2008. Hvis en tilfeldig bil på disse vegene skulle ha mindre enn 50 km å kjøre til nærmeste ladepunkt, måtte det være minst 540 ladepunkter langs disse vegene.²³

Det fremkommer av (14) at det er en fallende konveks sammenheng mellom MA og Q . Det betyr at en økning i Q har mindre effekt på MA jo høyere Q er i utgangspunktet. Nyttien av flere ladepunkter blir altså mindre jo flere slike punkter en har i utgangspunktet. Det er også viktig å huske på at flere ladepunkter i seg selv ikke øker årlig kjørekapasitet målt i utkjørte km med elbilene. Det vil imidlertid skje hvis en bygger ut ladestasjoner med hurtiglading. Som påpekt under kapittel 3.4.1 vil det øke elbilenes attraktivitet betydelig på turer som er lenge enn elbilenes rekkevidde.

EBL m.fl. (2009) foreslår at andelen parkeringsplasser med ladepunkter skal tilsvare andelen ladbare biler av samlet bilpark. Med en målsetting av at ca. 10 % av bilparken skal være elbiler i 2020, skal dermed 10 % av parkeringsplassene ha lademuligheter da. Dette vil være et viktig tiltak for å øke elbilenes konkurransevne vis a vis konvensjonelle biler. Det samme gjelder utbygging av ladepunkter på arbeidsplassene, ved kjøpesentre og ved flyplasser.

Når det gjelder utbygging av ladestasjoner, er det også viktig å huske på at de bør bygges på steder hvor billistene gjør lange stopp; det er lite vits i å bygge ut ladestasjoner på steder med kortidsparkering. Derfor er arbeidsplasser og store kjøpesentre fornuftige steder for ladestasjoner. Et annet viktig punkt som en bør ha i mente er at en økning i antall ladepunkter har mindre betydning for elbilenes konkurransevne jo lavere ladetid og jo lengre rekkevidde elbilene har. Antall ladepunkter (som myndighetene kan påvirke) på den ene side og ladetid og rekkevidde på den andre siden (som myndighetene i liten grad kan påvirke) er altså substituerbare faktorer.

²³ Vi ser da bort fra lademuligheter ved privatboliger.

3.4.7 Kjøring i kollektivfelt

Elbilene kan i dag benytte kollektivfelt. Det gjør at gjennomsnittshastigheten for elbiler (h_E) i byer hvor det kan bli høyere enn gjennomsnittshastigheten (h_B) for konvensjonelle biler. I figur 3, konkluderte vi med at reelle generaliserte reisekostnader på turer under 100 km var 14 % høyere for konvensjonelle biler enn for elbiler når vi forutsatte gjennomsnittshastigheter på elbiler og på konvensjonelle biler på henholdsvis 50 km/t og 60 km/t. Hvis vi i stedet antar at $h_E = 40$ km/t mens $h_B = 30$ km/t på disse stedene, vil de generaliserte reisekostnadene ved bruk av konvensjonelle biler blir hele 36 % høyere enn ved bruk av elbiler.

Adgang til bruk av kollektivfelt for elbiler vil altså kunne forsterke deres attraktivitet på korte turer betydelig – og tiltaket vil ha større virkning jo høyere tidskostnader billistene har. Gitt at en har begge typer biler tilgjengelige vil allikevel effekten på elbilbruken være begrenset ettersom elbilene sannsynligvis vil være å foretrekke på korte turer uten dette tiltaket i følge figur 3.

3.4.8 Økonomiske virkemidler – avgifter og subsidier

Nedenfor vil det gis en vurdering av hvordan økonomiske virkemidler (avgifter og subsidier) vil påvirke attraktiviteten til elbiler kontra konvensjonelle kjøretøy, først på prinsipielt grunnlag og deretter med utgangspunkt i de aktuelle virkemidlene.

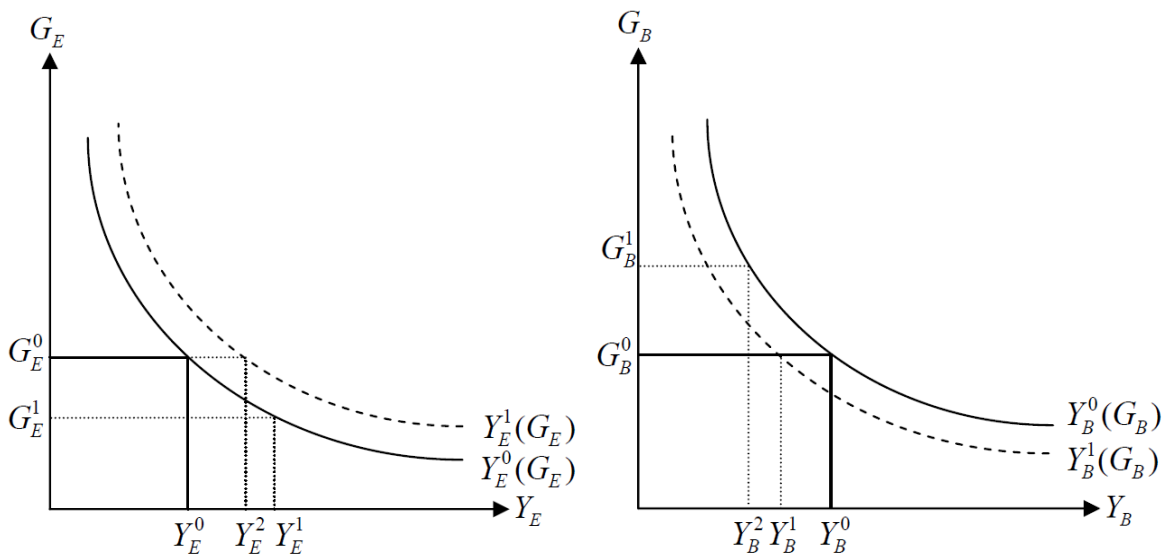
Prinsipiell drøfting

Attraktiviteten til elbiler kontra konvensjonelle biler avhenger selvfølgelig av hva det koster å kjøpe og bruke de to ulike biltypene – og det kan myndighetene påvirke via subsidier og avgifter. Myndighetene kan øke elbilbruken ved å gjøre det billigere å bruke elbiler (gulrot) eller ved å gjøre det dyrere å kjøre med konvensjonelle biler (pisk). Virkningene av dette er anskueliggjort i figur 6. Anta at sammenhengen mellom bruk av elbiler (Y_E) og de generaliserte reisekostnadene (G_E) er $Y_E^0(G_E)$ i utgangspunktet. Tilsvarende sammenheng mellom bruk av konvensjonelle biler (Y_B) og deres generaliserte reisekostnader (G_B) er $Y_B^0(G_B)$. Når disse kostnadene i utgangspunktet er G_E^0 og G_B^0 blir elbilbruken lik Y_E^0 og bruken av konvensjonelle biler lik Y_B^0 . Total bilbruk, Y^0 , blir da lik $(Y_E^0 + Y_B^0)$.

La oss først anta at det settes inn positive virkemidler for å øke bruken av elbiler slik at kostnadene ved å bruke elbil reduseres fra G_E^0 til G_E^1 . Elbilbruken vil da øke til Y_E^1 mens etterspørselskurven for konvensjonelle biler vil få et negativt skift og endres til $Y_B^1(G_B)$. Bruken av konvensjonelle biler vil reduseres til Y_B^1 . Hvor mye bruken av konvensjonelle biler reduseres vil delvis avhenge hvor mye kostnadene ved å bruke elbil reduseres og delvis av i

hvor stor grad elbiler kan substituere konvensjonelle biler; desto større kostnadsreduksjon for elbiler og jo mer de kan substituere konvensjonelle biler jo større negativt skift blir det i etterspørselskurven for konvensjonelle biler og dermed i bruken av disse bilene. Det er verdt å merke seg at reduksjonen i bruk av konvensjonelle biler vil bli mindre enn økningen i bruk av elbiler slik at totalt bilbruk vil øke (generert trafikk) slik at $(Y_E^0 + Y_B^0) < (Y_E^1 + Y_B^1)$.

La oss nå anta at myndighetene i stedet for å gjøre det billigere å bruke elbiler gjør det dyrere å bruke konvensjonelle biler slik at kostnadene øker til G_B^1 som igjen fører til et positivt skift i etterspørselskurven for bruk av elbiler slik at den nå blir $Y_E^1(G_E)$. Bruken av konvensjonelle biler reduseres nå til Y_B^2 mens bruken av elbiler øker til Y_E^2 . Jo større kostnadsøkning ved bruk av konvensjonelle biler og desto større konkurranse mellom de to biltyperne jo større blir økningen i bruken av elbiler. Nå vil imidlertid total bilbruk gå ned; dvs. at $(Y_E^0 + Y_B^0) > (Y_E^2 + Y_B^2)$.



Figur 6: Virkninger på bilbruk av endrede kostnader ved å bruke elbiler og konvensjonelle biler.

Tilsvarende illustrasjoner som vist i figur 6 kan utarbeides for turlengder under 100 km, mellom 100 km - 200 km etc. Ettersom figur 3 antyder at forskjellene i generaliserte kostnader ved å bruke elbiler sammenlignet med konvensjonelle biler er betydelig mindre på turer under 100 km enn på turer over 100 km med dagens bilteknologi, vil endring i bruk av økonomiske virkemidler ha størst effekt på bilbruken på korte turer; dvs. at kurvene er flatere og får større skift på korte reiser enn på lange reiser.

Aktuelle virkemidler

Det er innført mange positive økonomiske virkemidler (gulrøtter) for å øke elbilbruken: Et aktuelt virkemiddel er direkte økonomisk støtte til alle som kjøper elbiler. I EBL m.fl. (2009) er det foreslått et støttebeløp på 30 000 kr. Det vil utgjøre 15 % av innkjøpsprisen til en elbil på 200 000 kr. Et annet alternativ som nevnes er støtte til kjøp av batterier. I kapittel 3.4.4 så vi at årlige batterikostnader ved bruk av elbiler lett kan komme opp i 10 000 kr. Hvis myndighetene eksempelvis betaler 10 % og 20 % av batterienes innkjøpspris, vil årlige batterikostnader for elbileierne reduseres med henholdsvis 1 000 kr og 2 000 kr. Det er også snakk om noen gratis ladestasjoner i en startperiode for å få opp bruken av elbiler. Det vil også hjelpe, men ”drivstoffutgiftene” på elbiler er i utgangspunktet lave; strømutfgiftene til en bil som kjører 10 000 km per år blir ca. 1 000 kr. At noen ladestasjoner blir gratis, har således lite å si på kostnadene ved å ha elbil og dermed på fremtidig utbredelse av elbiler. Andre virkemidler som er innført er at elbiler transporteres gratis på ferger og de slipper bompenger og parkeringsavgift på offentlige parkeringsplasser. Grove anslag antyder at personbilene betaler årlig ca. 750 mill. kr i fergebilletter (ca. 45 kr per personbil) og ca. 4 milliarder kr i bompenger (ca. 2 000 kr per personbil). Disse fordelene ved bruk av elbil er samlet sett ganske store – og de vil øke ettersom omfanget av bomstasjoner øker.

I stedet for å bruke gulrot for å øke innslaget av elbiler, kan en altså øke kostnadene ved å bruke konvensjonelle biler. Det enkleste og mest effektive tiltaket i så henseende er å øke avgiftene på bensin/diesel. Andre mulige tiltak er å øke engangsavgiften ved kjøp av bil, øke årsavgiften, øke bompengavgifter, øke fergetakster og gjøre det enda vanskeligere å parkere med konvensjonelle biler. Selv om det kanskje er politisk mulig på kort sikt å argumentere for at elbiler skal slippe unna med svært lave avgifter²⁴ mens avgiftene på konvensjonelle biler øker, er det vanskelig å argumentere for dette ut fra en samfunnsøkonomisk vurdering. Som vi skal se i kapittel 3.5 tyder undersøkelser på at konvensjonelle personbiler i hovedsak betaler for sine eksterne kostnader mens det ikke er tilfelle for elbiler.

3.4.9 Holdnings- og informasjonskampanjer

Med holdningskampanjer mens kampanjer som har til hensikt å påvirke folks holdninger eller deres moralske kostnader når det gjelder elbilbruk og konvensjonelt bilbruk. Informasjonskampanjer har mer til hensikt å gi saklig informasjon om kostnader og andre egenskaper ved de to bilalternativene slik at subjektive generaliserte reisekostnader (G_i^S) blir mer like objektive generaliserte reisekostnader (G_i) ($i = E, B$). Begge disse forholdene kan myndighetene påvirke direkte.

²⁴ Den politiske støyen høsten 2009 da regjeringen ikke ville kutte ut biodieselavgiften, tyder på at folk flest kan være villige til å gi elbiler særfordeler.

Det ovenstående kan formaliseres på følgende måte: La oss som før anta at bilbrukernes opplevde moralske kostnader i form av dårlig samvittighet på grunn av bidrag til forurensinger er M_B og M_E ved henholdsvis bruk av konvensjonelle biler og elbiler på en tur. Hvis bilførerene bare er opptatte av luftforurensinger vil $M_E \approx 0$.²⁵ En subjektiv rasjonell bilfører vil da velge det transportalternativet på en tur som minimaliserer summen av de før definerte subjektive privatøkonomiske generaliserte reisekostnader og moralske kostnader. Denne summen kan da skrives som:

$$(15) \quad G_E^{S*} = G_E^S + M_E \quad , \quad G_B^{S*} = G_B^S + M_B$$

Billisten vil nå velge det transportalternativet som minimaliserer G_i^{S*} ($i = E, B$); dvs. han/hun vil velge elbil når $G_E^{S*} < G_B^{S*}$. Siden $M_B > M_E$, kan det bety at billisten velger elbil selv om de subjektive generaliserte reisekostnadene er lavere ved å bruke en konvensjonell bil ($G_B^S < G_E^S$). Jo mer miljøbevisst billisten er og desto mer vekt han/hun legger på kun luftforurensinger, desto større blir differansen mellom M_B og M_E . Hvor opptatte billistene er av miljøet, vil variere mye fra billist til billist. Dermed vil også verdiene på G_E^{S*} og G_B^{S*} variere mye mellom billistene – selv om G_E^S og G_B^S er like.

Målsettingene med myndighetenes holdningskampanjer for å få mer elbilbruk blir da å øke M_B og samtidig redusere M_E . Tidligere erfaringer med holdningskampanjer når det gjelder å få billistene til å kjøre saktere og å få dem til å reise mer kollektivt, har imidlertid hatt begrensede virkninger. Derfor tror vi ikke at holdningskampanjer for mer elbilbruk vil øke de moralske kostnadene ved å bruke konvensjonelle biler (M_B) så mye at det vil få noen stor positiv betydning for elbilbruken. Hvis vi tar utgangspunkt i formlene (8) og (11) i kapittel 3.4.3, kan vi beregne at både objektive og subjektive generaliserte reisekostnader ved å reise eksempelvis 150 km med en elbil med rekkevidde 100 km og ladetid 5 timer, blir 339 kr høyere enn ved bruk av en konvensjonell bil. Da må altså differansen i de moralske kostnader ved å bruke en konvensjonell bil i stedet for en elbil på turen, ($M_B - M_E$), være større enn 339 kr for at elbilen skal velges.

Informasjonskampanjer vil - som påpekt ovenfor, gå ut på å gi billistene korrekt informasjon om kostnadene ved bilbruk slik at differansene mellom subjektive og objektive generaliserte reisekostnader blir mindre; dvs. slik at differansene ($G_E - G_E^S$) og ($G_B - G_B^S$) reduseres²⁶. Disse differansene er utvilsomt påvirkbare gjennom informasjonskampanjer, men hvordan de vil slå ut på bruken av elbiler er noe usikkert. At mer informasjon vil øke både G_E^S og G_B^S

²⁵ En kan kanskje også tenke seg at billistene føler seg så "flinke" når de bruker elbiler at $M_E < 0$.

²⁶ Drøftingene i kapittel 3.3.4 forutsetter at disse differansene er positive og like store og lik kr 1,42 per km.

trekker i retning av at totalt bilbruk vil gå ned. Om slike kampanjer fører til relativt mer (mindre) elbilbruk, avhenger av om G_E^S øker mindre (mer) enn G_B^S . Ut fra våre tidligere forutsetninger er altså $(G_E - G_E^S) = (G_B - G_B^S)$. Det trekker i retning av at G_E^S og G_B^S vil øke like mye. Ved lineære sammenhenger mellom etterspørsel og generaliserte reisekostnader indikerer det igjen at informasjonskampanjer vil ha liten virkning på fordelingen mellom elbilbruk og konvensjonelt bilbruk.

3.5 ÅRLIGE FORDELER OG BETALINGSVILLIGHET FOR ELBILER KONTRA KONVENSJONELLE BILER - NOEN REGNEEKSEMPLER

I beregningene i kapittel 3.3.4 over generaliserte reisekostnader ved bruk av elbiler og konvensjonelle biler over ulike reiseavstander, forutsatte vi at personen hadde begge typer biler tilgjengelige. Ved å ta utgangspunkt i disse beregningene samt opplysninger i kapittel 3.4.2 over fordelingen av turlengder med privatbil for en representativ norsk bileier, kan vi grovt anslå forskjeller i årlige fordeler ved å eie en elbil kontra en konvensjonell bil for en slik bileier. Det gir igjen grunnlag for å beregne forskjeller i betalingsvillighet ved kjøp av elbiler og konvensjonelle biler. Det er gjort i tabell 3-5 for følgende to tilfeller:

- Tilfelle 1: Personen/husholdningen skal eie bare en bil.
- Tilfelle 2: Personen/husholdningen har en konvensjonell bil og vurderer valg mellom elbil og konvensjonell bil som bil nr 2.

Forutsetninger for beregningene

De viktigste forutsetningene for beregningene er følgende:

- Beregningene er baserte på de objektive sammenhengene mellom generaliserte reisekostnader og avstand i figur 3, men i tillegg til ladetid på 5 timer har vi også forutsatt en ladetid på 2,5 timer. Total årlig kjørelengde er satt til 13 000 km som er en avrundet verdi basert op gjennomsnittet for personbiler i Norge.
- Ved å ta utgangspunkt i fordelingen av utkjørte km fordelt på turelengde i tabell 3-4, forutsetter vi at en representativ billist med en årlig kjørelengde på 13 000 km, kjører 6 500 km på turer under eller lik 100 km, 2 200 km på turer mellom 100 km og 200 km og endelig 4 300 km på turer over 200 km.
- Gjennomsnittlig turlengde på turer mellom 100 km - 200 km er satt til 150 km mens gjennomsnittlig turlengde på turer over 200 km er satt til 300 km.

- For å beregne nytten (tapet) av økt (reduisert) bilkjøring over ulike turlengder ved bruk av elbil kontra konvensjonell bil, har vi antatt en etterspørselselastisitet med hensyn på generaliserte reisekostnader (EG) lik -0,8 for alle avstandsgrupper.

Bemerk at vi her har tatt utgangspunkt i de objektive sammenhengene mellom generaliserte reisekostnader og avstand i figur 3. Om vi har tatt utgangspunkt i de subjektive sammenhengene, ville beregnede nytteendringer i tabell 3-5 for nåværende bilbruk ha blitt de samme men velferdsvirkningene av endret trafikk ville ha blitt noe større. Dette vil uansett ha hatt liten betydning for samlet resultat.

Resultat – tilfelle 1 hvor personen/husholdningen bare skal eie en bil

Av tabell 3-5 ser vi at for bilturer under 100 km vil bruk av elbil føre til årlige fordeler på ca. 3 700 kr for en representativ bilfører. Det skyldes at på slike turer er de generaliserte kostnadene ved å bruke elbilen lavere enn å bruke konvensjonelle biler. Bemerk at på slike turer blir kostnadene ved å bruke elbil de samme om rekkevidden på dem er 100 km eller 200 km og om ladetiden er 2,5 timer eller 5 timer ettersom ingen av dem må lades underveis. På turer mellom 100 km og 200 km vil årlig velferdstap ved å benytte en elbil som har en rekkevidde på 100 km være 3 970 kr og 1 740 kr når ladetiden er henholdsvis 5 timer og 2,5 timer. Elbiler med rekkevidde på 200 km vil fremdeles gi velferdsmessige fordeler kontra en konvensjonell bil på turer mellom 100 km og 200 km. Disse fordelene beløper seg til rundt 1 250 kr og blir naturlig nok de samme uansett ladetid. På turer over 200 km – som vi i gjennomsnitt antar har en lengde på 300 km, må en elbil med rekkevidde 100 km lades opp 2 ganger underveis mens en elbil med rekkevidde på 200 km må lades opp en gang underveis. Med de forutsetninger vi her har gjort om ladetider og rekkevidder, vil elbiler være en ulempe å bruke på slike lange turer – og velferdstapet blir rimeligvis størst ved bruk av elbiler med kort rekkevidde og lang ladetid.

Det er imidlertid verdt å merke seg av tabell 3-5 at for en representativ norsk bilfører vil elbiler med rekkevidde på 200 km gi velferdsmessige fordeler mens elbiler med rekkevidde bare på 100 km vil være en ulempe for ham sammenlignet med konvensjonelle biler. Av tabell 3-5 går det også frem at elbiler med rekkevidde 200 km og med ladetid på 5 timer er å foretrekke fremfor elbiler med rekkevidde på 100 km og ladetid på 2,5 timer.²⁷

²⁷ Selv om det bare er forholdet mellom ladetid og rekkevidde (L_E / X_E) som har betydning for årlig transportkapasitet for elbiler (se kapittel 3.1), så ser vi her at L_E og X_E hver for seg har betydning for hvor attraktive elbilene er selv om altså $L_B / X_B = 0,025$ for begge disse to tilfellene.

Tabell 3-5: Beregning av årlig velferdsendringer ved å disponere en el bil sammenlignet med en konvensjonell bil for en representativ bilfører. Tall i kroner.

| Type turer | Rekkevidde 100 km | | Rekkevidde 200 km | |
|---|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | Ladetid 5 timer | Ladetid 2,5 timer | Ladetid 5 timer | Ladetid 2,5 timer |
| Turer under 100 km (nåværende km) | 3 510 | 3 510 | 3 510 | 3 510 |
| Verdien av endret antall km på turer under 100 km | 170 | 170 | 170 | 170 |
| Velferdsendringer på turer under 100 km | 3 680 | 3 680 | 3 680 | 3 680 |
| Turer mellom 100 og 200 km (gjenstående og nåværende km) | -2 950 | -1 590 | 1 190 | 1 190 |
| Verdien av endret antall km på turer mellom 100 km og 200 km | -1 020 | -150 | 60 | 60 |
| Velferdsendringer på turer 100 - 200 km | -3 970 | -1 740 | 1 250 | 1 250 |
| Turer over 200 km (gjenstående km) | -5 740 | -3 100 | -3 100 | -670 |
| Verdien av endret antall km på turer over 200 km | -1 980 | -300 | -300 | -20 |
| Velferdsendringer på turer over 200 km | -7 720 | -3 400 | - 3 400 | -690 |
| Sum årlige virkninger av elbil sammenlignet med en konvensjonell bil | -8 010 | -1 460 | 1 530 | 4 240 |

Tabell 3-5 gir også grunnlag for å beregne nåverdien av fordelene ved å disponere en elbil kontra en konvensjonell bil. Som grunnlag for beregningene vil vi anta at både elbilen og en konvensjonell bil har en levetid på 15 år og at kalkulasjonsrenta etter skatt er 5 %. Ved å ta utgangspunkt i summen av årlige endringer i velferd i tabell 3-5 ved å ha en elbil disponibel sammenlignet med å ha en konvensjonell bil disponibel, kan vi beregne forskjeller i nåverdien i disse endringene. Da får vi at:²⁸

- Når ladetiden på elbilen er 5 timer og rekkevidden 100 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 83 300 kr mer for en konvensjonell bil enn denne elbiltypen.
- Når ladetiden på elbilen er 2.5 timer og rekkevidden 100 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 15 200 kr mer for en konvensjonell bil enn denne elbiltypen.

²⁸ Anta årlige virkninger er ΔV . Nåverdien (NV) av disse virkningene blir $NV = \Delta V \cdot \frac{(1+k)^n - 1}{k(1+k)^n}$. Når $k = 0,05$ og $n = 15$, blir $NV = \Delta V \cdot 10,4$.

- Når ladetiden på elbilen er 5 timer og rekkevidden 200 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 15 900 kr mer for en elbil av denne typen enn for en konvensjonell bil.
- Når ladetiden på elbilen er 2,5 timer og rekkevidden 200 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 44 100 kr mer for en elbil av denne typen enn for en konvensjonell bil.

Tabell 3-5 gir også grunnlag for å anslå forskjeller i betalingsvillighet for elbiler med ulike rekkevidde og ladetid. En får da at:

- Når ladetiden er 5 timer, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 99 000 kr mer for en elbil med rekkevidde 200 km enn for en elbil med rekkevidde 100 km.
- Når ladetiden er 2,5 timer, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 59 300 kr mer for en elbil med rekkevidde 200 km enn for en elbil med rekkevidde 100 km.
- Når rekkevidden er 100 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 68 100 kr mer for en elbil med ladetid 2,5 timer enn for en elbil med ladetid 5 timer.
- Når rekkevidden er 200 km, er en person med et representativt kjøremønster villig til å betale 28 200 kr mer for en elbil med ladetid 2,5 timer enn for en elbil med ladetid 5 timer.

Regneeksemplene ovenfor illustrerer klart at elbilenes rekkevidde og ladetid har svært mye å si for hvor attraktive kjøretøyene kan bli, og rekkevidden ser ut til å ha mest å si for en person med et representativt kjøremønster. Beregningene ovenfor bekrefter også det vi har påpekt tidligere at rekkevidde og ladetid er to egenskaper ved elbilene som gjensidig substituerer hverandre i den forstand at økt rekkevidde har mindre å si jo kortere ladetiden er og vice versa.

Resultat – tilfelle 2 hvor personen/husholdningen vurderer kjøp av bil nummer 2

Ut fra en undersøkelse utført av TØI kan en grovt anslå at ca. 1 million av personbilene i Norge eies av husholdninger med mer enn en bil (Vågane, 2006). Dermed er det over en halv million biler i Norge som kan karakteriseres som nummer 2 biler i husholdningene.²⁹ Hvis en

²⁹ Noen husholdninger har mer enn to biler.

tenker seg at disse eier en konvensjonell bil som bil nummer 1, kan en ut fra tabell 3-5 grovt anslå hvordan en elbil kommer ut når det gjelder valg av bil nummer 2 eller 3.

La oss for enkelts skyld anta at bil nummer 2 bare planlegges brukt på turer under 100 km og at bil nummer 2 vil brukes like mye på slike turer som når husholdningen bare hadde en bil. Av tabell 3-5 ser vi da at de årlige fordelene ved at bil nummer 2 er en elbil vil være 3 680 kr uansett ladetid på batteriene og rekkevidde. Med en levetid på 15 år og med 5 % kalkulasjonsrente, vil dermed betalingsvilligheten for å kjøpe en elbil som bil nummer 2 være 38 300 kr ($3\,680 \cdot 10,4$) høyere enn å kjøpe en konvensjonell bil som bil nummer 2.

Med unntak for elbiler med rekkevidde på 200 km og med ladetid på bare 2,5 timer, viser beregningene for tilfelle 1 og for tilfelle 2 at elbilen kommer klart bedre ut sammenlignet med en konvensjonell bil når elbilen er aktuell som bil nummer 2 enn når valget står mellom å ha en elbil eller en konvensjonell bil.³⁰

Endrede forutsetninger og oppsummering

La oss kort kommentere hvordan endringer i sentrale forutsetninger vil påvirke beregningene ovenfor:

- For det *første* forutsettes det at det er lademuligheter der hvor elbilene må lades. Det er en streng forutsetning som gjør at elbilene kommer for godt ut i beregningene ovenfor.
- For det *andre* er velferdsendringene beregnet ut fra kjøremønsteret til en representativ bileier. Elbilen vil komme bedre (dårligere) ut for en billist som kjører flere (færre) km korte turer og færre (flere) km lengre turer enn ”gjennomsnittsbilisten”.
- For det *tredje* har vi forutsatt en generalisert kostnadselastisitet for bilbruk på -0,8. Med så betydelige økninger i generaliserte kostnader som bruk av elbil forårsaker på turlengder over 200 km, er det mulig at antall utkjørte km på lengre turer blir mye lavere ved elbil enn våre beregninger viser. Det trekker i retning av at vi overvurderer fordelene ved elbil.
- For det *fjerde* har vi forutsatt samme tidskostnader per time under ladetid og når en kjører en elbil og en konvensjonell bil. Er tidskostnadene per time høyere (lavere) når en kjører elbiler enn konvensjonelle biler, vil elbilene komme dårligere (bedre) ut enn beregningene ovenfor viser.
- For det *femte* har vi forutsatt at forskjellene i distanseavhengige kostnader ved bruk av elbil og konvensjonell bil bare skyldes forskjeller i drivstoffkostnader.

³⁰ Tilsvarende beregninger kan en gjøre for å finne ut fordelene ved å ha en hybridbil (som kan gå på strøm) og bensin/diesel.

- For det *sjette* har vi forutsatt en gjennomsnittshastighet for elbiler på 50 km/t og for konvensjonelle biler på 60 km/t. Når kjøringen foregår i byer hvor elbilene i dag kan benytte kollektivfeltene kan det være rimelig å anta at de har høyere gjennomsnittshastighet enn konvensjonelle biler. Det trekker i retning av at elbilene kommer bedre ut enn beregningene ovenfor viser.
- For det *syvende* er velferdsendringene på grunn av endret kjøremengde beregnet ut fra prosentvise endringer i reelle generaliserte kjørekostnader. Den prosentvise endringen i subjektive generaliserte kostnader blir noe høyere. Det gjør at velferdsendringene av endret trafikk blir noe undervurderte i tabell 3-5, men dette har liten betydning for samlet resultat.

Vi har også forutsatt at gjennomsnittsnittlig lengde på turer mellom 100 km og 200 km og over 200 km er henholdsvis 150 km og 300 km. Dette er rimelige, men usikre, anslag. Andre forutsetninger her vil endre tallene i tabell 3-5 noe, men ikke i vesentlig grad.

De forutsetningene som er nevnt ovenfor har vi diskutert tidligere. Om de fører til at beregnede fordeler av elbiler sammenlignet med konvensjonelle biler er overvurderte eller undervurderte kan diskuteres; her er det forhold som trekker i ulike retninger. Et annet forhold som ikke er tatt hensyn til før, og som trekker i disfavør av elbiler, er det faktum at elbiler må lades et betydelig antall timer per år. Skal de kjøres 10 000 km per år må de lades i 500 timer når forholdet mellom ladetid og rekkevidde er som i dag; dvs $(L_E / X_E) \approx 0,05$. Det gjør elbilene mindre tilgjengelige og mindre fleksible sammenlignet med konvensjonelle biler. Å kvantifisere disse ulempene er vanskelig men de er nok en viktig grunn til at mange vegrer seg mot å kjøpe elbiler. Det forsterker tidligere konklusjoner om at ladetid og rekkevidde på elbilene er sentrale faktorer for å gjøre elbilene mer attraktive.

3.6 NORSK ELBILPOLITIKK SETT I LYS AV SAMFUNNSØKONOMISKE VURDERINGER

Ut fra kapittel 3.4.9 kan de totale objektive private generaliserte reisekostnader ved å bruke elbil (G_E^*) og ved å bruke konvensjonell bil (G_B^*) skrives under hensyntagen til bilførernes moralske kostnader:

$$(16) \quad G_E^* = G_E + M_E \quad , \quad G_B^* = G_B + M_B$$

Hvis alle eksterne kostnader ved bruk av de to transportløsningene er internaliserte, vil de samfunnsøkonomiske generaliserte transportkostnader (SG) være lik de totale private

generaliserte transportkostnader. Hvis vi antar at bileieren har noenlunde riktige anslag på generaliserte reisekostnader både ved bruk av elbiler og konvensjonelle biler, slik at $G_E^{S*} \approx G_E^*$ og $G_B^{S*} \approx G_B^*$, vil den reisemåten som bileieren selv velger også være den samfunnsøkonomisk riktige. Dersom alle eksterne kostnader ikke er internaliserte, kan imidlertid den reisemåten som er best for den enkelte billist være forskjellig fra den som er samfunnsøkonomisk riktig. De viktigste eksterne kostnader ved bilkjøring er kostnader knyttet til tidstap for andre billister (kø), utslipp av avgasser, vegslitasje, vegstøv, støy og ulykker. La oss kalle de eksterne kostnader som *ikke* er internaliserte for EG_E og EG_B på henholdsvis elbiler og konvensjonelle biler. De samfunnsøkonomiske generaliserte reisekostnader for elbiler SG_E og for konvensjonelle biler SG_B kan da skrives som:

$$(17) \quad SG_E = G_E^* + EG_E \text{ og } SG_B = G_B^* + EG_B$$

Når $EG_i = 0$ ($i = E, B$) er alle eksterne kostnader internaliserte for både elbiler og konvensjonelle biler slik at det transportalternativet som billisten velger også er det samfunnsøkonomisk riktige. Hvis dette ikke er tilfelle, kan en få andre resultat: Anta at $G_E^* < G_B^*$ slik at billisten vil velge elbil på turen. Hvis EG_E er så pass mye større enn EG_B slik at $SG_E > SG_B$, vil det imidlertid ha vært samfunnsøkonomisk riktig at billisten valgte den konvensjonelle bilen på turen. Det samfunnsøkonomiske tapet ved at elbilen velges (ST) blir dermed $ST = SG_E - SG_B$.

I følge Eriksen (1999) er $EG_B < 0$ for norske billister når de kjører i grise-grendte områder mens $EG_B > 0$ når de kjører i byer og tettsteder. Det skyldes særlig at kjøring i tettbygde områder forårsaker kø – og køer er en viktig ekstern kostnad ved bilkjøring. Noe omtrentlig sagt tyder altså beregningene til Eriksen (1999) på at norske billisters som kjører konvensjonelle biler betaler godt for seg når de kjører i grise-grendte områder mens de betaler for lite når de kjører i byer. Eriksens beregninger viser videre at klimautslipp og støy fra bensindrevne personbiler til sammen bare utgjorde 0,10 kr per km (19 %) av totale eksterne kostnader på 0,51 kr per km. De resterende delene av eksterne kostnader på 0,41 kr per km er knyttet til ulykker, kø, vegslitasje og vegstøv og disse er stort sett de samme om bilene har en elektrisk motor enn en vanlig motor. Under dagenes avgiftsregime hvor elbilene omtrent ikke betaler avgift er det derfor rimelig å anta at $EG_E > 0$ og $EG_E > EG_B$ slik at det ikke er sikkert at valg av elbil i dag er det mest samfunnsøkonomisk riktige; dvs. $G_E^* < G_B^*$ selv om $SG_E > SG_B$. Hvis alle kostnader ved bruk av elbiler skal være internaliserte, tyder således Eriksens beregninger på at av-

giftene per km på elbiler burde ligge rundt 0,40 kr per km.³¹ Hvis en slik avgift pålegges dagens elbiler, vil de komme mye dårligere ut i de beregningene som vi tidligere har gjort. De vil da så vidt være mer fordelaktige å bruke på turer under 100 km enn konvensjonelle biler – gitt at en har begge typer biler tilgjengelige.

Ut fra rene samfunnsøkonomiske vurderinger, vil det således være problematisk å begrunne at elbilene over tid ikke skal betale avgifter knyttet til vegslitasje, køer og ulykker mens konvensjonelle biler skal betale alle disse kostnadene. Det vil sette elbilene i en for gunstig konkurransemessig posisjon sammenlignet med konvensjonelle biler. Det vil også – som vist i tabell 1 føre til et betydelig provenytnap for staten. Tilsvarende konklusjoner er for øvrig gjort i Carlsson og Johansson-Stenman (2003). De konkluderte med at å erstatte konvensjonelle biler i Sverige med elbiler var kanskje privatøkonomisk lønnsomt men samfunnsøkonomisk ulønnsomt fordi elbiler var så kraftig subsidierte.

Nå skal det sies at de beregningene som er gjort av Eriksen (1999) av ulike typer eksterne kostnader ved bilbruk er noe gamle og i tillegg usikre. Hvis luftforurensingene er blitt mer alvorlige de siste 10 årene, og derfor for lavt verdsatt i tidligere analyser, trekker det i retning av at differensen mellom EG_E og EG_B blir mindre enn beregningene ovenfor antyder. Hvis utslippene per enhet verdsettes så høyt at utslippskostnadene blir over 0,50 kr per km, vil $EG_E < EG_B$ i følge Eriksens beregninger. Selv om kostnadene per tonn utslipp³² kan være undervurderte i Eriksens beregninger, skal en imidlertid også huske på at mengden utslipp per kjørte km er vesentlig redusert for konvensjonelle biler siden Eriksen gjorde sine beregninger. Det trekker i retning av at han overvurderte klimakostnadene fra konvensjonelle biler.

³¹ For statsbudsjettet for 2010 er avgiften på blyfri bensin 4,54 kr. I tillegg kommer CO₂ avgift på 0,86 kr. Med et gjennomsnittlig forbruk på 0,09 liter per km, innebærer dette en kilometeravgift på ca. 0,41 kr (eksklusive CO₂-avgift).

³² De eksterne effektene som normalt verdsettes er utslipp til luft (f. eks. CO₂, NO_x), kø, støy og ulykker.

4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Fokuset for denne rapporten er å diskutere forskjellene mellom elbiler og konvensjonelle biler ut fra et økonomisk ståsted. Med utgangspunkt i forutsetninger om egenskapene til de to typene kjøretøy er det utført analyser som forklarer hva som påvirker bilbrukernes valg mellom de to typene kjøretøy. Resultatene fra analysene gir oss mulighet til å vurdere hvorvidt de ulike politiske virkemidlene kan forventes å gi økt bruk av elbil i tråd med målsetningene.

I kapittel 3.1 sammenlignet vi årlig maksimal transportkapasitet for elbiler og konvensjonelle biler under ”blandet kjøring” og under rimelige forutsetninger om tekniske egenskaper ved bilene og batteriene. Målt i utkjørte kjøretøykm har en konvensjonell bil omkring 4 ganger større årlig kjørekapasitet enn en elbil. Årsakene til dette skyldes i hovedsak tid brukt til å lade elbilen; jo kortere ladetid per km rekkevidde, desto større transportkapasitet har elbilen. Avhengig av størrelsen på elbilen kan således en konvensjonell bil ha mellom 4 og 10 ganger større årlig transportkapasitet, målt i personkm, enn en elbil. Hvis en utelukkende ser på bykjøring hvor elbilene kan ha høyere hastighet enn konvensjonelle biler, vil imidlertid konvensjonelle biler bare ha i overkant av dobbelt så høy årlig transportkapasitet, målt i utkjørte km, som konvensjonelle biler.

I kapittel 3.2 ser vi på årlige virkninger på innenlands strømforbruk, på drivstofforbruket til konvensjonelle biler og på statsfinansene dersom målsettingene i ”Handlingsplan for elektrifisering av veitransport” oppfylles slik at elbilenes andel av personbilparken gradvis økes til 10 % i 2020. Under rimelige forutsetninger har vi grovt anslått at en økning i elbilandelen til 10 % vil øke nasjonalt strømforbruk med 0,44 %, redusere personbilparkens drivstofforbruk med 10 %, redusere CO₂-utslippene med 0,8 % og redusere statens inntekter med 7,8 %. Oppsummert kan en således si at selv en slik betydelig økning i elbilbruken ser ut til å ha begrensede miljømessige virkninger i den forstand at endringene i så vel strømforbruk som CO₂-utslipp blir moderate. De negative virkningene på statens inntekter blir imidlertid mer betydelige.

I kapittel 3.3 definerer vi først begrepet generaliserte reisekostnader ved en tur som summen av betalbare kostnader og tidskostnader. Under forutsetning av at en person har både en elbil og en konvensjonell bil tilgjengelig, vil han velge den bilen på en tur som gir lavest generaliserte reisekostnader. I beregningene skiller vi også mellom objektive (reelle) generaliserte reisekostnader og subjektive generaliserte reisekostnader. De sistnevnte kostnadene er lavere enn de førstnevnte på grunn av at billistene undervurderer de betalbare kostnadene ved å kjøre bil.

Sammenhengene mellom subjektive og objektive betalbare kostnader for elbiler og konvensjonelle biler på den ene siden og turlengde på den andre siden (i alt fire sammenhenger, se figur 1) er baserte på beregninger utførte av Opplysningsrådet for Veitrafikken, undersøkelser foretatt ved Handelshøgskolen i Bodø og litt ”sunt skjønn”. De viser blant annet at så vel de objektive som subjektive betalbare kostnadene per km er 0,82 kr høyere ved bruk av konvensjonell bil enn ved bruk av en elbil.

Ved å ta utgangspunkt i rimelig anslag på tidskostnader per time ved bruk av elbiler og andre biler, gjennomsnittshastigheter på elbiler og konvensjonelle biler samt ladetid og rekkevidde på elbiler, kan sammenhengene mellom tidskostnader for elbiler og konvensjonelle biler på den ene siden, og turlengde på den andre siden beregnes (se figur 2). På turer kortere enn 400 km, slik at konvensjonelle biler slipper å fylle drivstoff, blir sammenhengen mellom tidskostnader og avstand en glatt positiv lineær sammenheng for disse bilene. For elbiler derimot blir sammenhengen en ”trappetrinnsfunksjon” hvor høyden på hvert trinn blir tidskostnadene ved lading og hvor dybden på hvert trinn blir elbilens rekkevidde. Lengre ladetid vil dermed øke høyden på hvert trinn. Høyere tidskostnader per time og lavere hastighet på begge biltyper, vil også øke høyden på hvert trappetrinn og i tillegg gjøre begge sammenhengene brattere.

Av det ovenstående følger at sammenhengene mellom generaliserte reisekostnader og turlengde blir glatte positive sammenhenger for konvensjonelle biler og ”trappetrinnsfunksjoner” for elbiler (se figur 3). Figur 3 viser klart at elbilene vil foretrekkes på turer under 100 km; de objektive og subjektive generaliserte reisekostnader er henholdsvis 14 % og 22 % lavere for elbiler enn for konvensjonelle biler. På turer over 100 km, slik at elbilens må lades underveis, blir imidlertid generaliserte reisekostnader ved å bruke elbil betydelig høyere enn ved å bruke en konvensjonell bil. På turer lik 400 km blir eksempelvis objektive og subjektive generaliserte reisekostnader henholdsvis 59 % og 88 % høyere ved bruk av elbil enn ved bruk av en konvensjonell bil. Dette bekrefter således den allmenne oppfatningen om at elbiler kan konkurrere med konvensjonelle biler på korte kjøreturer med langt i fra på lengre turer.

På bakgrunn av beregningene ovenfor drøfter vi først i kapittel 3.4 hvordan forhold som norske myndigheter bare indirekte kan påvirke ved å gi penger til forskning omkring elbiler, kan påvirke attraktiviteten til elbiler sammenlignet med konvensjonelle biler. Vi har her sett på elbilens ladetid, deres rekkevidde, batterienes varighet og innkjøpspris samt elbilens kjøreegenskaper og trafikksikkerhet. En reduksjon i ladetiden og en økning i elbilens rekkevidde har naturlig nok mindre (mer) å si for en billist jo større (mindre) andel av turene som er korte og desto lavere (høyere) tidskostnader han har. Ved å ta utgangspunkt i kjøremønsteret til en representativ norsk billist, viser våre beregninger at en økning i rekkevidden til elbilene fra 100 km til 200 km, vil føre til en økning i andel km kjørt med elbil fra 50 % til 67 %. Hvis

en billist gjennomfører relativt flere (færre) turer mellom 100 km og 200 km enn det som er vanlig, vil økningen for denne spesielle billisten bli større (mindre). Det er også verdt å merke seg at ladetid og rekkevidde er substituerbare virkemidler; jo kortere ladetid jo mindre betyr rekkevidden og vise versa. Batterienes varighet (målt i km) og innkjøpspris har betydelige virkninger på årlige kostnader ved å ha en elbil. Med en årlig kjørelengde på 12 000 km, kan årlige batterikostnader lett komme opp i 10 000 kr mens disse kostnadene kan reduseres med 27 % når batterienes varighet øker fra 96 000 km (8 år) til 144 000 km (12 år). Elbilenes kjørekomfort påvirker tidskostnadene per time ved å bruke dem; jo høyere komfort desto lavere tidskostnader. Å øke elbilens kjørekomfort og særlig gjøre dem mer trafiksikre, vil utvilsomt gjøre dem mer attraktive.

Når det gjelder virkemidler for å øke elbilbruken som myndighetene har mer direkte kontroll over, har vi sett på utbygging av ladepunkter, tillatelse for elbiler til å kjøre i kollektivfelt i de største byene, bruk av avgifter/subsidier og endelig informasjons- og holdningskampanjer. Nyttan av å bygge ut flere ladepunkter blir mindre jo flere ladepunkter en har i utgangspunktet, jo lavere ladetiden er og desto lengre rekkevidde elbilene har. Dermed blir viktige teknologiske egenskaper ved elbilene eller batteriene (som er nesten ukontrollerbare for myndighetene) substituerbare faktorer for antall ladepunkter. Utbygging av ladepunkter har rimeligvis størst effekt når de legges på ”populære” steder hvor billistene har lange stopp (arbeidsplasser, kjøpesentre, flyplasser etc.). At elbilene kan benytte kollektivfelt vil ha størst positiv virkning på elbilbruken i byer med betydelige kjøproblemer og for billister med høye tidskostnader. Å gjøre det billigere å bruke elbil (gulrot) eller dyrere å bruke konvensjonelle biler (pisk) gjennom bruk av subsidier og avgifter, vil naturlig nok øke elbilbruken og redusere bruken av konvensjonelle biler. Hvor store endringene vil bli, avhenger av størrelsen på avgiftsendringene, hvor følsom elbilbruken og bruken av konvensjonelle biler er overfor egne generaliserte reisekostnader og endelig av hvor substituerbar elbilbruk og konvensjonelt bilbruk er; jo mer substituerbare disse to tjenestene er desto større er endringer i bilbruken.

Til slutt diskuterer vi virkningene av informasjons- og holdningskampanjer. Informasjonskampanjer, som har som målsetting å gi billistene mer korrekt informasjon om de generaliserte reisekostnadene ved å bruke elbiler og konvensjonelle biler slik at differansene mellom objektive og subjektive anslag blir mindre, vil redusere både elbilbruk og konvensjonell bilbruk, men neppe øke andelen elbilbruk. Hensikten med holdningskampanjer er å øke billistenes moralske kostnader ved å bruke konvensjonelle biler. De kan nok påvirkes i riktig retning, men neppe så mye at elbiler blir valgt for lengre turer.

Hvis en skulle gjøre en samlet vurdering av effekten av de ulike faktorene som er nevnt i kapittel 3.4, må det blir at tekniske egenskaper ved elbilene og batteriene er de faktorene som klart har mest å si for hvor attraktive elbiler er sammenlignet med konvensjonelle biler – og

det er faktorer som myndighetene har liten kontroll over. Høyere avgifter på konvensjonelle biler og ytterligere subsidiering av elbiler vil selvfølgelig øker elbilbruken, men disse avgiftene/subsidiene må være store for at det skal monne med dagens bilteknologi. Et sentralt spørsmål er om slike avgiftsendringer er politisk mulige i Norge i dag ettersom analyser viser at konvensjonelle biler i hovedsak betaler for sine eksterne kostnader, mens elbilene neppe gjør det.

I kapittel 3.5 har vi forsøkt å kvantifisere nærmere årlige forskjeller i fordelene ved å eie *en* elbil sammenlignet med å eie *en* konvensjonell bil for en billist med et representativt kjøremønster og en rimelig ”etterspørselsfølsomhet”. Analysene er baserte på sammenhengene mellom generaliserte reisekostnader og avstand i figur 3, men i tillegg har vi foretatt beregninger når ladetiden reduseres fra 5 timer til 2,5 timer. Beregningene viser som ventet at halvering av ladetiden og/eller økning i elbilenes rekkevidde, har stor betydning for hvor attraktive de vil være for en representativ billist. Uansett om ladetiden er 2,5 timer eller 5 timer, vil imidlertid elbilen komme dårligere ut enn en konvensjonell bil når elbilens rekkevidde er under 100 km mens den alltid vil komme best ut når rekkevidden er 200 km. De årlige forskjellene i fordelene ved å eie en elbil kontra en vanlig bil er så brukt til å anslå forskjeller i betalingsvillighet for elbiler med ulike ladetider og rekkevidder på den ene siden og konvensjonelle biler på den andre siden. Her viser beregningene at en representativ bilfører er villig til å betale ca. 83 000 kr mer for en konvensjonell bil enn for en elbil med ladetid 5 timer og rekkevidde 100 km. Reduseres ladetiden til 2,5 timer, mens rekkevidden på elbilen øker til 200 km, er imidlertid bileieren villig til å betale ca. 44 000 kr mer for elbilen enn for den konvensjonelle bilen. Det betyr igjen at betalingsvilligheten for den sistnevnte elbiltypen er ca. 127 000 kr høyere enn for den førstnevnte elbiltypen. Videre ser vi på tilfellet der personen/husholdningen skal vurdere om bil nummer 2 skal være en elbil eller en konvensjonell bil. Så lenge bil nummer 2 bare tenkes brukt på korte turer (under 100 km), vil en norsk bileier med et ordinært kjøremønster være villig til å betale ca. 38 000 kr mer for en elbil enn for en konvensjonell bil – både når elbilens ladetid er på 2,5 timer og 5 timer og dens rekkevidde på 100 km og 200 km. At elbilene må stoppes og lades gjør dem imidlertid langt mindre fleksible enn konvensjonelle biler. Disse ulempene med elbiler har vi ikke kvantifisert. Det trekker i retning av at elbilene kommer for godt ut i beregningene ovenfor og at fordelene ved redusert ladetid og/eller økt rekkevidde på elbilene er noe undervurderte.

Endelig har vi i kapittel 3.6 drøftet norsk bilpolitikk i lys av samfunnsøkonomiske vurderinger. Av de litt gamle og noe usikre beregningene som foreligger i Eriksen (1999), går det frem at de privatøkonomiske kostnadene ved personbilbruk er noe høyere enn de samfunnsøkonomiske kostnadene når bilene kjører i griseområder, mens det motsatte er tilfelle når de kjører i byer. Det betyr altså at billistene betaler for de eksterne kostnadene og vel så det når de kjører i griseområder, mens de ikke fullt ut betaler for eksterne kostnader når

de kjører i byer. Dette skyldes at kø og støyplager i hovedsak bare forekommer i de største byene. Av de beregnede eksterne kostnader på 0,51 kr per km, utgjorde utslipp og støy 0,10 kr. De resterende 0,41 kr per km var kostnader knyttet til vegslitasje, vegstøv og ulykker. Disse kostnadene vil være de samme uansett om bilen har en elektrisk motor eller ikke. Ut fra Eriksens beregninger kan det således være vanskelig å begrunne at elbilene skal ha så gunstige avgiftsbetingelser som de har i dag sammenlignet med konvensjonelle biler. Når det er sagt så skal en huske på at skadene ved klimagassutslipp kanskje vurderes høyere nå enn for 10 år siden, slik at beregningene ovenfor undervurderer kostnadene ved klimagassutslipp. På den annen side er også konvensjonelle biler blitt mer miljøvennlige de siste årene. Det trekker i motsatt retning.

REFERANSER

- Andersen, P. H., Mathews, J. A., og Rask, M. (2009). Integrating private transport into renewable energy policy: The strategy of creating intelligent recharging grids for electric vehicles. *Energy Policy*, 37 (7), s. 2481-2486.
- Boye, K. (1999). *Finansielle emner* (12 utg.). Cappelen akademisk forlag, Oslo.
- Carlsson, F., og Johansson-Stenman, O. (2003). Costs and benefits of electric vehicles: A 2010 perspective. *Journal of Transport Economics and Policy*, 37 (1), s. 1-28.
- COM 30 final (2008). *20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity*. Brussels 23.01.2008.
- Dine Penger. (2008). Elbiler får lavere firmabilskatt. Lastet ned 2. oktober 2009 fra <http://www.vg.no/dinepenger/artikkel.php?artid=538016>.
- EBL m.fl. (2009). *Handlingsplan for elektrifisering av veitransport*. Rapport fra ressursgruppe nedsatt av Samferdselsdepartementet.
- Econ analyse. (2006). *Elbildeiernes reisevaner*. Rapport 2006-040, Oslo.
- Econ Pöyry. (2009). *Virkemidler for introduksjon av el- og hybridbiler*. Rapport 2009-096, Oslo.
- Elforsk. (2008). *Plug in Road 2020*. Elforsk rapport 09:40, Stockholm.
- Energibedriftenes landsforening m.fl. (2009). *Handlingsplan for elektrifisering av veitransport*. Rapport fra ressursgruppe nedsatt av Samferdselsdepartementet.
- Eriksen, K. (1999). *Marginale kostnader ved transportvirksomhet*. TØI rapport 464/1999, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Finansdepartementet (1969). *LOV 1969-06-19 nr 66: Lov om merverdiavgift*.
- Finansdepartementet (2001). *FOR 2001-03-19 nr 268: Forskrift om engangsavgift på motorvogner*.

Finansdepartementet. (2009). Spørsmål nr. 672 til skriftlig besvarelse fra Trine Skei Grande om økt tilrettelegging for bruk av elbil. Lastet ned 15 januar 2010 fra http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/andre/brev/brev_stortinget/2009/svar-pa-spm-672-fra-stortingsrepresentan.html?id=546399.

Finansdepartementet. (2010). Bilkalkulator. Lastet ned 17. mars 2010 fra <http://www.statsbudsjettet.no/templates/bilavgift2010.aspx?id=35601>.

Fornyings- og administrasjonsdepartementet (2009). *Statens Personalhåndbok 2009*.

Greenhighway. (2009). *Elbil- och laddhybridguide*. Oppdatert per april 2009, nedlastbar fra www.greenhighway.nu.

Hagman, R. (2009). Elektrifisering for enhver pris? *Samferdsel*, 48 (4), s. 19.

Harding, G. G. (1999). Electric vehicles in the next millennium. *Journal of Power Sources*, 78 (1), s. 193-198.

Hattrem, H. (2007). For dårlig sikkerhet, mener Statens vegvesen. *VG Nett*. Lastet ned 8. september 2009 fra <http://www.vg.no/bil-og-motor/artikkel.php?artid=185750>.

Hattrem, H. (2009, 18.06.2009). Utsetter elbilens gjennombrudd - Vil være et nisjeprodukt i lang tid. *VG Nett*. Lastet ned 1. september 2009 fra <http://www.vg.no/bil-og-motor/artikkel.php?artid=565810>.

Holden, E., Navarsete, L. S., Linnerud, K., og Schlaupitz, H. (2009). *Transport og miljø*. Tapir akademisk forl., Trondheim.

Innst. S. nr. 145 (2007-2008). *Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om norsk klimapolitikk*.

Jorgensen, K. (2008). Technologies for electric, hybrid and hydrogen vehicles: Electricity from renewable energy sources in transport. *Utilities Policy*, 16 (2), s. 72-79.

Opplysningsrådet for Veitrafikken (2008). *Bil- og veistatistikk*. Oslo.

Opplysningsrådet for Veitrafikken (2009). *Eksempler på beregning av kostnader ved bilhold*. Oslo.

Samferdselsdepartementet (1986). *FOR 1986-03-21 nr 747: Forskrift om kjørende og gående trafikk (trafikkregler)*.

Samferdselsdepartementet (1993). *FOR 1993-10-01 nr 921: Forskrift om offentlig parkeringsregulering og parkeringsgebyr*.

Samferdselsdepartementet (2008). *Gratis med elbil på riksvegferjer*. Pressemelding, 04.09.2008. Nr.: 95/08. .

St.meld. nr. 16 (2008-2009). *Nasjonal transportplan 2010-2019*.

Statens vegvesen (1997). *Håndbok 199 Takstretningslinjer for bompengeprosjekter på offentlig veg*.

Statens vegvesen (2006). *Konsekvensanalyse. Håndbok 140 - Veiledning*.

Statistisk sentralbyrå. (2009). Tabell: 01963: Registrerte kjøretøy, etter drivstofftype og kjøringens art. Lastet ned 25 september 2009 fra www.ssb.no.

Sæter, E. (2009). Slakter elbil-hypen. *Dagens Næringsliv*. Lastet ned 28. september 2009 fra <http://www.dn.no/dnBil/article1747146.ece>.

Sæther, A. K. (2007). Vegdirektoratet er miljøfiendtlig. *Bellona*. Lastet ned 30. september 2009 fra http://www.bellona.no/nyheter/nyheter_2007/vegdirektoratet_er_miljofientlig.

The Economist. (2009a). Charge! Lastet ned 5. oktober 2009 fra http://www.economist.com/opinion/displaystory.cfm?story_id=14363307.

The Economist. (2009b). The electrification of motoring. Lastet ned 28. september 2009 fra http://www.economist.com/displaystory.cfm?story_id=14362092.

Toftegaard, H., og Jørgensen, F. (2007). Atferdsrelevante kostnader ved bilbruk: Kjøreturen nesten dobbelt så dyr som vi tror. *Samferdsel*, 46, 20-21.

Van Mierlo, J., Maggetto, G., og Lataire, P. (2006). Which energy source for road transport in the future? A comparison of battery, hybrid and fuel cell vehicles. *Energy Conversion and Management*, 47 (17), s. 2748-2760.

Vågane, L. (2006). *Bilhold og bilbruk i Norge*. TØI rapport 856/2006, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Wikipedia. (2009). Elbil. Lastet ned 24 september 2009 fra <http://no.wikipedia.org/wiki/Elbil>.

Handelshøgskolen i Bodø (HHB) ble etablert i 1985 under navnet Siviløkonomutdanningen i Bodø, og er en av tre handelshøgskoler i Norge. HHB tilbyr en rekke utdanninger på bachelor, master og PhD nivå, og forskning innen en rekke områder. Ved HHB er det totalt ca. 1000 studenter og om lag 80 ansatte.

Senter for Innovasjon og Bedriftsøkonomi AS ble etablert i 2004, og utfører utrednings- og forskningsoppdrag innenfor HHBs fagområder. Senteret er samlokalisert med HHB.

Bodø Graduate School of Business was established in 1985 and is one of three business schools in Norway. Located in Bodø, Northern Norway, we offer various business courses, research, post-graduate training and business development. Today, HHB has approximately 80 academic positions and roughly 1,000 students distributed across bachelor-, master- and PhD programs

Centre for Innovation and Economics was established in 2004, and carries out research projects within the same research areas as Bodø Graduate School of Business. The centre is located together with Bodø Graduate School of Business.

Handelshøgskolen i Bodø | 8049 Bodø
Tlf. 75 51 72 00 | hnb@hibo.no - www.hnb.no
www.hibo.no/SIB


Handelshøgskolen
i Bodø