

Scenarier for udrulning af elbiler

Analyse nr. 5 | 12. juli 2013

Udarbejdet af Dong Energy, Energinet.dk og Dansk Energi



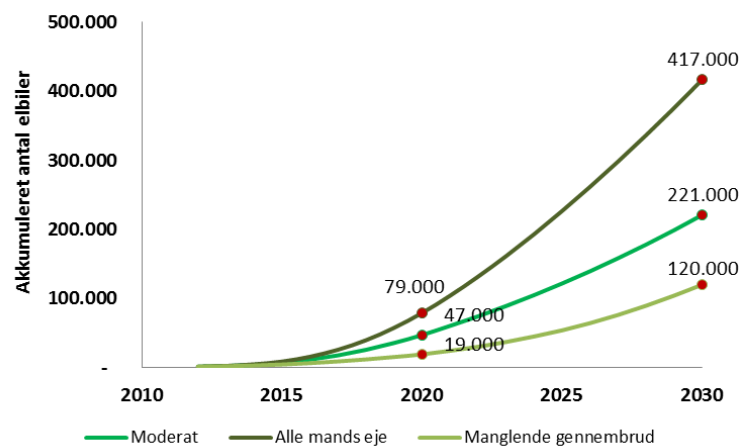
Indholdsfortegnelse

1.	Resumé	3
2.	Introduktion.....	4
3.	Metode	4
3.1	Totaløkonomi.....	4
3.2	Elbilernes indtrængning	7
3.2.1	Elbilmarkedets dynamik	8
3.2.2	Scenarier	9
3.2.3	Adresserbart marked.....	10
4.	Udrulning af elbiler i Danmark til 2030	11
4.1	Plug-in hybrider, naturgas- og brintbiler	11
5.	Reduktion i CO ₂ -emissioner og bidrag til klimaplan 2012.....	12
6.	Følsomhedsanalyser	13
6.1	Teknisk baseret registreringsafgift	13
6.2	Hurtigere afskrivning på bilbatterier	15
6.3	Mikrobilerne	16
7.	Konklusion.....	16
8.	Litteraturliste	17
9.	Appendiks - Data.....	18

1. Resumé

Arbejdsgruppen har først vurderet privatøkonomien for repræsentative biler for konkurrerende drivmiddeltyper og fremskrevet de økonomiske faktorer til 2030. Elbilens indtrængning på markedet er herefter vurderet ved anvendelse af indtrængningsforløb, der beskriver at selv om elbilen totalt set er billigst, vil der stadig være kunder, der køber konventionelle biler og visa versa. Resultatet er tre scenarier for indtrængning af elbiler, der udspejler et udfaldsrum frem til 2030. Det moderate scenarie, er baseret på de forudsætninger, som arbejdsgruppen finder mest sandsynligt, og det giver anledning til ca. 47.500 elbiler i 2020 og ca. 220.000 elbiler i 2030, se figur 1

I forhold til de ca. 1.400 elbiler, der er registreret i Danmark per 1. januar 2013 kan tallene virke høje¹. Dog er de væsentligt lavere end de scenarier, man tidligere har opereret med. Afgørende for arbejdsgruppens tillid til denne udvikling skal ses i lyset af, at elbilen først for alvor kom på markedet i 2012. Der er en række offentlige og private flådeejere som begynder at investere i elbiler eller indgår i leasingkontrakter, hvilket også indirekte styrker genkendeligheden af elbilen i gadebilledet, tilliden til teknologien og deraf vores forventning til et øget optag af elbiler i de kommende år.



Figur 1: Scenarier for udrulning af elbiler i Danmark

Arbejdsgruppen har gennemført en følsomhedsanalyse for markedets reaktion på en omlægning af registreringsafgiften til en teknisk baseret beskatning, der primært ligger vægt på bilernes CO₂-udledninger. En sådan omlægning vil ikke føre til en markant ændring i udrulningen af elbiler. Et moderat scenarie indeholder ca. 47.000 og ca. 234.000 elbiler i henholdsvis 2020 og 2030.

Der er også blevet regnet på følsomheden ved en fordoblet afskrivningstakt for batteridelen af elbilen, som afspejler en hastigt udviklende batteriteknologi, der resulterer i at gensalgsværdien af batteriet falder hurtigere end resten af bilen. Det resulterer i et fald i udrulningen af elbiler til ca. 38.000 og 144.000 i henholdsvis 2020 og 2030.

¹ Danmarks Statistik (BIL10)

2. Introduktion

Man kan så småt begynde, at støde på elbiler i den danske trafik. Der er snart mere end 10 forskellige modeller af egentlige elbiler, at finde hos de danske bilhandlere og de dækker alt fra hverdagsbilen, den smarte bybil, sportsvognen og den lille varevogn og repræsenterer flere forskellige producenter². Elbilerne har behov for at kunne trække på det danske elnet, og det er således en tendens, der har implikationer for planlægningen og investeringerne for elnettet.

Tidligere har der været gjort forestillinger om elbilens indtrængning på markedet, men først i 2012 forefindes der en indikation på hvordan markedet rent faktisk har modtaget elbilen og vægtet de økonomiske faktorer overfor funktionalitet og teknologisk modenhed. Kundernes første reaktion har været mere afventende og skeptisk end man forventede, og derfor er det oplagt at man nu revurderer indtrængningen af elbiler i Danmark frem mod 2030.

Med det seneste politiske energiforlig, Vores Energi – indgået i marts 2012, blev den ambitiøse målsætning om en fossil-fri transportsektor i 2050 understreget. Der blev således fulgt op med en samlet dansk målsætning, om at sænke sine drivhusgasudledninger med 40 procent under 1990-niveauet allerede i 2020. Medregnes effekterne af allerede besluttede tiltag til reduktion af drivhusgasudledninger udestår en manko på ca. 6 procentpoint, svarende til 4,1 Mt CO₂-ækvivalent, der skal mobiliseres blandt bygninger, landbrug og transport.

Det er vigtigt, at understrege, at nærværende scenarierarbejde ikke er en politisk ønskeliste, men er et redskab, der føder ind i planlægnings- og investeringsarbejdet i forfatterens organisationer. I forbindelse med scenarierne har arbejdsgruppen konsulteret flere analytiske miljøer med en berøringsflade til transport og energi, for at kvalitetssikre arbejdet.

3. Metode

Arbejdsgruppen har gjort sig umage for at sikre sig, at det metodiske grundlag for scenarierne lever op til de standarder, som organisationerne kræver for deres analyser og input til investerings-planlægning. Scenarierne tager udgangspunkt i det marked man kunne måle på i 2012 og giver mulighed for årligt, at opdatere tallene og tilpasse scenarierne i takt med, at der kommer flere observationer for markedets modtagelse af elbilen. Desuden kan modellen smidigt udvides til også at inkludere plug-in hybriden og naturgasbilen, som ikke direkte er behandlet i nærværende scenarierarbejde.

Flowet i den anvendte metode er først at betragte de økonomiske faktorer og den indbyrdes konkurrence mellem drivmidler. Dernæst vurderes markedets modtagelse af elbilen, som oversættes til en tilpasset udgave af en s-kurve for indtrængning af nye teknologier, og sidst oversættes det til årlige markedsandele og den akkumulerede bestand af elbiler frem til 2030.

3.1 Totaløkonomi

Økonomien er en stor faktor for forbrugernes valg af køretøj i samme klasse. Køretøjernes økonomi er sammenlignet ved at beregne totaløkonomien for de første 5 år – Total Cost of Ownership, der angiver de første 5 års drifts- og finansieringsomkostninger fordelt på det forventede antal kørte kilometer. Studiet

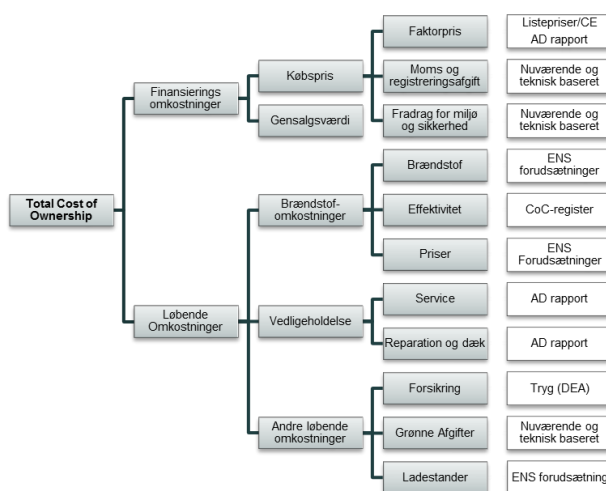
² <http://www.clever.dk/produkter/elbiler/>

tager udgangspunkt i fire bilmodeller i Golf-klassen, der er udvalgt som repræsentativt køretøj for den danske bilbestand. De fire bilmodeller er vist nedenfor.



Generelle antagelser og metode

Til brug for vurdering af totaløkonomien i de repræsentative bilmodeller, er det forudsat, at bilerne har en levetid på 15 år og kører 17.000 kilometer om året. I diagrammet på figur 3 er metoden til beregning af totaløkonomien skitseret.



Figur 2: Skitse for metoden til beregning af totaløkonomien³

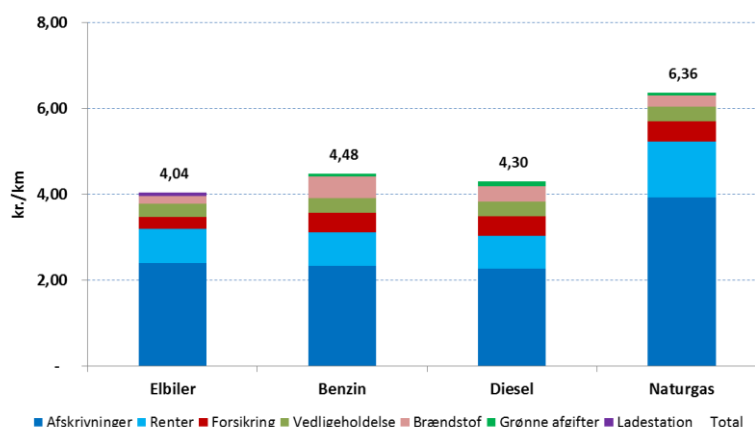
De driftsomkostninger, der afhænger af det kørte antal kilometer indbefatter udgifter til brændstof, samt drift og vedligeholdelse. Dertil lægges den årlige forsikringsudgift, årlige grønne afgifter og for køretøjer med et batteri er der også tale om udgifter til ladestander.

Den største post i totalomkostningerne er afskrivninger på køretøjets værdi, der afspejler tabet i gensalgsværdien, som er størst i det første år og derefter aftager med faldende intensitet. Finansieringsomkostningerne udgøres af rentebetalinger på billån og egenfinansiering, som er fordelt med 80 procent billån og 20 procent egenfinansiering, til en rente på 6,6 procent. Billånet har en løbetid på 7 år.

³ Kildeforklaringer: AD rapport: "Alternative Drivmidler i Transportsektoren" (ENS 2012), CoC: EU Certificate of Conformity – Defineret i EU's "Single Internal Market and Type Approval Directive (EC-92)", ENS Forudsætning: Beregningsforudsætningerne for samfundsøkonomiske analyser, Tryk (DEA) tilbud på forsikring fra Tryk på henvisning fra Dansk Elbilalliance.

Finansieringsomkostninger er drevet af de respektive køretøjers faktorpris, registreringsafgifterne samt grønne fradrag, der fastsættes efter køretøjets energieffektivitet. For de køretøjer der indgår i scenariearbejdet udgør registreringsafgiften en større andel end selve bilens grundpris – på nær elbilen, der er fritaget for registreringsafgiften frem til 2015.

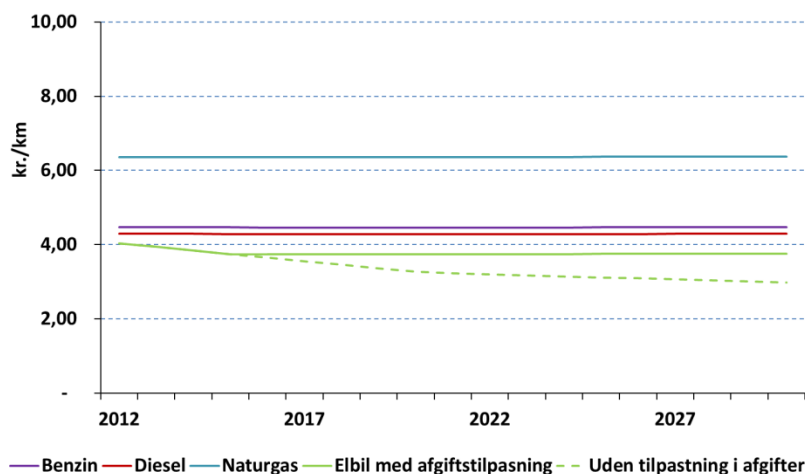
I figur 4 nedenfor er totaløkonomien fordelt på omkostningskategorier med udgangspunkt i købsåret 2012. Elbilen med 4,04 kr./km fremstår som det billigste alternativ, efterfulgt af diesel- og benzinbilerne med hhv. 4,30 kr./km og 4,48 kr./km.



Figur 3: 5 års totaløkonomi for køretøjer købt i 2012

Beregningerne for totaløkonomien er fremskrevet til 2030 med udgangspunkt i pris-, omkostnings- og teknologiudvikling fra "Alternative Drivmidler" fra 2012 af COWI for Energistyrelsen og brændstofpriser fra Energistyrelsens Beregningsforudsætninger. Det er forudsat, at elbilernes fritagelse fra registreringsafgiften, der løber frem til 2015 vil blive faset ud i takt med, at elbilen bliver billigere. Det er gjort ved, at fastholde den absolutte forskel i totaløkonomien mellem elbilen og det billigste alternativ, på det niveau det ligger på ved afgiftsfritagelsens udløb i 2015, indtil det tidspunkt, hvor elbilen betaler fuld registreringsafgift.

Det medfører en udvikling i køretøjernes totaløkonomi, som kan ses i figur 5. Som figuren illustrerer, så er elbilen billigst og faldende i pris. Faldet bremses af den løbende afgiftstilskrivning, der fastholder totaløkonomien på 2015-niveau. Der er ikke de store forventninger til udsving i totaløkonomien for de køretøjer, der baserer sig på moden teknologi og velkendte drivmidler, som benzin, diesel og naturgas. Her er det kun brændselspriserne, der med de forudsætninger studiet er baseret på ikke giver anledning til nævneværdige udsving.



Figur 4: Fremskrivning af totaløkonomi til 2030

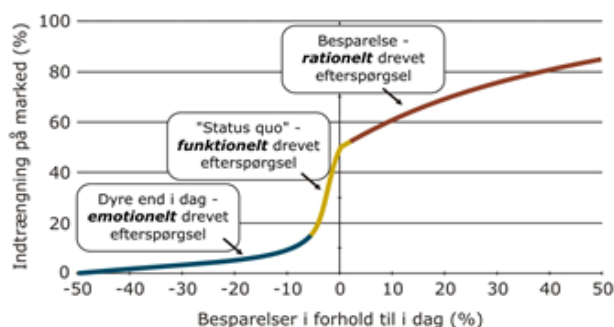
3.2 Elbilernes indtrængning

Til at vurdere hvordan økonomien slår igennem på bilkunders valg af drivmiddel benytter vi en tilpasset penetreringskurve, en s-kurve. Denne metode er typisk anvendt til at vurdere indfasning af ny teknologi, herunder elbiler⁴, se Figur 5: [Penetreringskurve](#). På den vandrette akse er det det relative forhold mellem priserne på de to konkurrerende teknologier, der er afgørende for hvor stor en markedsandel en ny teknologi kan opnå. Den på Figur 6 viste kurve er en generel kurve, som beskriver princippet og er ikke den som er benyttet i scenariearbejdet. Penetreringskurven angiver de ikke-monetære parametres indflydelse på købspræferencer (herom senere). Selv om elbilen er billigst vil der være kunder som stadig vælger en bil med konventionelt drivmiddel og visa versa.

Den penetreringskurve som er anvendt tager udgangspunkt i det faktiske salg af elbiler i 2012 (ca. 550 elbiler) og over tid forudsættes det at penetreringskurven 'rejser sig' i kraft af at forudsætningerne for de ikke-monetære forhold ændrer sig (mindre skepsis, bedre rækkevidde osv.)

Penetrationskurven omfatter tre faser. I den første fase (den blå del af kurven) er der ikke noget økonomisk incitament til at vælge en ny teknologi. Indtrængningen er emotionelt drevet af first-movers, der ser en værdi i teknologien udover den umiddelbare funktionalitet. I den anden fase (den gule del af kurven) er indtrængningen drevet af den funktionalitet en ny og overlegen teknologi kan tilbyde. En funktionalitet som kunderne gerne vil betale en mérpris for. I den sidste fase (den røde del af kurven) har skalafordele og teknologimodning gjort, at teknologien er billigere end den konkurrerende og derfor er salget her rationelt drevet fordi både økonomi og funktionalitet taler for, at man vælger den nye teknologi.

⁴ Christensen (1992). Kurven anvendes bedst, hvis der ved teknologier er logiske situationer som kan sammenlignes, eksempelvis ved valget mellem f.eks. elbil vs. benzinbil. Den viste kurve på figur 5 er blevet tilpasset i dette scenariearbejde, som det ses i figur 8.

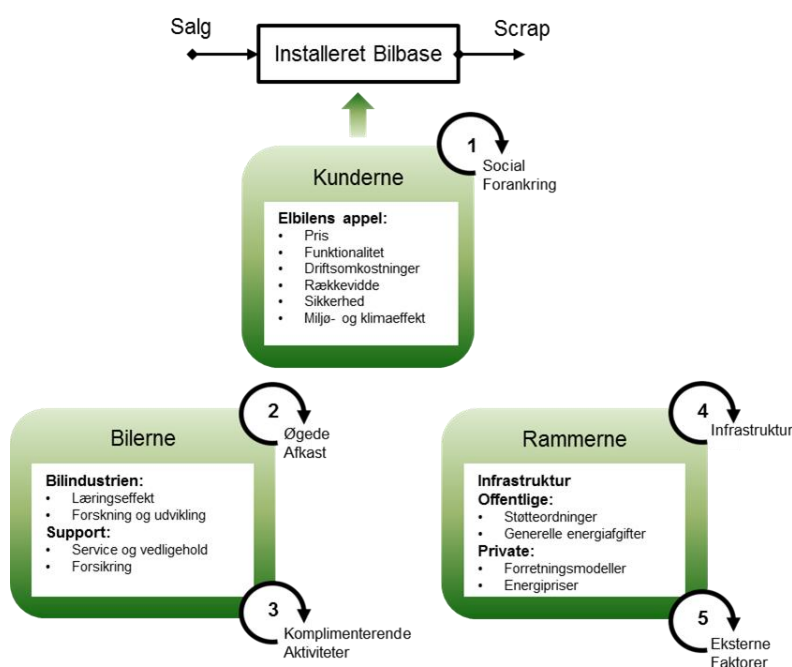


Figur 5: Penetreringskurve.

3.2.1 Elbilmarkedets dynamik

De barrierer i kundernes bilvalg, som spiller ind og forsinker optaget af elbiler er delvist drevet af kundernes skepsis overfor elbilens substituerbarhed overfor den konventionelle bil, fortroligheden med ny teknologi i elbilens prisklasse, den sociale forankring og tilvænnning til elbilen i bybilledet, samt udviklingen af komplimenterende aktiver, som almindelige og hurtige ladestandere, og batteriskiftestationer.

John Sterman⁵ har udarbejdet et grundigt studie af dynamikken for indtrængning af alternative drivmidler. Der er mange elementer, der spiller sammen og som enten forstærker eller svækker udviklingen alt efter om de er til stede i et tilstrækkeligt omfang. På figur 6 er der en illustration af de centrale elementer i dynamikken. Fem pile angiver de primære "feedback loops", der er afgørende for en succesfuld introduktion af alternative drivmidler på markedet.



Figur 6: Dynamikken i markedspenetrering for alternative drivmidler

⁵ Tilpasset fra "Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems", Struben and Sterman, 2008.

- 1. Social forankring** Tilvænnning til en ny teknologi, som elbilen, afhænger i høj grad af kundens perception af elbilen, som en troværdig afløser for et konventionelt drivmiddel. Når man vil opleve flere elbiler i gadebilledet, de positive eksempler og historier flourerer mund-til-mund, når naboer investerer i en elbil øges villigheden til at overveje en elbil blandt andre i samfundet.
- 2. Øgede afkast til producenter** Forskning og udvikling, samt generel læringseffekt og skalafordele vil øge afkastet for bilproducenterne og konkurrencen på bilmarkedet vil sørge for, at det slår igennem på priserne og gør elbilen billigere over tid. Her øges indsatsen for at forbedre teknologien, såsom rækkevidde for batteriet og lade-hastighed.
- 3. Komplementerende aktiviteter** Udvikling af kompetencer indenfor servicering og vedligeholdelse af elbilen, men også innovative forretningsmodeller, der påtager sig dele af den teknologiske risiko ved elbilen vil være afgørende for introduktion og tilliden.
- 4. Infrastruktur** Udviklingen af den infrastruktur, der skal komplementere udrulningen af elbiler er helt afgørende for gennemslagskraften. Der er her tale om generel adgang til ladestander, ved hjemmet, på arbejdet og i det offentlige rum. Ligeledes vil adgangen til hurtig-ladestationer eller batteriskiftestationer være afgørende for at håndtere barrieren vedrørende elbilens rækkevidde.
- 5. Eksterne faktorer** Udviklingen i det omkringliggende miljø og afgiftsregimer, der enten direkte eller indirekte spiller ind på omkostningen og alternativomkostningen på elbilen. Subsidier til elbiler, afgifter på fossile brændsler og andre politiske og samfundsøkonomiske rammevilkår for energisektoren i bred forstand.

3.2.2 Scenarier

De tre scenarier, som der opereres med drives af elbilmarkedets dynamik. Det er således ikke kun de økonomiske faktorer, men også den sociale forankring og de komplementerende omgivelser, som infrastruktur og servicehåndtering, der er afgørende for elbilens muligheder for at trænge ind på markedet.

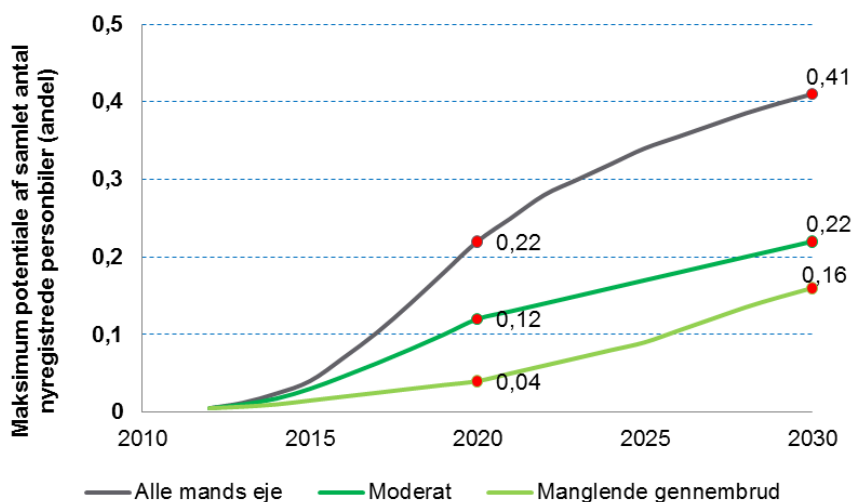
- 1. Moderat** Der er allerede givet tilsagn fra flere ejere af offentlige og private flåder om køb og leasing af elbiler i 2013, og de innovative forretningsmodeller har også indfundet sig. Den tekniske og økonomiske usikkerhed holder dog de private kunder lidt igen, men det vil gradvist blive mere og mere aktuelt, at overveje elbilen som et alternativ.
- 2. Alle mands eje** Flådeejernes eksempler og den positive omtale af elbilen driver flere til at overveje elbilen og benytte de fordelagtige afgiftsforhold, der primært forventes at ligge frem til 2020. Elbilen bliver "alle mands eje" og altså relevant for hele markedet og der bliver skabt usikkerhed om gensalgsværdien af konventionelle køretøjer. Fra 2020 til 2030 aftager væksten i optaget, til et niveau hvor det dog er stødt stigende.
- 3. Manglende gennembrud** Optaget af elbilen forbliver et foretagende for driftige first-movers, der ser sig selv som rollemodeller, eller hvor elbilen har en særlig brandingværdi og den slår ikke igennem hos den private bilkøber og har derfor svært ved at nå ud til et bredere publikum.

3.2.3 Adresserbart marked

For alle tre af ovenstående scenarier er penetreringskurven i figur 5 justeret til at tage udgangspunkt i de faktiske tal fra 2012. Den relative forskel i totaløkonomien og en penetreringsrate på 550 solgte biler ud af et samlet salg på ca. 150.000 biler i 2012, svarende til 0,36 procent af markedet. Det vil sige alle scenarierne ovenfor har dette udgangspunkt. Det antages i disse scenarier, at der sælges 150.000 personbiler årligt⁶, og at dette niveau fastholdes frem til 2030. En af styrkerne ved metoden er netop, at man årligt kan opgøre udviklingen i totaløkonomien og markedsoptaget, samt eventuelle ændringer i de underliggende antagelser og man kan således ajourføre scenarierne periodisk.

Penetreringspotentialet antages, at stige væsentligt over tid. Det benyttes til at beskrive hvor hurtig infrastruktur, teknologi og den sociale forankring modnes på markedet. Figur 8 viser de 3 mulige udviklinger for markedet over tid. Det "Moderate" scenarie viser en afdæmpet udvikling af maksimumpotentialet, i et relativt lineært forløb, som også kan genfindes i mange andre nye teknologier, der introduceres i Danmark og som ikke når mætningspunktet i en overskuelig årrække. "Alle mands eje"-scenariet angiver en snarlig accelerering af elbilsalget, svarende til at køberskepsis hurtigt aftager og den teknologiske udvikling for batterier og aktionsradius hurtigt udvikles. Scenariet for "Manglende gennembrud" angiver det modsatte forløb, dvs. kundeskepsis bliver fastholdt hos kunderne, og først senere opnås en relativ accelerering af udviklingen.

Uden at det er direkte parameteriseret, så er det adresserbare marked i høj grad en afspejling af markedsdynamikken, som blev beskrevet i afsnit 3.2.1. Det er oplagt, at man på et tidspunkt udvikler scenarierne til at være baseret på estimerede værdier for markedsdynamikkens effekter, men der forefindes endnu ikke pålidelige indikationer af de indbyrdes styrkeforhold for elbilens markedsoptag.



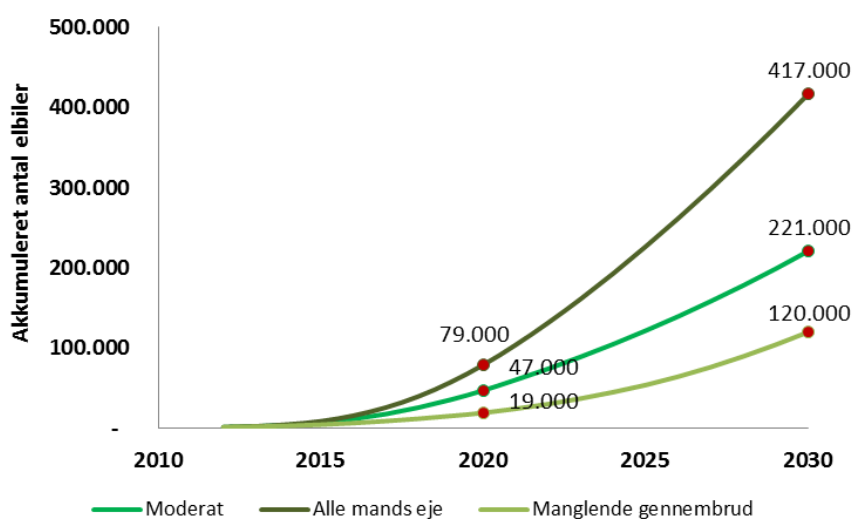
Figur 8: Elbilens adresserbare potentiale som funktion af markedstendenser.

⁶ Danmarks Statistik: I perioden 2007-2011 blev der i gennemsnit registreret 149.760 nye personbiler årligt, approx. 150.000.

4. Udrulning af elbiler i Danmark til 2030

På baggrund af bilernes totaløkonomi, elbilmarkedets dynamik, indtrængningskurverne, det addresserbare marked og omfanget af årlige nyregistrerede personbiler i Danmark, er der blevet beregnet tre scenarier for udrulningen af elbiler i Danmark frem mod 2030.

I det moderate scenarie forventes der en introduktion af ca. 47.000 elbiler i 2020 og i 2030 er antallet steget til ca. 221.000 elbiler. I et højt scenarie, hvor elbilen for alvor slår igennem, bliver alle mands eje og der bliver skabt usikkerhed om konventionelle bilers fremtidige værdi, fremskrives det, at der vil komme op mod ca. 79.000 elbiler i 2020 og over 417.000 elbiler i 2030. Hvis markedet derimod oplever modgang, og der ikke forekommer et øget optag blandt offentlige og private flåder og en tilsvarende udrulning af infrastruktur, så ender fremskrivningen nede på ca. 19.000 i 2020 og ca. 120.000 i 2030, se figur 9.



Figur 9: Scenarier for udrulning af elbiler i Danmark til 2030

4.1 Plug-in hybrider, naturgas- og brintbiler

I **plug-in hybridens** tilfælde har det ikke været muligt, at vurdere en repræsentativ model. Den eneste model, der var i salg på det danske marked i 2012 var Opel Ampera, der må siges, at være en bil i luksusklassen. Af samme årsag, er plug-in hybridene heller ikke inddraget i scenarierne. Plug-in hybridene er markant dyrere i 2012, udelukkende pga. en høj værdibaseret registreringsafgift. I scenarieberegningerne bliver plug-in hybridene billigere frem mod 2030. Den når dog aldrig ned på niveau med diesel og benzin. Det er arbejdsgruppens vurdering, at plug-in hybridene besidder et væsentligt potentiale, da den i sig selv adresserer flere af de barrierer, som elbilen konfronteres af.

Sammenligner man med fremskrivningerne i Norge, der er det førende marked for elbiler og hvor plug-in hybridene er fritaget for registreringsafgiften, forventer man ca. 200.000 elbiler og plug-in hybrider i 2020, hvoraf ca. 75 procent vil være plug-in hybrider.⁷ Det understreger plug-in hybridens globale potentiale, som er bestemmende for pris og teknologiudvikling på sigt.

⁷ www.gronnbil.no – opdateret scenarie publiceret 10. januar 2013

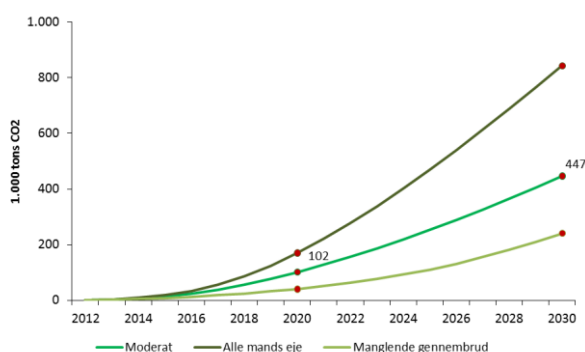
For **naturgasbilen** er der tale om en langt mere moden teknologi, der har været på det globale marked i mange år. I Danmark er gasbilen ikke rigtig blevet introduceret endnu, hvilket overvejende vurderes at skyldes en mangelfuld afgiftsmæssig håndtering og infrastruktur. Det har ikke været muligt, at finde listepriser på en naturgasbil i Danmark, så totaløkonomien er vurderet ved at oversætte prisen for en Ford Focus 1.6 CNG fra svenske til danske forhold. Der kan være en mindre prisforskel, da nationale priser forhandles af importørerne i de respektive lande. Der er således heller ikke lavet deciderede scenarier for naturgasbilen. Det er dog klart, at naturgasbilen i det nuværende afgiftsregime vil have det svært i konkurrencen med de konventionelle drivmidler i personbil klassen.⁸

Brintbilen er et andet alternativt drivmiddel, der vil spille en rolle i omstillingen til en grøn transportsektor på den lange bane. Det er en teknologi med nogle interessante perspektiver i forhold til at overkomme de funktionelle barrierer, såsom aktionsradius og ladehastighed. Der er på nuværende tidspunkt nogle år igen før brintbilen forventes at opnå en teknologisk modenhed, der gør den aktuel for et privat bilmarked. Partnerskabet for brint- og brændselsceller forventer således, at være ca. 21.000 brintbiler i 2020 og 110.000 i 2025. Det er dog tal, som arbejdsgruppen ved udarbejdelse af nærværende studie ikke har verificeret.

5. Reduktion i CO₂-emissioner og bidrag til klimaplan 2012

En af de primære politiske drivere for at fremme introduktionen af elbiler ligger i elbilens fordelagtigt lave udledning af CO₂-emissioner, der stort set er lig 0, når man betragter marginaludledningen ved elbilerne.⁹ Samme forudsætning er anvendt i "Alternative Drivmidler" (ENS, 2012). En udrulning af elbiler er lig en fortrængning af konventionelle biler på fossile og CO₂-holdige brændstoffer.

Det moderate scenarie resulterer i en reduktion på 102.000 tons CO₂ i 2020 og 447.000 tons CO₂ i 2030, se figur 10. Sammenholdes det med regeringens målsætning om, at reducere Danmark CO₂-udledning med 40 procent i forhold til 1990 allerede i 2020, så vil udrulningen af elbiler levere 0,1 MtCO₂ ud af de 4,1 MtCO₂, som mankoen udgør.



Figur 10: Reduktion i CO₂-emissioner – Moderate Scenarie

⁸ <http://www.fleetsandfuels.com/fuels/cng/2012/11/ford-focus-cng-for-sweden/>

⁹ ENS vurderer, at hvis man flytter CO₂-emissioner fra den ikke-kvotebelagte sektor, ind i den kvotebelagte sektor, så fører det ikke til yderligere emissioner, da der er sat et loft over emissionerne under EU ETS. Efter 2020 forventes øget elforbrug at blive dækket af vindproduktion.

Med en overordnet politisk målsætning om en fossilfri transportsektor i 2050 og med et bidrag på 0,45 Mt.-CO₂ i 2030 svarende til ca. 3,8 procent vejtransportens CO₂-emissioner i 2010¹⁰, så må der siges, at være et godt stykke vej igen for de efterfølgende 20 år til at få skabt total fossilfrihed. Værktøjskassen byder umiddelbart på tre stilleskruer; motoreffektiviseringer, biobrændstoffer og alternative drivmidler.

6. Følsomhedsanalyser

Scenarierne beror på en række generelle forudsætninger, fremskrivninger for priser og teknologiudvikling, samt antagelser om markedets modtagelse af elbilen i de kommende år. De underliggende parameterværdier er i sagens natur forbundet med en vis usikkerhed i forhold til fremskrivninger og priser, samt markedets optag. Usikkerheden omkring markedets optag, er allerede håndteret i de tre scenarier, som er beskrevet i afsnit 3.4.

Den helt centrale økonomiske parameter er, som det fremgik af figur 3, forbundet med finansieringsomkostningerne - afskrivninger og rentebetalinger. Der er derfor foretaget følsomhedsanalyser for en omlægning af registreringsafgiften, samt en øget afskrivningstakt for batteridelen af elbilen. Begge disse faktorer slår igennem på finansieringsomkostningerne.

6.1 Teknisk baseret registreringsafgift

Danmark har Europas højeste registreringsafgifter¹¹ og den pålægges primært med udgangspunkt i værdien af bilens faktorpris inklusiv moms og med fradrag for energieffektiviteten (km/l) i forhold til definerede standarder for diesel- og benzinbiler. Muligheden for en omlægning af registreringsafgiften til en model, der baserer sig på bilens miljø- og klimaprofil er blevet trukket ind i den danske debat de seneste par måneder og det har derfor været interessant, at regne på hvordan en omlægning vil påvirke optaget af elbiler i de scenarier, der er modelleret.

- 1) **Upfront afgift på 1.000 kr. per gram CO₂/km i CoC registeret.**
- 2) **Værdiafgift bestående af:**
 - a. Bundfradrag på 50.000 kr. af værdien inklusiv moms.
 - b. 150 procent i afgift for værdi inklusiv moms fra 100.000-200.000
 - c. 180 procent i afgift for værdi inklusiv moms over 200.000
- 3) **For biler med udledning under 100 gram CO₂/km præmieres med en reduktion i den del af værdiafgiften der er beregnet på værdi under 350.000 kr. inklusiv moms. Eksempelvis:**
100 gCO₂/km = 0% reduktion, 50 gCO₂/km = 50% reduktion, 0 gCO₂/km = 100% reduktion
- 4) **Upfront præmiering af biler med 5 NCP stjerner på 5.000 kr.**
- 5) **Årlig afgift på eksterne omkostninger: infrastruktur, støj, emission af gasser og partikler**

Den afgiftsmodel, der er implementeret i dette scenariearbejde beror sig på Dansk Elbilalliance's anbefalinger, der findes i publikationen, "En grøn omstilling af bilbeskatning" udarbejdet af Copenhagen Economics. Modellen består af de 5 elementer, som er beskrevet i boksen ovenfor. Der er ikke hermed foretaget en anbefaling af modellen. Men det er oplagt, at basere følsomhedsanalysens antagelser på en af de konkrete modeller, der er i spil.

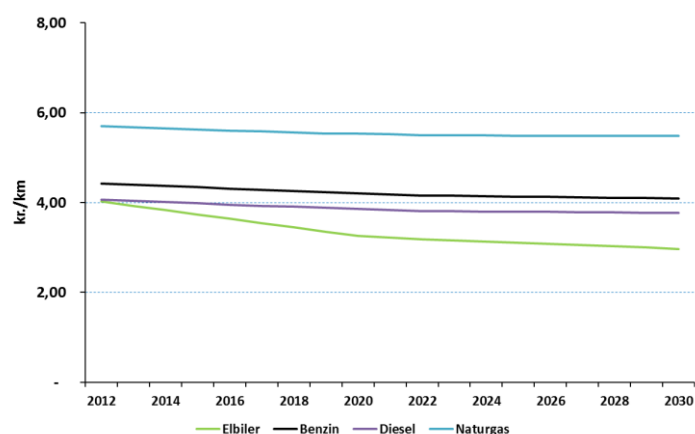
¹⁰ Energistatistik 2010, ENS. Anvendt korrigeret emission, dvs. udelukkende CO₂ på 11,7 Mt.-CO₂

¹¹ The Diverse Structures of Passenger Car Taxation in Europe and the EU Commissions Proposal for Reform, Kunert, U. og Kuhfeld, H. table 1, Econstor (2006)

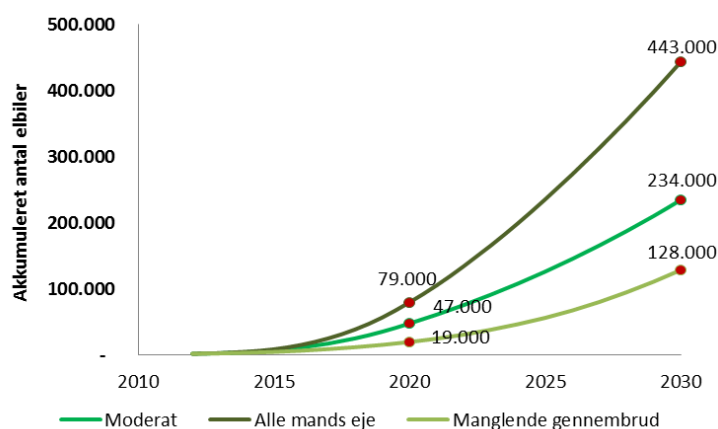
Effekten af en omlægning til en teknisk registreringsafgift er illustreret i figur 11 og 12. Figur 11 viser, at økonomien stort set er den samme, som i det oprindelige scenarie. Det skyldes, at den tekniske registreringsafgift svarer til en afgiftsfritagelse for elbilen. Der ligger en væsentlig forskel i, at elbilens prisfald får lov til at slå igennem på totaløkonomien. I det nuværende afgiftsregime blev der løbende lagt afgifter på. Elbilen får lov til, at blive markant billigere med den teknologiske modning. Samtidig pålægger omlægningen ikke diesel- og benzinbilerne nævneværdigt højere afgifter.

Noget af fordelene bliver reduceret af, at benzin og dieselbilerne forventes at blive mere energieffektive, hvilket i den tekniske registreringsafgift giver dem nogle fradrag fra afgiften.

Elbilens udrulning bliver ikke accelereret markant ved omlægningen. Figur 12 viser, at der i et moderat scenarie forventes ca. 47.000 elbiler i 2020 og ca. 234.000 i 2030. Det svarer nogenlunde til det samme i 2020, men ligger lidt højere fremme i 2030 end i det moderate scenarie med den nuværende afgiftsramme. Resultatet er følsomt overfor hvilke bilmodeller man vælger. Se afsnit 6.3 for en vurdering af effekten på mikromodellerne.



Figur 11: Fremskrivning af totaløkonomi til 2030 – Teknisk Registreringsafgift



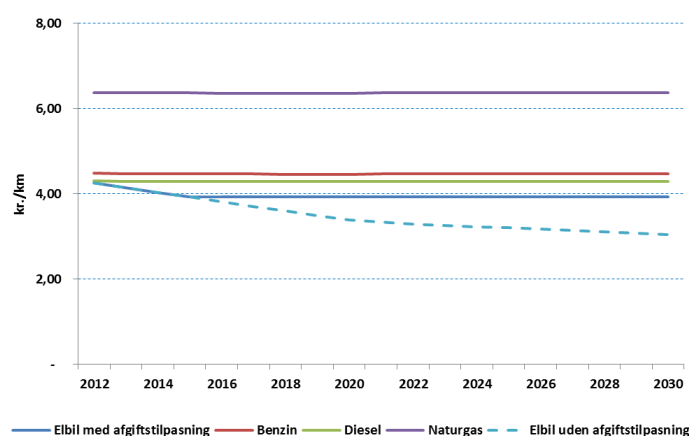
Figur 12: Scenarier for udrulning af elbiler i Danmark til 2030 – Teknisk Registreringsafgift

6.2 Hurtigere afskrivning på bilbatterier

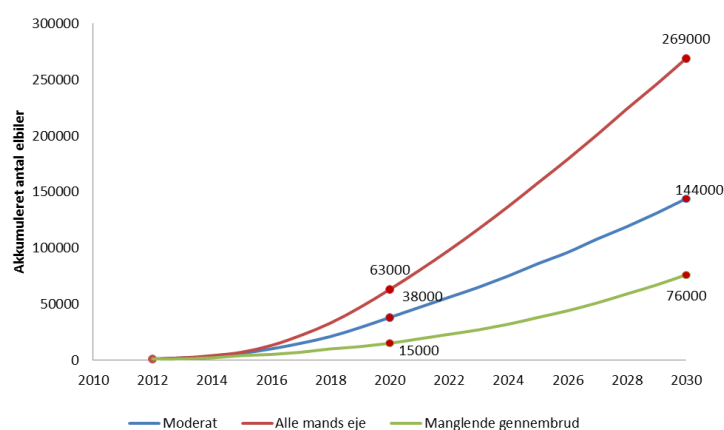
Et væsentligt usikkerhedselement ved elbilen er batteriet. Hvor lang er den egentlige levetid? Hvor hurtigt vil teknologiudviklingen overhale de batterier, som ligger i bilerne i dag? De innovative forretningsmodeller, som leasing af bil eller leasing af batteri, kan adressere denne udfordring og er med til at nedbringe en væsentlig barriere for elbilen.

Fra figur 3 var det tydeligt, at afskrivningerne er den tungeste post for totaløkonomien. Den teknologiske risiko ved batteriet kan illustreres ved at lade batteriets afskrivningstakt være højere end resten af bilen. Fordeling af batteriet og den resterende bil fra Alternative Drivmidler (ENS, 2012) er anvendt til at separere batteriet fra resten af bilen, der nedskrives med dobbelt så høj takt.

Forøgelsen i afskrivningstakten hæver totaløkonomien til 4,25 kr./km fra 4,04 kr./km, se figur 13. Batteriet falder i pris hurtigere end resten af bilen og bliver således en mindre og mindre del af bilen. Derfor bliver effekten på optaget også mindre og mindre med årene. Resultaterne er relativt følsomme overfor afskrivningstakten på batteriet. Der forventes sænkning ned til ca. 38.000 elbiler i 2020 og 144.000 elbiler i 2030, hvis teknologiudviklingen øger faldet i batteriernes værdi til det dobbelte, se figur 14. Det store udslag på salget af elbiler skal ses i lyset af, at modellen anvender den relative prisforskel mellem el- og dieselbilen, der falder fra 0,06 til 0,01 – et markant fald.



Figur 13: Fremskrivning af totaløkonomi til 2030 – Forceret afskrivning på batteri

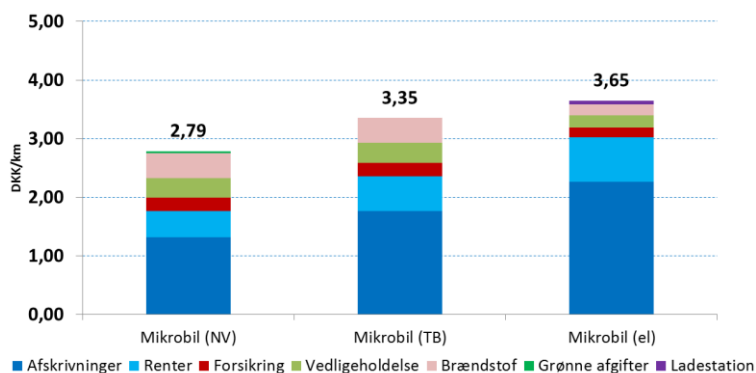


Figur 14: Scenarier for udrulning af elbiler i Danmark til 2030 – Forceret afskrivning på batteri

6.3 Mikrobilerne

En bilmodel, der for alvor har vundet det danske marked de seneste år, er de små bybiler, eller mikrobiler. Med den nuværende værdibaserede registreringsafgift er de særdeles attraktive på det danske bilmarked. Der er tale om modeller, som Kia Picanto, Fiat Panda, VW Up, Peugeot 106 og Citroen C1. Nogen mener, at elbilen qua dens aktionsradius er et mere oplagt alternativ til bil nummer to, som i mange tilfælde er en af de små modeller. Derfor er det også relevant, at sammenligne økonomien i netop disse to klasser. Der er i dette tilfælde valgt, at sammenligne to Peugeot modeller – en Peugeot Ion, der kører på el og en Peugeot 106, med dertil udvalgt ekstraudstyr, så den matcher den luksusudgave man får, når man køber en elbil. En oversigt over det ekstra udstyr kan findes i appendiks tabel m.

En sammenligning under de to afgiftsscenarier med elbilen er vist på figur 15. Det er klart, at en reduktion på 25 procent af totaløkonomien er et slagkraftigt argument for køberen. Derfor vil elbilen stadig have svært ved at begå sig som konkurrent til en mikrobil. Med en omlægning af registreringsafgiften, vil noget af forskellen udligne sig, omend der stadig er en fordel til mikrobilen.



Figur 15: 5 års totaløkonomi for køretøjer købt i 2012

7. Konklusion

Elbilen ankom til det danske marked i 2012 og de høje forventninger, der var kommet elbilen i forkøbet, blev umiddelbart ikke indfriet. Det er således højst aktuelt og relevant, at opdatere forventningerne til udrulning af elbiler i Danmark frem til 2030. Scenarierne giver en indikation af hvor det forventes at markedet for elbiler er på vej hen og skal spille ind i planlægnings- og investeringsarbejdet omkring den danske energisektor.

Med udgangspunkt i en sammenligning af totaløkonomien og teori for elbilmarkedets dynamik, vurderes det, at det danske marked for elbiler vil vokse markant i de kommende år. Udrulningen er drevet af, at offentlige og private flåder begynder at tage elbilen til sig, og at innovative forretningsmodeller sænker nogle af de væsentligste barrierer forbundet med teknologien. Det lader til, at der allerede er indikationer af, at en sådan udvikling er under opsejling, med initiativer, der adresserer offentlige og private flåder og forretningsmodeller, der adresserer de barrierer, der står i vejen for en smidig indtræden på det danske marked.

Afgørende for scenarierne er således effekten af, at man begynder, at se elbilen i gadebilledet, hører om de positive historier, ser naboen investere og dermed leder kunder til at overveje elbilen, som et potentielt alternativ til en konventionel bil. Scenarier beror således på en forventning om en positiv bølge af offentlige og private initiativer, samt en fastholdt politisk vilje.

8. Litteraturliste

[1] ENS (2012): *"Alternative Drivmidler"* af Cowi for Energistyrelsen

Link: <http://www.ens.dk/da-DK/KlimaOgCO2/Transport/Alternativedrivmidler/Documents/Alternativ%20Drivmidler%20Rapport%202012%20Final.pdf>

[2] ENS (2011): *"Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser"*, Energistyrelsen

Link: <http://www.ens.dk/da-DK/Info/TalOgKort/Fremskrivninger/beregningsforudsatninger/Documents/Forudsætninger%20for%20samfundsøkonomiske%20analyser%20på%20energiområdet%202011.pdf>

[3] Struben and Sterman (2008): *"Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems"*

Link: <http://www.civil.ist.utl.pt/~martinez/PDF/ELECTRICMOVE/Paper26.pdf>

[4] Dansk Elbilalliance (2012): *"En grøn omlægning af bilbeskatning"*

Link: www.danskelbilalliance.dk

[5] C.M. Christensen (1992): "Exploring the limits of the technology s-curve – Part I: Component technologies, production and operations management, pp. 334-357

[6] Kunert, U. og Kuhfeld, H. (2006): The Diverse Structures of Passenger Car Taxation in Europe and the EU Commissions Proposal for Reform.

Link: <http://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/18482/1/dp589.pdf>

9. Appendiks - Data

a) Hovedantagelser:

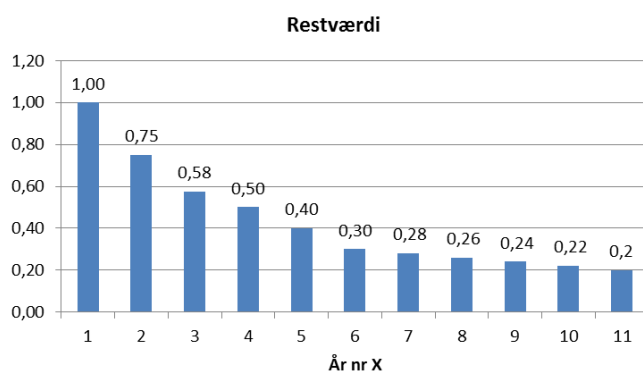
Parameter:	Værdi:
Køretøjers levetid	15 år
Årskørsel med personbiler	17.000 km
Samfundsøkonomisk diskonteringsfaktor	5 %
Rente på privat billån	6 %
Rente på egenfinansiering	9 %
WACC	6,6 %
Løbetid på billån	7 år

b) Bilerne – Faktorpriser, effektivitet og CO₂-udledning

	Model	Pris	Km/l	gCO ₂ /km	Kilde
Elbil	Nissan Leaf	232.552		0	www.autonorden.nissan.dk
Benzin	VW Golf 1.2 TSI, Benzin	106.969	18,9	144	Copenhagen Economics
Diesel	VW Golf 1.2 TSI, Diesel	109.027	22,2	118	Copenhagen Economics
Naturgas	Ford Focus 1.6 CNG	161.010	18,6	111	www.fleetsandfuels.com
Mikrobil (el)	Peugeot Ion	219.992		0	Copenhagen Economics
Mikrobil (benzin)	Citroen C1	50.091	22,2	106	Copenhagen Economics

c) Finansieringsomkostninger

- a. Renter – der er anvendt WACC beregning fra punkt a.
- b. Afskrivninger – der er anvendt følgende afskrivningsprofil:



d) Fremskrivning af bilpriser

Prisfremskrivningerne lægger sig op af ENS (2012) "Alternative Drivmidler", der ikke forudsætter, at priserne for benzin, diesel og naturgasbiler falder i perioden 201-2030. For elbilen er der forudsat det forløb, der er vist i tabellen for neden.

Prisindeks for elbilen (inkl. batteri)			
År	Elbil i "Alternative Drivmidler"	Indeks (2010=100)	Nissan Leaf
2010	260.651	1,00	246.179
2011	253.436	0,97	239.366
2012	246.222	0,94	232.552
2013	239.008	0,92	225.738
2014	231.794	0,89	218.925
2015	224.580	0,86	212.111
2016	217.366	0,83	205.298
2017	210.152	0,81	198.484
2018	202.938	0,78	191.671
2019	195.724	0,75	184.857
2020	188.510	0,72	178.044
2021	186.110	0,71	175.777
2022	183.710	0,70	173.510
2023	181.310	0,70	171.243
2024	178.910	0,69	168.977
2025	176.510	0,68	166.710
2026	174.110	0,67	164.443
2027	171.710	0,66	162.176
2028	169.310	0,65	159.910
2029	166.910	0,64	157.643
2030	164.510	0,63	155.376

Kilde: ENS(2011)

e) Brændstofpriser

	Naturgas 2011- Kr./Gj	Diesel 2011- Kr./Gj	Benzin 2011- Kr./Gj	El 2011- kr./MWh	CO2 2011- Kr./Ton
2012	81,0	140,1	149,7	568	46,8
2013	81,0	139,2	148,8	579	62,1
2014	81,2	138,4	148,0	590	77,4
2015	80,8	136,6	146,2	570	91,7
2016	81,1	136,9	146,4	554	105,8
2017	81,4	137,1	146,6	577	119,5
2018	81,7	137,3	146,8	563	132,9
2019	82,6	138,6	148,2	583	147,6
2020	83,5	139,9	149,5	596	162,3
2021	84,3	140,9	150,5	549	167,7
2022	85,1	141,9	151,5	575	173,1
2023	85,9	142,9	152,5	603	178,5
2024	86,7	143,9	153,5	527	183,9
2025	87,4	144,9	154,5	554	189,3
2026	88,1	145,6	155,2	590	194,7
2027	88,8	146,4	155,9	609	200,1
2028	89,5	147,1	156,7	631	205,5
2029	90,2	147,9	157,4	657	210,9
2030	90,8	148,6	158,2	675	216,3
2031	91,3	149,1	158,7	692	221,7
2032	91,7	149,7	159,3	742	227,2
2033	92,2	150,2	159,8	742	232,6
2034	92,7	150,8	160,3	790	238,0
2035	93,1	151,3	160,9	790	243,4

Kilde: ENS(2011)

f) Energi- og CO₂-afgifter på fossile brændstoffer

Brændsel	Energiavgifter i kr./Gj				CO ₂ -afgiftsrater i kr/Gj						
	Naturgas og bygas	Gas og dieselolie	Svovlfattig Diesel	Svovlfri Diesel	Blyfri Benzin	Blyfri Benzin 4,8% bio	Naturgas og bygas	Gas og diesel-olie	Svovlfri Diesel	Blyfri Benzin	Blyfri Benzin 4,8% bio
2011	58,4	58,4	70,4	70,4	120,3	120,3	9	11,7	10,9	11	11
2012	59,4	59,4	71,7	71,7	122,4	122,4	9,2	11,9	11,1	11,8	11,2
2013	60,5	60,5	72,9	72,9	124,7	124,7	9,3	12,1	11,3	12	11,4
2014	61,6	61,6	74,2	74,2	126,9	126,9	9,5	12,4	11,5	12,2	11,6
2015	62,7	62,7	75,6	75,6	129,2	129,2	9,7	12,6	11,7	12,4	11,8
2016	63,9	63,9	77,1	77,1	131,7	131,7	9,9	12,8	11,9	12,6	12,0
2017	65,2	65,2	78,6	78,6	134,3	134,3	10,1	13,1	12,2	12,9	12,3
2018	66,4	66,4	80,1	80,1	136,9	136,9	10,3	13,4	12,4	13,1	12,5
2019	67,8	67,8	81,7	81,7	139,7	139,7	10,5	13,6	12,7	13,4	12,8
2020	69,2	69,2	83,4	83,4	142,5	142,5	10,7	13,9	12,9	13,7	13,0
2021	70,6	70,6	85,1	85,1	145,5	145,5	10,9	14,2	13,2	14,0	13,3
2022	72,1	72,1	86,9	86,9	148,5	148,5	11,1	14,5	13,4	14,2	13,6
2023	73,7	73,7	88,8	88,8	151,8	151,8	11,4	14,8	13,7	14,6	13,9
2024	75,2	75,2	90,7	90,7	155,0	155,0	11,6	15,1	14,0	14,9	14,2
2025	76,8	76,8	92,6	92,6	158,3	158,3	11,9	15,4	14,3	15,2	14,5
2026	78,4	78,4	94,6	94,6	161,6	161,6	12,1	15,8	14,6	15,5	14,8
2027	80,1	80,1	96,6	96,6	165,0	165,0	12,4	16,1	14,9	15,8	15,1
2028	81,8	81,8	98,6	98,6	168,5	168,5	12,7	16,4	15,3	16,2	15,4
2029	83,5	83,5	100,7	100,7	172,1	172,1	12,9	16,8	15,6	16,5	15,7
2030	85,3	85,3	102,8	102,8	175,7	175,7	13,2	17,1	15,9	16,9	16,1

Kilde: ENS(2011)

g) Elafgifter

Afgiftssatser på el i øre/kWh for andet forbrug af el end elvarmeover 4.00 Elbiloperatører

Brændsel	Energiafgift	Eldistributions- bidrag	Energi- spareafgift	Samlet Afgift	El til proces
2011	62,4	4	6,3	79,3	10,4
2012	63,5	4	6,4	80,6	10,6
2013	64,7	4	6,5	82	10,8
2014	65,8	4	6,6	83,3	11,0
2015	67,0	4,0	6,7	84,7	11,2
2016	68,3	4,0	6,8	86,3	11,4
2017	69,7	4,0	7,0	87,9	11,6
2018	71,0	4,0	7,1	89,5	11,8
2019	72,4	4,0	7,2	91,2	12,1
2020	73,9	4,0	7,4	92,9	12,3
2021	75,4	4,0	7,5	94,8	12,6
2022	77,0	4,0	7,7	96,6	12,8
2023	78,7	4,0	7,9	98,7	13,1
2024	80,4	4,0	8,0	100,7	13,4
2025	82,1	4,0	8,2	102,7	13,7
2026	83,8	4,0	8,4	104,8	14,0
2027	85,6	4,0	8,6	106,9	14,3
2028	87,4	4,0	8,7	109,1	14,6
2029	89,2	4,0	8,9	111,3	14,9
2030	91,1	4,0	9,1	113,6	15,2

Kilde: ENS(2011)

h) Teknisk data for udgifter til vedligehold og udvikling i effektivitet, fra ENS (2012)

		Elbiler	Benzin	Diesel	Naturgas
Reparationer, slid					
2010	DKK / km	0,31	0,35	0,35	0,35
2020	DKK / km	0,26	0,35	0,36	0,35
2030	DKK / km	0,26	0,35	0,36	0,35
Energiforbrug					
2010	Mjd / km	0,50	1,90	1,66	1,87
2020	Mjd / km	0,50	1,60	1,37	1,58
2030	Mjd / km	0,50	1,48	1,28	1,46

Kilde: ENS(2012)

i) Gammel grøn afgift (udvalgte niveau med relevans for scenarierne)

Ejerafgifter for personbiler og varevogne med benzinmotor - takster for 2012

Halvårlig ejerafgift for benzin køretøjer

Km. pr. liter	Ejerafgift kr.
Mindst 20 km/l	280
18,2-19,9km/l	540
16,7-18,1km/l	800
15,4-16,6km/l	1.060
14,3-15,3km/l	1.320
13,3-14,2km/l	1.580

Halvårlig ejerafgift for diesel køretøjer

Km. pr. liter	Afgift forbrug kr.	Udlignings- afgift kr.	Ejerafgift i alt kr.
Mindst 32,1 km/l	-	80	80
28,1-32,0 km/l	-	370	370
25,0-28,0 km/l	-	660	660
22,5-24,9 km/l	280	720	1.000
20,5-22,4 km/l	540	790	1.330
18,8-20,4 km/l	800	850	1.650

Kilde: FDM

j) Forsikringsudgifter

	Elbiler	Plug-in Hybrid	Benzin	Diesel	Naturgas	Mikrobil
Ar						
1	4800	8000	8000	8000	8000	4000
2	4800	8000	8000	8000	8000	4000
3	4800	8000	8000	8000	8000	4000
4	4800	8000	8000	8000	8000	4000
5	4800	8000	8000	8000	8000	4000
5 år NV	kr. 20.219	kr. 33.699	kr. 33.699	kr. 33.699	kr. 33.699	kr. 16.849

Kilde: Oplyst af Dansk Elbilalliance, der har tallene fra en dialog med Tryg Forsikring.

k) Ny Grøn ejerafgift (regnet på baggrund af Dansk Elbilalliances forslag)

Miljødata	Elbiler	Plug-in Hybrid	Benzin	Diesel	Naturgas
<i>Årlige emissioner</i>					
CO2	-	459.000	2.448.000	2.006.000	1.880.192
Støj	68	69	72	69	70
CO	-	3.133	4.845	6.562	-
HC	-	-	476	-	-
NOx	-	-	391	2.686	1.299
Partikler	-	-	-	7	85

Ny Grøn afgift	Elbiler	Plug-in Hybrid	Benzin	Diesel	Naturgas
<i>2011-kr.</i>					
CO2	0	1.836	9.792	8.024	7.521
Støj	596	596	1.823	1.823	1.823
CO	0	0,07	0,11	0,15	-
HC	0	-	1,28	-	-
NOx	0	-	19	132	64
Partikler	0	-	-	11	137
Infrastruktur	161	161	161	161	161
Årlige grønne afgifter	757	757	2.004	2.127	2.184
<i>2011-kr.</i>					
2013	757	757	2.004	2.127	2.184
2014	757	757	2.004	2.127	2.184
2015	757	757	2.004	2.127	2.184
2016	757	757	2.004	2.127	2.184
2017	757	757	2.004	2.127	2.184
Nutidsværdi	3.189	3.189	8.443	8.958	9.202

Kilde: ENS(2012) og Copenhagen Economics

l) Udgifter til reparation og slid

	Elbiler	Plug-in Hybrid	Benzin	Diesel	Naturgas	Mikrobil
	kr./km	kr./km	kr./km	kr./km	kr./km	kr./km
2010	0,31	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
2020	0,26	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35
2030	0,26	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35

Kilde: Alternative Drivmidler, ENS (2012)

m) Mikrobil – opgradering af Peugeot 106

Opgradering af Peugeot 106	Stk. pris	Sum
Peugeot 106 Standard		88.670
Active (5-dørs)	17.820	106.490
Motor (1.0 68 HK 2 Tronic Aut. 4 gear)	12.500	118.990
Farve: Blå Electra	4.500	123.490
Aircondition	15.000	138.490
Læderrat	5.500	143.990
Radio/CD afspiller inkl. 4 højtalere, MP3	5.995	149.985
14" Aluminiumsfælge	10.000	159.985

Kilde: www.peugeot.dk