

# GRØN ROADMAP 2030

## SCENARIER OG VIRKEMIDLER TIL OMSTILLING AF TRANSPORTSEKTORENS ENERGIFORBRUG

November 2015



Udarbejdet af:

Ea Energianalyse  
Frederiksholms Kanal 4, 3. th.  
1220 København K  
T: 88 70 70 83  
F: 33 32 16 61  
E-mail: [info@eaea.dk](mailto:info@eaea.dk)  
Web: [www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)

# Indhold

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>FORORD, KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER.....</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Hovedresultater.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>EU mål og politikker .....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>4</b> | <b>Udfordringer og muligheder .....</b>                                | <b>15</b> |
|          | 4.1 Energieffektivitet og VE.....                                      | 17        |
|          | 4.2 Analysemetode.....   | 21        |
|          | 4.3 Forudsætninger .....   | 23        |
| <b>5</b> | <b>Scenarier for grøn omstilling .....</b>                             | <b>29</b> |
|          | 5.1 35%-Scenariet.....   | 29        |
|          | 5.2 Økonomisk konsekvensvurdering .....                                | 35        |
|          | 5.3 Teknologiscenarier (40%-Scenarier).....                            | 37        |
|          | 5.4 Følsomheder og diskussion .....                                    | 42        |
| <b>6</b> | <b>Beskatning og andre virkemidler .....</b>                           | <b>45</b> |
|          | 6.1 Beskatning af personbiler.....                                     | 45        |
|          | 6.2 Beskatning af lastbiler .....                                      | 49        |
|          | 6.3 Virkemidler til fremme af grøn gas og flydende biobrændstoffer ... | 51        |
| <b>7</b> | <b>Ordliste.....</b>   | <b>54</b> |
| <b>8</b> | <b>Referencer.....</b>   | <b>57</b> |

# 1 FORORD, KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

Danmark har et langsigtet mål om at være uafhængig af fossile brændstoffer i 2050. Det har konsekvenser for vores transportsektor, der hovedsagelig er baseret på fossil olie. Samtidig er samfundet helt afhængigt af en effektiv vare- og persontransport.

2050 kan måske synes som langt ude i fremtiden. Men omstilling i transportsektoren kan ikke ske fra den ene dag til den anden. Det er derfor vigtigt med milepæle, hvis man skal undgå en situation, hvor en udvikling hurtigt skal accelereres og dermed kan risikere at blive dyr.

Danmark er desuden forpligtet af de mål, der fastlægges i EU, herunder beslutningen om at den ikke-kvoteomfattede sektor skal reducere sine CO<sub>2</sub> udledninger med 30% i 2030. Den største del af udledningerne i denne sektor kommer fra transport og landbrug. Hvert medlemsland vil få et forpligtende mål for reduktioner i den ikke-kvote omfattede sektor. De konkrete mål kendes først i 2016, men Danmark forventes at skulle reducere sine udledninger med 35%-40% sammenlignet med 2005.

Formålet med "Grøn Roadmap 2030" er at præsentere bud på, hvordan vejtransport kan bidrage med sin proportionelle andel af Danmarks forventede reduktionsforpligtelse i 2030, dvs. som minimum 35%.

Grøn Roadmap 2030 præsenterer et konkret miks af teknologier (el, plug-in hybrider, brændstofmiks, gas/flydende) og virkemidler, der med fordel kan vælges, under hensyn til teknologiernes modenhed, udviklingspotentiale og omkostninger for samfundet. Det sker i form af et grundscenarie (35% reduktion), tre teknologiscenarier som bygger videre på 35% scenariet frem mod en 40% reduktion og et referencescenarie.

Scenarierne bygger på en fremrykket indfasning af el-biler i persontransporten, øget iblanding af biobrændstoffer og introduktion af biogas til primært tung transport sat i forhold til en situation, hvor der ikke tages nye nationale initiativer. Roadmappen fremlægger de samfundsøkonomiske omkostninger ved de forskellige scenarier.

Det har været en præmis for projektet, at de teknologier og virkemidler, der peges på, også forventes at spille en rolle efter 2030. Det er lagt til grund for projektet, at el i transport vil spille en afgørende rolle frem mod 2050 i såvel EU's politikker som i national dansk energipolitik. Da roadmappen har fokus på perioden frem til 2030, har det ikke været en del af opdraget at behandle eventuelle teknologiske gennembrud efter 2030 inden for alternative teknologier såsom brændselsceller, avancerede biobrændstoffer og lignende.

Grøn Roadmap 2030 er igangsat og finansieret af Energifonden for at give et kvalificeret input til debatten om, hvordan vi gradvist og omkostningseffektivt kan nedbringe vejtransportens CO<sub>2</sub> udledninger på en måde, der kan sikre en kontinuert overgang til den indsats, der skal ske i perioden efter 2030.

Projektet er organiseret med en styregruppe, som består af repræsentanter for aktører i branchen. Rapporten og analyserne er udarbejdet af Ea Energianalyse i samarbejde med Dansk Energis analyseafdeling, der har bistået med faglig sparring.

Scenarieanalyserne og analyserne af afgiftssystemet har desuden været præsenteret på 2 workshops med bred deltagelse af eksperter og interessenter på området. Formålet var at få feedback fra en bredere kreds af aktører med hensyn til valg af forudsætninger, analysetilgang og foreløbige resultater.

Vi vil gerne benytte denne anledning til at sige tak til de mange, der har deltaget aktivt i de to workshops. De har bidraget med værdifuld feedback og medvirket til, at vi med større sikkerhed præsenterer de analyseresultater, som er udarbejdet i projektet.

Det er vores håb, at analyserne og styregruppens konklusioner og anbefalinger kan bidrage til at skabe et samlet billede af mulige veje til af-karbonisering af vejtransport og skabe et veldokumenteret grundlag for såvel nationale politikker som Danmarks indsats i EU frem mod 2030.

## STYREGRUPPENS KONKLUSIONER

Med afsæt i analyserne i "Grøn Roadmap 2030" ønsker styregruppen at fremhæve en række *konklusioner*, som den tilslutter sig som væsentlige i arbejdet med gradvist at gøre transportsektoren CO<sub>2</sub> neutral – i første gang frem mod 2030.

1. Det er muligt at nedbringe udledningen af drivhusgasser fra vejtransport med 35 – 40% frem mod 2030 ved at satse på et miks af teknologier og drivmidler, der vurderes at være tilgængelige.
2. En reduktion på 35 – 40% realiseres imidlertid ikke uden aktiv politisk handling i EU og nationalt.
3. Den samfundsøkonomiske omkostning for at nå en reduktion på 35% er – selv med de nuværende lave oliepriser - lav set i forhold til den tidligere regerings virkemiddelkatalog fra 2013<sup>1</sup>.
4. Det er samfundsøkonomisk billigere (målt i kr/ton) at gå videre til 40% CO<sub>2</sub> reduktion end at opnå de første 35%.
5. Iblanding af biobrændstoffer er den billigste vej til mindre udledning af drivhusgasser i den første del af perioden, mens indfasning af flere elbiler/lavemissionsbiler forventes at være mest omkostningseffektivt, når man nærmer sig den sidste del af perioden frem mod 2030.
6. Analyserne peger på, at EU regulering er helt central for at nå målene, og at det især er vigtigt at
  - a. reguleringen af person- og varebilers effektivitet fortsætter efter 2021 og skærpes i perioden frem til 2030
  - b. der også stilles effektivitetskrav til lastbiler og busser
  - c. der stilles krav om, at alle nye benzinbiler senest i 2020 kan køre på E20 blandinger
  - d. at der sættes mål for øget anvendelse af avancerede biobrændstoffer i perioden 2020 – 30.
7. På nationalt plan peger rapporten på at
  - der må gøres en særlig indsats for at fremme biogas i tunge køretøjer
  - det nuværende afgiftssystem for personbiler skal omlægges, hvis det skal kunne bidrage substantielt til, at forbrugerne vælger biler med lav CO<sub>2</sub> udledning pr. km. Styregruppen har ikke taget stilling til de konkrete elementer i de afgiftsændringer, der foreslås i rapporten
  - et eksternalitets-baseret afgiftssystem vil belaste tung transport uforholdsmæssigt hårdt.

---

<sup>1</sup> Virkemiddelkatalog – potentialer og omkostninger for klimatiltag, tværministeriel arbejdsgruppe august 2013

## STYREGRUPPENS ANBEFALINGER

1. Analysen har sandsynliggjort, at en væsentlig del af Danmarks reduktionsforpligtelser i den ikke-kvoterede sektor med fordel kan realiseres i transportsektoren. Det kan ske ved at anvende et mix af omkostningseffektive teknologier og virkemidler. Analysen peger på, at reduktionsomkostningerne i vejtransport er billigere end i den tidligere regerings virkemiddelkatalog, samt at en reduktion på 35% vil være omkostningsneutral ved en marginal CO<sub>2</sub> pris på 1000 kr/ton.
2. Danmark bør i EU arbejde aktivt for at
  - der stilles skærpede effektivitetskrav til person- og varebiler efter 2021, hvor den nuværende ordning udløber
  - der også stilles effektivitetskrav til lastbiler og busser som en ikke konkurrenceforvridende metode til reduktion af udledningen fra grænseoverskridende lastbil- og bustransport
  - der stilles krav om øget iblanding af avancerede biobrændstoffer efter 2020.
  - der stilles krav om, at alle nye biler skal kunne køre E20 med virkning fra 2020.
3. Danmark bør gennem supplerende nationale politikker sikre, at vejtransport bidrager med sin proportionelle del af reduktionerne i ikke-kvoterede sektoren herunder at
  - der gøres en særlig indsats for at fremme biogas i tunge køretøjer
  - det nuværende afgiftssystem omlægges, så det kan bidrage substantielt til, at forbrugerne vælger biler med lav CO<sub>2</sub> udledning pr. kmder udarbejdes en samlet strategi for, hvordan udledningen fra tung transport kan nedbringes – med hovedvægt på EU regulering.

*København 16 november 2015:*

*Anne Grete Holmsgaard, BioRefining Alliance  
(tovholder for Energifonden og formand)*

*Kristine van het Erve Grunnet, Dansk Energi  
(tovholder for Energifonden)*

*Lærke Flader, Dansk Elbil Alliance*

*Ove Holm, Dansk Transport og Logistik*

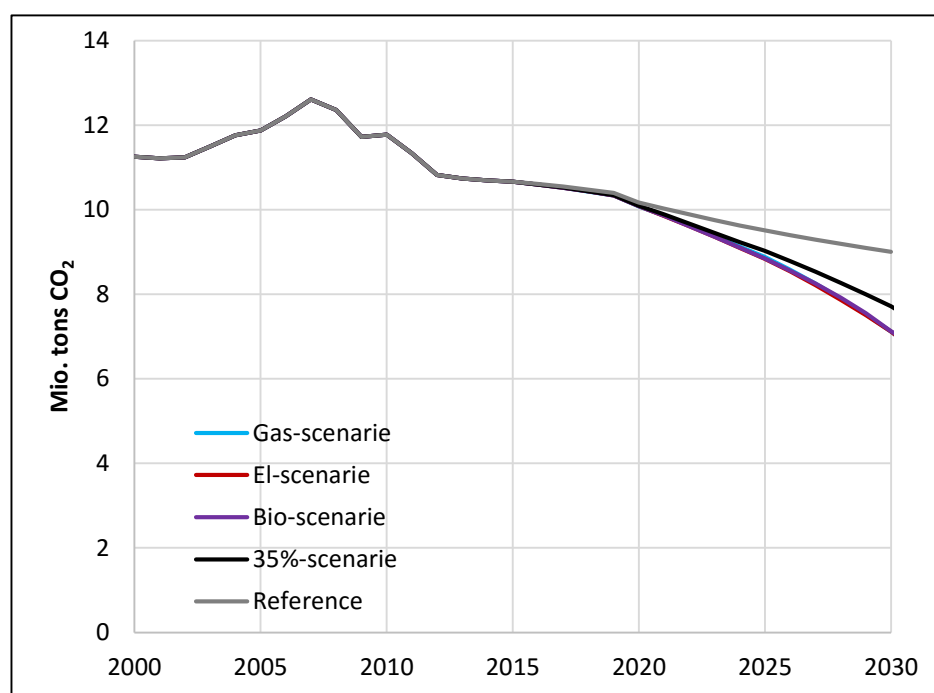
*Peter Stigsgaard, Energi- og Olieforum*

*Torben Lund Kudsk, FDM*

## 2 Hovedresultater

### CO<sub>2</sub>-udledning

I dette arbejde er der opstillet og vurderet fem konkrete scenarier for vejtransportens udvikling frem mod 2030: Et 35% scenarie der viser vejen til 35% CO<sub>2</sub>-reduktion i 2030 (ift. 2005), samt tre teknologiscenarier der hver for sig leverer 40% CO<sub>2</sub>-reduktion i 2030. Teknologiscenarierne er et el-scenarie, et biobrændstofs scenarie og et gas-scenarie. Hertil kommer et referencescenarie.

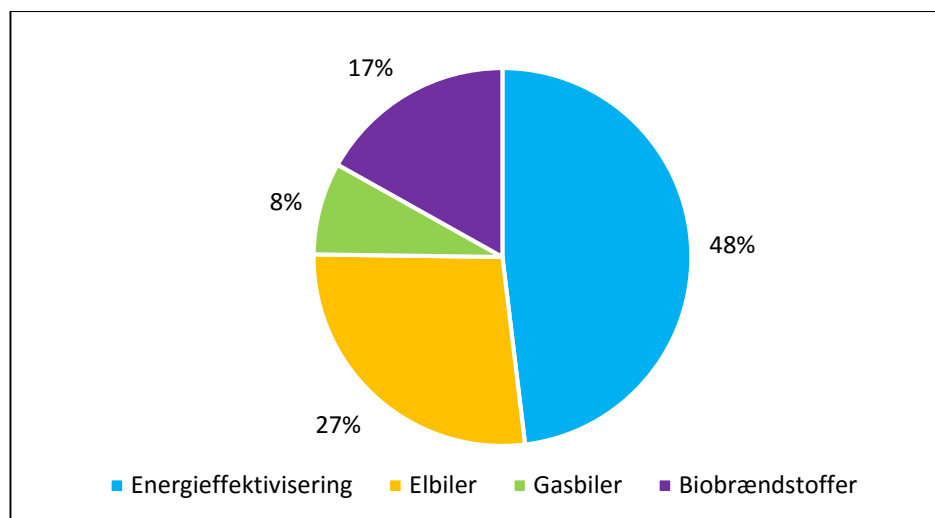


**Figur 1: CO<sub>2</sub>-udledning i de fem scenarier.** CO<sub>2</sub>-udledning dækker emissioner fra vejtransport 2000-2030.

Fælles for alle fem scenarier er, at nye køretøjers brændselseffektivitet fortsætter med at stige, idet denne udvikling primært tænkes at være baseret på beslutninger i EU og i bilindustrien. Det betyder, at CO<sub>2</sub>-udledningen i referencen også falder. Faktisk bidrager forbedret brændstoføkonomi med ca. 50% af den samlede CO<sub>2</sub>-reduktion i 35%-scenariet i 2030 (Figur 2). Elbiler, gasbiler og biobrændstoffer giver tilsammen den anden halvdel af CO<sub>2</sub>-reduktionen.

Der er endvidere gennemført samfundsøkonomiske omkostningsberegninger af scenarierne. Den samlede diskonterede omkostning ved at gennemføre 35%-scenariet er beregnet til godt fire mia. kr., med et udiskonteret gennemsnit på 400 mio. kr. årligt.





Figur 2: Bidrag til CO<sub>2</sub>-reduktion i 35%-scenariet.

Samfundsøkonomiske omkostningsberegninger

Omkostningsberegningerne er følsomme overfor nøgleparametre som olieprisen, og priser på elbilbatterier, biobrændstoffer og biogas. Det skal endvidere bemærkes, at forvriddningstab der knytter sig til virkemidler (beskatning, tilskud m.m.), ikke indgår i beregningen.

| Mia. Kr. Nutidsværdi 2015-2030                          | 35% scenarie 0 kr./ton | 35% scenarie EU-kvotepriis | 35% scenarie 1000 kr./ton |
|---|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Hovedresultat</b>                                    | <b>4,1</b>             | 3,4                        | 0,0                       |
| <b>Følsomhedsberegninger på centrale forudsætninger</b> |                        |                            |                           |
| <b>Oliepris</b>   |                        |                            |                           |
| +20%  | -1,1                   | -1,1                       | -1,1                      |
| -20%  | +0,9                   | +0,9                       | +0,9                      |
| 2015-niveau   | +2,0                   | +2,0                       | +2,0                      |
| <b>Biobrændstofspris</b>                                |                        |                            |                           |
| +10%  | +0,3                   | +0,3                       | +0,3                      |
| -10%  | -0,3                   | -0,3                       | -0,3                      |
| <b>Biogaspris</b>                                       |                        |                            |                           |
| +10%  | +0,2                   | +0,2                       | +0,2                      |
| -10%  | -0,1                   | -0,1                       | -0,1                      |
| <b>Batteripris</b>                                      |                        |                            |                           |
| +10%  | +0,4                   | +0,4                       | +0,4                      |
| -10%  | -0,3                   | -0,3                       | -0,3                      |

Tabel 1. Omkostningsberegninger 35%-scenariet. Hovedresultater afhængig af CO<sub>2</sub>-referencepriser samt følsomhedsberegninger. Omkostningerne er diskonteret for perioden 2015-2030 med en samfundsøkonomisk rente på 4%. Følsomhederne viser ændring sammenlignet med hovedresultatet.

Eftersom Danmark er forpligtet til CO<sub>2</sub>-reduktioner i den ikke-kvotebelagte sektor, vil reduktioner her have en samfundsøkonomisk værdi. Derfor vises omkostningerne ved tre forskellige niveauer for den samfundsøkonomiske værdi af CO<sub>2</sub> reduktion. Såfremt den alternative omkostning af CO<sub>2</sub> reduktion uden for kvotesektoren er 1000 kr./ton, vil 35%-scenariet være omkostningsneutralt for Danmark.

Meromkostningen ved at øge til 40% CO<sub>2</sub> reduktion gennem de tre teknologiscenarier ligger i området 1,1 – 1,4 mia. kr, med gennemsnitlige CO<sub>2</sub> fortrængningsomkostninger på 925 – 1000 kr./ton. Ved en CO<sub>2</sub> referencepris på 1000 kr./ton, er der tale om en samfundsøkonomisk besparelse ved at øge til 40% reduktion i både el- og biobrændstofscenariet.

| Mia. Kr.<br>NPV 2030   | 0 kr./ton CO <sub>2</sub> | EU- kvotepris | 1000 kr./ton CO <sub>2</sub> |
|--|---------------------------|---------------|------------------------------|
| 35%-scenarie   | 4,1                       | 3,4           | 0,0                          |
| <b>Teknologiscenarier. Meromkostning (NPV) ift. 35%-scenariet:</b> |                           |               |                              |
| El-scenariet   | +1,2                      | +1,0          | -0,4                         |
| Gas-scenariet  | +1,4                      | +1,2          | -0,0                         |
| Bio-scenariet  | +1,1                      | +0,8          | -0,4                         |

**Tabel 2. Omkostningsberegninger 35%-scenariet samt de tre 40%-teknologiscenarier.** Omkostningerne er tilbagediskonteret for 2015-2030 med en samfundsøkonomisk rente på 4%. For teknologiscenarierne viser resultatet meromkostningen ved at reducere yderligere fra 35%-scenariet. Resultatet vises ved tre forskellige CO<sub>2</sub>-referencepriser.

### Virkemidler (beskatning)

Virkemidler

Et virkemiddelkatalog fra 2013 viser, at alternativerne til CO<sub>2</sub> reduktion i transportsektoren især ligger i landbrugssektoren. Som hovedregel ligger tiltag og nye krav til landbruget i den billige ende af virkemiddelkatalogets skala, mens tiltag på transportområdet ligger i den dyrere ende af skalaen. For tiltag under 2.500 kr./ton bidrager landbruget eksempelvis med i alt 3,6 mio. ton, mens transportsektoren kun bidrager med 0,5 mio. ton. Katalogets tiltag i transportsektoren omfatter bl.a. forhøjelse af brændstofafgifter, højere iblandingskrav for biobrændstoffer, fremme af gas til tung transport samt kilometerbaseret vejbenyttelsesafgift. Altså flere af de samme typer tiltag, hvor analyserne i denne rapport viser markant lavere CO<sub>2</sub> fortrængningsomkostninger.

De højere fortrængningsomkostninger for transportsektoren i kataloget skyldes bl.a. beregningerne af forvriddingstab herunder tabt statsprovenu ved ændret grænsehandel.

Hvis reduktion af CO<sub>2</sub>-udledning fra transportsektoren skal gennemføres med lavest mulige omkostninger for samfundet, er det derfor vigtigt at forvriddningseffekter minimeres. Lav forvriddningseffekt nås, hvis vejtransportens omkostninger for samfundet gøres direkte synlig for brugeren, Dvs. transportens eksternalitetsomkostninger (afledte omkostninger som støj, luftforurening mm) internaliseres.

Hvis et sådant eksternalitetsprincip forfølges fuldt ud, vil det have stor indflydelse på de priser for indkøb og brug af biler, som borgere og virksomheder oplever. Særligt for små personbiler, og for lastbiler vil der være tale om betydelige prisstigninger sammenlignet med dagens niveau. Konsekvenserne heraf for erhverv og borgere må nøjere vurderes, inden en ændret beskatningsmodel eventuelt kan anbefales. Samtidig vil det alligevel være påkrævet med en overgangsordning for at sikre fortsat vækst i salget af lavemissionsbiler (elbiler) i mindst 10 år, indtil batteriomkostninger forventeligt nedbringes.

Med den politiske aftale fra 9. oktober 2015 mellem regeringen (Venstre), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti og Radikale Venstre er der nu fastlagt et indfasningsforløb for elbiler og brændselscellebiler i det eksisterende beskatningssystem. Elbiler indfases over fem år fra 2016 med fuld beskatning fra år 2020. Brændselscellebiler indfases over fem år fra 2019.

Prisudviklingen på batterier som er forudsat i denne rapport peger på, at et indfasningsforløb over fem år ikke er tilstrækkeligt til at sikre vækst i salget af lavemissionskøretøjer. Endvidere er det problematisk, at afgiftssystemet er udviklet på et tidspunkt, hvor bilerne havde dårligere brændstoføkonomi end i dag. En mindre justering af afgiftssystemet kunne omfatte en modernisering af beregningen af afgiftssatserne evt. baseret på liter/km frem for km/l. Endvidere må det forventes, at en forlængelse af overgangsordningen bliver nødvendig.

For biobrændstoffer vurderes fortsat krav om iblanding, herunder 2G biobrændstoffer at være et effektivt virkemiddel.

På gassiden vurderes det mest målrettede virkemiddel at være en kombination af lavere afgift på gas til transport med en partnerskabsstrategi med relevante aktører. Relevante aktører er gasselskaber, benzinselskaber kommuner og flådeejere.

### 3 EU mål og politikker

#### EU CO<sub>2</sub> og VE mål

I sin køreplan for omstilling til en konkurrencedygtig lavemissionsøkonomi i 2050 peger EU kommissionen på, at den samlede udledning af klimagasser skal reduceres med 85% - 90% i 2050, herunder at transportsektorens udledning af CO<sub>2</sub> bør være reduceret med ca. 60% sammenlignet med 1990.

Det fremgår af EU's klimapakke, der blev vedtaget i 2009, at medlemslandene skal nå et mål på 10% vedvarende energi (VE) i brændstof til transport i 2020. For biobrændstoffer er der i VE-direktivet opstillet en række bæredygtighedskrav, der skærpes fra 2018. I EU's brændstofkvalitetsdirektiv er det desuden fastlagt, at leverandører af brændstof til vejtransport skal reducere udledning af drivhusgasser fra brændstof med 6% senest i 2020.<sup>2</sup>

De to direktiver er temmelig komplekse, og der har i perioden fra 2012 været langvarige drøftelser og forhandlinger om en række spørgsmål som loft for anvendelse af 1G biobrændstoffer<sup>3</sup>, betydningen af indirekte udledninger (ILUC)<sup>4</sup>, perspektivet efter 2020 mv.

#### EU: Alternative brændstoffer

I oktober 2014 blev der vedtaget et EU-direktiv om etablering af infrastruktur for alternative brændstoffer. Medlemslandene forpligter sig bl.a. til at vedtage nationale målsætninger og virkemidler for infrastrukturudbygning, herunder ladestandere (European Commission, 2015a).

I 2015 er der truffet beslutning om, at der maksimalt må anvendes 7% 1G biobrændstof i brændstof til transport, et vejledende mål om 0,5% avancerede biobrændstoffer samt et ønske om at have et perspektiv for avancerede biobrændstoffer efter 2020 (T&E, 2015a).

#### EU: CO<sub>2</sub>-emissioner

En anden central regulering er krav til nye person- og varebilers brændstofforbrug, der er udmøntet som krav om faldende CO<sub>2</sub>-emission frem mod 2021.

I oktober 2014 blev Det Europæiske Råd enige om en *2030 ramme for klima- og energipolitikken*. Beslutningen indebærer, at den ikke-kvoteomfattede

---

<sup>2</sup> I begge direktiver er procentmålene på energibasis. I brændstofkvalitetsdirektivet skal målet beregnes efter en well-to-wheel betragtning, hvor også opstrømsmissioner medregnes.

<sup>3</sup> Biobrændstoffer, der baseres på korn og andre spiselige afgrøder, benævnes 1. generations biobrændstoffer (1G). Biobrændstoffer der baseres på restprodukter fra landbrug eller industri betegnes 2. generations biobrændstoffer (2G) eller avancerede biobrændstoffer (advanced biofuels). 2G biobrændstoffer tæller dobbelt i forhold til VE direktivets mål om 10% VE i transport, men ikke i brændstofkvalitets direktivet.

<sup>4</sup> Indirect Land Use Change. ILUC kan medføre såkaldte indirekte udledninger af drivhusgasser.

sektor skal reducere med 30% i 2030 (ift. 2005). De 30% er endnu ikke udmøntet i nationale reduktionsmål, men der er enighed om at de nationale mål skal ligge i spændet fra 0 % til 40 %. Det kan forventes, at Danmarks reduktionsmål vil ligge mellem 35% og 40%. (European Council, 2014).

Det Europæiske Råd opfordrede endvidere EU-Kommissionen til ”yderligere at undersøge instrumenter og foranstaltninger med henblik på en omfattende og teknologineutral tilgang til fremme af emissionsreduktion inden for transport, til elektrisk transport og til vedvarende energikilder inden for transport også efter 2020”.

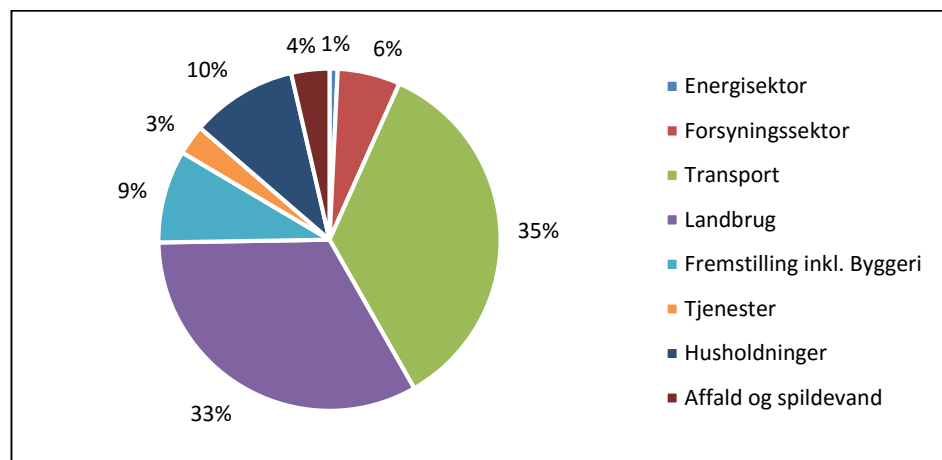
I det opfølgende udspil til Energiunion 2030 fra EU-Kommissionen (25. februar 2015) hedder det, at der er behov for at EU øger energieffektiviteten i køretøjer, af-karboniserer transportsektoren, øger anvendelse af el til transport, foretager et gradvist skifte til alternative brændstoffer samt integrerer energi og transportsystemer (European Commission, 2015b).

Der er altså angivet et overordnet mål og et signal om, at man ønsker flere teknologier og virkemidler i spil i indsatsen for at nedbringe udledninger fra transportsektoren, der står for over 30% af EU’s endelige energiforbrug. Men der er endnu ikke konkrete virkemidler på bordet.

### Den ikke kvotebelagte sektor i Danmark

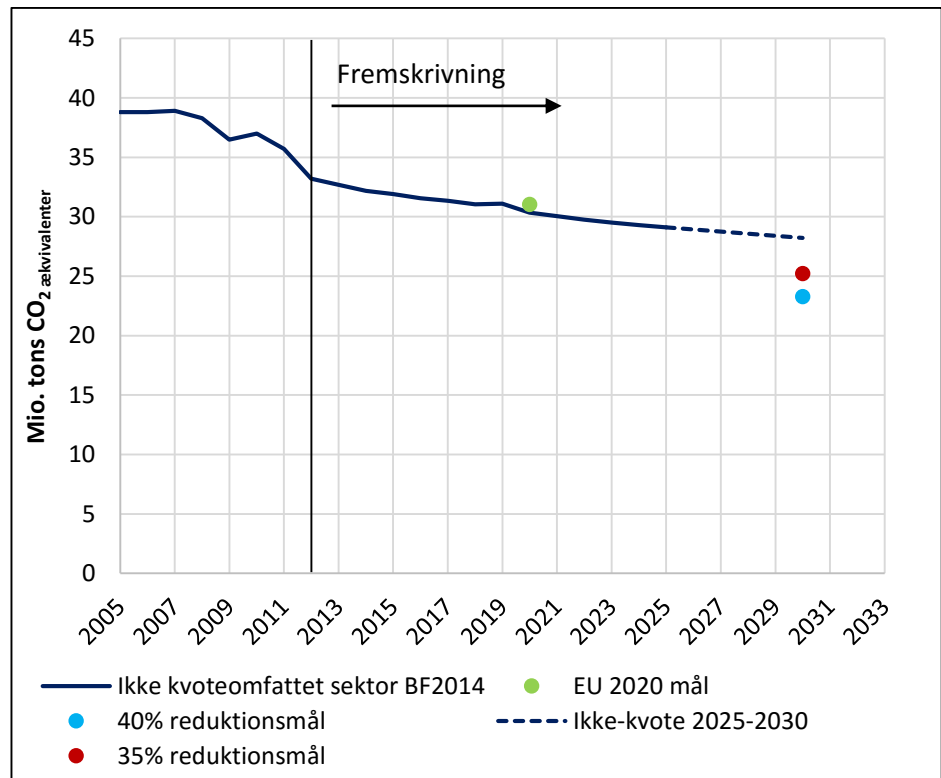
Danmark: CO<sub>2</sub>-  
emissioner

Der blev i 2005 udledt ca. 39 mio. tons i den ikke kvotebelagte sektor i Danmark med en fordeling som vist i **Figur 3**. Det ses at 35% af udledningen i 2005 var fra transportsektoren, 33% fra landbrug, 10% fra husholdninger og 22% fra andre sektorer.



**Figur 3. Fordeling af udledning af klimagasser i den ikke kvotebelagte sektor i Danmark i 2005**

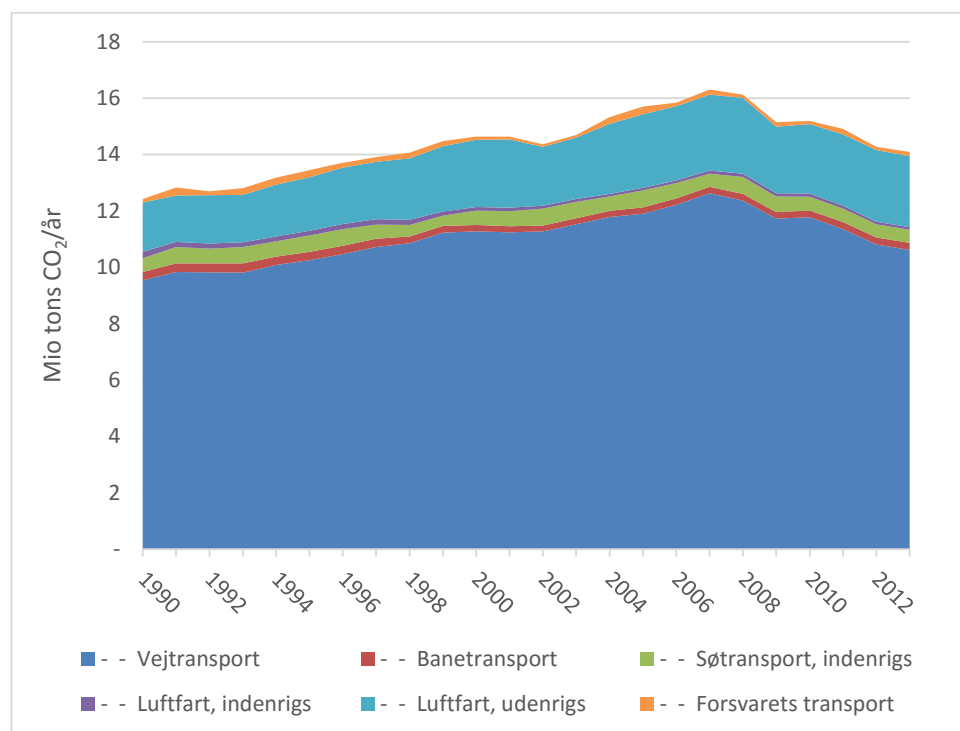
Med den nye EU ramme skal Danmark i 2030 levere 35%-40% reduktion svarende til 13-15 tons mindre udledning end i 2005. Der er allerede sket nogen reduktion, og i 2012 var udledningen reduceret til ca. 33 mio. svarende til ca. 14% reduktion. Det betyder også at sektorfordelingen har ændret sig, idet transportens og landbrugets andele i 2012 var steget til henholdsvis 37% og 36%. I Energistyrelsens basisfremskrivning fra 2014 forventes der yderligere et fald frem til 2025.



**Figur 4. Udledning af klimagasser i den ikke-kvote belagte sektor.** Fremskrivningen fra 2015-2025 er baseret på Energistyrelsens basisfremskrivning 2014 (BF2014), og i perioden 2025-2030 er tendensen fra basisfremskrivningen lineært fremskrevet.

## 4 Udfordringer og muligheder

Transportsektorens andel af Danmarks samlede CO<sub>2</sub>-udledninger er steget fra 15% i 1990 til 26% i 2013. I 2013 stod vejtransporten for 75% af sektorens samlede CO<sub>2</sub>-emission (92% når udenrigsluftfart ikke indregnes)<sup>5</sup>.



**Figur 5: CO<sub>2</sub>-emission fra transportsektoren 1990-2013**, Kilde: Energistyrelsen, Energistatistik 2013 (ENS, 2014a).

CO<sub>2</sub>-udledningerne fra vejtransporten toppede dog i 2007 med ca. 12,6 mio. tons CO<sub>2</sub> og er efterfølgende faldet med ca. 2 mio. tons. Iblanding af biobrændstoffer har nedbragt udledningen med ca. 0,6 mio. tons. Andre vigtige årsager er afmatning i tung transport samt bedre brændstoføkonomi foranlediget af skærpede EU krav. Hertil kommer, at ændringer i det danske afgiftssystem gav større incitament til at købe brændstoffeffektive person- og varebiler.

Selvom den faktiske CO<sub>2</sub>-emission fra vejtransport således er faldet gennem de seneste år, vurderes det at være en udfordring at få transportsektorens CO<sub>2</sub>-emission markant reduceret inden 2030. Det skyldes flere forhold: Efterspørgslen efter transportydelser forventes at stige i de kommende årtier, og der er tekniske grænser for hvor effektiv den traditionelle forbrændingsmotor kan blive; 2G biobrændstoffer baseret på halm, træ etc.

<sup>5</sup> CO<sub>2</sub> fra Udenrigsluftfart indgår ikke i Danmarks reduktionsforpligtelse i den ikke-kvotebelagte sektor

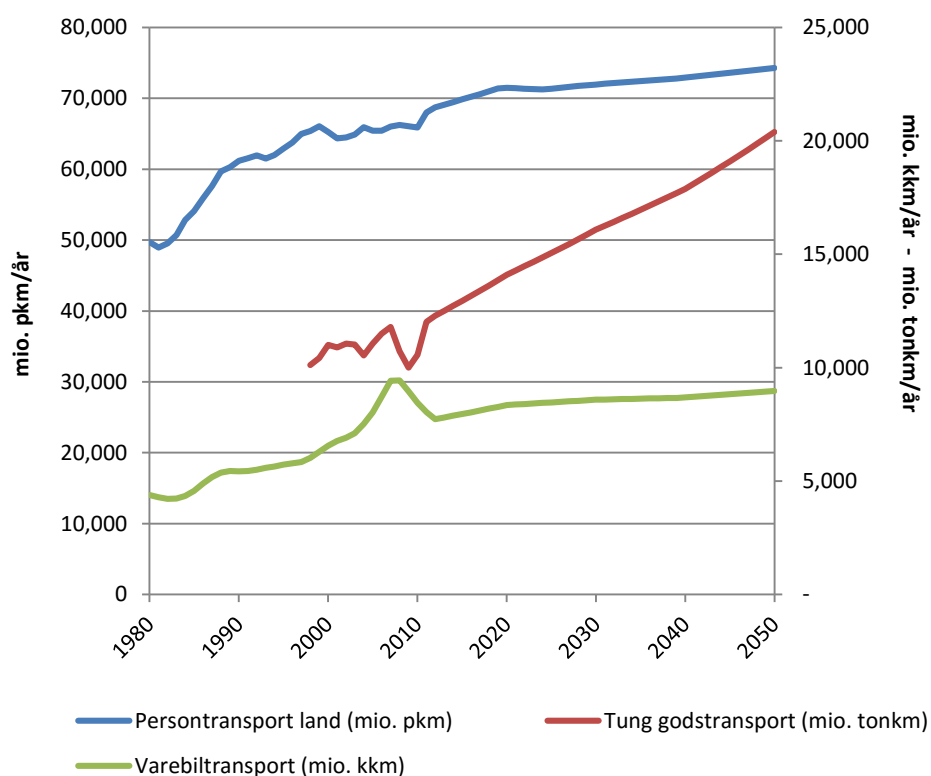
er på vej, men de er fortsat i en tidlig udviklingsfase. Elbiler og plug-in hybrider har vundet betydelige markedsandele i nogle lande, men er stadig væsentligt dyrere i import end de traditionelle biler.

### Trafikefterspørgsel i Landstrafikmodellen

DTU transports *Landstrafikmodel* fra 2014 er udgangspunktet for fremskrivninger af udviklingen i transportarbejde. Fremskrivninger af trafikefterspørgslen er baseret på historiske data kombineret med bl.a. vurderinger af den økonomiske vækst og af befolkningsudviklingen.

BNP-fremskrivningen er her baseret på Finansministeriets konvergensprogram fra 2013. I perioden 2010 til 2020 er den gennemsnitlige årlige vækst i BNP 1,6 % årligt og efter 2020 ca. 1,2 % årlig. Befolkningsfremskrivningen baserer sig på analyser udført af Danmarks Statistik.

I Figur 6 ses den resulterende fremskrivning for hhv. persontransport, godstransport med lastbiler og godstransport med varebiler.



Figur 6: Fremskrevet transportarbejde (Kilde: Ea Energianalyse på baggrund af statistik og fremskrivninger fra Landstrafikmodellen)



## 4.1 Energieffektivitet og VE

Udledning af CO<sub>2</sub> fra vejtransport kan reduceres ved flere forskellige typer af tiltag. Overordnet kan udledningerne reduceres ved:

1. **Skift fra fossile drivmidler til vedvarende energi**
2. **Højere energieffektivitet på køretøjet**
3. Reducere transportarbejde
4. Overflytning af transportarbejde fra privatbiler til bus, tog eller cykel og højere belægningsgrader eller kapacitetsudnyttelse på transportmidlet

Der er i denne analyse valgt at fokusere på punkterne 1. og 2. Vi ser således ikke på mulighederne for at sænke transportarbejdet eller på mulighederne for at overflytte transportarbejdet til andre transporttyper (modalskift).

Skift til VE omfatter følgende muligheder:

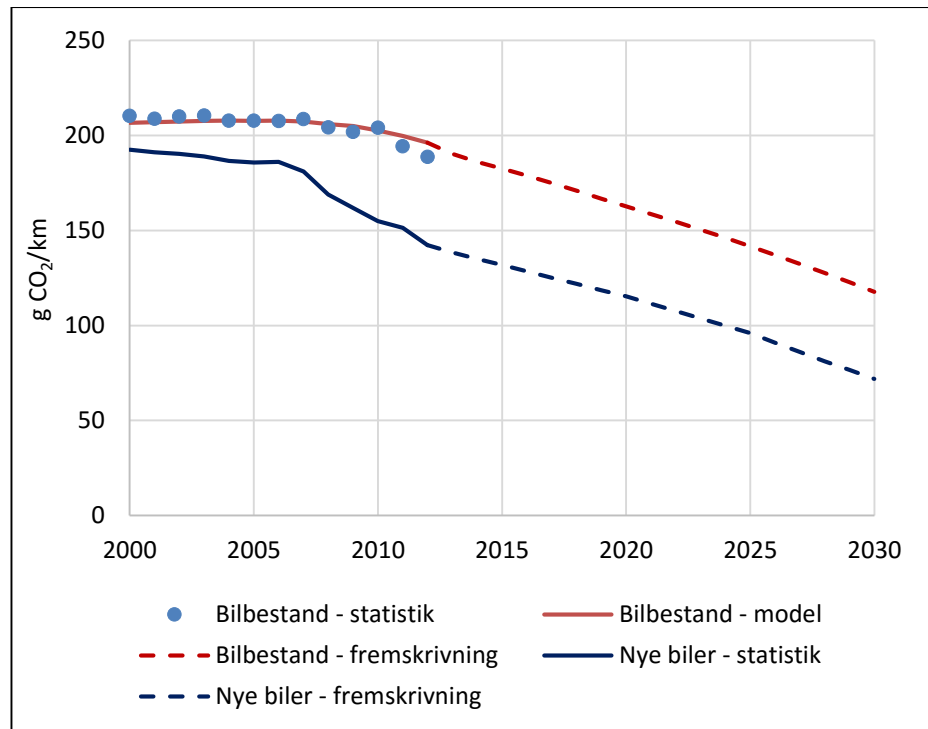
- Elektrificering af person- og varebiler samt busser. (Det forudsættes i beregningerne, at den anvendte elektricitet er produceret på VE).
- Indfasning af gasdrevne køretøjer i den tunge transport. (Det forudsættes i beregningerne, at den anvendte gas er biogas)
- Iblanding af flydende biobrændstoffer i konventionelle drivmidler og på sigt skift til 100% biobrændstoffer. (Det forudsættes bl.a. at alle nye benzinbiler kan køre på E20 fra 2020).

Brint- og brændselsceller er i analysen vurderet med henblik på teknologisk udvikling og økonomi, men indgår ikke eksplicit i de opstillede scenarier, bl.a. fordi der er stor usikkerhed om, hvorvidt disse køretøjer kan blive økonomisk konkurrencedygtige inden 2030.

### Mere energieffektive køretøjer

EU har siden 2007 haft målsætninger for energieffektivitet for personbiler startende med et krav om maks. 130 g CO<sub>2</sub>/km i 2015 og et krav om maks. 95 g CO<sub>2</sub>/km i 2021 for nye personbiler (og 147 g CO<sub>2</sub>/km for varebiler fra 2021). Kravene fra EU har drevet en markant reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen fra nye personbiler.

I Danmark udledte nye biler i 2013 ca. 25% mindre CO<sub>2</sub>/km end i 2007, selv når der tages højde for, at bilproducenternes oplysninger om brændstofsøkonomien afviger mere og mere fra det faktiske forbrug. Den samlede bilbestand har derfor allerede oplevet et mindre fald i den gennemsnitlige udledning af g CO<sub>2</sub>/km.



**Figur 7. Udvikling i energieffektivitet for alle personbiler i 35%-scenariet.** Udviklingen er både vist for nye biler og bestandens gennemsnitlige energieffektivitet. Kurveudsving for nye biler 2015-2020 som følge af modelkalibrering er udjævnet i figuren. Figuren omfatter alle biler. For elbiler er energiforbruget omregnet til CO<sub>2</sub>-udledning ved at anvende den samme CO<sub>2</sub>-faktor som for benzin (73 g/MJ).

Der er ikke fastlagt mål for tung transport på samme måde som for person- og varebiler, men bl.a. DELFT universitetet har for EU kommissionen vurderet, at der kan opnås betydelige omkostningseffektive reduktioner også i tunge køretøjer. EU kommissionen er i færd med at opbygge værktøjer og systemer til måling af nye tunge køretøjers brændstoffektivitet, det såkaldte Vehicle Energy Consumption Calculation Tool – VECTO.

I scenarieberegningerne forudsættes fortsat stigende brændstoffektivitet i både let og tung transport frem mod 2030.

### Biobrændstoffer

De globale biomasseresourcer er betydelige men også begrænsede. Det internationale klimapanel (IPCC) har vurderet at der globalt på længere sigt kan anvendes 100 – 300 Exajoule (EJ) biomasse til energiformål herunder til transport. Til sammenligning er det globale energiforbrug i transportsektoren i dag ca. 100 EJ. Ressource-begrænsninger vil derfor betyde, at biobrændstoffer på længere sigt kun ventes at udgøre en del af løsningen på transportområdet, og derfor skal prioriteres til områder, hvor det er

vanskeligst at finde alternativer, herunder flytrafik samt en del af skibsfarten og den tunge vejtransport.

Flydende biobrændstoffer produceres i dag som hovedregel enten på basis af olieholdige råvarer som raps, solsikker, soja og palmeolie (tilsættes diesel) eller på basis af stivelses- eller sukkerholdige råvarer som korn, majs og sukkerrør (tilsættes benzin). Der er her tale om de såkaldte 1G teknologier, som i nogen grad er i konkurrence med fødevarer. Biobrændstoffer kan imidlertid også produceres på grundlag af restprodukter fra land- og skovbrug samt på basis af organisk affald fra erhverv og husholdninger (2G biobrændstoffer). Nogle 2G teknologier er veludviklede, herunder fx biobrændstoffer produceret på brugt madolie og dyrefedt fra slagterier. Disse ressourcer er dog begrænsede, og en stor del af potentialet udnyttes allerede. Derfor vurderes mulighederne for øget produktion af 2G biobrændstof ikke at være særligt store.

De såkaldt avancerede 2G teknologier er fx produktion af bioethanol på basis af halm og andre planterester eller biodiesel produceret på basis af restprodukter fra skov. Disse teknologier har betydeligt større råstofpotentialer, men de er endnu på et relativt tidligt udviklingsstadium i form af pilot- og demonstrationsprojekter. På nuværende tidspunkt er der en håndfuld større anlæg i Europa (Italien og Finland), USA og Brasilien, men data om produktion og økonomi i disse anlæg har ikke været tilgængeligt for dette projekt.

Ventes Ikke gennembrud for forgasning inden 2030

De avancerede 2G teknologier kan lidt forenklet opdeles i teknologier baseret på biologiske/enzymatiske processer (bioethanol og biogas) og teknologier baseret på termisk forgasningsteknologi (bl.a. Fischer-Tropsch diesel).

De tekniske udfordringer ved forgasningsteknologierne har vist sig at være betydelige, når biomasse er råvaren. Et egentligt kommercielt gennembrud kræver derfor en målrettet og langsigtet udviklingsindsats som bedst løftes i internationalt samarbejde. Det synes særdeles usikkert, om der kan opnås en betydelig kommerciel produktion inden 2030.

2G bioethanol på vej

Der har i de senere år været en markant indsats for at udvikle 2G bioethanolanlæg, og der er planer om et fuldskaalanlæg i Danmark, hvor halm anvendes som råvare, og restprodukterne anvendes til biogas og kraftvarme. Gennem integration med biogasprocessen og med kraftvarme ventes væsentligt højere samlet energioutput fra halmen sammenlignet med et anlæg som eksempelvis udelukkende producerer bioethanol.

**Fordele** Fordelene ved anvendelse af biobrændstoffer er især, at der kan fortrænges fossile brændsler med umiddelbar effekt i hele bilparken, fordi biobrændstofferne kan blandes i benzin og diesel. Det betyder også, at man undgår væsentlige merinvesteringer i ny infrastruktur til distribution.

**Ulemper** Det er en udfordring, at bæredygtige biomasseressourcer er begrænsede samt at en række af 2G teknologierne stadig er underudviklede.

### **Grøn gas**

Biogasteknologien er en velkendt og veludviklet teknologi i Danmark og internationalt. I Danmark baseres biogasproduktionen i høj grad på restprodukter fra landbruget og fra fødevareindustrien og er dermed hovedsagelig en 2G teknologi. Produktion af biogas forventes at vokse betydelige de kommende år, på grund af forbedrede støtteordninger. Størstedelen af produktionen ventes at blive rensset, opgraderet og tilført til naturgasnettet. Hertil kommer muligheden for at øge gasproduktionen ved brinttilsætning (metanisering), men på grund af omkostningerne til produktion af brint er det stadig usikkert i hvilket omfang metanisering vil blive udbredt.

Andre grønne gasser kan være såkaldt SNG (Synthetic Natural Gas), baseret på termisk forgasning af biomasse, men som nævnt vurderes forgasningsteknologien ikke at få et egentligt kommercielt gennembrud inden 2030.

**Fordele** Biogasteknologien er veludviklet i Danmark og består hovedsagelig af 2G biogas. Derudover har Danmark en veludviklet gasinfrastruktur, der billiggør distributionsopgaven til transport. Endelig er selve gaskøretøjet en kendt og veludviklet teknologi.

**Ulemper** Det er en udfordring, at der skal opbygges ny tankinfrastruktur. Endvidere vil der være barrierer ved markedsintroduktion af ny køretøjsteknologi.

### **Elektrificering af bilparken**

Elteknologi omfatter i denne rapport både rene batteridrevne køretøjer og plug-in hybrider herunder plug-in hybrider med "range extender", hvor batteriet oplades i bilen. Begge køretøjstyper anvender en elmotor til at drive hjulene, og også plug-in hybriden forventes i praksis langt overvejende (ca. 80%) at køre på el.

Plug-in hybrid skal ikke forveksles med den klassiske hybridbil, der er en konventionel bil med forbrændingsmotor samt batteri og elmotor, der bidrager til at øge virkningsgraden.

Med udbygningen af vedvarende energi i elsektoren kan el til transport i fremtiden være baseret på vedvarende energi.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Teknologisk udvikling | I perioden 2011-2013 er batteriprisen, ifølge opgørelser udarbejdet af bl.a. US Department of Energy (DOE) næsten halveret og samtidig er batterikapaciteten per kg. steget med ca. 50%. Denne udvikling forventes at fortsætte, understøttet af bl.a. DOE som i 2012 formulerede en målsætning om, at batteriprisen skal reduceres til 1/4, og at vægt og størrelse skal halveres i 2022 (DOE, 2015). Den seneste opdatering fra 2014 viser, at prisudviklingen indtil videre følger udviklingsmålene. |
| Salg af elbiler       | Elbiler er i Danmark afgiftsfritaget frem til udgangen af 2015. Det har betydet, at der i perioden 2011-2014 er blevet solgt ca. 3000 elbiler (Dansk Elbil Alliance, 2015), og elbiler udgjorde i 2014 ca. 0,8% af nybilssalget. Internationalt er salget af elbiler stigende, men stigningerne ses typisk i lande, hvor elbilerne støttes gennem særlige rammevilkår.  |
| Fordele               | Energitabet i en elbil er mindre end i en konventionel bil, fordi virkningsgraden af en elmotor er meget høj (ca. 85-95%). Herved bliver omkostninger til drivmiddel lavere. Indfasning af VE går hurtigt i elsektoren, hvor Danmark er godt på vej til at overskride 50% VE i elproduktionen. Elbiler vil kunne bidrage til bedre integration af vindkraft i elsystemet, såfremt opladning om natten og fleksible opladningsmønstre vinder indpas.   |
| Ulemper               | Ligesom for gaskøretøjer kræver elbiler opbygning af ny infrastruktur. Elbilen koster endvidere mere i indkøb end konventionelle biler pga. omkostningen til batteri. Elbilen har en begrænset rækkevidde sammenlignet med andre køretøjer og en lang ladetid selv ved lynopladning. For de længere ture og ved et stort dagligt kørselsmønster, der kræver flere opladninger, er elbilen derfor umiddelbart mindre attraktiv <sup>6</sup> .  |

## 4.2 Analysemetode

I dette arbejde er der opstillet og vurderet fem forskellige scenarier for vejtransportens udvikling frem mod 2030.

---

<sup>6</sup> Der findes dog også rene batteri-elbiler med længere rækkevidde, men disse biler er væsentligt dyrere på grund af det større batteri.

Scenarieanalyserne omfatter et 35% scenarie, der viser vejen til 35% CO<sub>2</sub> reduktion i 2030, samt tre teknologiscenarier der hver for sig leverer 40% CO<sub>2</sub> reduktion i 2030. Hertil kommer et referencescenarie. Ved at kombinere 35% scenariet med bidrag fra et eller flere teknologiscenarier kan vejtransportens CO<sub>2</sub> reduktion i 2030 ligge i området 35% til 40%.

#### 35% scenariet

35% scenariet er opbygget ved anvendelse af tre kriterier:

- I. Der skal nås 35% CO<sub>2</sub> reduktion fra vejtransport i 2030 sammenlignet med 2005
- II. Der skal indgå en teknologispredning der bærer videre frem mod 2050, hvilket forudsættes at omfatte elkøretøjer. Endvidere skal scenariet være robust over for teknologiuudvikling og eventuelt ændrede prioriteringer undervejs.
- III. De samfundsøkonomiske omkostninger skal minimeres - under forudsætning om, at I og II er opfyldt.

#### Tre teknologiscenarier

Teknologiscenarierne går videre end 35% scenariet inden for hvert sit teknologifelt: Øget elektrificering, øget anvendelse af flydende biobrændsler eller øget omlægning til gas (biogas). Hvert af teknologiscenarie bygger videre på 35% scenariet, så der nås en reduktion på 40% i vejtransporten.

#### Reference

I referencen omlægges ikke til gas, salget af elbiler stagnerer og iblanding af biobrændsler antages at opfylde 2020 målsætningen om 10% VE til transport, men øges ikke yderligere.

#### Økonomi

De samfundsøkonomiske omkostninger er fundet ved for hvert scenarie at beregne vejtransportens samlede omkostninger. De samlede omkostninger består her af fire hovedelementer: Indkøb af køretøjer, drift og vedligehold af køretøjer, indkøb af drivmidler samt emissioner og andre eksternaliteter. Andre eksternaliteter indeholder bl.a. omkostninger til trængsel, lokal forurening, opretholdelse af vejnettet m.m.

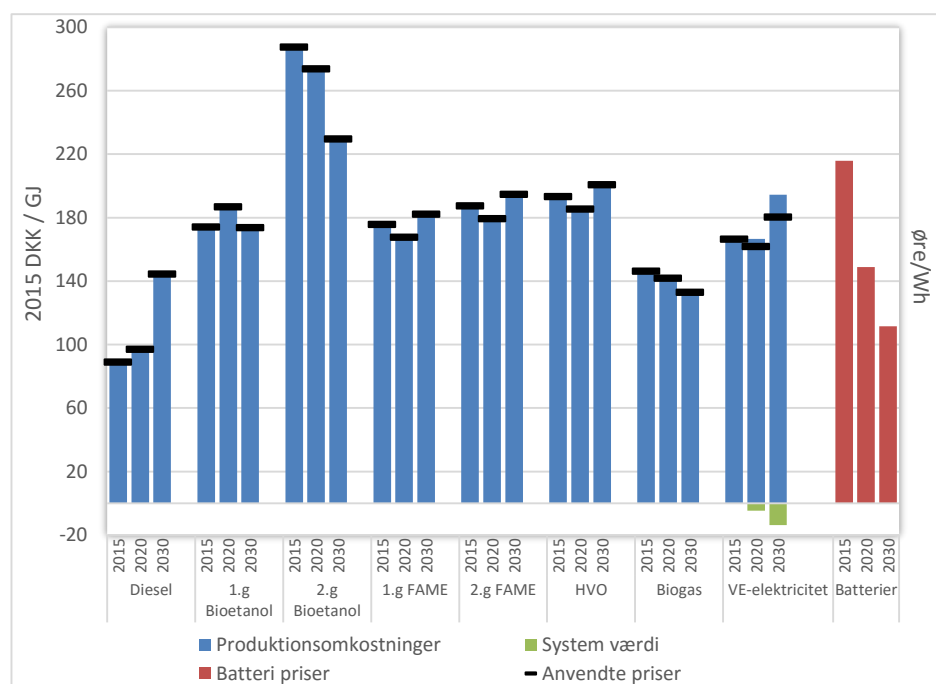
Priser på disse elementer opgøres i såkaldte faktorpriser (importpriser), og skal dermed ikke forveksles med forbrugerens indkøbspris, der i høj grad styres af skatter og afgifter.

Ud over fremskrivning af brændselspriser og emissioner, er der for hvert køretøjssegment (personbiler, varebiler, lastbiler og busser) udarbejdet fremskrivninger af tekniske data som vægt, motorvirkningsgrader, kørselsmønstre, D&V omkostninger m.v. for forskellige drivmiddelspor.

### 4.3 Forudsætninger

#### Samfundsøkonomiske brændselspriser

Fremskrivning af de fossile brændselspriser er baseret på samme metode som anvendes ved Energistyrelsens samfundsøkonomiske brændselsprisforudsætninger<sup>7</sup>, men med anvendelse af seneste prisdokumentation fra IEAs *World Energy Outlook* (IEA, 2014).



**Figur 8: Samfundsøkonomiske priser på brændsler samt elbilbatterier.** Omkostningen er vist ex. raffinaderi / fabrik eller import for scenarierne (2015 DKK/GJ). Elbilernes elpris er fratrukket en systemværdi der stiger til 5 øre/kWh i 2030. Batteripriser vises på højre akse.

Produktionsomkostninger for de forskellige flydende biobrændstoffer er egne beregninger baseret på litteraturgennemgang. Beregninger for brændstofproduktion, distribution og infrastrukturomkostninger er beskrevet i et særskilt notat (Ea Energianalyse, 2015a). Et vigtigt input til biobrændstofpriserne er fremskrivning af råmaterialepriser (halm, hvede og raps). For halm tages udgangspunkt i Energistyrelsens seneste prisdokumentation. For hvede og raps er der set på forwardpriser samt fremskrivninger fra FAO.

Det er endvidere en beregningsforudsætning, at der for de grønne brændstoffer (biodiesel, bioethanol og biogas) altid vil være vilje til at betale

<sup>7</sup> Biogaspris er dog baseret på rapporten *Biogas i Danmark – status, barrierer og perspektiver med tillæg for positive sideeffekter* beregnet af Institut for Fødevarer og ressourceøkonomi (ENS, 2014b). Der er anslået et 10 % prisfald fra 2015 til 2030.

en merpris sammenlignet med fossile brændsler. Derfor vil importprisen til Danmark (eller den alternative eksportpris) altid være højere end de fossile brændsler, uanset selve produktionsomkostningen<sup>8</sup>. Merprisen er særdeles vanskelig at vurdere, og er i denne rapport valgt med udgangspunkt i betalingsviljen for VE i øvrigt (I Danmark ca. 15 øre/kWh for el, eller 40-60 kr. per GJ for varme). Merprisen er på den baggrund valgt til godt 40 kr/GJ for 2G biobrændstoffer og det halve for 1G biobrændstoffer (Denne merpris har dog vist sig kun at have betydning for resultaterne i følsomhedsberegninger med høj oliepris).

Elprisen er overslagsmæssigt beregnet som omkostningerne ved ny VE elforsyning inklusiv systemomkostninger. I 2015 antages det, at prisen for VE elektricitet er baseret på 50% landvind og 50% offshore vind, hvilket giver en gennemsnitlig produktions- og systemomkostning på ca. 600 kr/MWh. I 2030 forudsættes det, at prisen skal fastsættes af en kombination af 60% offshore vind og 40% solenergi, hvilket resulterer i en pris på omkring 650 kr/MWh.

### **Infrastruktur og distribution**

I tillæg til ovenstående engrospriser er der anvendt og beregnet omkostninger til distribution, tankning m.v.

For køretøjer, der anvender flydende brændsler, er der taget udgangspunkt i Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, hvor omkostningerne til distribution og tankning for henholdsvis diesel og benzin udgør henholdsvis 28,7 og 34,8 kr. per GJ.

For el- og gaskøretøjer er der for hver køretøjstype estimeret omkostninger til ladestationer/tankstationer, og der er i indfasningsperioden for hver køretøjstype taget stilling til udnyttelsesgraden af infrastrukturen. Derfor bliver de endelige elomkostninger/gasomkostninger markant højere i de første år sammenlignet med senere i perioden, når infrastrukturen udnyttes bedre. For infrastrukturen er afskrivning af eksisterende net vurderet som "sunk cost"<sup>9</sup> og derfor udeladt. For elnettet er omkostningerne herved eventuelt undervurderet en smule mod slutningen af perioden, hvor antallet af elbiler kan bidrage til behov for lokale forstærkninger. Dette er usikkert og vurderes kun at have mindre betydning for resultaterne.

---

<sup>8</sup> Såfremt biobrændstoffer foretrækkes frem for fossile brændsler, vil biobrændstofferne kunne sælges dyrere end fossile olieprodukter uanset produktionsomkostninger. Samtidig fortrænges den dyreste olieproduktion, og dermed påvirkes olieprisen nedad.

<sup>9</sup> Sunk cost er i denne sammenhæng omkostninger der ikke ændres selvom forbruget ændres i den periode der analyseres. Også en lille del af omkostningerne til flydende brændsler (depotomkostninger) indgår som sunk cost.



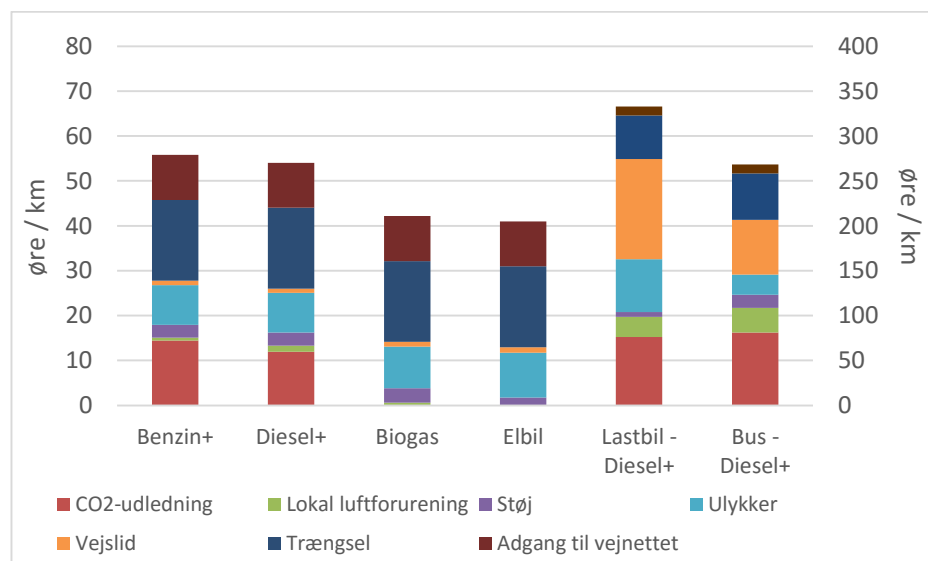
Konsekvensen af infrastrukturomkostningerne ses bl.a. af Figur 10, hvor infrastrukturomkostningerne indgår i posten "distribution". Her ses det, at gasdistribution i starten af perioden er markant dyrere end distribution af benzin og diesel. Frem mod 2030, efterhånden som gastankstationsnettet er udbygget, bliver omkostningerne faktisk billigere end for flydende brændsler.

### Eksternaliteter

Eksternaliteter omhandler afledte effekter på miljø og mennesker, som ikke umiddelbart er værdisat i markedet. Transport på vejnettet giver anledning til en række eksternaliteter, som skal prissættes for at få et korrekt billede af de samlede omkostninger.

De vigtigste eksternaliteter vedrører trængsel, ulykker, CO<sub>2</sub>, støj, luftforureningen og slitage. Omkostningen ved de vigtigste eksternaliteter som ulykker og trængsel afhænger i høj grad af, hvor og hvornår bilerne kører. Generelt er omkostningerne højere ved bykørsel og ved kørsel i myldretid end kørsel i landområder.

Der er desuden væsentlig usikkerhed knyttet til kvantificering af eksternaliteter. De er metodisk vanskelige at opgøre og afhænger af kontroversielle faktorer, som for eksempel værdien af et liv. De eksternaliteter som er anvendt i denne analyse bygger primært på beregninger fra Det Økonomiske Råd (DØRS, 2013), samt egne vurderinger af bilernes andel af vedligeholdelsesomkostninger for vejnettet.



**Figur 9: Beregnede eksternalitetsomkostninger for udvalgte køretøjer.** Beregnet ved en CO<sub>2</sub>-omkostning på 1000 kr/ton. Benzin+ og Diesel+ er med dagens iblanding af biobrændstoffer. BEMÆRK: Lastbiler og busser vises på højre y-akse.

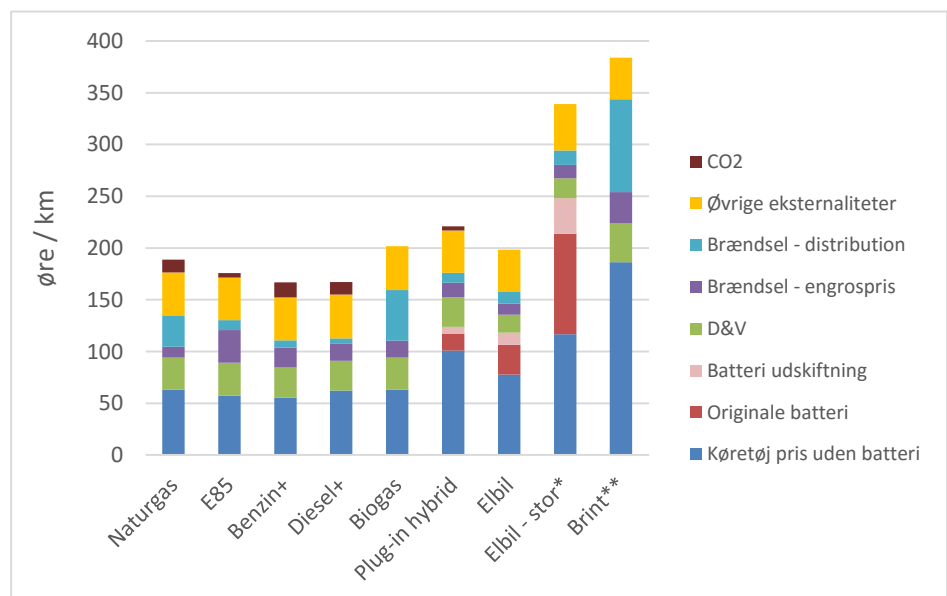
Der er i den senere tid (efterår 2015) sat spørgsmålstejn ved i hvilket omfang dieselskøretøjer lever op til gældende normer, især vedrørende NO<sub>x</sub> emissioner. Dette bekræftes af nyere analyser fra bl.a. ICCT og ADAC. Såfremt dette er en vedvarende udfordring, kan eksternaliteter fra diesel personbiler i denne rapport være undervurderet med 1-1,5 øre/km.

### Samlede kørselsomkostninger for personbiler

Til brug for scenarieberegningerne er der for hver køretøjstype beregnet omkostninger per kørt kilometer. Disse beregninger anvendes dels til den iterative opbygning af scenarierne, og dels til efterberegning af de samlede årlige transportomkostninger i det enkelte scenarie. På grund af udviklingen i bilteknologier, brændselspriser og udnyttelsesgraden af infrastrukturen kan omkostningerne per kørt kilometer udvikle sig meget forskelligt for de forskellige biltyper. En mere omfattende beskrivelse af alle køretøjstypers energiforbrug og omkostninger beregninger er beskrevet i (Ea Energianalyse, 2015b), mens eksternaliteter er beskrevet i (Ea Energianalyse, 2015c).

#### Samlede omkostninger

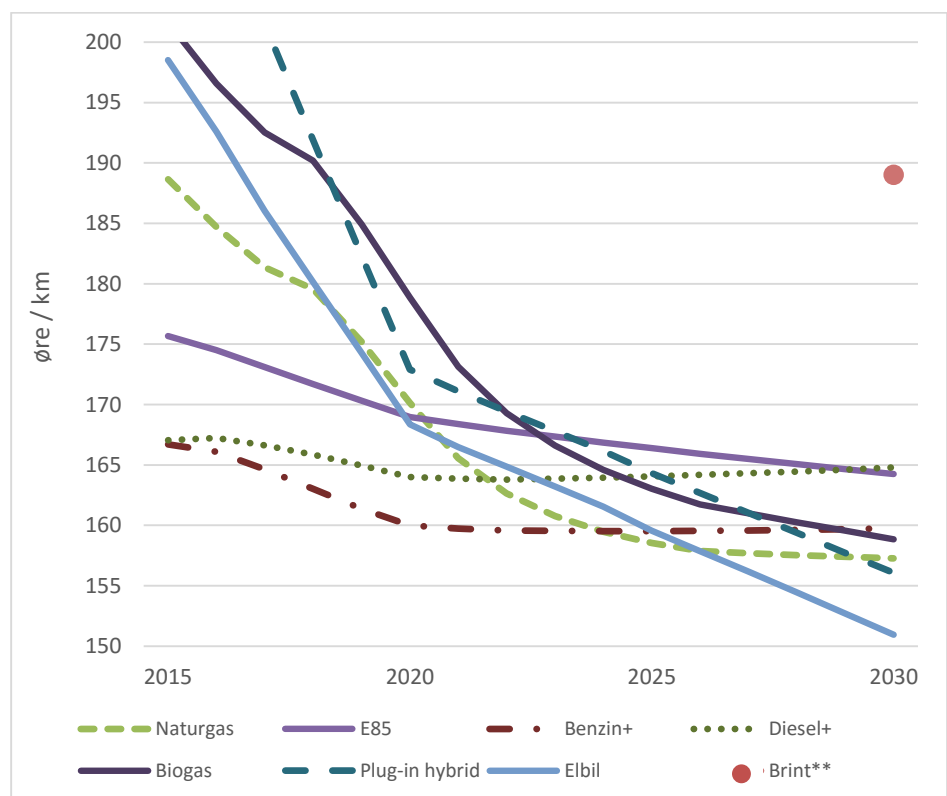
I nedenstående figur sammenlignes økonomien for forskellige personkøretøjer i udgangsåret 2015. Alle køretøjer er i figuren normeret til en standardbilstørrelse (dog ikke den store elbil) og til en årlig kørsel på 18.000 km. Der regnes med en levetid på 15 år, og en diskonteringsrate på 4%.



**Figur 10: Samlede kørselsomkostninger for personbiler 2015.** Beregningen er baseret på 18.000 km/år. Benzin+ og Diesel+ er med iblanding af biobrændstoffer. \*Elbil – stor anvendes ikke i scenarierne, men medtages for at præsentere en elbil med en rækkevidde der er sammenlignelig med de øvrige køretøjer. Det er en meget større bil (i.e. Tesla S) end de andre, der alle svarer nogenlunde til en VW Golf. \*\* I modsætning til de andre køretøjer er brintbilen endnu ikke solgt i betydelige mængder, og derfor er der kun få offentligt tilgængelige priser.

Det ses bl.a. af figuren, at brintteknologier (og den store elbil) er væsentligt dyrere end de øvrige teknologier. Endvidere ses det, at omkostningerne til gasdistribution i 2015 vægter noget mere end omkostningerne til distribution af flydende brændsler og elektricitet. Elbiler og biogasbiler har lidt lavere eksternalitetsomkostninger, hvilket skyldes, at disse køretøjer beregningsmæssigt er CO<sub>2</sub>-neutrale.

Fremskrivning af omkostningsudviklingen frem mod 2030 ses i Figur 11. Bemærk at y-aksen ikke starter ved nul.



**Figur 11: Udviklingen i kørselsomkostninger for personbiler 2015-2030.** De samlede samfundsøkonomiske kørselsomkostninger er baseret på 18.000 km/år. BEMÆRK: Y-aksen starter ved 150 øre/km. \*\* I modsætning til de andre køretøjer, er brintbiler kun solgt i få eksemplarer. Derfor er fremskrivningen mere usikker. Her vises kun slutpunktet i 2030.

Det ses, at elbiler og gasbiler (brint vises kun for 2030) samfundsøkonomisk er væsentligt dyrere per kørt kilometer i starten af perioden. Ifølge fremskrivningen bliver elbilen dog samfundsøkonomisk billigst inden 2030, hvilket især skyldes forudsætningerne om billiggørelse af batteriteknologien.

Det ses, at naturgas bliver samfundsøkonomisk billigst før 2025, og at elbilen bliver billigere end benzinen kort efter 2025. At benzin- og dieselomkostningerne ikke falder skyldes primært forudsætningen om

stigende oliepriser. Dette modsvarer, især for benzinbilen, af forbedringer i brændstoføkonomien.

Det hurtige fald i omkostningerne for de gasdrevne biler er især båret af forudsætningen om væsentlig bedre udnyttelse af tank-infrastrukturen over tid.

## 5 Scenarier for grøn omstilling

Scenarieanalyserne omfatter et 35% scenarie, der viser vejen til 35% CO<sub>2</sub> reduktion i 2030 sammenlignet med 2005, samt tre teknologiscenarier der, når de lægges oven i 35% scenariet, hver leverer 40% CO<sub>2</sub> reduktion i 2030. Hertil kommer et referencescenarie.

Der er anvendt regnearksmodellen PETRA, som fremskriver energiforbrug, CO<sub>2</sub>-udledningerne fra vejtransporten samt totale omkostninger. Den overordnede metode er illustreret i figur 12.



Figur 12: Overordnet metode anvendt i modellen, PETRA

Modellen inkluderer personbiler, varebiler, lastbiler, busser og motorcykler. PETRA modellen og scenarieforudsætninger er beskrevet nærmere i en separat notat (Ea Energianalyse, 2015d).

### Hovedforudsætninger

- Levetiden for biler følger en levetidskurve, som beskriver, hvor stor en procent af en bilårgang der 'er i live' efter X antal år. Fx er ca. 97% af en personbilsårgang i live efter 5 år og ca. 50% af en bilårgang stadig i live efter 16 år.
- Der indlægges en aldersafhængig kørselsfaktor, som tager højde for, at ældre biler kører mindre pr år. Efter 5 år kører en bil 95% af, hvad den gør fra ny, og efter 16 år er det reduceret til 68%
- Der er indlagt en effektivitetsfaktor, der tager højde for at køretøjernes energiforbrug pr. kørt km stiger med køretøjets alder.
- Trafikefterspørgslen følger fremskrivninger med Landstrafikmodellen, hvor der tages højde for infrastrukturudbygninger.
- Det antages, at en ny dieselbil i 2015 kører ca. 20.000 km/år og en ny benzinbil kører ca. 16.000 km/år. Nye bilers kørte km antages at aftage frem til 2030 til ca. 18.000 km/år og 15.000 km/år for hhv. en diesel- og en benzinbil.

### 5.1 35%-Scenariet

De anvendte hovedforudsætninger i 35%-scenariet ses i tabel 3. For biobrændstoffers vedkommende gælder, at der forventes en øget anvendelse af 2G teknologier, idet det forudsættes, at 1G maksimalt kan udgøre 7% af brændstofmængden.

## S-kurver

Indfasning af nye bilteknologier som f.eks. elbiler og gasbiler, forudsættes at ske jævnt efter såkaldte S-kurver (logistisk vækst). Det betyder her, at der i starten af perioden er en bestemt vækstrate i det årlige salg af nye biler af en bestemt teknologi, hvorefter vækstraten over tid klinger af mod et mætningspunkt. De aktuelle vækstrater er fundet ved iterative scenarieberegninger, der er justeret for at nå de opsatte målsætninger i 2030.

For elbilernes vedkommende er resultatet fra de iterative beregninger en vækstrate på 30% årligt (salget af nye elbiler øges med 30% per år). Antallet af elbiler (og gasbiler) stiger altså på trods af, at benzinbiler og dieslbiler viser bedst samfundsøkonomi i starten af perioden.

Da elbiler stadig har meget lille udbredelse, samt har begrænset rækkevidde, må der påregnes en vis tilbageholdenhed i store købersegmenter selv ved sammenlignelig brugerøkonomi. Det er vanskeligt at forudsige, hvordan forskellige købersegmenter vil prioritere mellem batteri-elbiler og plug-in hybrider, men i scenarieberegningerne er fordelingen mellem de to elbils-teknologier delt ligeligt.

Med udgangspunkt i en vækst på 30% og et mætningspunkt i 2050 viser scenariet, at 12% af personbilsbestanden i 2030 er elbiler eller plug-in hybrider, hvilket stiger til knap 80% i 2050. På samme måde som for elbiler, er der anvendt S-kurver for gasbiler.

I nedenstående tabel vises fordelingen af nybilssalg på forskellige teknologier i de enkelte transportsegmenter.

| Nybilssalg (2030) | Personbiler | Lastbiler | Varebiler | Rutebusser (ca 70%) | Turistbusser (ca 30%) |
|-------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| Elbil – batteri   | 17%         |           | 10%       | 55%                 |                       |
| Elbil - Plugin    | 17%         |           | 10%       |                     |                       |
| Flexi-fuel        | 0%          | 0%        | 0%        | 0%                  | 0%                    |
| Gas (Biogas)      | 2%          | 15%       | 5%        | 25%                 | 15%                   |
| Dieselmotor       | 27%         | 85%       | 62%       | 20%                 | 85%                   |
| Benzinmotor       | 37%         |           | 13%       |                     |                       |

**Tabel 3: Fordelingen af nybilssalget i 2030 i 35%-scenariet**

Varebiler forventes i mindre grad at omstilles til el på kort sigt, fordi udfordringer med rækkevidden vurderes at have større betydning her. I 35%-scenariet er 20% af nye solgte varebiler i 2030 eldrevne og kan fx dække city logistik, kortere rutekørsel mm.

Rutebusser vurderes i højere grad end anden tung transport at være velegnede til at overgå til el- (og gasdrift). Der kører allerede i dag et antal elbusser i de større byer, som har selvstændige miljø- og klimamål. Udviklingen forventes i 35%-scenariet at fortsætte, således at 55% af alle nye rutebusser vil være elbusser i 2030.

#### Gas (Biogas)

Gas er i scenariet regnet som biogas. For den tunge transport vil omstilling fra diesel til gas være afgørende, fordi potentialet for 2G biodiesel frem mod 2030 er stærkt begrænset. I 35%-scenariet indregnes 15% gas for lastbiler, varebiler og turistbusser. Udviklingen forventes at fortsætte frem til 2050 i takt med, at infrastrukturen til kørsel med gas udbygges og merprisen for køretøjer bliver lavere.

#### Iblanding af biobrændstoffer

I 35%-scenariet er det antaget, at Danmark fortsat vil have iblanding af biobrændstoffer i både for diesel og benzin. Der indregnes inden 2030 ikke udvikling af nye nationale standarder, der afviger fra EU-standarderne. Det forudsættes imidlertid, at EU inden 2020 udvikler en E20 standard, som anvendes i Danmark. Forudsætningerne for 35%-scenariet er vist i tabel 4.

| Drivmiddel 2030<br>Energipct.               | Iblanding                                    | Personbiler  | Lastbiler                                 | Varebiler  | Busser                                    | Gennemsnits %* |
|---|--|--|---|--|---|----------------|
| <b>Biodiesel/<br/>Drop-in<br/>syndiesel</b> | B7/B30<br>(FAME)                             | B7   | 90% anvender<br>B7 og 10%<br>anvender B30 | B7   | 90% anvender<br>B7 og 10%<br>anvender B30 | <b>10,1%</b>   |
|   | Diesel drop-<br>ins (HVO, F-<br>T Syndiesel) | 3,1%   | 3,1%                                      | 3,1%   | 3,1%                                      |                |
| <b>Ethanol</b>                              | E20/E10                                      | Fra 2020 kan alle nye benzindrevne personbiler køre på E20. I 2030 kører alle biler fra 2020 og frem på E20 svarende til 60% af bilparken. Øvrige kører på E10 |   | Fra 2020 kan alle nye benzindrevne personbiler køre på E20. I 2030 kører alle biler fra 2020 og frem på E20 svarende til 72% af bilparken. Øvrige kører på E10 |   | <b>10,6%</b>   |
| <b>Biogas</b>                               | Biogas                                       | 100% (energi)  | 100% (energi)                             | 100% (energi)  | 100% (energi)                             | 100%           |

**Tabel 4: Iblanding af biobrændstoffer i 35%-scenariet i 2030.** \*Gennemsnitsprocenten angiver iblandingen på energibasis.

35%-scenariets forudsætninger for iblanding af biobrændstoffer lægger sig op af E4TECH's roadmap *A harmonised Auto-Fuel biofuel roadmap for the EU to 2030* fra 2013 (E4tech, 2013).

## Biodiesel/Syndiesel

For diesel findes der som nævnt to typer iblandinger. Den ene følger EU-standarderne B7 og B30, hvor der iblandes FAME. B7 og B30 er blandinger af diesel og FAME, hvor der maksimalt er hhv. 7 vol% og 30 vol% FAME. For en del biltyper er der begrænsninger for, hvor meget FAME, der kan iblandes uden, at det kan skade komponenter i motoren. Den anden type af iblanding til diesel er drop-in fuels, som er HVO eller Fischer Tropsch produceret syndiesel, hvor der ikke eksisterer en 'blend wall', fordi produktet minder mere om ren diesel. I 35%-scenariet skelnes der for diesel derfor mellem FAME, som iblandes efter gældende EU-standarder og drop-in fuels, som iblandes på baggrund af en dansk politisk beslutning eller et krav fra EU.

Størstedelen af iblandingerne på diesel-siden vil være 1G i 35%-scenariet. Det skyldes en begrænsning på de samlede 2G ressourcer til diesel. Det samlede potentiale for affaldsolier, fedtstoffer og tallolie i Europa er vurderet til at udgøre ca. 150 PJ svarende til ca. 2% af dieselforbruget i EU i 2012 (E4tech, 2013), (Eurostat, 2014). 2G ressourcen kan enten bruges til at lave FAME eller HVO. Beregningsmæssigt er det her antaget, at 2G ressourcen bruges til at producere FAME, hvor Danmark ikke får en større andel af 2G ressourcerne end EU-gennemsnittet på 2%, og at alle drop-ins derfor er 1G HVO.

I dag kører alle dieseldrevne køretøjer på B7. I 2030 vil det for personbiler og varebiler fortsat være B7, der anvendes som standard. Dertil vil der tilføjes 3,1% (energiprocent) diesel drop-in fuels, her beregnet som HVO.

Størstedelen af lastbilflåden kan i dag køre på B30, men nye lastbiler der opfylder Euro VI<sup>10</sup> normen for tung transport er ikke kompatibel med B30. Nye lastbiler, der opfylder Euro VI normen kan komme til at køre på B30, men det kan potentielt øge køretøjsomkostningen og forringe brændstofsøkonomien for lastbiler, fordi det vil kræve ekstra udstyr. Der er usikkerhed om, hvorvidt der i fremtiden vil blive stillet krav om, at lastbiler skal kunne køre på B30. Derfor er der her regnet med at 10% af alle lastbiler kører på B30, mens de resterende 90% kører på B7.

---

<sup>10</sup> Euro VI normen sætter standarden for luftkvaliteten af udstødningsgassen ved at specificke grænseværdier for CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler



**Bioethanol**

I dag kører alle benzindrevne køretøjer på E5. Ved opfyldelse af EU's 2020 målsætning om 10% VE i transportsektoren forventes det, at denne primært opfyldes ved, at alle nye biler fra 2020 kører på E10. I 2030 antages det, at alle biler købt fra 2020 og frem kører på E20 svarende til 60% af benzinbilerne i 2030. I E4TECH's analyse antages det, at der sættes et krav om, at alle nye biler fra 2018 skal kunne køre på E20. E20-standarden er imidlertid ikke færdigudviklet i EU-regi, og standarder tager typisk ca. 3 år at udvikle (E4tech, 2013). I 35%-scenariet er der derfor regnet på, at alle nye benzindrevne person- og varebiler er kompatible med E20 fra 2020. Øvrige personbiler i 2030 vil køre på E10. Den gennemsnitlige iblandingsprocent af ethanol til benzin vil på den baggrund være 10,6% målt på energibasis.

**Biogas**

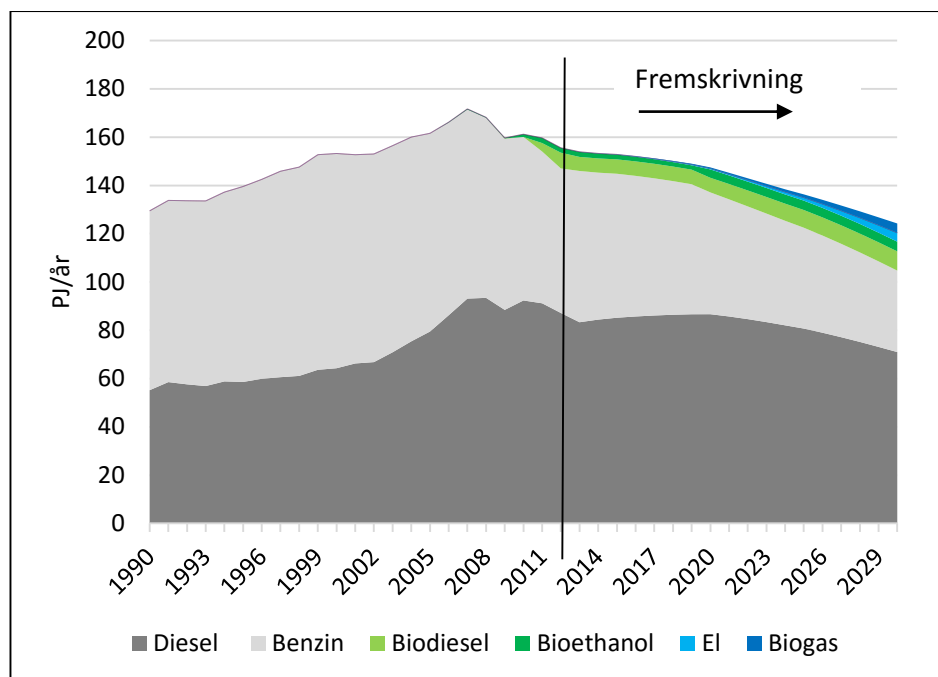
Det forudsættes i beregningerne, at gas til transport er biogas. Fremskrivninger viser, at der i det danske gasnet vil være en blanding af naturgas og væsentlige mængder opgraderet biogas i 2030. Med en velfungerende certifikatorordning kan det sikres, at gas til transport er certificeret som biogas. Hertil kommer, at biogas som hovedregel kan regnes som 2G brændsel, og derved bidrage til Danmarks opfyldelse af 2020 målsætningen.

**Energiforbrug**

**Resultater af 35%-scenariet**

I 35%-scenariet fortsætter energiforbruget til vejtransport med at falde. Fra 2012-2030 falder energiforbruget således fra 156 PJ i 2012 til 124 PJ i 2030 (20%). Faldet sker på trods af et stigende transportbehov, og det skyldes derfor primært bedre brændstoføkonomi. Den forbedrede brændstoføkonomi kommer dels fra udskiftningen af bilparken dels fra en fortsat stigende energieffektivitet for nye biler. Dertil kommer, at elbiler i sig selv bidrager til en øget energieffektivitet, fordi energiudnyttelsen i en elmotor er højere end i en forbrændingsmotor.

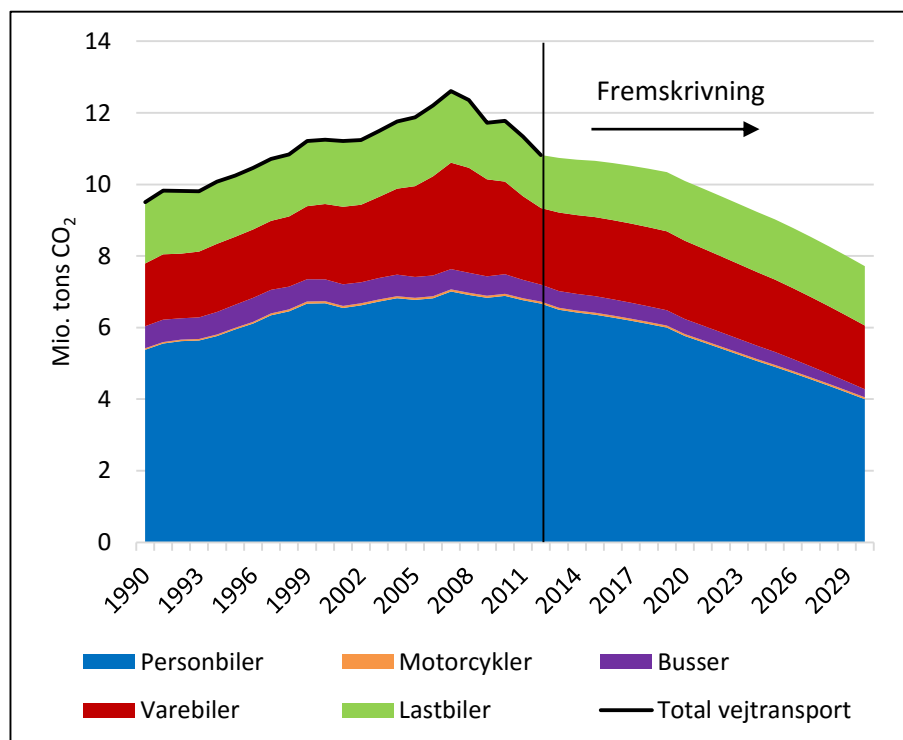
I 2030 er andelen af vedvarende energi 15,7%, når al biobrændstof og el regnes som VE (uden dobbelttælling). Størstedelen af den vedvarende energi kommer fortsat fra flydende biobrændstoffer (8 PJ), mens en mindre del er el (3,7 PJ) og biogas (3,8 PJ). Benzinforbruget falder mere end diesel-forbruget i perioden, fordi person- og varebilerne, som i dag anvender benzin omstilles til el, og kun en mindre del af lastbilerne, som anvender diesel omstilles til gas. Iblandingsprocenten (energi) for bioethanol er ydermere højere end for biodiesel i 2030.



Figur 13: Energiforbruget fra vejtransport 1990-2030 i 35%-scenariet.

#### CO<sub>2</sub>-udledning

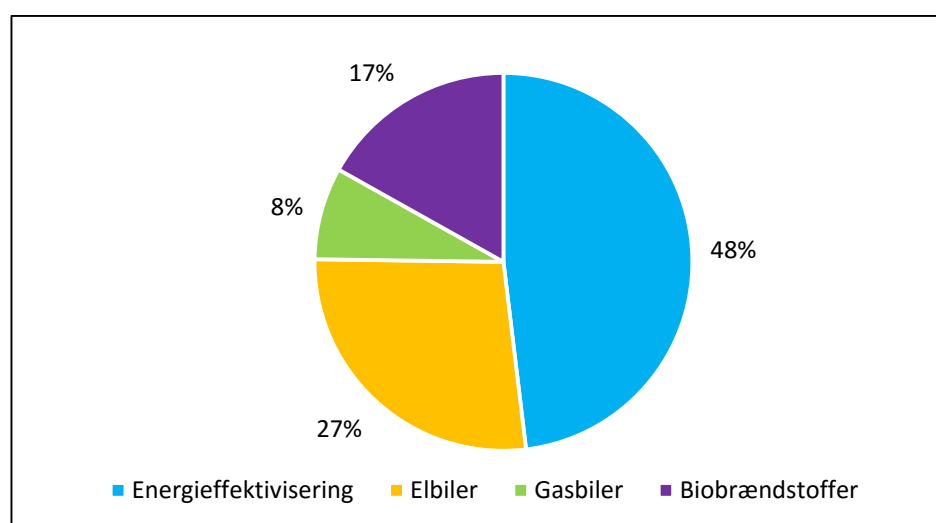
CO<sub>2</sub>-udledningen fra vejtransporten aftager fra 10,8 mio. tons i 2012 til 7,7 mio. tons i 2030 svarende til en reduktion på 29% i perioden. Sammenholdt med 2005, som er basisåret for EU-målsætningen i den ikke-kvoteforbundne sektor, vil reduktionen fra vejtransporten i 2030 være 35%.



Figur 14: CO<sub>2</sub>-udledningen fra vejtransport i 35%-scenariet.

I perioden 2012-2030 er udledningen af CO<sub>2</sub> fra lastbiler stort set uændret på trods af et stigende godstransportbehov. Det skyldes de forudsatte energieffektiviseringer og indfasningen af biogas, hvor der regnes med en CO<sub>2</sub>-udledning på 0. Størstedelen af reduktionen kommer fra personbiler og busser, hvor omstillingen til VE er størst, og hvor der fortsat forventes en højere energieffektivitet.

Figur 15 viser, hvordan CO<sub>2</sub> reduktionsmålet på 35% i 2030 opnås, fordelt på energieffektivisering af nye køretøjer, samt teknologibidrag fra biobrændstoffer, samt elektrificering og omlægning til biogas.



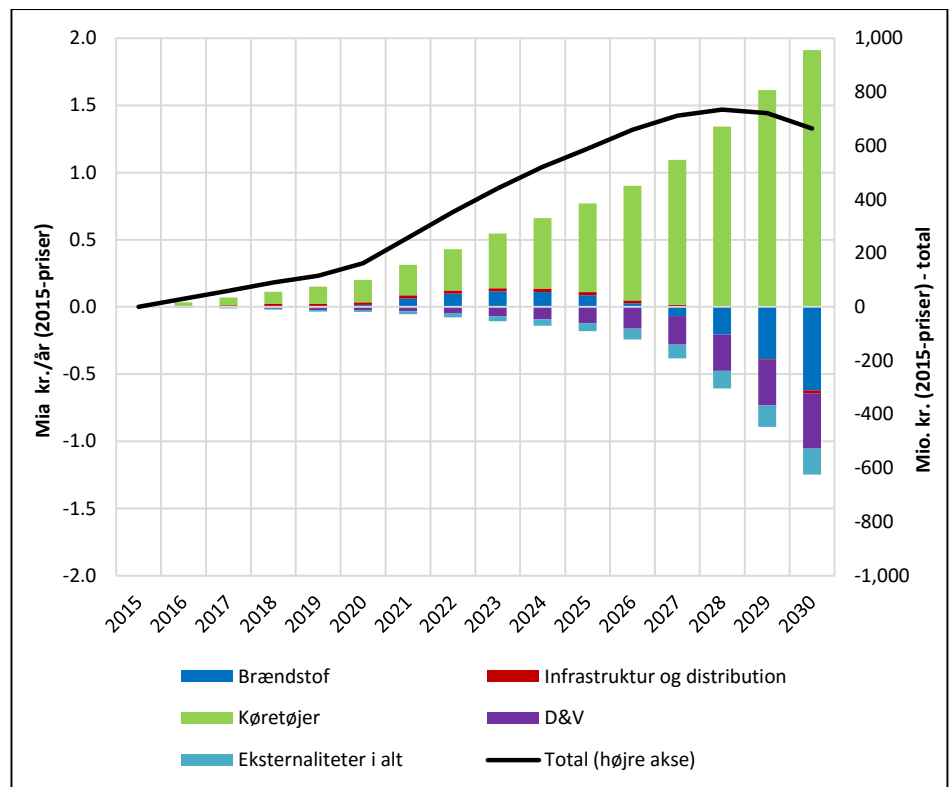
Figur 15: Bidrag til CO<sub>2</sub>-reduktioner i 35% scenariet.

## 5.2 Økonomisk konsekvensvurdering<sup>11</sup>

I vurderingen af de økonomiske konsekvenser af 35%-scenariet, sammenlignes med referencescenariet. Figur 16 viser de samlede årlige samfundsøkonomiske konsekvenser af 35%-scenariet sammenlignet med referencen. I de samfundsøkonomiske beregninger vist nedenfor er CO<sub>2</sub> indregnet uden omkostning, dvs. med en pris på 0 kr./ton.

Omkostningerne er stigende frem til 2028, hvor den årlige omkostning er 735 mio. kr. I 2030 er den årlige omkostning faldet til ca. 664 mio. kr. Figuren viser, at omkostningerne til selve køretøjerne (el- og gasbiler) samt distribution vil blive dyrere i 35%-scenariet sammenlignet med referencen.

<sup>11</sup> De økonomiske konsekvensvurdering er beskrevet nærmere i "Notat om samfundsøkonomiske konsekvensberegninger" (Ea Energianalyse, 2015e)



**Figur 16: Samlede samfundøkonomiske meromkostninger ved 35%-scenariet.** Meromkostningen for scenariet beregnes ved at sammenligne med de samlede omkostninger i referencen. Søjlerne hører til venstre-aksen og totalen hører til højre-akse. Målt i 2015-priser. Distribution dækker både over infrastrukturomkostninger og distribution. Eksternaliteter angiver alle afledte omkostninger som støj, luftforurening m.m. BEMÆRK: Eksternaliteten CO<sub>2</sub> er sat til 0 kr./ton i figuren.

Figuren viser, at omkostninger til drift- og vedligehold, brændstof og eksternaliteter falder. De sparede eksternalitetsomkostninger kommer primært fra mindre støj og luftforurening, når elbiler erstatter konventionelle køretøjer.

Omkostninger til køretøjer er i hele perioden højere end i referencen, hvilket især skyldes elkøretøjer (batterier) og gasbiler. Fra 2020 og de følgende år er også omkostningerne til brændstof højere end i referencen, fordi der anvendes mere biobrændstof. Fra 2027 er omkostningsbidraget fra brændstof negativt, fordi brændstofsbesparelsen ved elbilernes højere effektivitet overstiger meromkostningen til biobrændstof. Omkostninger til D&V er lavere i hele perioden, da det forudsættes, at D&V omkostninger for elbiler er lidt lavere. Det ses endvidere, at omkostninger til opbygning af el- og gasinfrastruktur betyder relativt lidt i den samlede økonomi.

De akkumulerede samfundsøkonomiske meromkostninger vil i 2030 være knap 4,0 mia. kr. (nutidsværdi), såfremt CO<sub>2</sub> reduktionen tillægges værdien nul. Det svarer til en gennemsnitlig årlig meromkostning på ca. 400 mio. kr. i perioden 2015-2030 (udiskonteret). Den gennemsnitlige CO<sub>2</sub>-reduktionsomkostning er i 35%-scenariet ca. 1003 kr./ton.<sup>12</sup>

### 5.3 Teknologiscenarier (40%-Scenarier)

Der er i tillæg til 35%-scenariet som nævnt udarbejdet tre teknologi-scenarier: Et el-scenarie, et gas-scenarie og et bio-scenarie som går videre med reduktioner til 40%. Det svarer til, at teknologiscenarierne fortrænger ca. 600.000 tons CO<sub>2</sub> i 2030 mere end 35%-scenariet.

Teknologiscenarierne tager udgangspunkt i forudsætningerne og udviklingen i 35%-scenariet med undtagelse af én parameter, dvs. el, gas eller biobrændstoffer. I hvert teknologiscenarie holdes 35% scenariet holdes uændret, og der leveres 5%-point ekstra CO<sub>2</sub>-reduktion ved at variere på den relevante teknologiparameter i det enkelte scenarie. I alle teknologiscenarierne øges indfasningen på bekostning af konventionelle teknologier (benzin og diesel). Fordelingen mellem benzin og diesel forbliver for hvert segment den samme som i 35%-scenariet.

#### El-scenariet

I el-scenariet opnås en højere CO<sub>2</sub>-reduktion ved at øge indfasningen af elbiler. På personbilssiden udgør elbiler (batteri og plugin) i 2030 i alt 66% af nybilsalget (34% i 35%-scenariet). Også for rutebusser og varebiler regnes med hurtigere indfasning af elteknologi.

| Nybilssalg (2030)   | Personbiler | Lastbiler | Varebiler | Rutebusser (ca 70%) | Turistbusser (ca 30%) |
|---------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| Elbil batteri       | 31%         |           | 18%       | 80%                 |                       |
| Elbil plugin hybrid | 35%         |           | 18%       |                     |                       |
| Flexi-fuel          | 0%          | 0%        | 0%        | 0%                  | 0%                    |
| Biogas              | 1%          | 12%       | 2%        | 20%                 | 12%                   |
| Dieselmotor         | 14%         | 88%       | 51%       | 0%                  | 88%                   |
| Benzinmotor         | 19%         |           | 11%       |                     |                       |

**Table 5: El-scenariet: Nybilsalget i 2030 for personbiler, varebiler, lastbiler og busser.** De blå tal viser, hvor el-scenariet primært adskiller sig fra 35%-scenariet. (Andele af benzin- og diesel ændres også, men har samme interne fordeling som i 35%-scenariet).

#### Gas-scenariet

I alle køretøjssegmenter vil der være øget gas-andele af nybilsalget. 40% af nye lastbiler og busser og 32% af nye varebiler er gas-drevne. Udbredelsen af

<sup>12</sup> CO<sub>2</sub>-prisen, der giver en nutidsværdi af 35% scenariet på 0.

indfrastruktur forudsættes også at få betydning for personbilssegmentet, hvor der her regnes med, at 15% af nybilssalget er gasdrevne køretøjer.

Der skal ret markante stigninger i antallet af gaskøretøjer til for at kunne opnå 5%-point reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen i forhold til 35%-scenariet. Det er næppe realistisk uden meget bastante virkemidler. For lastbiler er det endvidere tvivlsomt, om der kan opnås 40% nybilsalg uden at inddrage visse køretøjer med internationale transportopgaver, hvilket stiller særlige krav til brugerøkonomi, international tankinfrastruktur m.v.

| Nybilssalg (2030)   | Personbiler | Lastbiler | Varebiler | Rutebusser (ca 70%) | Turistbusser (ca 30%) |
|---------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| Elbil batteri       | 17%         |           | 10%       | 50%                 |                       |
| Elbil plugin hybrid | 17%         |           | 10%       |                     |                       |
| Flexi-fuel          | 0%          | 0%        | 0%        | 0%                  | 0%                    |
| Biogas              | 12%         | 40%       | 32%       | 50%                 | 40%                   |
| Dieselmotor         | 30%         | 60%       | 40%       | 0%                  | 60%                   |
| Benzinmotor         | 24%         |           | 8%        |                     |                       |

**Tabel 6: Gas-scenariet: Nybilssalget i 2030 for personbiler, varebiler, lastbiler og busser.** De blå tal viser, hvor gas-scenariet primært adskiller sig fra 35%-scenariet. (Andele af benzin- og diesel ændres også, når gas-andelen stiger, men forholdet mellem benzin og diesel er den samme som i 35%-scenariet).

## Bio-scenariet

I bio-scenariet er iblandingen af biobrændstof til diesel øget, og der er indført E85-biler i personbilssegmentet og varebilssegmentet. E85-bilen kører på EU-standard E85, som indeholder 72% ethanol og 28% benzin målt på energibasis. Iblandingskravet til benzinbiler hæves ikke yderligere i bio-scenariet. Det er antaget, at den ekstra bioethanol, der anvendes i bio-scenariet er tilgængelig som 2G bioethanol.

For alle dieseldrevne køretøjer øges drop-in diesel til 7,1% (energi). Da forgasningsteknologierne ikke forventes at få kommercielt gennembrud inden 2030, er HVO antaget som drop-in fuel. For tunge transport tænkes en større del af lastbilerne at køre på B30. Det kunne evt. ske som følge af et krav om, at alle nye lastbiler under euro IV normen skal kunne køre på B30<sup>13</sup>. Den gennemsnitlige iblandingsprocent på diesel-siden vil derfor være 17,7%. E4TECH rapporten vurderer biodiesel potentialet i EU til at udgøre maksimalt 10,1% energi i 2030 (som er antaget for 35%-scenariet).

<sup>13</sup> E4TECH vurderer, at det potentielt vil være 51% af lastbilerne, der vil kunne køre på B30, hvis et sådant tiltag indføres.

| Drivmiddel                         |                                      |  |                                     |  |                                     | Gennemsnits pct.* |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| 2030 Energipct.                    | Iblanding                            | Personbiler  | Lastbiler                           | Varebiler  | Busser                              |                   |
| Biodiesel/<br>Drop-in<br>syndiesel | B7/B30 (FAME)                        | B7   | 50% anvender B7 og 50% anvender B30 | B7   | 50% anvender B7 og 50% anvender B30 | 17,7%             |
|                                    | Diesel drop-ins (HVO, F-T Syndiesel) | 7,1% (energi)  | 7,1% (energi)                       | 7,1% (energi)  | 7,1% (energi)                       |                   |
| Etanol                             | E20/E10 (etanol)                     | Fra 2020 kan alle nye benzindrevne personbiler køre på E20. I 2030 kører alle biler fra 2020 og frem på E20 svarende til 60% af bilparken. Øvrige kører på E10 |                                     | Fra 2020 kan alle nye benzindrevne personbiler køre på E20. I 2030 kører alle biler fra 2020 og frem på E20 svarende til 72% af bilparken. Øvrige kører på E10 |                                     | 10,6%             |
| Biogas                             | Biogas                               | 100% (energi)  | 100% (energi)                       | 100% (energi)  | 100% (energi)                       | 100%              |

**Tabel 7: Iblanding af biobrændstoffer i bio-scenariet.** \*Gennemsnitsprocent er energiprocent

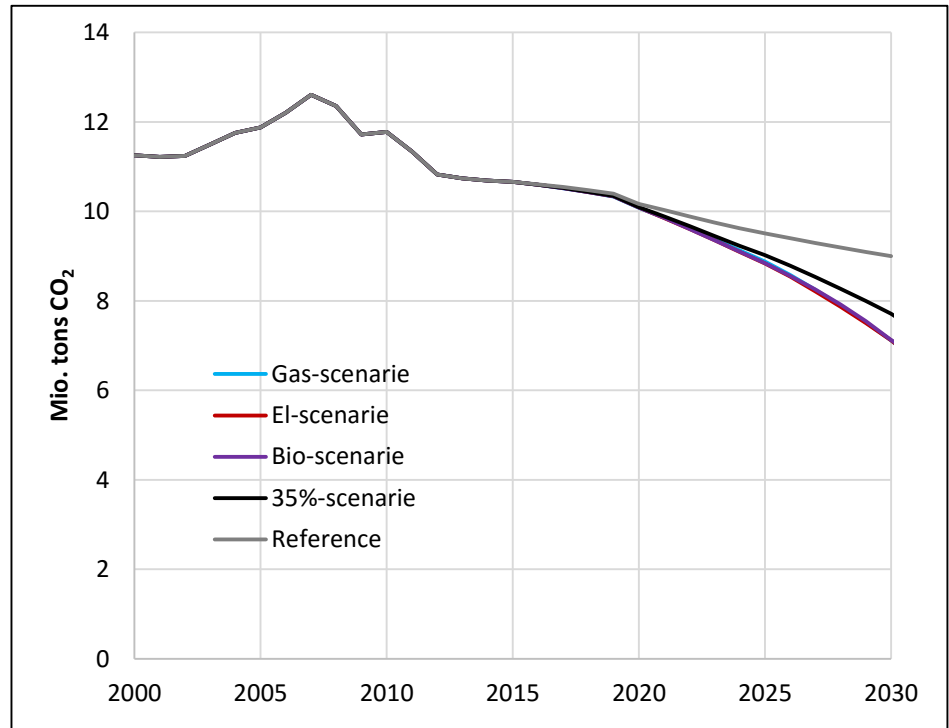
Biodieselforbruget i scenariet vil medføre, at der anvendes mere end 7% 1G biobrændstof. Såfremt de øvrige EU lande også følger en udvikling svarende til bio-scenariet, vil det endvidere medføre et samlet forbrug, der overskrider potentialet beskrevet i E4TECH rapporten.

| Nybilssalg (2030)   | Personbiler | Lastbiler | Varebiler | Rutebusser (ca. 60%) | Turistbusser (ca. 40%) |
|---------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------|
| Elbil batteri       | 17%         |           | 10%       | 55%                  |                        |
| Elbil plugin hybrid | 17%         |           | 10%       |                      |                        |
| Flexi-fuel          | 20%         | 0%        | 20%       | 0%                   | 0%                     |
| Biogas              | 2%          | 15%       | 5%        | 25%                  | 15%                    |
| Dieselmotor         | 26%         | 85%       | 46%       | 20%                  | 85%                    |
| Benzinmotor         | 18%         |           | 9%        |                      |                        |

**Tabel 8: Bio-scenariet: Nybilssalg i 2030 for personbiler, varebiler, lastbiler og busser.** De blå tal viser, hvor bio-scenariet primært adskiller sig fra 35%-scenariet. (Andele af benzin- og diesel ændres også, når bio-andelen stiger, men forholdet mellem benzin og diesel er den samme som i 35%-scenariet).

## Resultater af teknologiscenarierne

Udviklingen i CO<sub>2</sub>-udledningen i de tre 40%-teknologiscenarier og i 35%-scenariet er vist i figur 17.



Figur 17: CO<sub>2</sub>-udledning fra vejtransport 2000-2030 i 35%-scenariet, de 3 teknologiscenarier og referencescenariet.

Forskellene i CO<sub>2</sub>-udledning mellem teknologiscenarierne er i hele perioden små. I 2030 udledes der ca. 600.000 tons mindre CO<sub>2</sub> i teknologiscenarierne end i 35%-scenariet som udleder ca. 1 mio. tons mindre end referencen. De samfundsøkonomiske meromkostninger ved 35%-scenariet og de tre teknologiscenarier er vist i Tabel 9.

| Mia. Kr.<br>NPV 2030   | 0 kr./ton CO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> -Kvotepris | 1000 kr./ton CO <sub>2</sub> |
|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 35%-scenarie   | 4,1                       | 3,4                        | 0,0                          |
| <b>Teknologiscenarier. Meromkostning (NPV) ift. 35%-scenariet:</b> |                           |                            |                              |
| El-scenariet   | +1,2                      | +1,0                       | -0,4                         |
| Gas-scenariet  | +1,4                      | +1,2                       | -0,0                         |
| Bio-scenariet  | +1,1                      | +0,8                       | -0,4                         |

Tabel 9: Omkostningsberegninger 35%-scenariet samt de tre 40%-teknologiscenarier. Omkostningerne er tilbagediskonteret for 2015-2030 med en samfundsøkonomisk rente på 4%. For teknologiscenarierne viser resultatet meromkostningen ved at reducere yderligere fra 35%-scenariet. Resultatet vises ved tre forskellige CO<sub>2</sub>-referencepriser.



Tabellen viser, at den samlede diskonterede omkostning ved at gennemføre 35% scenariet er godt 4 mia. kr, svarende til 400 mio. kr. årligt i gennemsnit (udiskonteret). Nederst i tabellen vises de samlede meromkostninger ved de 3 teknologiscenarier, hvor der reduceres 40% CO<sub>2</sub>. Resultatet vises som en meromkostning i forhold til 35%-scenariet. Meromkostningen ved hvert af de tre teknologiscenarier ligger i området 1,1-1,4 mia. kr. uden værdisætning af CO<sub>2</sub> besparelsen.

Men eftersom CO<sub>2</sub>-reduktion i transportsektoren er et alternativ til CO<sub>2</sub>-reduktioner i de øvrige ikke-kvotebelagte sektorer, bør omkostningerne sammenlignes med, hvad det koster at reducere der. Optimalt set ville man i en samfundsøkonomisk beregning indregne gevinsten ved at spare CO<sub>2</sub>. Da det ikke kan prissættes direkte, indregnes her en alternativomkostning ved at reducere CO<sub>2</sub>.

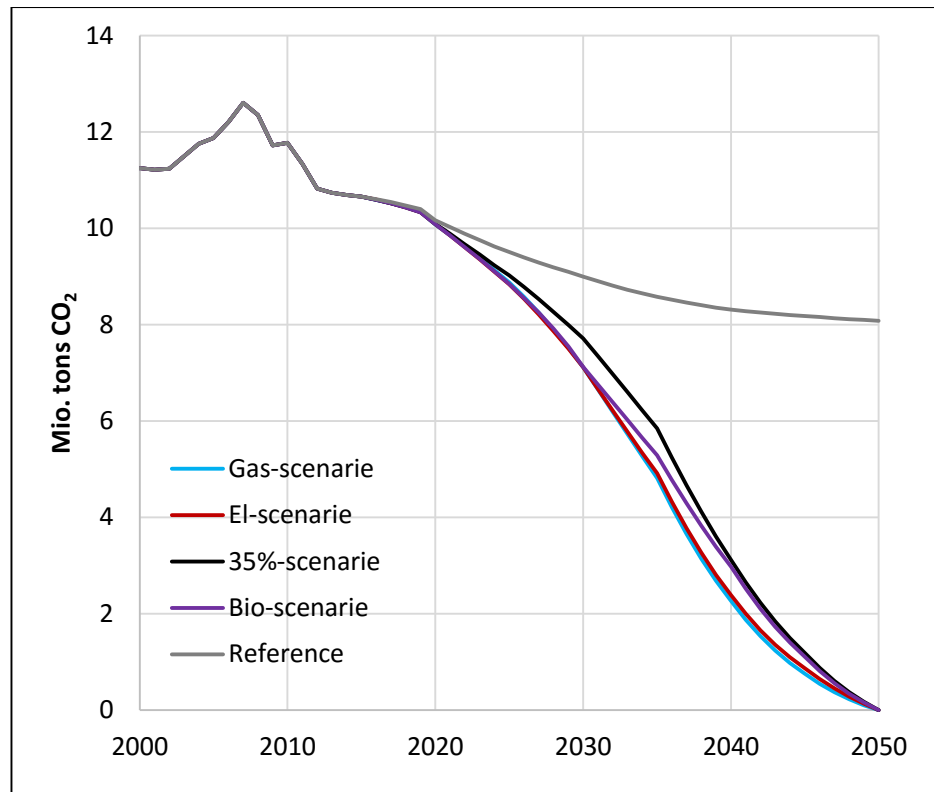
Hvis det antages, at alternativomkostningen til at reducere CO<sub>2</sub> er ca. 1000 kr./ton, vil reduktionsomkostningerne i 35%-scenariet sandsynligvis være lavere end for en stor del af den øvrige ikke-kvotebelagte sektor. Dermed er det samfundsøkonomisk attraktivt at reducere CO<sub>2</sub> i transportsektoren sammenlignet med andre steder i den ikke kvotebelagte sektor (landbrug, husholdninger, serviceerhverv mm.).

Teknologiscenarierne viser sig at være på niveau med eller billigere end 35%-scenariet, når CO<sub>2</sub> prissættes til 1000 kr./ton. Det skyldes, at de ekstra CO<sub>2</sub>-reduktioner, som er indført i el-, gas- og bio-scenariet primært ligger i slutningen af perioden, hvor CO<sub>2</sub>-reduktionsomkostningen er lav.

### **CO<sub>2</sub> emission frem mod 2050**

Alle scenarier kan lede frem mod en CO<sub>2</sub> neutral transportsektor i 2050. For at opnå CO<sub>2</sub> neutralitet i 2050, vil den resterende mængde fossil brændstof, der bruges i de køretøjer der ikke er enten el- eller gasdrevne skulle udskiftes med biobrændstof i forskelligt omfang.

Fremskrivninger af omkostningerne mod 2050 viser, at el-scenariet er det billigste på lang sigt. Disse fremskrivninger er dog meget usikre, og de afhænger især af prisfremskrivninger på olie, biobrændstoffer og batterier.



Figur 18: CO<sub>2</sub>-udledning fra alle scenarier baseret på fremskrivninger frem mod 2050.

#### 5.4 Følsomheder og diskussion

Der er lavet følsomhedsanalyser til 35%-scenariet og teknologiscenarierne på olieprisen samt på prisudviklingen for batterier, biobrændstoffer og biogas. Her er lavet følsomhedsberegninger, hvor olieprisen i 2030 er +/- 20% højere end olieprisfremskrivningen i 35%-scenariet samt en situation, hvor olieprisen er fastholdt på 2015-niveau. Resultatet fremgår af Tabel 10.

Tabellen viser, ikke overraskende, at lavere oliepriser gør det samfundsøkonomisk dyrere at gennemføre CO<sub>2</sub> besparelser i transportsektoren ved at udskifte de fossile brændstoffer. Ved helt uændrede lave oliepriser frem til 2030, stiger den samfundsøkonomiske omkostning ved 35% scenariet til ca. 6 mia. kr. Det er dog vigtigt at notere, at denne omkostningsberegning ikke indeholder værdisættelse af selve CO<sub>2</sub> besparelsen.

| <i>Mia. Kr.<br/>NPV 2030</i>     | <i>35%<br/>scenarie</i> | <i>El-<br/>scenarie</i> | <i>Gas-<br/>scenarie</i> | <i>Bio-<br/>scenarie</i> |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Hovedresultat</b>             | <b>4,1</b>              | +1,2                    | +1,4                     | +1,1                     |
| <b>Følsomheder NPV 2015-2030</b> |                         |                         |                          |                          |
| <b>Oliepris</b>                  |                         |                         |                          |                          |
| +20%                             | -1,1                    | -0,5                    | -0,4                     | -0,4                     |
| -20%                             | +0,9                    | +0,4                    | +0,4                     | +0,4                     |
| 2015-niveau                      | +2,0                    | +0,9                    | +0,8                     | +0,8                     |
| <b>Biobrændstofspris</b>         |                         |                         |                          |                          |
| +10%                             | +0,3                    | 0,0                     | 0,0                      | +0,4                     |
| -10%                             | -0,3                    | 0,0                     | 0,0                      | -0,3                     |
| <b>Biogaspris</b>                |                         |                         |                          |                          |
| +10%                             | +0,2                    | 0,0                     | +0,3                     | 0,0                      |
| -10%                             | -0,1                    | 0,0                     | -0,3                     | 0,0                      |
| <b>Batteripris</b>               |                         |                         |                          |                          |
| +10%                             | +0,4                    | +0,3                    | 0,0                      | 0,0                      |
| -10%                             | -0,3                    | -0,3                    | 0,0                      | 0,0                      |

**Tabel 10. Samfundøkonomisk omkostning ved 35% scenariet samt meromkostninger ved de tre 40% teknologiscenarier.** Tabellen viser de samlede samfundøkonomiske omkostninger ved 35%-scenariet sammenlignet med referencen. Følsomhederne for 35%-scenariet viser meromkostningen i forhold til hovedresultatet. Følsomhederne for teknologiscenarierne er i forhold til tilsvarende følsomheder for 35% scenariet.

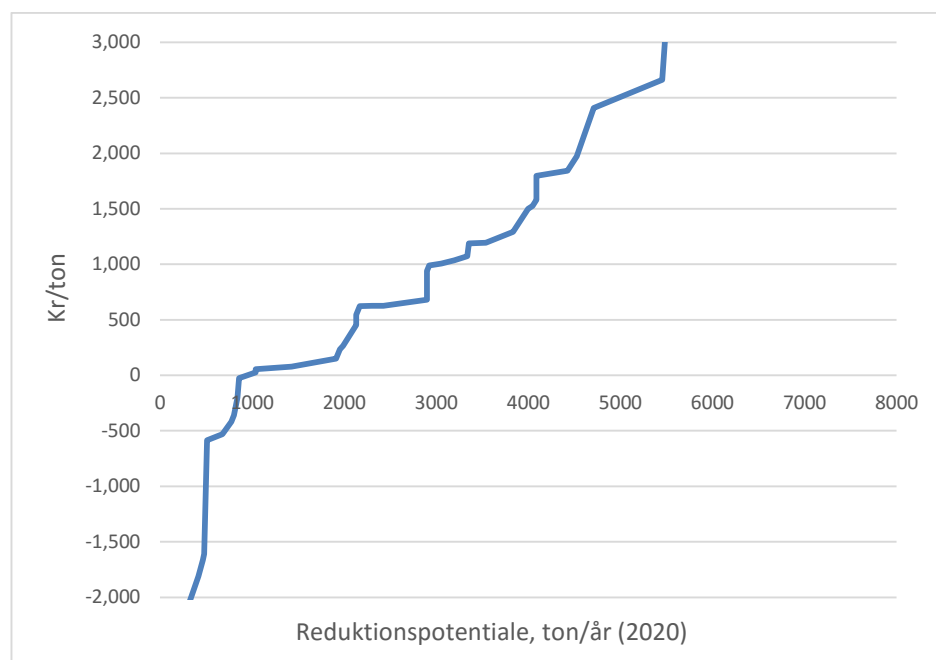
I scenarieanalyserne indgår prisdremskrivninger på flydende og gasformige biobrændstoffer samt på batterier til elbiler. Produktionsomkostninger for de forskellige flydende biobrændstoffer er særdeles afhængige af prisudviklingen på råmaterialerne halm, hvede og raps. For elbilsbatterier er udviklingen især afhængig af den teknologiske udvikling (learning curves).

### **Virkemiddelkatalog og CO<sub>2</sub> reduktionsomkostning**

Som tidligere nævnt har EU landene forpligtet sig til CO<sub>2</sub> reduktion, herunder også uden for kvotesektoren. Hvis tendenskurven fra seneste basisfremskrivning forlænges, vil Danmark have en manko på 3 – 5 mio. tons CO<sub>2</sub> i 2030.

En tværministeriel arbejdsgruppe offentliggjorde i 2013 et virkemiddelkatalog som baggrund for klimaplanen. Kataloget viser en række tiltag i bl.a. landbrugs- og transportområdet. Med det som udgangspunkt er en CO<sub>2</sub> fortrængningskurve opstillet, hvor kun tiltag uden for kvotesektoren er medtaget fra kataloget. Nogle af tiltagene i kataloget, f.eks.

varmebesparelser, har effekt både inden- og uden for kvotesektoren. For disse tiltag er der her anslået fordelingsnøgler til effektberegningen.



**Figur 19: Marginale CO<sub>2</sub> reduktionsomkostninger uden for kvotesektoren i 2020.** Kilde: Virkemiddelkatalog, Tværministeriel arbejdsgruppe, 2013 + egne beregninger.

Figur 19 viser, at der i klimakataloget blev vist potentiale til CO<sub>2</sub> reduktioner uden for kvotesektoren på i alt 3 mio. tons til priser under 1000 kr./ton. Hvis målet er 5 mio. tons bliver den marginale omkostning ca. 2500 kr./ton. Det samlede potentiale for relevante tiltag uden for kvotesektoren blev vurderet til i alt godt 7 mio. ton, med de dyreste reduktionsomkostninger på over 10.000 kr./ton

Som hovedregel ligger nye krav til landbruget i den billige ende af virkemiddelkatalogets skala, mens tiltag på transportområdet ligger i den dyrere ende af skalaen. For tiltag under de 2500 kr./ton bidrager landbruget med i alt 3,6 mio. ton, mens transportsektoren kun bidrager med 0,5 mio. ton. Tiltagene i transportsektoren omfatter bl.a. forhøjelse af brændstofafgifter, højere iblandingskrav for biobrændstoffer, fremme af gas til tung transport samt kilometerbaseret vejbenyttelsesafgift.

## 6 Beskatning og andre virkemidler

Scenarieanalyserne er udarbejdet uden skelen til hvilke incitament, der er nødvendige for i praksis at øge andelen af biobrændstoffer, øge indfasningen af biogas og øge andelen af elbiler i vejtransporten. Det er en grundforudsætning at forbedret brændstoføkonomi bedst opnås gennem EU regulering.

På de to workshops, der blev afholdt i projektets regi, var virkemidler dog et væsentligt tema. Her blev foreløbige analyser af den nuværende beskatning i Danmark og en række andre lande drøftet, med hovedvægten på personbilbeskatning.

Reduktion af CO<sub>2</sub>-emissionen fra transportsektoren er en stor og langsigtet opgave. Derfor er det vigtigt, at de beskatningsstrukturer og andre virkemidler, der tages i anvendelse giver anledning til lavest mulige omkostninger. Bl.a. på baggrund af drøftelserne på de to workshops, er det valgt at tage udgangspunkt i et "idealiseret" beskatningssystem, frigjort fra bindingerne i den nuværende beskatning.

### 6.1 Beskatning af personbiler

#### Kort analyse af det nuværende afgiftssystem

Det nuværende afgiftssystem for personbiler består af en høj værdibaseret registreringsafgift, en grøn ejerafgift samt brændstof- og CO<sub>2</sub>-afgifter. Endvidere støttes persontransport via befodringsfradraget.

Alle afgiftselementerne afhænger af bilens potentielle og faktiske brændstofforbrug. Der gives fradrag i registreringsafgiften til biler, der kan køre mange km/l, og den grønne ejerafgift afhænger ligeledes af, hvor mange km/l bilen kører. Når man dertil tillægger brændstofs- og CO<sub>2</sub>-afgifter fås samlet set et meget kraftigt afgiftsmæssigt incitament til at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen i størrelsesordenen 6.000-10.000 kr./ton.

Kombinationen af en høj værdibeskatning og kraftige CO<sub>2</sub>-incitament gør særligt små energieffektive benzin- og dieslbiler attraktive.

Afgiftssystemet bærer præg af, at det er udviklet på et tidspunkt, hvor bilerne havde væsentligt dårligere brændstoføkonomi end i dag (få km/l). For eksempel opnås den grønne ejerafgifts laveste sats allerede, når en benzinbil kører over ca. 20 km/l.

Rabatterne til de energieffektive biler beregnes desuden ud fra, hvor langt bilerne kan køre per liter frem for, hvor stort deres brændstofforbrug er per km. Brændstofbesparelsen - og dermed også CO<sub>2</sub>-besparelsen - er imidlertid væsentligt mindre ved en ændring fra for eksempel 30 km/l til 31km/l (3 % reduktion) end ved en ændring fra 10 km/l til 11 km/l (9 % reduktion).

Den værdibaserede registreringsafgift betyder eksempelvis, at omkostningen ved CO<sub>2</sub>-reduktionstiltag, som øger køretøjets indkøbspris (fx batterierne i en elbil), bliver op til 2,8 gange dyrere, før der gives fradrag for høj energieffektivitet. Elbiler og brintbiler er dog helt fritaget for afgifter indtil udløbet af 2015. Der er med en politisk aftale, indgået den 9. oktober 2015 mellem regeringen (Venstre), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti og Radikale Venstre, fastlagt et indfasningsforløb for elbiler i det eksisterende beskatningssystem. Elbiler indfases over fem år fra 2016, med fuld beskatning fra år 2020. Brændselscellebiler indfases over fem år fra 2019. Hvis forudsætningerne bag aftalen ændrer sig markant i løbet af indfasningsperioden, vil partierne drøfte indfasningen.

### **Principper for et idealiseret afgiftssystem**

Et økonomiske optimalt afgiftssystem med lav afgiftsmæssig forvriddning bør så vidt muligt prissætte de omkostninger (eksternaliteter) som vejtransporten påfører samfundet. Ifølge økonomisk teori bør afgifterne desuden så vidt muligt pålægges der, hvor omkostningerne opstår. Eksempelvis bør udledning af CO<sub>2</sub> håndteres ved en afgift på det brændselsforbrug, som giver anledningen til CO<sub>2</sub>-emissionen, frem for eksempelvis via en årlig grøn ejerafgift. Tilsvarende bør en afgift, der skal adressere fx trængsel afhænge af hvor meget – og helst også hvor og hvornår – bilen kører. På baggrund af tidligere analyser fra Transportministeriet fra 2010, De Økonomiske Råd fra 2013 og Concito har vi opgjort, de eksterne omkostninger for forskellige personbiler. Som beskrevet i kapitel 4 viser beregningerne, at eksternaliteter udgør godt 50 øre/km for personbiler. De største omkostninger vedrører trængsel, ulykker og anvendelse af vejnet. 10 – 12 øre/km er relateret til bilens klimabelastning i brugsfasen - opgjort ved en CO<sub>2</sub>-omkostning på 1000 kr./ton.

En elbil har lidt lavere eksterne omkostninger pga. lavere omkostninger til luftforurening, støj og klima. For en mellemstor elbil vil de eksterne omkostninger være ca. 12 øre/km lavere forudsat, at den anvendte el er CO<sub>2</sub>-neutral. Hvis man sammenligner den nuværende beskatning (og fradrag) over bilens levetid med de eksterne omkostninger fremgår det, at mellemstore og

store benzinbiler betaler væsentligt mere i skat end deres eksterne omkostninger berettiger til. Omvendt betaler den lille benzinbil noget mindre og elbiler markant mindre, så længe sidstnævnte er afgiftsfritaget.

|                 | Lille benzin | Medium benzin | Lille elbil (2015) | Medium elbil (2015) | Enhed |
|-----------------|--------------|---------------|--------------------|---------------------|-------|
| Nuv. beskatning | 59.000       | 179.000       | -4.000             | -4.000              | Kr.   |
| Eksternaliteter | 89.000       | 98.000        | 80.000             | 73.000              | Kr.   |
| Difference      | -30.000      | 81.000        | -84.000            | -77.000             | Kr.   |

**Tabel 11: Sammenligning af beskatning og eksternaliteter.** Klimabelastning opgjort ved 1000 kr./ton CO<sub>2</sub>.

Et "ideelt" beskatningssystem vil skulle baseres på en kombination af forskellige beskatningsformer, men hvor den største del af skatteindtægterne kommer fra differentierede kørselsafgifter. Det skyldes, at de største eksterne omkostninger som trængsel, ulykker og brug af vejnet afhænger af, hvor meget, hvor og hvornår bilen bruges. Bilernes indkøbspris får meget mindre betydning end i dag ved indførelse af et idealiseret system.

Der er imidlertid en række tekniske og økonomiske udfordringer ved at indføre differentierede kørselsafgifter. En tilnærmet løsning kunne være at basere de kørte kilometer fx på målinger fra bilsyn, eventuelt differentieret i forhold til informationer om bopæl og arbejdsplads. Hvis heller ikke dette er praktisk muligt kan også den årlige ejerafgift anvendes som (meget grov) tilnærmelse. Denne er dog uafhængig af, hvor meget bilen anvendes i praksis, og er derfor et mindre målrettet instrument.

Elbiler har behov for overgangsordning

Uanset, hvordan kørselsafgiften i praksis implementeres, peger analyserne på, at det ideelle afgiftssystem ikke i sig selv er tilstrækkeligt til, at elbiler og andre lavemissionsbiler bliver økonomisk konkurrencedygtige med de fossile alternativer på den korte bane. Med andre ord, så giver en høj prissætning af eksternaliteterne, CO<sub>2</sub> og lokal luftforurening, ikke tilstrækkeligt incitament.

For at sikre en indfasning af eldrevne køretøjer i det idealiserede afgiftssystem vil det være nødvendigt at supplere med et fradrag til de køretøjstyper, som har de laveste emissioner. Fradraget kunne fx gives til elbiler, plug-in og brintbiler med en CO<sub>2</sub>-emission under 50 g CO<sub>2</sub>/km ifølge EU-normen, således at det fulde fradrag opnås ved 0 g CO<sub>2</sub>/km og kun 50 % fradrag ved 25 g CO<sub>2</sub>/km. Derved belønnes elbiler mere end plug-in biler.

I tabellen nedenfor fremgår et eksempel på den ideelle model korrigeret med fradrag til elbiler.

| DKK   | Medium benzin  | Lille benzin   | Medium elbil   | Lille elbil    |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Importpris  | 108.000        | 59.000         | 204.000        | 149.000        |
| Moms  | 27.000         | 15.000         | 51.000         | 37.000         |
| <b>Pris på gaden</b>  | <b>135.000</b> | <b>74.000</b>  | <b>255.000</b> | <b>186.000</b> |
| Kørselsafgift over levetid                                    | 78.000         | 73.000         | 76.000         | 73.000         |
| Brændstof/CO <sub>2</sub> afgift                              | 20.000         | 17.000         | -              | -              |
| Brændstof   | 48.000         | 39.000         | 18.000         | 12.000         |
| Moms på brændstof og afgifter på brændstof og CO <sub>2</sub> | 32.000         | 28.000         | 13.000         | 12.000         |
| Drift og vedligehold  | 58.000         | 58.000         | 35.000         | 35.000         |
| <b>Pris over levetid</b>                                      | <b>371.000</b> | <b>289.000</b> | <b>397.000</b> | <b>318.000</b> |
| Fradrag på kørselsafgift over levetid                         |                |                | -65.000        | -65.000        |
| <b>Pris over levetid med overgangordning</b>                  | <b>371.000</b> | <b>289.000</b> | <b>332.000</b> | <b>253.000</b> |

*Tabel 12: Sammenligning af levetidsøkonomi. Sammenligning af benzin og elbiler med det ideelle beskatningssystem inklusiv overgangsordning til fremme af elbiler i form af fradrag på registreringsafgift og kørselsafgift. Baseret på 2015 priser.*

I tabellen er der beregningsmæssigt forudsat fuldt fradrag på registreringsafgiften på knap 15.000 kr. og 50.000 kr. i rabat på kørselsafgiften over bilens levetid. Herved bliver både den mellemstore og den lille elbil konkurrencedygtige med benzinalternativerne.

Set fra statens side, kan det være en udfordring at forudsige og styre udgifterne til elbiler over tid. En løsning kan være at afsætte en begrænset årligt pulje på eksempelvis 200 mio. kr. til fremme af elbiler og andre lavemissionsbiler frem mod 2025. Forudsat, at støttebehovet er ca. 65.000 kr. per elbil, som i eksemplet ovenfor, vil det kunne støtte ca. 3.000 elbiler årligt med dagens priser. I takt med, at elbilernes importpris reduceres, vil fradraget til den enkelte elbil kunne mindskes, og derved vil der inden for den samme årlige pulje kunne opnås et større salg. Formentligt vil det være nødvendigt med en årlig tilpasning af fradragssatserne. Hvis satserne i et enkelt år er for lave til, at puljen udnyttes fuldt ud, kan puljen overflyttes til det efterfølgende år, således at der over tid sikres en jævn stigning i salget indtil fradragspuljen udfases.

Håndtering af provenutab

Det er vanskeligt at bestemme forslaget's provenueffekter, men et groft skøn peger på et provenutab i størrelsesordenen 15-25 %. I den ideelle model



stiger levetidsomkostningerne i udgangspunktet for de små biler sammenlignet med i dag, mens de store og dyrere biler bliver relativt billigere.

For at opretholde statens provenu på det nuværende niveau kunne man vælge at indføre en forøget registreringsafgift eller årlig ejerafgift for de dyreste biler. For ikke u hensigtsmæssigt at ramme mindre batteribiler, som i udgangspunktet er dyrere end benzin og dieselmotorer, pga. omkostningen til batteri, vil det være nødvendigt, at en sådan højere registreringsafgift alene pålægges biler med en importpris over et vist niveau, fx 200.000 kr. Man kan således tale om en målrettet værdiafgift/luksusafgift. Hvis skæringen sættes lavere end de 200.000 kr. vil det være nødvendigt at give et større fradrag til elbiler.

## 6.2 Beskatning af lastbiler

Lastbiler betaler ligesom personbiler brændstofs- og CO<sub>2</sub>-afgifter. Derudover betales en vejbenyttelsesafgift for brug af motorveje og en vægtafgift. For en lastbil der kører 50.000 km årligt udgør afgifterne i alt knap 60.000 kr./år.

| DKK                           | Årlig omkostning ved 50.000 km/år |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Brændstofafgift <sup>14</sup> | 39.325                            |
| CO <sub>2</sub> -afgift       | 6.270                             |
| Vejbenyttelsesafgift          | 9.318                             |
| Vægtafgift                    | 3.500                             |
| <b>I alt</b>                  | <b>58.413</b>                     |

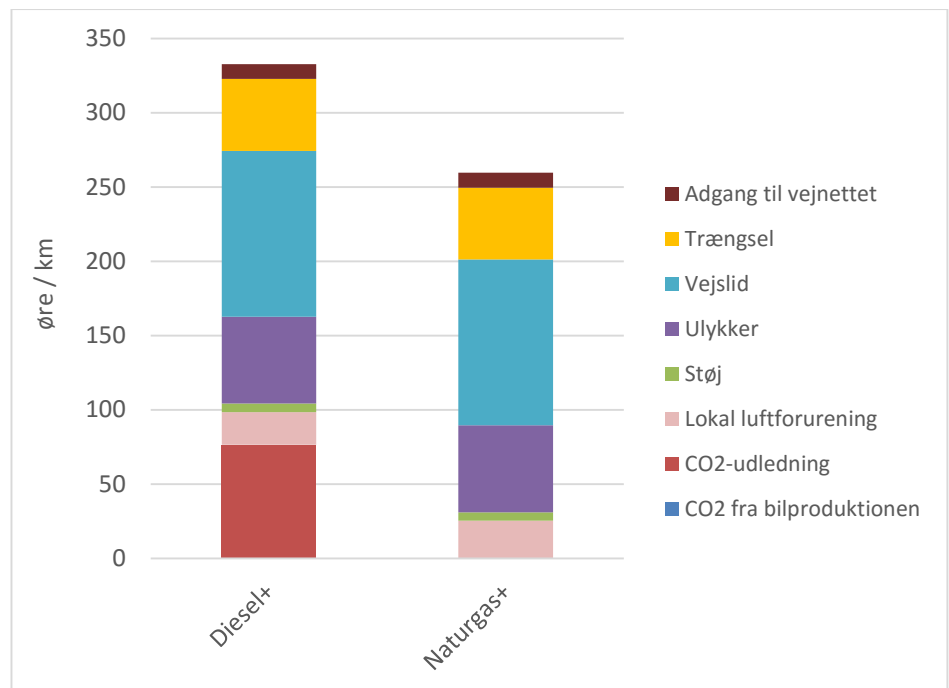
*Tablet 13: Beskatning af lastbiler. Årlig omkostning ved 50.000 km/år*

De væsentligste eksternaliteter fra lastbiltransport vedrører slid på veje, CO<sub>2</sub>-udledning, trængsel og ulykker. Dertil kommer lokal luftforurening, støj og brug af vejnettet. Eksternaliteterne er fordelt, som det fremgår af Figur 20.

Samlet set udgør eksternaliteterne ca. 330 øre/km for en dieseldreven lastbil (CO<sub>2</sub>-pris på 1000 kr./ton). For en lastbil, der kører på biogas (naturgas+ i figuren) udgør eksternaliteterne samlet set ca. 260 øre/km.

For en gennemsnitslastbil, der kører 50.000 km om året, udgør de eksterne omkostninger ca. 180.000 kr. årligt for en diesellastbil og godt 140.000 kr. årligt for en lastbil, der kører på biogas. De eksterne omkostninger ved lastbiltransport er altså ca. tre gange højere, end de afgifter lastbilerne betaler.

<sup>14</sup> En lastbil bruger ca. 11 MJ per km svarende til ca. 550 GJ årligt. Energiafgiften på diesel er 71,5 kr./GJ, hvilket giver en årlig afgiftsbetaling på 39.325 kr. CO<sub>2</sub>-afgiften er 11,4 kr. svarende til en årlig afgiftsbetaling på 6.270 kr.



Figur 20: Eksterne omkostninger for lastbil drevet på diesel hhv. biogas (naturgas+) i 2015.

Det ideelle  
beskatningssystem

Det ideelle afgiftssystem vil i givet fald skulle bestå af to hovedkomponenter.

- En brændstofafgift på ca. 74 kr./GJ, som afspejler CO<sub>2</sub>-emissioner (1000 kr./ton). Niveaulet svarer til den nuværende brændstofafgift.
- En differentieret kørselsafgift på gennemsnitligt ca. 255 øre/km, som tager hånd om de øvrige eksternaliteter.

Der har tidligere i Danmark været planer om at indføre kørselsafgifter på lastbiler, men de blev opgivet i 2013. Ifølge den daværende regering pga. høje omkostninger til etablering og drift af kørselsafgiftssystemet. Såfremt man alligevel ønsker, at godstransport med lastbiler skal dække de eksterne omkostninger kunne dette opnås vha. andre virkemidler, der er mindre målrettede end differentieret road-pricing. Mere simple løsninger kunne fx være en kilometerbaseret afgift, baseret på aflæsning af kilometertællere eller en højere vejbenyttelsesafgift.

Der er ikke i ovenstående vurderet de negative erhvervseffekter ved omlægning af afgifter til dækning af erhvervstransportens eksternaliteter. I øvrigt er en eksternalitets-beskatning af lastbiler ikke en forudsætning for at nå de CO<sub>2</sub> reduktioner der er vist i scenarieberegningerne.

### **6.3 Virkemidler til fremme af grøn gas og flydende biobrændstoffer**

I 35%-scenariet indgår en øget indfasning af såvel flydende biobrændstoffer og grøn gas til vejtransport.

#### **Fremme af flydende biobrændstoffer**

Det forudsættes, at der fortsat vil blive blandet flydende biobrændstoffer i benzin og diesel. De nuværende standarder E5 og B7 forudsættes fra ca. 2020 at blive suppleret med E10 og E20 samt B30. Frem mod 2030 forudsættes det, at E5 helt kan udfases som standard.

Det antages, at alle nye biler kan køre på E20 fra 2020, samt at en mindre del af lastbilflåden frem mod 2030 vil anvende B30. I dag kan de fleste lastbiler køre på B30, men for nye biler, der lever op til kravene under Euro VI normen, vil det kræve yderligere foranstaltninger før, de kan anvende B30. Der er dog usikkerhed om hvorvidt, der fra EU's side vil blive stillet et sådant krav.

Iblandingskrav forudsættes fortsat at være det hovedvirkemiddel, som sikrer indfasning af biobrændstoffer. Når der er forskellige standarder til rådighed, kan det lægges ud til benzinselskaberne at sikre, at det samlede iblandingskrav (på energibasis) opnås. Kravene til iblandinger antages at være drevet af udviklingen i EU. Det forudsættes, at EU stiller krav til bilfabrikanterne om, at alle nye biler skal kunne køre på E20 fra 2020. Iblanding af dyrere drop-in diesel kræver ikke en egen standard. Krav om tilsætning af drop-in fuels er et vigtigt værktøj for benzinselskaberne til at sikre at den samlede iblanding af biobrændstoffer nås. Dette vil skulle tilpasses årligt afhængigt af hvor stor en del af brændstoffet der tankes som E20 og B30.

I forhold til i dag, hvor der kun er én dieselstandard (B7) og én benzinstandard (E5), vil opgaven med at sikre afsætningen af de relevante mængder biobrændstoffer, således blive mere udfordrende for benzinselskaberne.

#### **Fremme af grøn gas**

Biogas fremmes i dag i Danmark bl.a. gennem tilskud, når det tilføres naturgasnettet. Herefter kan biogas i princippet sælges til kunderne til samme pris som naturgas.

Opgaven med at sikre en indfasning af grøn gas i transportsektoren kræver anderledes virkemidler end indfasningen af flydende biobrændstoffer. Anvendelsen af naturgas (og grøn gas) til transport er i dag meget begrænset,

så det er ikke tilstrækkeligt at kræve iblanding af grøn gas i naturgas til transport.

Indfasning af grøn gas til transport er betinget af, at der etableres en gasfyldinfrastruktur, og at relevante aktører i transportsektoren – i første omgang særligt ejere af flådekøretøjer inden for den tunge transport – investerer i gasdrevne køretøjer. En række studier har undersøgt, mulighederne for at fremme gas i transportsektoren, senest Energistyrelsens og COWIs rapport ”Rammevilkår for gas til tung vejtransport” fra 2014. Her konkluderes bl.a.:

- At det ikke er selskabsøkonomisk rentabelt at operere med naturgas hverken i busser eller i lastbiler.
- At der er usikkerhed omkring driftsøkonomien for vognmænd i forhold til at anskaffe gaskøretøjer. Det drejer sig især om gensalgsværdien og sikkerheden gennem kontraktlængder i fx den kommunale busdrift.

Rapporten peger endvidere på, at enten skal indkøbsprisen for gaskøretøjer skal sænkes med 40.000 - 75.000 kr., gasmotorens energiforbrug reduceres med ca. 5-10 % eller gasprisen sænkes med mellem 41 og 90 øre. pr. m<sup>3</sup> ekskl. moms, for at gaskøretøjer er konkurrencedygtige. Energiafgiften på biogas og naturgas til transport er i dag på 2,87 kr./m<sup>3</sup>. Det er samme niveau som diesel.

Erfaringerne fra udlandet viser, at det er svært at fremme gas i transportsektoren selvom rammevilkårene er forholdsvist gunstige, som det er tilfældet i Tyskland, Holland og Sverige. Det fremgår blandt andet, at selvom gasbiler i Tyskland er fritaget for skatter og afgifter frem til 2018, er udviklingen i bilsalget stagneret.

#### Mulige virkemidler

Hvis man fra statslig side ønsker at fremme gas til transport, kan det ske via flere forskellige typer af virkemidler herunder eksempelvis:

- Tilskud til infrastruktur
- Tilskud til køretøjer (eller fradrag på afgifter)
- Lavere afgifter på gas til transport

Derudover har kommuner og trafikselskaber mulighed, for at fremme gas via udbud af busdrift mv.

Det mest målrettede virkemiddel til at sikre indfasning af gas vurderes, at være en lavere afgift på gas til transport, da ønsket er en øget afsætning af

gas på bekostning af diesel (og benzin). Dette tiltag kan så være drivende for, at aktørerne i markedet investerer i infrastruktur og køretøjer.

Som det fremgår ovenfor, viser erfaringerne fra udlandet imidlertid, at aktørerne i transportsektoren ikke nødvendigvis vil investere i gasdrevne køretøjer, selvom dette umiddelbart burde være kommercielt attraktivt.

En mulighed er derfor at supplere afgiftsreduktion på gas til transport med en partnerskabsstrategi med de relevante aktører, herunder eksempelvis:

| Aktør                             | Rolle   |
|-----------------------------------|---|
| Gasselskaber                      | Etablere og tilslutte fyldestationer                                  |
| Kommuner/Trafikselskaber          | Udbud af busser, renovationskøretøjer, placeringer til fyldestationer |
| Vognmænd, ejere af flådekøretøjer | Investering i gasdrevne køretøjer                                     |
| Benzinselskaber                   | Placering af fyldestationer i forbindelse med eksisterende tankanlæg  |

Sammenlignet med mange andre lande har Danmark en stærk erfaring med samarbejde mellem offentlige og private aktører, som kan blive vigtig for udbredelsen af de gasdrevne køretøjer. Energistyrelsen støtter i forvejen en række regionale partnerskaber, så der er en indsats i gang, som det er muligt at bygge videre på.

#### Virkemidler til fremme af grøn gas

Spørgsmålet følger herefter, hvordan man sikrer indfasning af grønne gasser på bekostning af naturgas? Det er vores vurdering, at det næppe vil være nødvendigt med yderligere virkemidler hertil. Det skyldes, at størstedelen af biogassen kan forventes at blive produceret på baggrund af restprodukter som husdyrgødning, industriaffald, husholdningsaffald og halm. Størstedelen af den producerede biogas vil derfor også kunne indregnes som 2. generations biobrændstof og derfor indgå med en faktor 2 i opfyldelsen af EU's målsætninger om tilsætning af alternative drivmidler. Benzin og gasselskaber vil derfor have en økonomisk interesse i, at den gas, der sælges i transportsektoren er grøn gas.

Ovenstående forudsætter naturligvis, at der produceres tilstrækkelig biogas. I 35%-scenariet er behovet for grøn gas 2 PJ i 2030 (stigende til 15 PJ i 2050). Til sammenligning forventer Energistyrelsens biogas taskforce, at biogasproduktion, som følge af den gældende støtte i produktionsleddet, vil blive øget fra ca. 4 i PJ i 2012 til 14 PJ i 2020 og 18 PJ i 2025. Altså en forøgelse på ca. 14 PJ fra 2012 til 2025. Lang størstedelen af den nye biogasproduktion forventes at blive opgraderet til naturgaskvalitet således, at den vil kunne anvendes i transportsektoren.

## 7 Ordliste

- **1G biobrændstof:** Biobrændstoffer der baseres på korn og andre spiselige afgrøder
- **2G biobrændstof:** Biobrændstoffer der baseres på restprodukter fra landbrug, skovbrug, erhverv eller husholdninger
- **Avancerede biobrændstoffer:** 2G biobrændstoffer med undtagelse af biobrændstoffer produceret på brugt madolie eller dyrefedt
- **Biobrændstofsstandarder (B7, B30, E10, E20):**  
Biobrændstofsstandarder er deklareret af en blanding af diesel eller benzin med biobrændstoffer. B-standarder angiver blandinger af diesel med biodiesel, og E-standarder angiver blandinger af benzin og ethanol. Tallet angiver volumenprocenten af hhv. biodiesel og ethanol.
- **Blend-wall:** Et loft for hvor stor en andel biobrændstof, der kan tilsættes brændslet uden, at det skader motoren.
- **Brændstofdirektiv:** EU-direktiv om at leverandører af brændstof til vejtransport skal reducere udledning af drivhusgasser fra brændstof med 6% senest i 2020 målt som well-to-wheel
- **Drop-in fuel:** Et biobrændstofsprodukt, som direkte kan iblandes konventionelle brændsler (diesel og benzin) i valgfrit blandingsforhold. I analysen henvises der primært til drop-ins til diesel
- **D&V:** Drift og vedligehold
- **EJ:** Exajoule - En milliard ( $10^9$ ) Gigajoule (GJ)
- **Eksternalitetsomkostninger:** Eksternalitetsomkostninger dækker over afledte omkostninger fra transport. Her er omkostninger medregnet til støj, slid, trængsel, luftforurening, CO<sub>2</sub> og adgang til vejnettet.
- **Energieffektivitet:** Energiforbrug/kørt km. Energieffektivitet opgøres efter EU regulering også som g CO<sub>2</sub>/km
- **GJ:** Gigajoule - En milliard ( $10^9$ ) joule
- **Faktorpriser:** Priser uden skatter og afgifter
- **FAME:** Fatty Acid Methyl Ether – biodieselprodukt, som kan iblandes diesel. FAME er ikke det samme kemiske produkt som diesel, og der er derfor begrænsninger for, hvor stor en andel forskellige dieselmotorer kan håndtere
- **Fischer Tropsch:** Katalytiske processer der omdanner forgasningsgas til dieselolie.
- **Flexi-fuel:** Køretøjer, der kan køre på flere forskellige typer af brændstoffer, herunder høje iblandinger af biobrændstoffer

- **Forvriddningstab/forvriddningseffekt:** Forvriddningstab opstår, når der på et marked sker adfærdssændringer som følge af fx en skat eller en afgift.
- **HVO:** Hydrotreated vegetable oil – et drop-in fuel til diesel
- **Ikke kvoteomfattede sektor:** I EU skelnes mellem den kvoteomfattede sektor og den ikke kvote-omfattede sektor, som har forskellige målsætninger for reduktioner af CO<sub>2</sub>. Kvotesektoren omfatter størstedelen af el- og varmeproduktionen i EU, og kvoter kan handles inden for kvotesektoren. Den ikke-kvoteomfattede sektor omfatter landbrug, transport og øvrig.
- **Køretøjsarbejde:** Det samlede antal kørte kilometre med forskellige køretøjstyper (personbiler, varebiler, lastbiler og busser).
- **Køretøjsbestand:** Det samlede antal aktive køretøjer fx alle personbiler.
- **Ladestander:** Elbilers batterier oplades med el, som kræver at de tilsluttes en ladestander.
- **Landstrafikmodel:** En model udarbejdet af DTU transport, der modellerer efterspørgselen på transportydelse. Dvs. fremskriver samlet transport- og trafikarbejde.
- **Metanisering:** Syntese af CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub> til metan (CH<sub>4</sub>) og vand (H<sub>2</sub>O)
- **NPV:** Nutidsværdi (Summen af alle tilbagediskonterede omkostninger)
- **Nysalg/Nybilssalg:** Antallet eller andelen af nye solgte køretøjer inden for et segment.
- **PJ:** Terajoule – en million (10<sup>6</sup>) Gigajoule (GJ)
- **Plug-in hybrid:** Elbil med en lille forbrændingsmotor, der anvendes til at producere el og dermed fungerer som 'range extender'
- **Reduktionsomkostning:** Omkostningen ved at reducere 1 ton CO<sub>2</sub>
- **Samfundsøkonomiske omkostninger:** Omkostninger uden skatter og afgifter. Her regnes ikke på forvriddningstab/gevinster af det eksisterende afgiftssystem, men der indregnes afledte omkostninger (eksternaliteter) fra støj, slid, trængsel, luftforurening, CO<sub>2</sub> og adgang til vejnettet.
- **Sunk cost:** Tabte omkostninger. Omkostninger der ikke kan ændres ved nye beslutninger.
- **TJ:** Terajoule – et tusind (10<sup>3</sup>) Gigajoule (GJ)
- **Transportarbejde:** Transportefterspørgsel målt i enten personkilometre eller godskilometre. Fx udgør 2 personer, der kører 2 km i en personbil et transportarbejde på 4 personkilometre.
- **Tung transport:** Transport med lastbiler og busser

- **VE-direktiv:** EU-direktiv, der tilsiger medlemslandene at nå et mål på 10% vedvarende energi (VE) i brændstof til transport i 2020
- **Vejtransport:** Vejtransport omfatter personbiler, varebiler, lastbiler, busser og motorcykler. (Dvs. tog, skib og fly er ikke medregnet).



## 8 Referencer

- Dansk Elbil Alliance. (2015). *Bestand af elbiler i Danmark*. Hentet fra Dansk Elbil Alliance:  
[http://www.danskelbilalliance.dk/Statistik/Bestand\\_modeller.aspx](http://www.danskelbilalliance.dk/Statistik/Bestand_modeller.aspx)
- DOE. (2015). *Vehicle technologies office: Batteries*. Hentet fra Department of Energy: <http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-batteries>
- DØRS. (2013). *Økonomi og Miljø 2013*. København: De Økonomiske Råd.
- E4tech. (2013). *A harmonised Auto-Fuel biofuel roadmap for the EU to 2030*. London: E4tech.
- Ea Energianalyse. (2015a). *Fuel costs – Production, distribution and infrastructure costs used in the Economic Analysis in Grøn Roadmap 2030*. København: Ea Energianalyse.
- Ea Energianalyse. (2015b). *Vehicle energy use and cost - Methodology used in Grøn Transport Roadmap 2030*. København: Ea Energianalyse.
- Ea Energianalyse. (2015c). *Eksternaliteter fra tung transport*. København: Ea Energianalyse.
- Ea Energianalyse. (2015d). *Scenarieforudsætninger og modelbeskrivelse*. København: Ea Energianalyse.
- Ea Energianalyse. (2015e). *Notat om samfundsøkonomiske konsekvensberegninger*. København: Ea Energianalyse.
- ENS. (2014a). *Energistatistik 2013*. København: Energistyrelsen.
- ENS. (2014b). *Biogas i Danmark – status, barrierer og perspektiver*. København: Energistyrelsen.
- ENS. (2014c). *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*. København: Energistyrelsen .
- European Commission. (2015a). *Clean transport, Urban transport*. Hentet fra European Commission:  
[http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt/index_en.htm)
- European Commission. (2015b). *Energiunionspakken*. Hentet fra [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:1bd46c90-bdd4-11e4-bbe1-01aa75ed71a1.0022.01/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:1bd46c90-bdd4-11e4-bbe1-01aa75ed71a1.0022.01/DOC_1&format=PDF)
- European Council. (2014). *2030 Climate and Energy Policy Framework*. Hentet fra  
[http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf)
- Eurostat. (2014). *Energy balance sheets 2011-2012*. Luxembourg: European Union.
- IEA. (2014). *World Energy Outlook 2014*. Paris: International Energy Agency.

T&E. (2015a). *Briefing: EU biofuels reform: endgame for bad biofuels.*  
Transport & Environment.