



# CO2 reduktion fra vejtransport mod 2030. Biodiesel, biogas og PtX



Hovedrapport

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse  
Gammeltorv 8, 6. tv.  
1457 København K  
T: 60 39 17 16  
E-mail: [info@eaea.dk](mailto:info@eaea.dk)  
Web: [www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)

# Indhold

<b>1</b>	<b>Resume .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vejtransportscenarier .....</b>	<b>5</b>
	Formål .....	5
	2.1 Metode .....	5
	2.2 Antagelser .....	6
	2.3 Resultater .....	9
<b>3</b>	<b>Muligheder for at øget iblanding af biodiesel .....</b>	<b>14</b>
	3.1 Øget iblanding i vejtransport .....	14
	3.2 Iblanding i andre sektorer .....	16
<b>4</b>	<b>Sammenligning af omkostninger ved at erstatte den resterende dieselolie med VE-brændstoffer .....</b>	<b>19</b>
	4.1 Samfundsøkonomi - antagelser .....	19
	4.2 Samfundsøkonomi - resultater .....	24
	4.3 Yderligere overvejelser .....	25
<b>5</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>26</b>

# 1 Resume

Det danske Folketing har sat et mål om at reducere udledningen af klimagasser med 70% i 2030 i forhold til 1990. Flere analyser har fremhævet udfordringerne ved at nå dette ambitiøse mål, og at der er behov for at alle sektorer bidrager. Samlet ligger Danmarks udledning nu lavere end i 1990, men for vejtransport er de årlige emissioner samlet steget fra ca. 9,5 million tons CO<sub>2</sub> i 1990, til over 11 millioner tons CO<sub>2</sub> i 2018.

Klimarådet, klimapartnerskaberne og andre analyser peger på, at 1 mio. elbiler eller mere, er nødvendigt for at nå målet i 2030. Men selv i et ambitiøst scenarie med omkring en million elbiler<sup>1</sup> på vejene i 2030, viser Ea's transportmodel at CO<sub>2</sub>-emissionerne fra vejtransport i 2030 kun er faldet med ca. 5% i forhold til 1990-niveauet. I et scenarie med "kun" ca. en halv million elbiler i 2030 vil emissionerne i 2030 stadig være ca. 5% højere end i 1990.

For at opnå større CO<sub>2</sub>-reduktioner i vejtransporten, vil det være nødvendigt at reducere anvendelsen af fossil benzin, og i særdeleshed fossil diesel ud over hvad realistiske elektrificeringsscenerier kan levere mod 2030. I dag er efterspørgslen efter diesel til vejtransport næsten dobbelt så stor som efterspørgslen efter benzin (102 PJ hhv. 55 PJ). Når ikke-vejrelateret dieselforbrug medtages, så er den samlede dieselefterspørgsel næsten tre gange større end efterspørgslen efter benzin. I denne rapport ses der derfor på tre forskellige måder at reducere forbruget af diesel frem mod 2030: ved dansk biodiesel fra rapsfrø, ved biogas i tung transport og ved anvendelse af Fischer-Tropsch diesel baseret på elektrolysebrint og CO<sub>2</sub>. Det sidste kaldes i almindelig tale for PtX-diesel.

Med en råoliepris i 2030 på 92 USD per tønde så er den samfundsøkonomiske CO<sub>2</sub>-reduktionsomkostning ved at fortrænge fossil diesel i tung transport ca. 600 DKK/ton ved biodiesel, ca. 950 DKK/ton ved biogas og over 4,500 DKK/ton ved Fischer-Tropsch dieselprodukter.<sup>2</sup> Beregningen er gennemført i faktorpriser og uden indregning af forvriddningstab. Der er betydelig usikkerhed omkring omkostningerne ved produktion af Fischer-Tropsch diesel.

---

<sup>1</sup> Omfatter også plug-in hybrider. Efter 2030, omfatter det også brintbiler.

<sup>2</sup> Biogas regnes som CO<sub>2</sub> neutralt, og uden afledte effekter i landbruget. Der tages ikke hensyn til at biogasressourcen er begrænset, og evt. anvendes bedre i andre sektorer. Fischer-Tropsch regnes som CO<sub>2</sub> neutralt Biodiesel på raps regnes som CO<sub>2</sub> neutralt, og uden afledte effekter i landbruget. Således indgår debatten om lulucf og fortrængning af importeret foder-soja ikke i analysen.

## 2 Vejtransportscenarier

### Formål

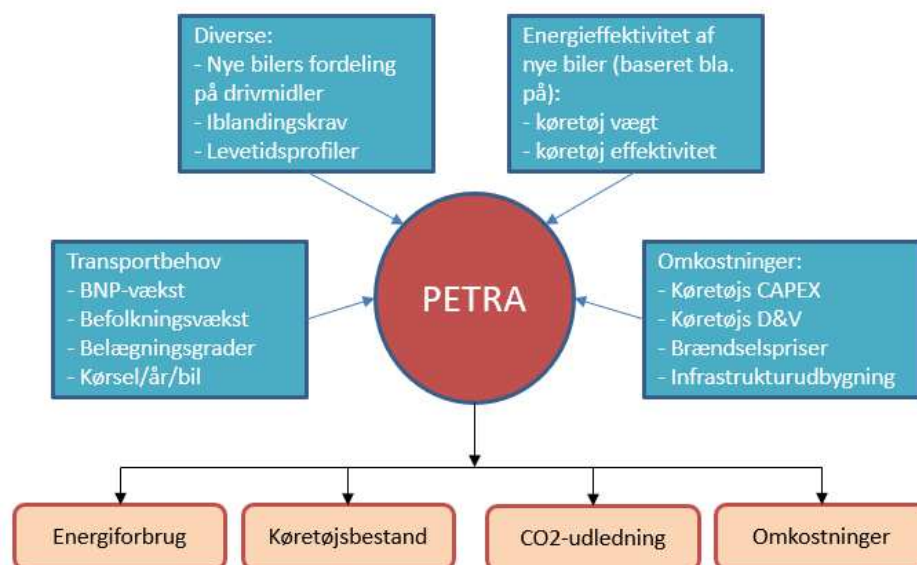
Formålet med denne rapport er at illustrere forskellige mulige udviklingsveje for anvendelse af diesel i Danmark, med et særligt fokus på vejtransporten og under antagelse af en omfattende elektrificering af denne sektor. Analysen viser, at der er store vanskeligheder forbundet med at nå 70%-reduktionsmålet uden markante bidrag fra biobrændsler og/eller andre lavemissions flydende eller gasformige brændsler.

### 2.1 Metode

Der er til projektet anvendt to modelværktøjer: En køretøjsmodel og transportmodellen PETRA.

I køretøjsmodellen er de tekniske udviklingsmuligheder for personbiler, varebiler, lastbiler og busser analyseret på baggrund af interviews og litteraturstudier af tekniske data om køretøjer. Resultaterne fra køretøjsmodellen er brugt som input til transportmodellen PETRA, som beregner transportens energiforbrug, CO<sub>2</sub>-udledning og samfundsøkonomiske omkostninger.

Modellen anvender som input teknologi-mixet for det årlige nybilssalg for personbiler, varebiler, lastbiler og busser. Modellen anvender ydermere energieffektiviteten for nye køretøjer som et input.



Figur 1: Overblik over modelværktøjer

## 2.2 Antagelser

### Generelt

Der opereres i analysen med to forskellige hovedscenarier: et med en "moderat" elektrificering – hvor der antages at være ca. 500.000 el- og hybridbiler i 2030 samt nogle el- og brintbusser og lastbiler, og et andet "ambitiøst" scenarie, hvor der antages at være ca. en million el- og hybridbiler på vejene i 2030 og hvor næsten alle rutebusser er omlagt til el eller brint og ca. 25% af nye lastbiler er el- eller brintdrevne. I begge scenarier øges elektrificeringsgraden frem mod 2040.

### Personbiler

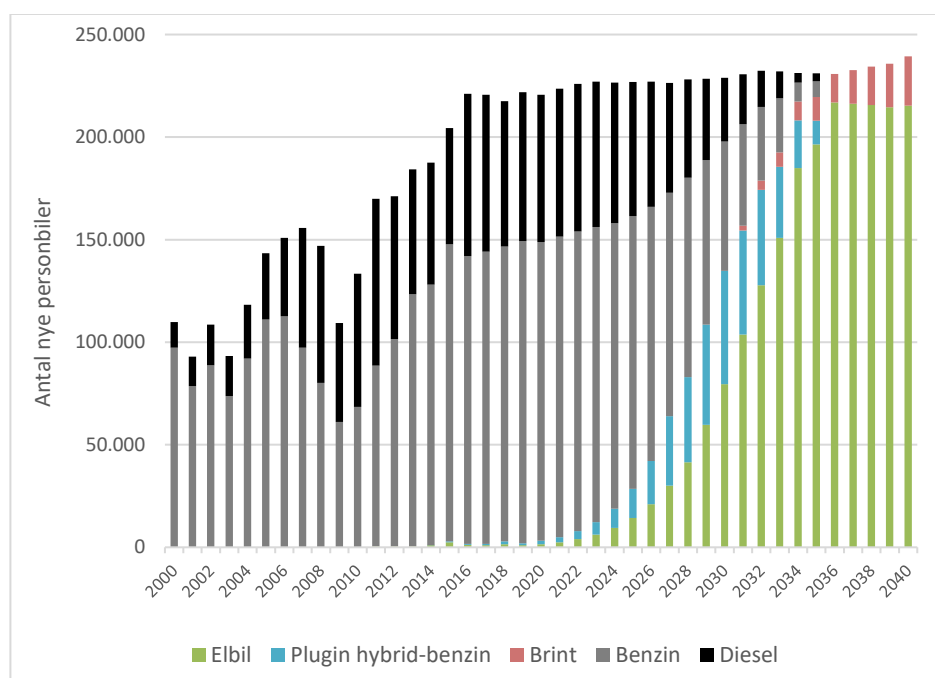
Antal kørte kilometer er et af de mest afgørende parametre for fremskrivning af energiforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner fra personbiler. Værdien opgøres for hver forskellig køretøjstype ud fra historiske data og antagelser om hvordan kørselsmønstre kan ændre sig i takt med at elbilers operationsrækkevidde øges. Det antages at:

- En ny elbil kører ca. samme antal km pr år som en benzinbil i 2020 (ca. 15.000 km), men elbilen kører ca. 18.000 km i 2030.
- En ny PHEV kører ca. samme antal km pr år som en dieselbil (ca. 23.000 km), og at 70% af km i PHEV i 2030 køres på el.

De årlige salgstal afhænger derfor af, hvor mange kilometer en given køretøjstype antages at køre pr år, det forventede persontransportbehov for passagerbiler og målet om at have henholdsvis en halv eller en million elektriske biler i de to scenarier i 2030.

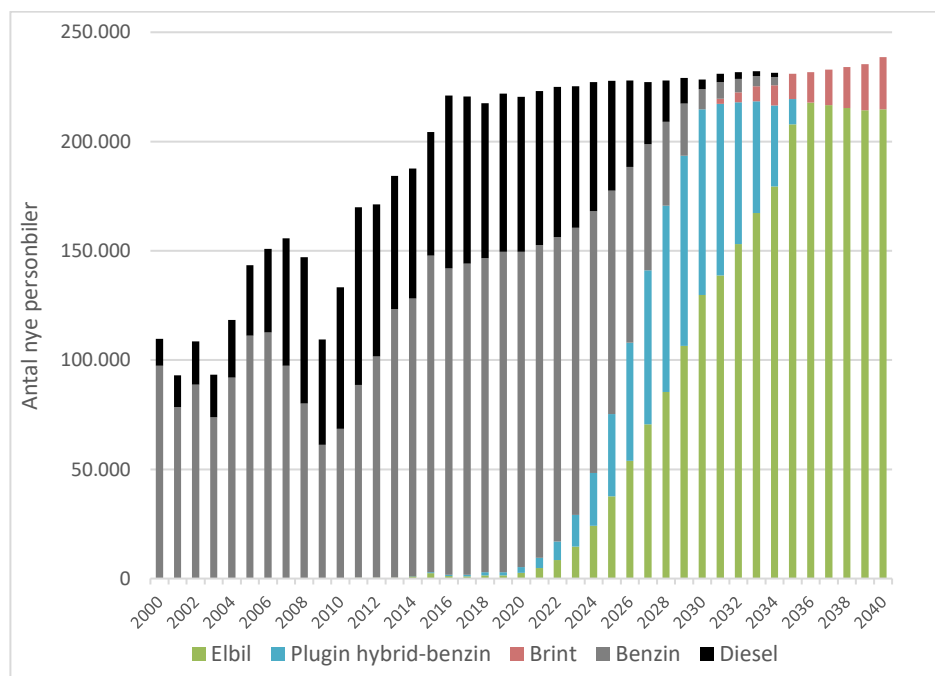
Udbygningen af bestanden af elbiler forventes at følge en såkaldt S-kurve, hvor indfasningshastigheden går langsommere i starten, toppe ca. midtvejs i forløbet og derefter aftager, som er et kendt mønster for udbredelsen af nye teknologier.

For at nå 500.000 elbiler på vejene i 2030, så skal næsten 60% af nysalg af personbiler være enten el- eller hybridbiler i 2030 (se Figur 2).



Figur 2: Antal nye personbiler – "Moderat" elektrificering

Figur 3 illustrerer udfordringerne ved at nå en million elektriske køretøjer i 2030, da hele 94% af nysalget for passagerbiler skal være el- og hybridbiler for at nå det mål, ud fra en antagelse om en S-formet udbygningskurve.



Figur 3: Antal nye personbiler – "Ambitiøs" elektrificering

### **Varebiler**

En varebil i dette arbejde er defineret som køretøjer op til 6 tons. En elvarebil defineres som enten en ren eldrevne varebil eller en plug-in hybrid varebil. Det antages at en andel af varebilmarkedet som i dag benytter benzin eller diesel vil adoptere elvarebiler med mere begrænset rækkevidde for at opnå besparelser vha. lavere drift & vedligehold og brændselsomkostninger. Dvs. for en andel af leveringskøretøjer i byområder er en rækkevidde på mindre end 300 km tilstrækkeligt.

Elektrificeringshastigheden for varebiler svarer til den for personbiler i begge scenarier. I det "moderate" scenarie vil der være ca. 80.000 elvarebiler, og ca. 160.000 i det "ambitiøse" scenarie. I begge scenarier følger indfasningen også en S-kurve.

### **Lastbiler**

I denne analyse henregnes alle større køretøjer med en totalvægt på over 6 tons som lastbiler. Det er betydeligt mere udfordrende at elektrificere lastbiler end personbiler, men der er nye elektriske lasbilmodeller på vej til markedet. Dermed vil ca. 10% af nysalget af lastbiler være enten el- eller brintdrevne i 2030 i det moderate scenarie og 20% i det ambitiøse scenarie. Størstedelen af lastbiler forventes dermed at være dieseldrevne mange år frem.

### **Busser**

Ca. 70% af det danske bustransportarbejde dækkes af rutebusser, som dækker over busser, der har faste ruter og stoppesteder. Disse kører primært i byer. Turistbusser står for resten af bustransporten.

Drevet af ønsket om reduceret lokalforurening i byområder, samt regionale/kommunale initiativer om at være CO<sub>2</sub>-neutral, er der allerede igangsat initiativer vedrørende udskiftning af dieselbybusser med elektriske busser. Grundet bussers veldefinerede ruter, hyppige start/stop, samt udviklingen af hurtig opladningsinfrastruktur, som gør det muligt for busser at oplade hurtigt mens de er i rute, er busser især velegnede til elektrificering.

Turistbusser er det til gengæld mere udfordrende at elektrificere. De har ofte behov for større rækkevidde og har varierende (og til tider transnationale) ruter, hvilket kræver større batterier og/eller mere distribueret opladningsinfrastruktur. I 2030 antages det, at 75% af rutebusserne er enten el- eller brintdrevne i det moderate scenarie og 95% i det ambitiøse scenarie.



For turistbusser antages det, at 10% er enten el- eller brintdrevne i det moderate scenarie og 15% i det ambitiøse scenarie.

### Biobrændsler

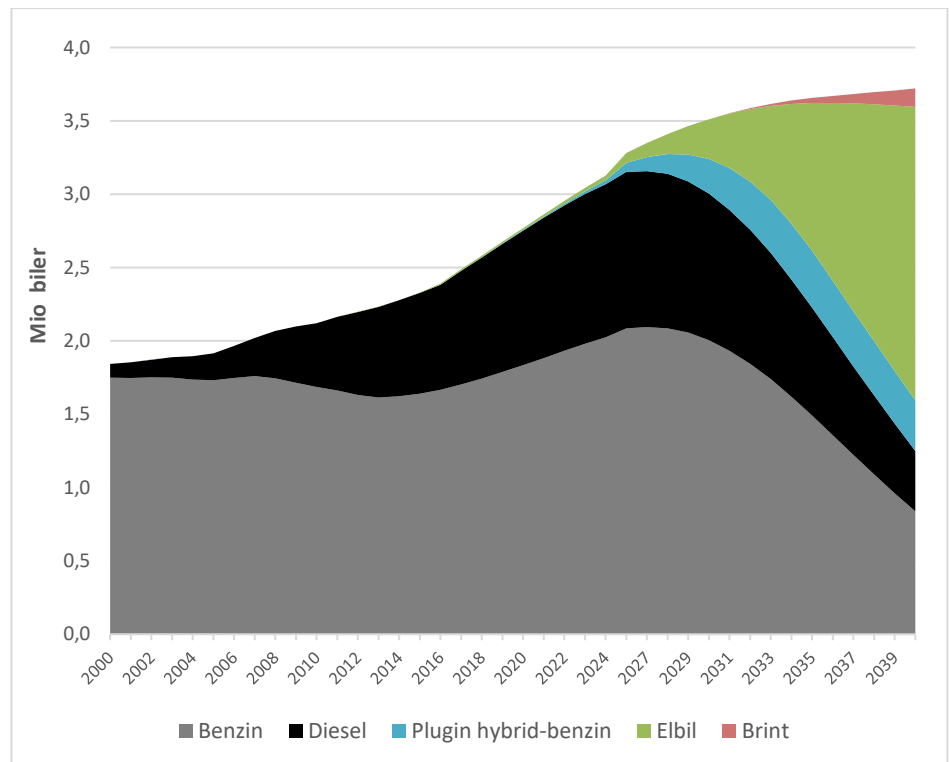
Begge scenarier omfatter også brug af biobrændsler. Det antages, at iblandingsniveauet vil være B7 fra 2021 til 2040, mens iblanding i benzin er E10 i samme periode. I flere kommuner i Danmark er man allerede begyndt at investere i gasbusser, som i denne sammenhæng antages at være biogas, gennem køb af certifikater.

I begge scenarier antages det også, at biogas vil blive anvendt i et vist omfang i busser (15-20% i perioden 2025-2030 og herefter faldende), men pga. højere energiforbrug og højere omkostninger til indkøb og drift af køretøjet, kun i begrænset omfang i lastbiler frem mod 2030.

## 2.3 Resultater

### Personbiler

De to figurer nedenfor afspejler scenarieantagelserne om hhv. en halv og en hel million elektriske passagerbiler på vejene i 2030.

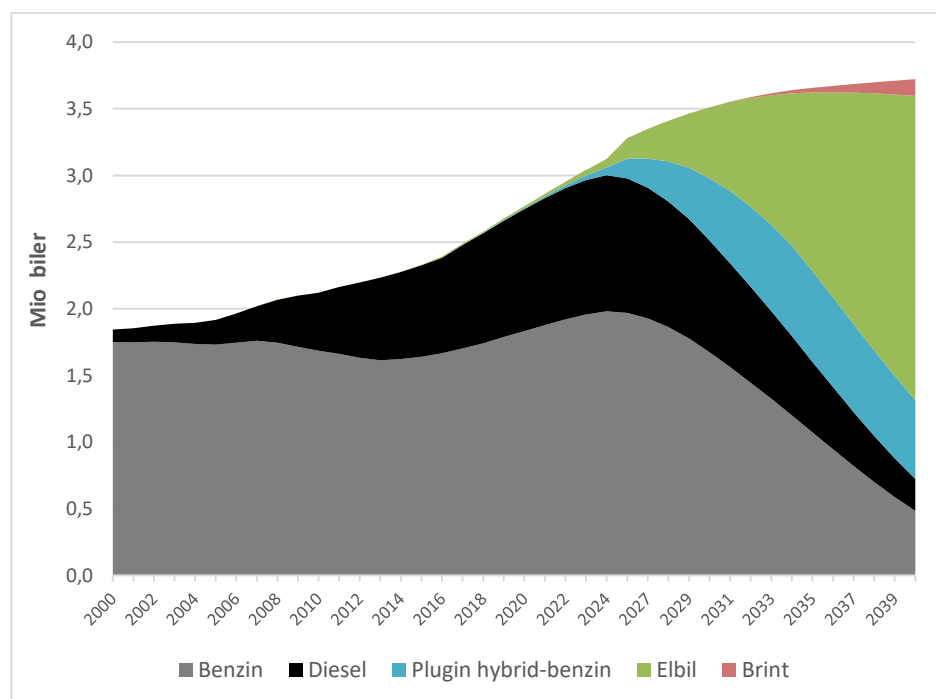


Figur 4: Antal personbiler – "Moderat" elektrificering

Figurene viser, at fossile brændsler vil fortsætte med at spille en meget betydelig rolle i passagertrafikken på de danske veje selv efter 2040.

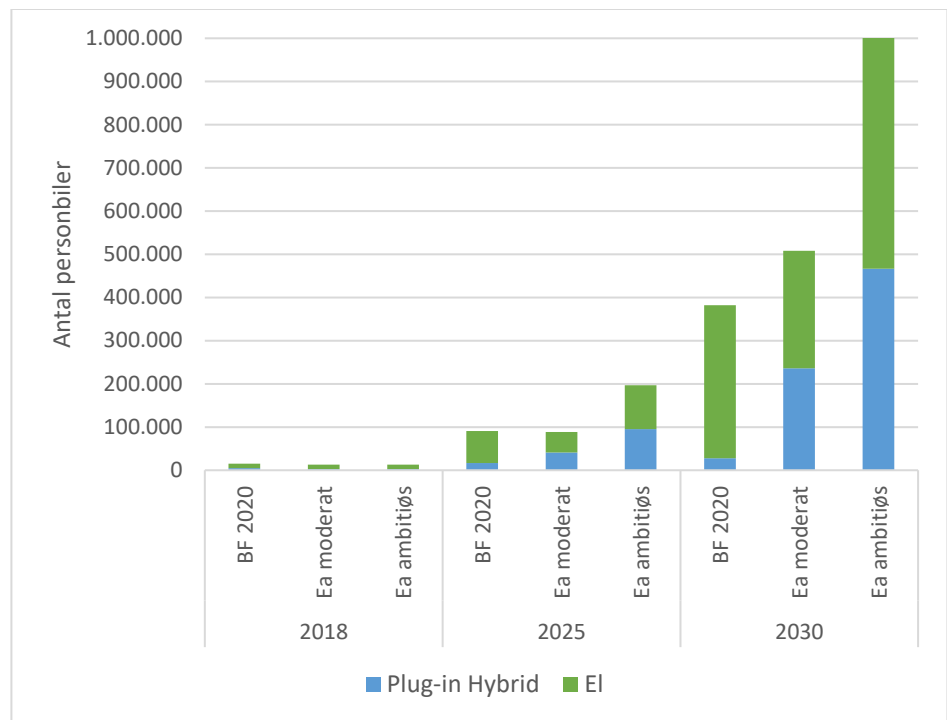
Som det fremgår af Figur 4, så vil de ca. 500.000 el- og hybridpersonbiler i 2030 udgøre lidt under 15% af den samlede personbilsflåde i 2030, og det forventes at vokse til ca. 2/3 i 2040, når brintkøretøjer introduceres og tælles med i de elektriske køretøjer.

I det ambitiøse elektrificeringsscenarie, som ses afbilledet i Figur 5, vil de en million el- og hybridpersonbiler stadig kun repræsentere under 30% af det samlede antal personbiler på de danske veje. Som det også var tilfældet i det moderate scenarie, øges denne andel hastigt frem mod 2040, hvor de forventes at udgøre over 80% af den samlede personbilsflåde.



Figur 5: Antal personbiler – ”Ambitiøs” elektrificering

Energistyrelsen udgav for nylig deres seneste 2020 Basisfremskrivning (Energistyrelsen, 2020a), som fremskriver forbruget og sammensætningen af forbruget af energi på tværs af de forskellige sektorer i Danmark under forudsætning af, at allerede vedtagne politikker og programmer gennemføres. Basisfremskrivning 2020 fremskriver også antallet el- og hybridbiler i Danmark i 2025 og 2030, og disse fremskrivninger fremgår af Figur 6, hvor fremskrivningen sammenlignes med de to scenarier beskrevet ovenfor.

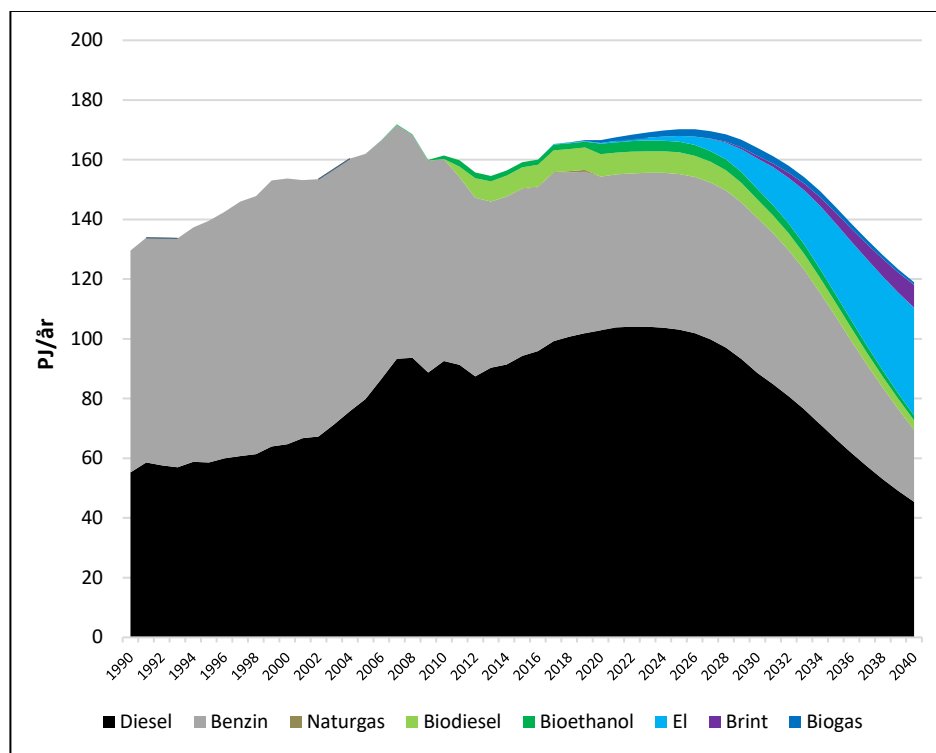


Figur 6: Sammenligning af scenarier og BF 2020

Når scenariefremskrivningerne sammenlignes med fremskrivningerne fra BF2020, så er det tydeligt, at BF2020 tallene i 2025 er rimeligt tilsvarende tallene fra Eas "moderate" scenarie, men at BF2020 tallene er markant lavere end tallene i begge Eas scenarier i 2030. Da BF2020 ikke medtager politikker som endnu ikke er vedtagne, er det ikke overraskende. Det er Eas vurdering at det i fraværet af incitamenter og/eller programmer, der kan føre til en ekstremt hurtig udbygning i antallet af eldrevne personbiler, vil være særdeles vanskeligt at opfylde målet på en million elektriske køretøjer inden 2030. Det skyldes hovedsagligt, at det årlige salg af nye personbiler er på omtrent 220.000 biler, så hvis der skal være 1 million elbiler på vejene i 2030, skal ca. være anden personbil der bliver solgt fra nu til 2030 være en elbil.

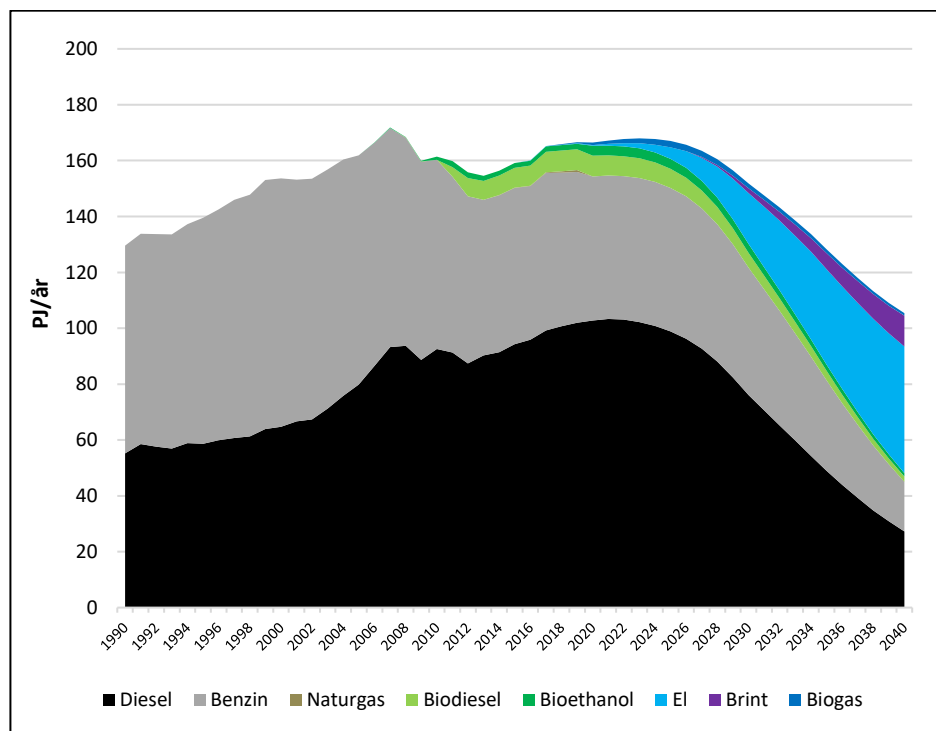
### Vejtransportsenergiforbrug og CO<sub>2</sub>-udledning

På trods af at transportarbejdet forventes at stige frem mod 2040, forventes energiforbruget i begge scenarier at toppe i midt-2020'erne. Det skyldes først og fremmest den øgede elektrificering, da elektriske køretøjer er ca. tre gange så effektive som tilsvarende diesel- og benzindrevne biler. I det moderate scenarie vil forbruget af fossile brændsler toppe i midt-2020'erne, og det understreger den betydelige rolle som disse brændsler, og diesel i særdeleshed, vil fortsætte med at have mange år frem.



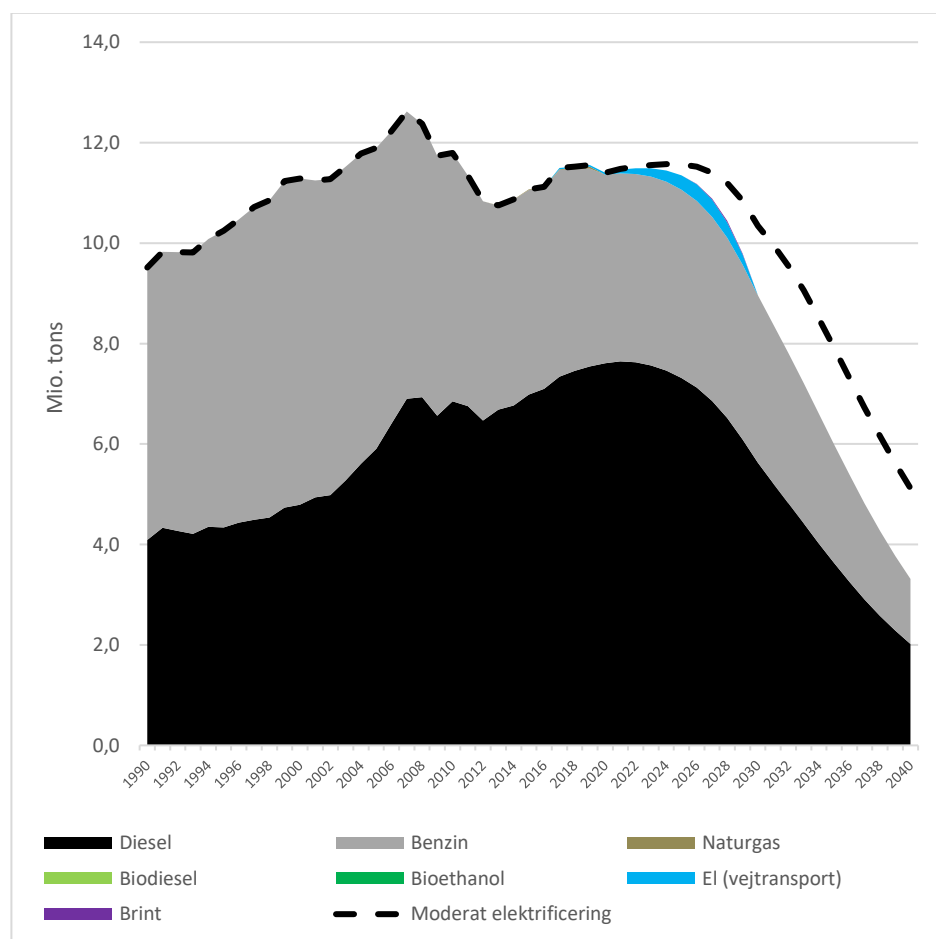
Figur 7: Dansk vejtransportse energiforbrug, "Moderat" elektrificering

I det mere ambitiøse scenarie vil efterspørgslen efter fossile brændsler toppe tidligere, men stadig spille en betydelig rolle, selv efter 2040.



Figur 8: Dansk vejtransportse energiforbrug, "Ambitiøs" elektrificering

Figur 9 nedenfor viser udviklingen i CO<sub>2</sub>-emissioner fra vejtransporten fra 1990 til 2040 i de to scenarier. I beregningen af disse tal er alle biobrændsler antaget at være CO<sub>2</sub>-neutrale og CO<sub>2</sub>-intensiteten af elproduktionen antages at falde til nul i 2030, hvor næsten al elektricitet produceret i Danmark vil være CO<sub>2</sub>-neutral. Endelig antages den anvendte brint at være produceret via elektrolyse (dvs. via elektricitet i stedet for naturgas).



Figur 9: CO<sub>2</sub>-udledning fra vejtransport i de to scenarier. I beregningen af disse tal er alle biobrændsler antaget at være CO<sub>2</sub>-neutrale og CO<sub>2</sub>-intensiteten af elproduktionen antages at falde til nul i 2030, hvor næsten al elektricitet produceret i Danmark vil være CO<sub>2</sub>-neutral. Endelig antages den anvendte brint at være produceret via elektrolyse (dvs. via elektricitet i stedet for naturgas).

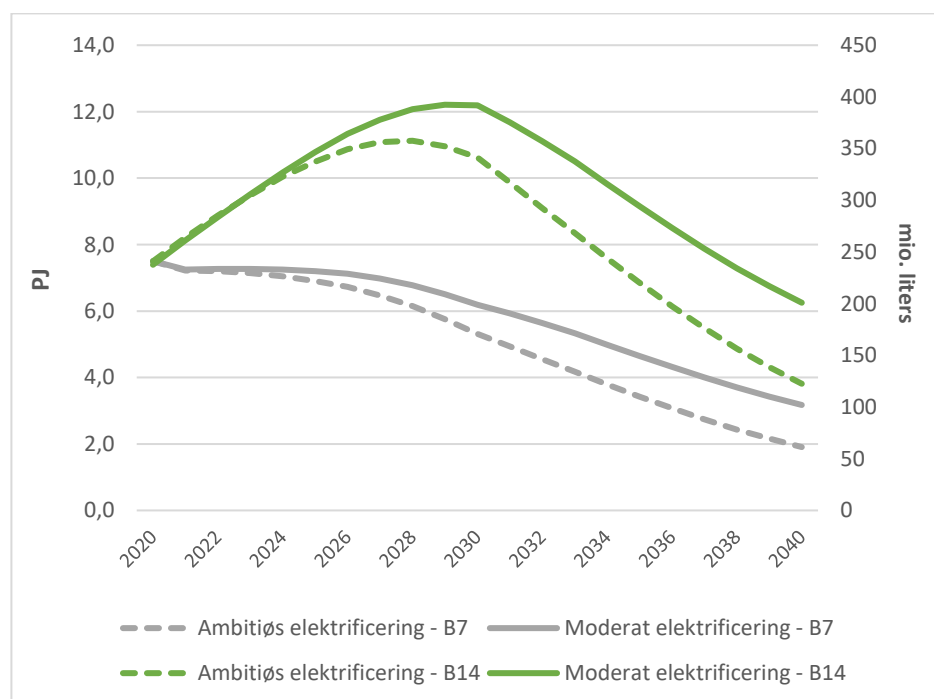
Den fortsatte afhængighed af fossile brændsler er afspejlet i CO<sub>2</sub>-emissionerne i de to scenarier, hvor emissioner fra vejtransporten i det ambitiøse scenarie kun er en anelse lavere i 2030 (9,0 millioner tons) sammenlignet med 1990 (9,5 millioner tons), og som faktisk er højere i det moderate scenarie (10,3 millioner tons).

### 3 Muligheder for at øget iblanding af biodiesel

#### 3.1 Øget iblanding i vejtransport

Det forudsættes i ovenstående scenarier at der fortsat anvendes B7 fra 2021 til 2040. I lande som Frankrig har det dog tidligere været diskuteret at sætte et mål om 15% iblanding i 2030 (Petrova, 2019). Med dette som inspiration ser det følgende afsnit på et scenarie, hvor Danmark gradvist fordobler den nuværende b7-standard frem mod 2030, og fastholder en 14% iblanding indtil 2040.

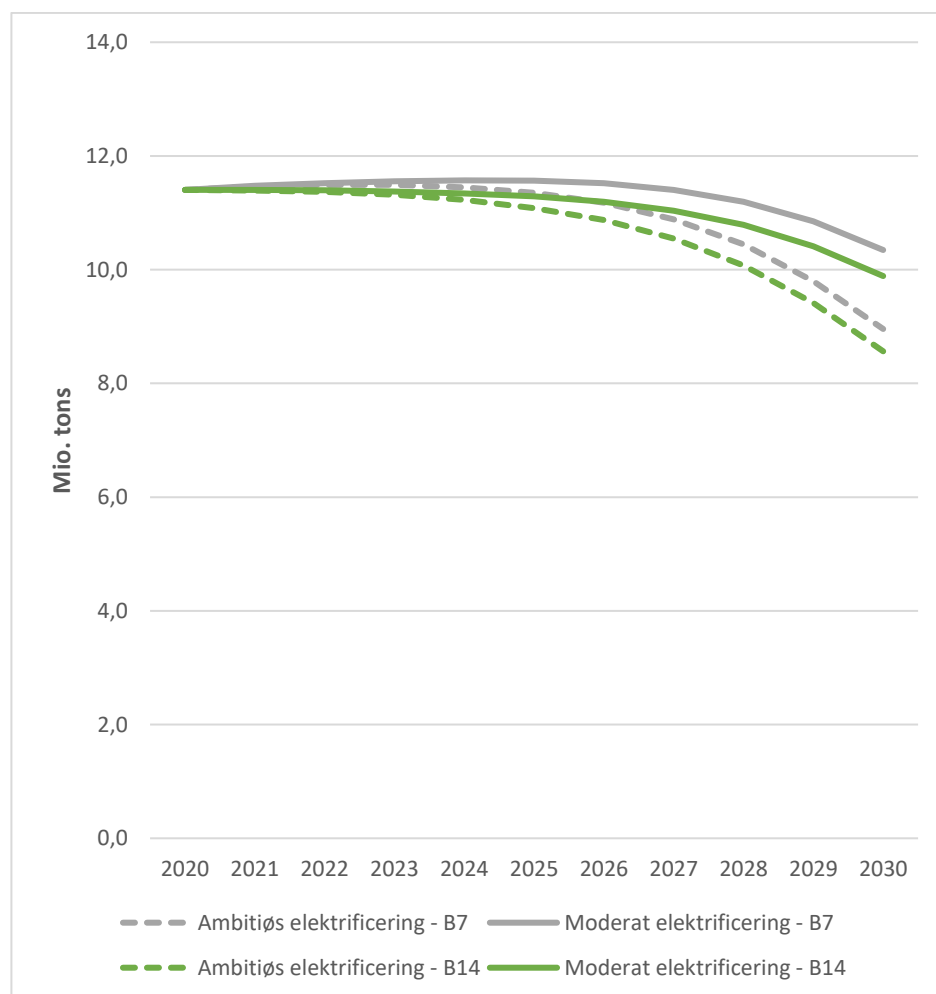
Figuren nedenfor viser mængden af biodiesel der er påkrævet i de to scenarier under hhv. en B7 og en B14 standard for iblanding.



Figur 10: Efterspørgsel efter biodiesel til vejtransport i de to scenarier med en B7- eller B14-standard

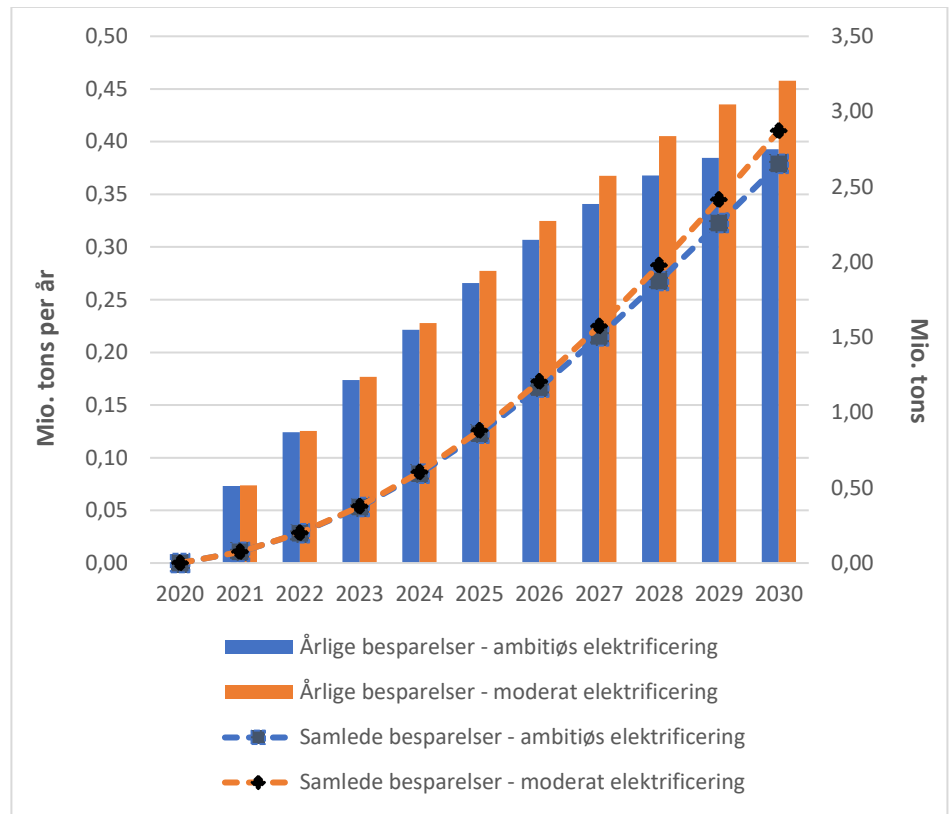
I det ambitiøse elektrificeringsscenario topper forbruget af biodiesel i 2028, mens det topper i det moderate scenarie i 2029. Det sker på trods af, at B14 standarden først vil være fuldt implementeret i 2030, og reflekterer en faldende efterspørgsel på diesel i begge scenarier. I begge scenarier ligger biodieselefterspørgselen i vejtransportsektoren væsentligt under 2020-niveauet i 2040, når man antager en B14 standard for iblanding frem til 2040.

I Figur 11 vises CO<sub>2</sub> effekten af gradvist at øge iblandingsstandarden frem mod 2030. I 2030 vil CO<sub>2</sub>-emissionerne fra vejtransporten være ca. 0,4 millioner tons lavere i det ambitiøse elektrificeringsscenarie og 0,45 millioner tons lavere i det moderate elektrificeringsscenarie.



Figur 11: CO<sub>2</sub>-emissioner fra vejtransport i de to scenarier med en B7- eller B14-standard

I figur 12 ses både de årlige CO<sub>2</sub>-emissionsreduktionerne fra dansk vejtransport og de akkumulerede emissionsreduktioner frem mod 2030. I 2030 vil de akkumulerede emissionsreduktioner der er opnået fra 2021 til 2030 ved gradvist at indfase en B14 standard ligge et sted mellem 2,7 millioner og 2,9 millioner tons (hvor de højere reduktioner finder sted i det moderate scenarie).



Figur 12: Årlige og kumulative CO<sub>2</sub>-emissionsbesparelser til 2030 fra vejtransport i de to scenarier med en B14-standard.

### 3.2 Iblanding i andre sektorer

Udover vejtransporten er der en række andre sektorer, hvor der også anvendes betydelige mængder dieselprodukter. Ifølge Energistyrelsens BF2020 var efterspørgslen i 2020 efter "gas og dieselolie" samlet 146,5 PJ med følgende fordeling:

- Transport – 112,5 PJ
- Produktionserhverv – 25 PJ
- Handels- og serviceerhverv – 2 PJ
- Husholdninger – 7 PJ

I tidligere versioner af Basisfremskrivning blev de nævnte sektorer opgjort med en række underkategorier. Tabellen nedenfor viser 2020 estimaterne for hver af disse underkategorier baseret på fordelingsforholdene i BF2019.

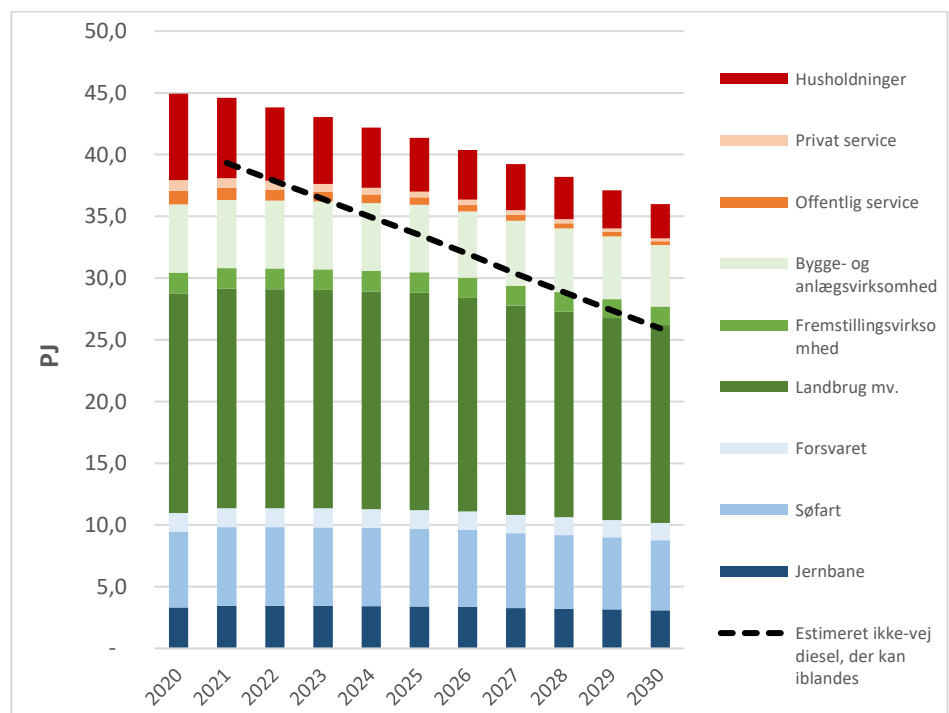
I nedenstående tabel er omtrent 102 PJ (vejtransporten) ud af samlede 147 PJ underlagt et iblandingskrav, hvilket vil sige at omtrent 45 PJ ikke er det.



PJ	2020 total	2020 estimeret
<b>Transport</b>	<b>112,5</b>	
Vejtransport		101,6
Jernbane		3,3
Søfart		6,1
Forsvaret		1,5
<b>Produktionserhverv</b>	<b>25,0</b>	
Landbrug mv.		17,8
Fremstillingsvirksomhed		1,7
Bygge- og anlægsvirksomhed		5,5
<b>Handels- og serviceerhverv</b>	<b>2,0</b>	
Offentlig service		1,1
Privat service		0,9
<b>Husholdninger</b>	<b>7,0</b>	7,0
<b>Total</b>	<b>146,5</b>	<b>146,5</b>

Tabel 1: "gas og dieselolie" efterspørgsel fra Energistyrelsens BF2020, og estimerne for underkategorier baseret på fordelingsforholdene i BF2019.

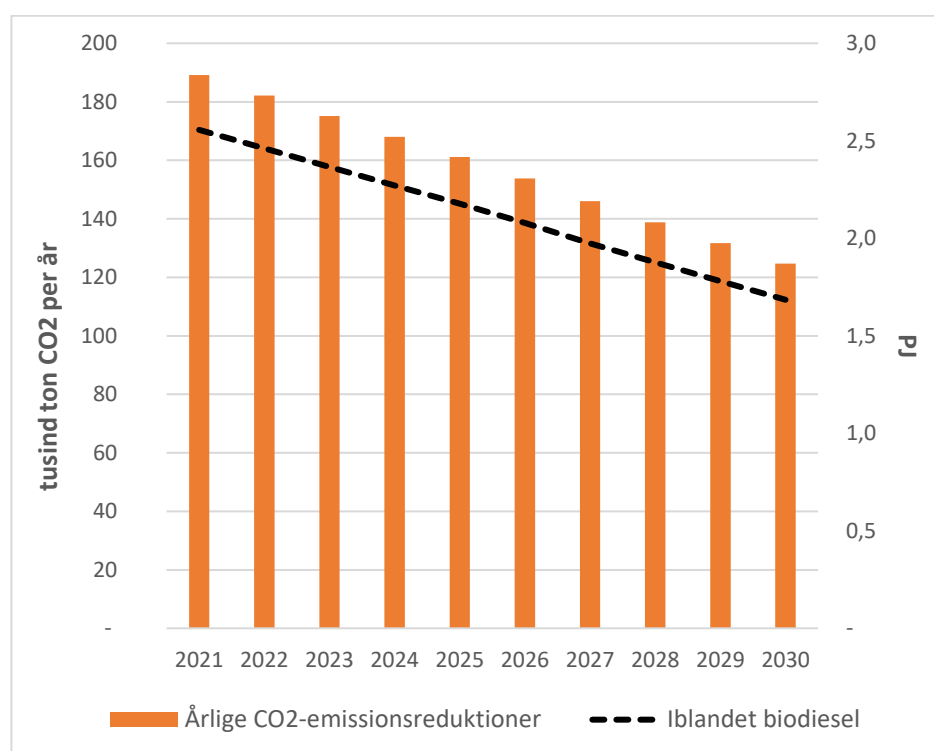
Ved at kombinere BF2020's totaler for alle årene frem til 2030 med fordelingen fra BF2019, kan en fremskrivning af forbruget af gas- og dieselolie frem mod 2030 fremvises som i figuren nedenfor.



Figur 13: Estimeret non-road diesel efterspørgsel frem mod 2030

I BF2020 antages det, at der foretages en vis elektrificering i de kommende år, men da det primært er en "frozen policy" fremskrivning, er der gjort en antagelse om at ca. 20% mere elektrificering vil finde sted i 2030 relativt til BF2020 opgørelsen (denne ekstra elektrificering introduceres lineært i modellen startende ved 0% i 2020). Endelig antages det, at omtrent 10% af brændstoffet ikke vil være egnet til iblanding af forskellige årsager, såsom logistisk, lagring eller kombinationsproblemer. Slutresultatet er at ca. 40 PJ vurderes at være egnet for iblanding i 2021, faldende til omtrent 26 PJ i 2030 (repræsenteret ved den sorte stiplede linje i Figur 9).

De medfølgende CO<sub>2</sub>-emissionsreduktioner (venstre akse) og mængden af yderligere biodiesel (højre akse opgjort i PJ) fra implementeringen af en B7 iblandingsstandard for ikke-vejrelateret dieselforbrug er fremvist i figuren nedenfor.



Figur 14: CO<sub>2</sub>-emissionbesparelser og yderligere anvendelse af biodiesel givet en B7-blandingsstandard i non-road-dieselprodukter

Summen af CO<sub>2</sub>-emissionsreduktionerne for årene 2021 til 2030 giver en samlet mængde på over 1,5 millioner tons.

## 4 Sammenligning af omkostninger ved at erstatte den resterende dieselolie med VE-brændstoffer

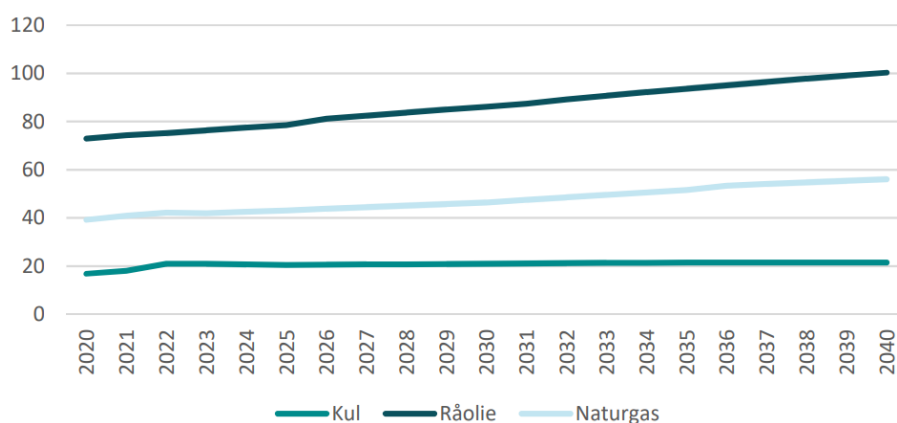
I den følgende sektion sammenlignes de samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere dieselforbruget og de medfølgende CO<sub>2</sub>-emissionsreduktioner i den danske vejtransport frem mod 2030 for forskellige alternative drivmidler, såsom biodiesel, biogas og Fischer-Tropsch diesel. Medmindre andet er angivet, er alle tal i 2019 DKK.

### 4.1 Samfundsøkonomi - antagelser

#### Dieselpris

For at kunne sammenligne omkostningerne ved at erstatte diesel med et mere grønt alternativ, er det nødvendigt først at fastsætte en prisreference for diesel i 2020. I Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger fremskrives de langsigtede fremtidige dieselpriiser med følgende metode:

- 1) Anvende de seneste World Energy Outlook prisestimer og forwardpriser for råolie. Den nedenstående figur viser de resulterende importpriser for kul, råolie og naturgas (kr./GJ, 2020-priser). Bemærk, at figuren og tallene kommer fra Baggrundsnotatet "Brændselspriser til 2020-fremskrivninger" som var i høring i sommeren 2020 (Energistyrelsen, 2020b).



Figur 15: Importpriser for kul, råolie og naturgas (kr./GJ, 2020-priser) (Energistyrelsen, 2020b)

- 2) Tilføje omkostninger til:
  - Raffinaderimargin
  - Raffinaderiomkostning

- Produktpræmie
- Margin
- Distributionsomkostninger

Sammensætning af dieselpris i 2030	2020 kr/GJ	2019 kr/GJ
Importpris for råolie	86,0	84,3
Raffineringsmargin	5,6	5,5
Omkostninger til raffinering	9,1	8,9
Produktpræmie	5,6	5,5
Margin	1,2	1,2
Distributionsomkostninger	24,3	23,8
<b>Total</b>	<b>131,8</b>	<b>129,2</b>

Tabel 2: Olie og diesel prisforudsætninger i 2030 (Energistyrelsen, 2020b)

For at sætte tallene i tabellen i relief, svarer 84,3 kr./GJ til 92 USD per tønne<sup>3</sup>, og Brent olieprisen var ca. 45 USD/tønne i august 2020.

### Biogas

Der er tre centrale aspekter i vurderingen af de samfundsøkonomiske omkostninger ved brug af biogas i transportsektoren som en erstatning for diesel. For det første kræver det en vurdering af de fremtidige samfundsøkonomiske omkostninger ved biogas, der er blevet opgraderet til anvendelse i naturgasnettet. I henhold til Energistyrelsens Samfundsøkonomiske Beregningsforudsætninger falder omkostningen til biogas til 132 kr./GJ i 2030.

For det andet kan biogas ikke bare direkte erstatte diesel i et køretøj, da det kræver en anden form for motor. Da sådan en motor typisk har en lavere virkningsgrad, må dette omkostningselement også inkluderes i analysen. Det forventes ikke at gas vil spille nogen særlig rolle i passagerbils- og varevognssegmenterne, så den nedenstående analyse retter sig derfor mod brug af gas i den tunge transport, dvs. lastbiler.

For det tredje skal omkostningerne til udbygning af en tankinfrastruktur indregnes. Det antages i denne sammenhæng at der skal etableres ny gasinfrastruktur, mens der på grund af den grønne omstilling ikke skal etableres yderligere diesel infrastruktur.

<sup>3</sup> Med en vekselkurs i 2030 på 6,25 DKK/USD

Ea Energianalyse har for nyligt gennemført en analyse, der kombinerede modelberegninger med interviews af ejere af gas- og diesellastbiler. Det mest relevante resultat var at gaslastbiler er ca. 25-30% dyrere i investeringsomkostning, at de har en smule højere driftsomkostninger og at de bruger ca. 20% mere energi pr. transportkilometer. Fra et samfundsøkonomisk perspektiv er det også nødvendigt at sammenligne omkostningerne forbundet med tankstationer for gaskøretøjer. Disse omkostninger er beskrevet i tabellen nedenfor. Disse beregninger viser, at der er en yderligere CAPEX-omkostning for biogas på 31,8 kr./GJ og driftsomkostninger på 9,2 kr./GJ.

Forudsætninger	Diesel	Biogas*	Delta
Vogn pris	820.000	1.070.000	250.000
Rente	4%	4%	
Antal år før salg	6	6	
Salgsværdi	250.000	320.000	75.000**
CAPEX-lastbil pr. år	119.000	156.000	37.000
CAPEX-tankstation pr. år	0 <sup>4</sup>	8,700	8,700
<b>Total CAPEX pr. år</b>	<b>119.000</b>	<b>164.000</b>	<b>45.000</b>
D&V lastbil pr. år	65.000	71.500	6.500
Fast D&V - tankstation (kr./år)	1.000	1.500	500
Variabel D&V - tankstation (kr./år)	-	6.000	6.000
<b>Total D&amp;V pr. år</b>	<b>66.000</b>	<b>79.000</b>	<b>13.000</b>
km pr. år	100.000	100.000	
<b>Energiforbrug pr. år (GJ)</b>	<b>1.418</b>	<b>1.702</b>	<b>284 (20%)</b>
<b>CAPEX pr. GJ diesel</b>	<b>84</b>	<b>110</b>	<b>31,8</b>
<b>D&amp;V pr. GJ diesel</b>	<b>47</b>	<b>56</b>	<b>9,2</b>

Tabel 3: Yderligere OPEX og CAPEX-omkostninger for en biogaslastbil relativ til en diesellastbil. \*Opgraderet biogas i naturgasnettet. \*\*Bemærk at alle tal i tabellen er afrundet, så nogle tal i Deltakolonnen muligvis ikke stemmer overens.

For at opsummere er den beregnede omkostning ved at erstatte diesel med biogas i den tunge transport i 2030:

<sup>4</sup> CAPEX-beregninger for en gas tankstation er baseret på "Rammevilkår for gas til tung vejtransport" (COWI, 2014). Det antages, at CAPEX fra de eksisterende dieselstationer er sunk omkostninger.

- Energistyrelsens estimerede samfundsøkonomiske biogaspris 132 kr./GJ.<sup>5</sup>
- Tillagt 20% for højere brændselsforbrug: 158,4 kr./GJ (132\*1,2).
- Yderligere omkostninger pr GJ forbundet med højere CAPEX og OPEX:
  - 31,8 kr./GJ CAPEX.
  - 9,2 kr./GJ OPEX.
- Samlet set: 199,4 kr./GJ.

Det er vigtigt at bemærke, at ovenstående beregninger antager at gas anvendes i sin gasform (CNG), og hvis den i stedet anvendes i flydende form (LNG), så vil der være højere kompressionsomkostninger og andre priselementer, der vil være dyrere.

#### **FT-diesel**

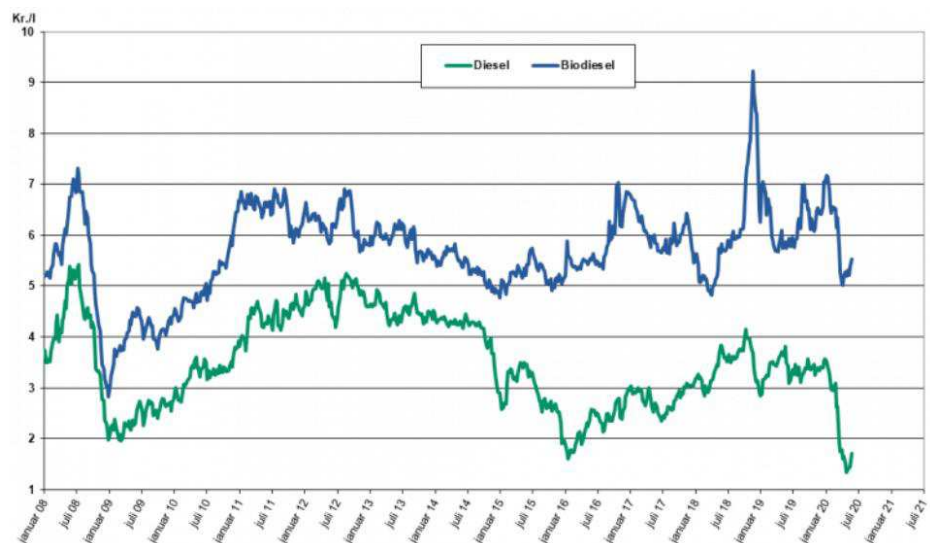
Som det også var tilfældet med biogas, så beskriver Energistyrelsens Samfundsøkonomiske Beregningsforudsætninger ikke Fischer-Tropsch-produceret diesel og der er endnu ikke udviklet noget internationalt marked for dette produkt. Ea Energianalyse er i øjeblikket involveret i en række projekter der undersøger de potentielle omkostninger forbundet med at producere FT-diesel i fremtiden. Eas bedste estimat for et storskala produktionsanlæg i 2030, der anvender et alkalisk anlæg og med en CO<sub>2</sub>-pris på 300 kr./ton, er 465 kr./GJ (alle værdier er udtrykt i nutidsværdier).

#### **Biodiesel markedspris**

Energistyrelsens Samfundsøkonomiske Beregningsforudsætninger indeholder heller ikke en vurdering af omkostningerne for biodiesel, men der er et veletableret internationalt marked for biodiesel. Figur 16 viser omkostningerne for biodiesel og diesel (eksl. afgifter) siden starten af 2008, som de fremvises på Drivkraft Danmarks hjemmeside.

---

<sup>5</sup> " Prisen for VE-gasser i gasnettet beregnes som produktionsprisen for biogas baseret på Energistyrelsens Teknologikatalog for el- og fjernvarmeproduktion med data for år 2030, og er på 142 kr./GJ i 2019 og faldende til 132 kr./GJ i 2030, hvorefter den fastholdes til 2040." (Kilde: Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, oktober 2019)



Figur 16: Biodiesel og diesel, historiske priser i kr./l (Drivkraft Danmark)

Ifølge figuren ligger prisen for biodiesel i øjeblikket på ca. 5,5 kr./literen, hvilket svarer til ca. 175 kr./GJ. Den gennemsnitlige pris over perioden er også i nærheden af denne værdi. Det bør dog bemærkes, at priserne i figuren er i nominelle værdier, hvilket betyder, at prisen på biodiesel i reelle værdier er faldet siden januar 2008. Som en proxy for 2030-prisen, kan man derfor argumentere for, at 2030-prisen burde være lavere end prisen der gælder i dag.

Ea har også gennemgået andre kilder til importpriserne for biodiesel baseret på rapsolie for 2019. I henhold Argus Biofuel var prisen gennemsnitligt ca. 173 kr./GJ.<sup>6</sup>

Baseret på ovenstående, vurderes 173 kr./GJ at være en rimelig proxy for markedsprisen for biodiesel i 2030.

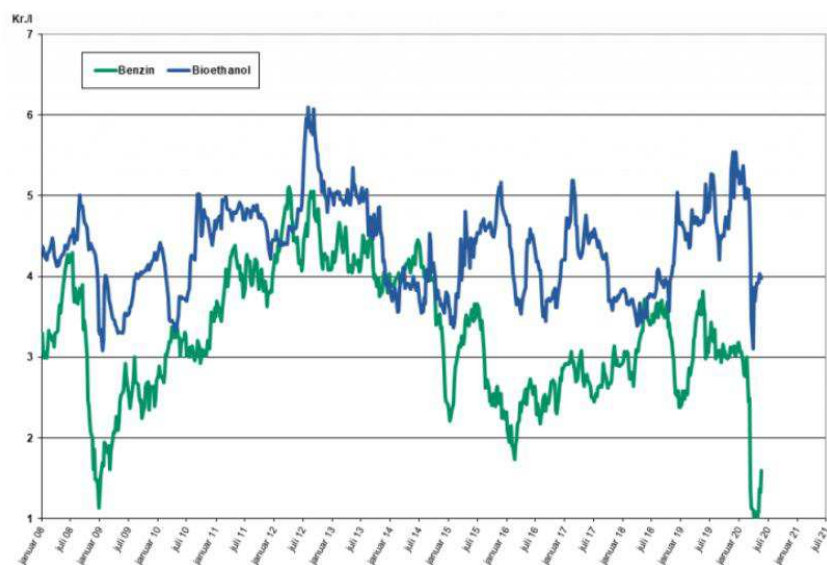
### Bioethanol markedspris

Ea har også gennemgået importpriserne for bioethanol for 2019, som gennemsnitligt var ca. 215 kr./GJ.<sup>7</sup>

Historisk set har bioethanolimportpriserne i gennemsnit været ca. 4,5 kr./l (se Figur 17), hvilket svarer til cirka 213 kr./GJ. Bemærk at benzin har et energiindhold på 32,9 MJ/l, mens bioethanol kun har 21,1 MJ/l, så når priserne vises i kr./GJ, er forskellen markant større.

<sup>6</sup> Argus Biofuel: Biodiesel Rapeseed OME RED ARA range barge fob average month

<sup>7</sup> Argus Biofuel - Ethanol T2 RED 50-60pc GHG savings inc. duty ARA range fob average month



Figur 17: Bioethanol og benzin, historiske priser i kr. / l (Drivkraft Danmark)

## CO<sub>2</sub>

Beregning af CO<sub>2</sub>e reduktionsomkostning er foretaget overensstemmende med det regelsæt, der ligger til grund for det danske 70% mål, hvor Up Streams emissioner ikke medregnes og biobrændsler regnes som CO<sub>2</sub> neutralt.

Emissionen for fossil diesel er da ansat til 74 g CO<sub>2</sub>e/MJ.<sup>8</sup>

Biogas regnes som CO<sub>2</sub>-neutralt, og uden afledte effekter i landbruget. Der tages ikke hensyn til at biogasressourcen kan være begrænset, og evt. anvendes bedre i andre sektorer.

Fischer-Tropsch regnes som CO<sub>2</sub> neutralt.

Biodiesel på raps regnes som CO<sub>2</sub> neutralt, og uden afledte effekter i landbruget. Således indgår debatten om lulucf og fortrængning af importeret foder-soja ikke i analysen.

## 4.2 Samfundsøkonomi - resultater

Tabel 4 nedenfor kombinerer input fra de forrige sektioner for at fremkomme med en CO<sub>2</sub>-emissionsreduktionspris pr. ton konventionel diesel der erstattes. Derudover er der en vurderet indikativ beregning af, hvad de yderligere omkostninger forbundet med en erstatning af 3,75 PJ diesel vil være (3,75 PJ

<sup>8</sup> Hvis reduktions omkostningen i stedet skulle foretages overensstemmende med Renewable Energy Directive (iblandingskravet), skulle emissionen for fossil diesel i stedet være ansat til 94 g CO<sub>2</sub>e/MJ.



er valgt for at repræsentere de ca. 100.000 tons biodieselpkapacitet der ikke er udnyttet i Danmark i dag).

2019 kr./GJ	Brændsels- omkostninger (uden moms og afgifter) (kr./GJ)	Yderligere omkostninger i forhold til diesel (kr./GJ)	Omkostning pr. ton sparet CO <sub>2</sub> (kr./ton)	Yderligere omkostninger for ca. 3,75 PJ (mio. kr.)
Diesel an forbruger <sup>9</sup>	129			
Biodiesel markedspris <sup>10</sup>	174	45	605	168
Biogas til tung transport an forbruger <sup>11</sup>	199	70	948	263
Bioethanol markedspris <sup>12</sup>	215	86	1159	322
FT-diesel <sup>13</sup>	465	336	4538	1259

Tabel 4: 2030 Brændselsomkostninger, yderligere omkostninger i forhold til diesel, omkostning pr. ton sparet CO<sub>2</sub>, og yderligere omkostninger for ca. 100.000 tons biodiesel i 2030 baseret på Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger.

### 4.3 Yderligere overvejelser

Udover de samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med de fire alternativer beskrevet ovenfor, er der er også andre elementer der bør overvejes. Herunder om FT-diesel rimeligt kan forventes at kunne produceres i stor skala i 2030.

Et andet spørgsmål er hvordan de afledte effekter ved produktion af biodiesel og biogas bør indregnes. Herunder CO<sub>2</sub> effekten i landbruget, de såkaldte LULUCF effekter, samt effekterne ved at foder fra raps kan fortrænge sojaimport.

Især vedrørende biogas er det endvidere et spørgsmål om hvor begrænset ressourcen er frem mod 2030, og om den kan anvendes bedre i produktionserhvervene. Bl.a. fordi der her ikke kræves betydelige investeringer i ny infrastruktur og at gas ikke anvendes med lavere virkningsgrad end olie – tværtimod.

<sup>9</sup> Energistyrelsens Baggrundsnotatet "Brændselspriser til 2020-fremskrivninger" som var i høringen i sommeren 2020 (Energistyrelsen, 2020).

<sup>10</sup> Gennemsnitlige markedspriser i 2019 ifølge Argus Biofuels. Anvendes i stedet en ren samfunds relateret omkostningsopgørelse, kunne biodiesel prisen (kr/GJ) være lavere hvis der er fordele forbundet med danskproduceret biodiesel fra rapsfrø.

<sup>11</sup> Rammevilkår for gas til tung vejtransport (COWI, 2014), Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner (Energistyrelsen, 2019), og interviews med markedsaktører

<sup>12</sup> Gennemsnitlige markedspriser i 2019 ifølge Argus Biofuels

<sup>13</sup> Ea egne beregninger

## 5 Referencer

- COWI. (2014). *Rammevilkår for gas til tung transport*. København: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2019). *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, oktober 2019*. København: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2020a). *Basisfremskrivning 2020*. København: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2020b). *Brændselspriser til 2020-fremskrivninger - Baggrundsnotat*. København: Energistyrelsen.
- Petrova, V. (10. January 2019). *France raises biofuel blending mandate for 2019, 2020*. Hentet fra Renewables Now: [https://www.renewablesnow.com/news/france-raises-biofuel-blending-mandate-for-2019-2020-639060/#:~:text=January%2010%20\(Renewables%20Now\)%20%2D,2019%20and%208.2%25%20in%202020.&text=The%20minimum%20blending%20requirement%20for,target%20for%202030%20is%201](https://www.renewablesnow.com/news/france-raises-biofuel-blending-mandate-for-2019-2020-639060/#:~:text=January%2010%20(Renewables%20Now)%20%2D,2019%20and%208.2%25%20in%202020.&text=The%20minimum%20blending%20requirement%20for,target%20for%202030%20is%201)