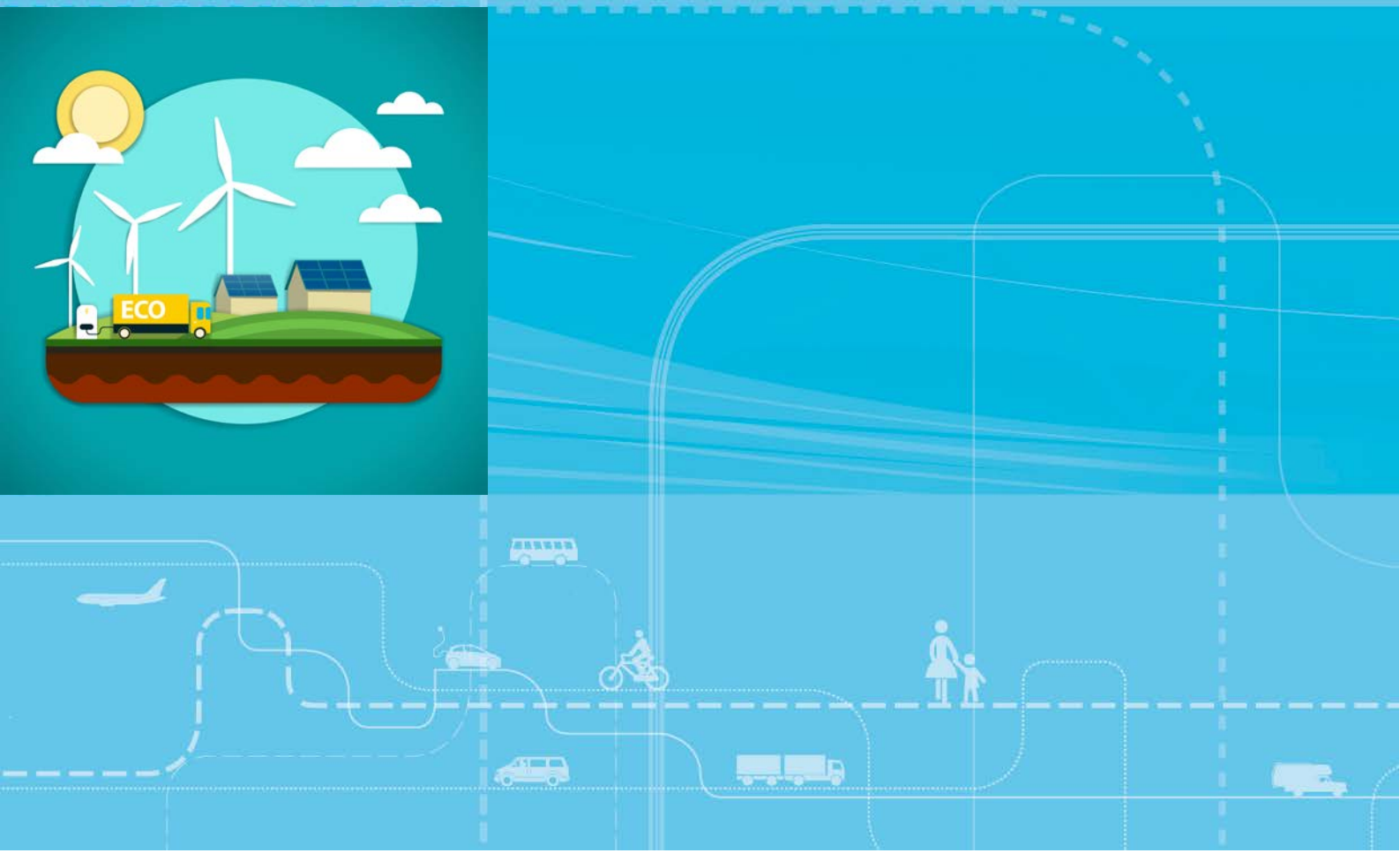


# CO<sub>2</sub>-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger





# **CO<sub>2</sub>-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger**

Inger Beate Hovi, Daniel Ruben Pinchasik

Foto: Shutterstock

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1706-6 Elektronisk versjon

Oslo, mars 2016

---

**Tittel:** CO2-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger

**Forfattere:** Inger Beate Hovi  
Daniel Ruben Pinchasik

**Dato:** 03.2016

**TØI rapport:** 1479/2016

**Sider** 37

**ISBN Elektronisk:** 978-82-480-1706-6

**ISSN** 0808-1190

**Finansieringskilde:** NHO Transport  
Næringslivets NOx-fond

**Prosjekt:** 4294 - Utredning om CO2-fond for NHO

**Prosjektleder:** Inger Beate Hovi

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Emneord:** CO2  
Fornybare drivstoff  
Lastebiltransport

#### **Sammendrag:**

Et virkemiddel for å forsere innfasingen av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger er å etablere et CO2-fond for næringslivet etter samme prinsipper som dagens NOx-fond. Inntektene til et fond vil kunne baseres på en andel av dagens CO2-avgift. Fondet vil kunne gi tilskudd til merkostnader ved investering i kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi og til delvis dekning av investering i infrastruktur som fyllestasjoner. Analysen i foreliggende rapport viser at det er mest kostnadseffektivt å gi støtte til kjøretøy som benytter biodiesel, men at en utfordring vil være tilgjengeligheten til bærekraftig drivstoff. Et fond bør derfor også satse på å gi tilskudd til dyrere teknologier som fremdrift basert på biogass, elektrisitet og hydrogen. For de to siste alternativene er teknologien fortsatt umoden for lastebiltransport. Et CO2-fond kan derfor bidra til at etterspørselen etter denne type teknologi øker og at kritisk masse oppnås.

**Title:** A CO2-fund for the transport industry: The case of Norway

**Author(s):** Inger Beate Hovi  
Daniel Ruben Pinchasik

**Date:** 03.2016

**TØI report:** 1479/2016

**Pages** 37

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1706-6

**ISSN** 0808-1190

**Financed by:** NHO Transport  
The Business Sector's NOx Fund

**Project:** 4294 - Utredning om CO2-fond for NHO

**Project manager:** Inger Beate Hovi

**Quality manager:** Kjell Werner Johansen

**Key words:** CO2  
Renewable fuels  
Road Transport

#### **Summary:**

A means to accelerate the phasing in of trucks with renewable propulsion technologies is to establish a CO2 fund for the private sector with the same principles as today's NOx Fund. The revenues of such a fund can be based on a percentage of the current CO2 tax on fuel. Using these revenues, the fund can provide subsidies towards the additional investment costs for vehicles with renewable propulsion technologies and towards partial coverage of investments in infrastructure, such as filling stations. The analysis in the present report shows that it is most cost effective to support investments in vehicles using biodiesel, but that the availability of sustainable fuel can pose a challenge. A fund should therefore also focus on providing subsidies towards vehicles using more expensive technologies, such as biogas, electricity and hydrogen. Technology for these latter two options is still immature for trucking. A CO2 fund may contribute to increasing demand for these technologies and to achieve a critical mass.

Language of report: Norwegian

---

*Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.*

*This report is available only in electronic version.*

---

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Norge har forpliktet seg til å redusere utslippene av klimagasser med 40 prosent fra 1990-nivå innen 2030 i en felles gjennomføring av klimamål med EU. Transportsektoren står for mer enn 30 prosent av de nasjonale utslippene av klimagasser, men er (med unntak av luftfart) ikke en del av EUs kvotesystem. Den nylig fremlagte rapporten fra grønn skattekommisjon peker på avgifter og skatter som det viktigste virkemidlet for å oppnå en mer klimavennlig transport, mens mer positive virkemidlene eller ulike stimuli ikke er omtalt eller foreslått. I etterkant av grønn skattekommisjon har NHO understreket behovet for både "gulrot og pisk" for å balansere skattekommisjonens forslag til ensidige restriktive virkemidler. Ett av virkemidlene som foreslås av NHO er et CO<sub>2</sub>-fond for Næringslivet, en miljøavtale med staten etter modell av NO<sub>x</sub>-fondet. Som en forberedelse til arbeidet med et CO<sub>2</sub>-fond for næringstransporter, er TØI bedt av NHO om å gjøre en vurdering av tiltak og kostnader for reduksjon av klimagassutslipp og lokale utslipp fra næringslivets transport fram til 2030. Resultatene av denne studien presenteres i foreliggende rapport.

Prosjektarbeidet ved TØI er gjennomført av Inger Beate Hovi (prosjektleder) og Daniel Ruben Pinchasik. Pinchasik har utført beregningene under veiledning av Inger Beate Hovi, mens Hovi har hatt hovedansvaret for å skrive rapporten, med bistand av Pinchasik. Oppdragsgivers kontaktpersoner i NHO har vært Christoffer Sahl, Kjell Øren og Erling Sæther. Geir Høibye har vært kontaktperson i NO<sub>x</sub>-fondet. Vi takker oppdragsgiver for nyttige innspill til analysen. Det er også innhentet informasjon fra noen billeverandører, transportbedrifter, egentransportører og drivstoffleverandører. Vi benytter anledningen til å takke også disse for velvillig å ha fremskaffet den etterspurte informasjonen.

Oslo, mars 2016  
Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
direktør

*Kjell Werner Johansen*  
avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Utslippsfremskrivninger til 2030 i en referansebane</b> .....	<b>3</b>
2.1	Beregningsgrunnlag.....	3
2.2	Utslippsfremskrivninger .....	4
<b>3</b>	<b>Fornybare fremdriftsteknologier</b> .....	<b>6</b>
3.1	Innledning.....	6
3.2	Tilgjengelighet.....	6
3.2.1	Kjøretøyteknologi.....	6
3.2.2	Drivstoff.....	7
3.2.3	Distribusjon.....	8
3.3	Eksterne effekter av fornybare drivstoff.....	8
<b>4</b>	<b>Datagrunnlag og forutsetninger</b> .....	<b>11</b>
4.1	Økonomiske forutsetninger.....	11
4.1.1	CO <sub>2</sub> -fondets inntekter .....	11
4.1.2	CO <sub>2</sub> -fondets utgifter .....	11
4.2	Kjøretøyspesifikke forutsetninger.....	12
4.2.1	Drivstofforbruk .....	12
4.2.2	Fremdriftsteknologi på kjøretøy som erstattes .....	12
4.2.3	Kjørelengde .....	12
4.2.4	Merkostnader .....	13
4.3	Drivstoff .....	15
4.3.1	Utslippsfaktorer .....	15
4.3.2	Infrastruktur .....	15
4.3.3	Tilgjengelighet til fornybart drivstoff .....	16
<b>5</b>	<b>Potensielle utslippsreduksjoner ved forsert innfasing av ny teknologi</b> ....	<b>17</b>
5.1	Innledning.....	17
5.2	Ulike scenarier.....	17
5.3	Hovedresultater .....	21
5.4	Konservativ CO <sub>2</sub> -besparelse fra biodrivstoff.....	24
5.5	Økt provenygrunnlag for fondet.....	26
5.6	CO <sub>2</sub> -gevinst fra utbygging av infrastruktur.....	29
<b>6</b>	<b>Hvordan kan en miljøavtale bidra til å bryte barrierene?</b> .....	<b>31</b>
6.1	Insentiv til å delta i fondet .....	31
6.2	Organisering av fondet .....	31
6.3	Innfasing av ny teknologi.....	32
6.4	Prinsipper for tildeling av støtte.....	32
6.5	Barrierer for implementering.....	33
<b>7</b>	<b>Konklusjoner og videre arbeid</b> .....	<b>34</b>
7.1	Innledning.....	34
7.2	Resultater .....	35
<b>8</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>37</b>





Sammendrag:

# CO<sub>2</sub>-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger

TØI rapport 1479/2016

Forfatter(e): Inger Beate Hovi og Daniel Ruben Pinchasik

Oslo 2016 37 sider

---

*Tungtransporten står for en stor andel av de landbaserte utslippene fra transport. 70 000 lastebiler slipper ut nærmere 2,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig, og betaler årlig inn vel 1,2 milliarder kroner i CO<sub>2</sub>-avgift. Et virkemiddel for å forserte innfasingen av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger er å etablere et CO<sub>2</sub>-fond for næringslivet etter samme prinsipper som dagens NO<sub>x</sub>-fond. Inntektene til et fond vil da kunne baseres på en andel av dagens CO<sub>2</sub>-avgift. Fondet vil kunne gi tilskudd til merkostnader ved investering i kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi og til delvis dekning av investering i infrastruktur som fyllestasjoner. Analysen i foreliggende rapport viser at det er mest kostnadseffektivt å gi støtte til kjøretøy som benytter biodiesel, men at en utfordring vil være tilgjengeligheten til bærekraftig drivstoff. Et fond bør derfor også satse på å gi tilskudd til dyrere teknologier som fremdrift basert på biogass, elektrisitet og hydrogen. For de to siste alternativene er teknologien fortsatt umoden for lastebiltransport. Et CO<sub>2</sub>-fond kan derfor bidra til at etterspørselen etter denne type teknologi øker og at kritisk masse oppnås.*

## Innledning

Norge har forpliktet seg til å redusere utslippene av klimagasser med 40 prosent fra 1990-nivå innen 2030 i en felles gjennomføring av klimamål med EU.

Transportsektoren står for mer enn 30 prosent av de nasjonale utslippene av klimagasser, men er (med unntak av luftfart) ikke en del av EUs kvotesystem.

Den nylig fremlagte rapporten fra Grønn skattekomisjon peker på avgifter og skatter som det viktigste virkemidlet for å oppnå en mer klimavennlig transport, mens mer positive virkemidler eller ulike stimuli ikke er omtalt eller foreslått. I etterkant av Grønn skattekomisjon har NHO understreket behovet for både "gulrot og pisk" for å balansere skattekomisjonens forslag til ensidige restriktive virkemidler. Ett av virkemidlene som foreslås av NHO er et CO<sub>2</sub>-fond for Næringslivet, en miljøavtale med staten etter modell av NO<sub>x</sub>-fondet. I foreliggende rapport har TØI analysert CO<sub>2</sub>-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger, som et CO<sub>2</sub>-fond vil kunne bidra til.

## Referansebane 2030

Miljødirektoratet har utarbeidet en fremskrivning av CO<sub>2</sub>-utslipp fra transport frem til 2030, basert på eksisterende politikk og virkemidler. I dette prosjektet har vi gjort noen vurderinger av utslippsframskrivningene for lastebiler og laget en alternativ

referansebane basert på de prognoser for transportbehovet som TØI utarbeidet til Transportetatens arbeid med NTP 2017-2029. Tabell S.1 viser fremskrivninger av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra næringslivets transportert basert på dagens virkemiddelbruk.

Tabell S.1. Utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra næringslivets transportert, innenriks. Tall for 2005 og 2014 er fra SSB, mens tall for 2020 og 2030 er fremskrevet av TØI (lastebiler) og Miljødirektoratet (øvrige kategorier). Tall i 1000 tonn.

År	Buss	Lastebiler	Varekjøretøyer	Anleggs- maskiner	Innenriks sjøfart	Fiske	Sum
2005	475	2 221	1 325	1 300	2 017	1 350	8 688
2014	462	2 404	1 542	1 691	1 591	1 135	8 825
2020	604	2 587	1 696	1 874	1 945	1 534	10 240
2030	627	2 914	1 831	1 858	1 914	1 441	10 585

Med de forutsetninger som er lagt til grunn, vil CO<sub>2</sub>-utslippet fra næringslivets transportert, inkludert busser, øke fra nær 9 millioner tonn i 2014 til 10,6 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030, basert på dagens virkemiddelbruk. Det må presiseres at dette er usikre tall. Særlig gjelder dette for innenriks sjøfart, der de historiske tallene fra SSB viser en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp fra 2005 til 2014, en periode da transportarbeidet for innenriks sjøfart har økt (Farstad, 2016). For lastebiler, som beregningene av potensielle utslippsreduksjoner i denne rapporten spesielt omhandler, vil utslippene øke fra 2,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 2,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030.

## Fornybare fremdriftsteknologier

Det omsettes ifølge Norsk Petroleumsinstitutt drøyt 170 millioner liter biodrivstoff årlig til veitrafikk i Norge, hvorav om lag 90 % er biodiesel og 10 % er bioetanol. I tillegg omsettes det biogass, tilsvarende 45 millioner liter diesel, som hovedsakelig benyttes av flåtekjøretøy som busser og lastebiler. Dette utgjør ca 7,6 % av dagens omsetning av fossil diesel.

I denne studien har vi begrenset oss til lastebiltransporten, som utgjør størst andel av vegtransporten. Vi har sett på fire fornybare drivstoff og fremdriftsteknologier som alternativ til konvensjonell forbrenningsmotor og fossil diesel: 1) biodiesel, 2) biogass, 3) elektrisitet og 4) hydrogen/brenselcelle.

Tilrettelegging av kjøretøy for bruk av biodiesel krever mindre justeringer og har lave merkostnader. Tilrettelegging for bruk av biogass krever noe større tilpasninger, og merkostnaden knyttet til investering i kjøretøy med denne fremdriftsteknologien er betydelig høyere enn for biodiesel. For elektrisitet og hydrogen er teknologien fortsatt umoden for tungtransport og det kreves derfor individuell tilpasning av kjøretøyet. Det er derfor fortsatt høye merkostnader for disse teknologiene. Informasjon om merkostnader er i dette prosjektet innhentet som konfidensiell informasjon fra kjøretøyleverandører, transportbedrifter og egentransportører.

For å lykkes med en innfasing av alternative drivstofftyper også for langtransport, må infrastrukturen for fyllestasjoner bygges ut. Dette gjelder særlig hurtigladepunkter (og ladning via induksjon) for elektriske lastebiler, men også for hydrogen og biogass er det manglende infrastruktur for distribusjon av drivstoff. Det er også svært få tankanlegg i dag for ren biodiesel (kun 5-6 steder i Norge), slik at det vil være betydelige kostnader knyttet til å få etablert en infrastruktur for nasjonal distribusjon.

Det er innhentet informasjon om investeringskostnader for fyllestasjoner for fornybare drivstoff. Informanter har vært leverandører av ulike typer av energibærere, samt Enova.

## Fondets inntekter og utgifter

Inntektene for et mulig CO<sub>2</sub>-fond vil avhenge av medlemsavgiften som er antatt å utgjøre 70 % av dagens CO<sub>2</sub>-avgift (ca. 0,80 kr/liter diesel), og dieselforbruket fondets medlemmer står for hvert år. I analysen har vi avledet totalt dieselsalg fremover fra CO<sub>2</sub>-fremskrivningen for lastebilsektoren i tabell S.1.

Det er antatt en økende deltakelse gjennom fondets levetid, fra 25 % deltakelse i år 1 basert på dieselforbruk, lineært opp til 80 % deltakelse i år 10, som antas å være siste året med miljøavtale. Fondets inntekter og utgifter balanseres over fondets levetid.

Det er i analysen tatt hensyn til at provenyet brukes på tilskudd som fører til lavere dieselsalg, og med det redusert inntektsgrunnlag for fondet i de framtidige år. Dette avhenger av hvilken teknologi fondet gir tilskudd til og er belyst i analysen.

I analysen forutsettes det at en del av mer-/investeringskostnaden dekkes, hhv 80% for kjøretøy og 50% for infrastruktur (drivstoffstasjoner). Ekstrakostnaden er regnet i forhold til kjøretøy med konvensjonell forbrenningsmotor. Helt i hht forutsetningene i NO<sub>x</sub>-fondet antas økte driftskostnader ikke dekket. Gitt insitamentet til å bli medlem av fondet og å investere til tross for høyere kostnader, bør også andre dekningsverdier enn de som er nevnt her vurderes. Eksempler på dette er tilskudd som dekker økte driftskostnader eller tar hensyn til økte avskrivninger pga lite utviklet annenhåndsmarked.

## Scenarier for forsert innfasing

Potensielle utslippsreduksjoner av forsert utskifting av lastebilparken vil avhenge av antall og hvilke tiltak som tildeles støtte, samt hvilke segmenter av transportmarkedet det gis støtte til. F eks vil det over tid være større CO<sub>2</sub>-gevinst av at støtten gis til kjøretøy innenfor langtransport sammenliknet med om støtten gis til kjøretøy som benyttes til lokaldistribusjon. Dette vil avhenge av når ulik teknologi er moden for implementering og når det er et tilstrekkelig utbygd distribusjonsnett for drivstoff.

For alle scenarier er det ved provenyfordelingen tatt i betraktning at de ulike teknologiene har ulike behov for utbygging av infrastruktur. I et tilstrekkelig utbygget nettverk kreves det f eks færre hydrogen- enn biodieselstasjoner. Gitt egenskapene til de ulike drivstoffteknologiene og fyllestasjonene har vi i våre analyser antatt at det for et tilstrekkelig nettverk kreves:

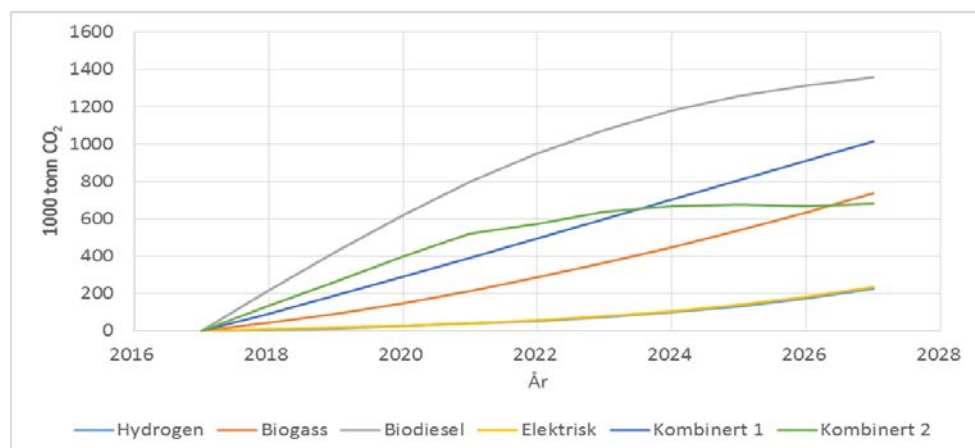
- Ca. 60 hydrogenstasjoner
- Ca. 140 biogasstasjoner
- Ca. 700 biodieselstasjoner
- Ca. 500 EL-ladepunkter

Det er utarbeidet seks ulike scenarier der fire av disse gir tilskudd kun til en type av fremdriftsteknologi, hhv biodiesel, biogass, elektrisitet og hydrogen/brenselcelle. I tillegg har vi sett på to kombinerte scenarier der det gis tilskudd til ulike typer av

drivstoffstasjoner og fremdriftsteknologier: I «Kombinert 1»-scenariet er den delen av støtten som gis til kjøretøy fordelt med at 50% går til biodieselskjøretøy, mens den øvrige halvparten er likt fordelt (16,7%) mellom hhv biogasskjøretøy, elektriske kjøretøy og hydrogenkjøretøy. I «Kombinert 2»-scenariet tas det i betraktning at EL- og hydrogenkjøretøyer ikke er modne for lastebilmarkedet ennå. I fondets første år brukes derfor mesteparten av provenyet på tilskudd til biodiesel, med noe tilskudd til EL- og hydrogeninfrastruktur og -kjøretøy. Etter noen år reduseres støtten til biodiesel og støtten økes til EL- og hydrogen.

## Potensielle utslippsreduksjoner

Scenariet med full satsing på biodiesel gir størst reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette skyldes at det er lave kostnader knyttet til tilrettelegging av kjøretøyet slik at gevinsten pr støttekrone også er høyest i dette scenariet. Deretter følger de to kombinerte scenariene. Disse kommer bedre ut enn full satsing på biogass, elektrisk eller hybrid fordi det i de kombinerte scenariene også gis en betydelig støtte til biodiesel. Slik scenariene er utformet, blir CO<sub>2</sub>-reduksjonen størst i de første årene for «Kombinert-2», men den årlige besparelsen er høyest i «Kombinert 1» fra 2024, dvs når det andre scenariet øker støtteandelen til EL- og hydrogen. Figur S.1 viser årlig utslippsreduksjon i 1000 tonn sammenliknet med referansebanen for utslipp fra lastebiler.



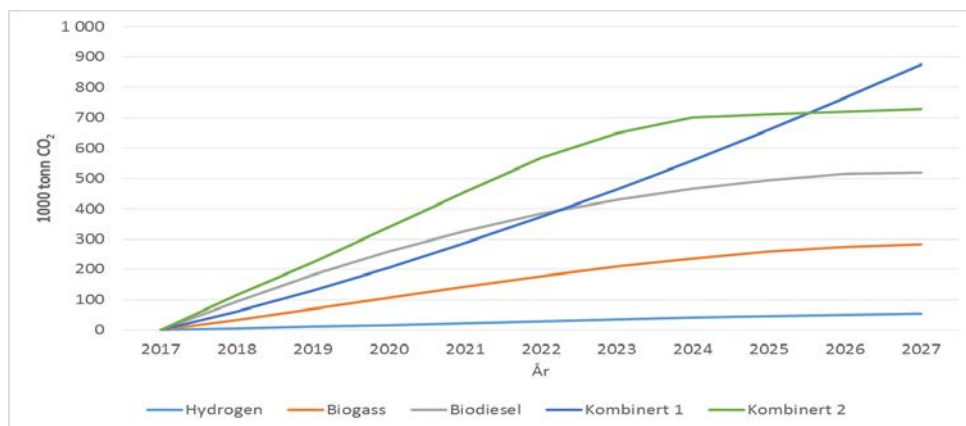
Figur S.1. Årlig reduksjon i CO<sub>2</sub> i 1000 tonn sammenliknet med referansebanen for utslipp fra lastebiler i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Det fremkommer at den årlige besparelsen øker år for år i fondets levetid, der full satsing på biodiesel gir en besparelse i 2027 (fondets siste år) på 1,4 millioner tonn sammenliknet med referansebanen for CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebiler, mens full satsing på biogass gir en besparelse som er ca halvparten så stor. «Kombinert 1» gir en besparelse i 2027 på ca 1 millioner tonn CO<sub>2</sub>, mens «Kombinert 2» gir en besparelse på ca 700 000 tonn. At besparelsen avtar utover i perioden i dette scenariet skyldes økt satsing på dyrere teknologier som EL og hydrogen. Scenariene med full satsing på EL og hydrogen gir en besparelse på drøyt 200 000 tonn i 2027.

Etter år 2027 avtar utslippsreduksjonen år for år fram til 2048. Dette skyldes at årlig kjørelengde er høyest i kjøretøyetets første år, for så å avta år for år. Det vil altså si at selv om fondet opphører i 2027, vil det likevel ha utløst en besparelse i CO<sub>2</sub>-utslipp som kommer i inntil 20 år etter at det opphører, men at besparelsen blir mindre år for år etter at støtteordningen opphører. Akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> i scenariet

med full satsing på biodiesel er 13 millioner tonn i 2027 (når fondet avvikles) og 18 millioner tonn totalt. Det vil altså si at en tredel av CO<sub>2</sub>-gevinsten kommer i årene etter at fondet er avviklet. Dette gjelder også for de øvrige scenariene.

Figur S.2 viser CO<sub>2</sub>-gevinsten av infrastrukturutbygging år for år, noe som kommer i tillegg til CO<sub>2</sub>-gevinsten av tilskudd til kjøretøy i figur S.1.<sup>1</sup>



Figur S.2. Årlig CO<sub>2</sub>-gevinst i 1000 tonn som følge av støtte til infrastruktur sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Tilskudd til utbygging av infrastruktur fører til CO<sub>2</sub>-gevinster når et økt distribusjonsnett av fornybare drivstoff også blir benyttet av privatbiler, eventuelt av øvrige kjøretøy som ikke har mottatt tilskudd fra fondet. Det er de to kombinerte scenariene som kommer ut med høyest potensiale for utslippsreduksjoner fra utbygging av infrastruktur. Dette skyldes at det i de to kombinerte scenariene ikke bare utbygges ett tilstrekkelig nettverk (f eks bare hydrogenstasjoner), men tilstrekkelige nettverk for flere teknologier. Antallet drivstoffstasjoner som bygges i sum er derfor høyere enn i scenariene som kun satser på en type teknologi.

## Konklusjon

Alt i alt viser analysen at det er mest kostnadseffektivt å gi støtte til kjøretøy som benytter biodiesel, men tilgjengeligheten til bærekraftig drivstoff vil være en utfordring. Dette er en kritisk forutsetning og i mange tilfeller vil det være tilgjengeligheten som styrer potensialet for utslippsreduksjon. Et fond bør derfor også satse på å gi tilskudd til dyrere teknologier som fremdrift basert på biogass, elektrisitet og hydrogen. For de to siste alternativene er teknologien fortsatt umoden for lastebiltransport. Et CO<sub>2</sub>-fond kan derfor bidra til at etterspørselen etter denne type teknologi øker og at kritisk masse oppnås. I våre analyser har vi fokusert på lastebilsektoren og er potensialet for CO<sub>2</sub>-reduksjoner regnet i hht til referansebanen for lastebiler. Om fondet også skal omfatte andre deler av transportmarkedet vil inntektsgrunnlaget, virkemidlene, og CO<sub>2</sub>-reduksjonen kunne øke vesentlig.

Anslag på CO<sub>2</sub>-gevinsten fra utbygging av infrastruktur er mer usikre og bør tolkes mer forsiktig. Særlig for elektrisk infrastruktur er det usikkert i hvilken grad utbygging av infrastruktur kan føre til ekstra CO<sub>2</sub>-gevinst.

<sup>1</sup> Merk at vi ikke har kunnet lage anslag på mulige gevinster fra utbygging av elektrisk infrastruktur, slik at figuren kan undervurdere CO<sub>2</sub>-gevinsten i scenariene «EL», «Kombinert 1» og «Kombinert 2».



---

**Summary:**

# **A CO<sub>2</sub>-fund for the transport industry: The case of Norway**

TØI Report 1479/2016

Author(s): Inger Beate Hovi and Daniel Ruben Pinchasik  
Oslo 2016, 37 pages Norwegian language

---

*Heavy transport makes up a large part of the land-based GHG-emissions from the transport sector. Every year, 70 000 trucks emit around 2,5 million tons of CO<sub>2</sub>, and pay in over 1,2 billion NOK in CO<sub>2</sub>-duties on fuel. A means to accelerate the phasing in of trucks with renewable propulsion technologies is to establish a CO<sub>2</sub> fund for the private sector with the same principles as today's NO<sub>x</sub> Fund. The revenues of such a fund can be based on a percentage of the current CO<sub>2</sub> duty on fuel. Using these revenues, the fund can provide subsidies towards the additional investment costs for vehicles with renewable propulsion technologies and towards partial coverage of investments in infrastructure, such as filling stations. The analysis in the present report shows that it is most cost effective to support investments in vehicles using biodiesel, but that the availability of sustainable fuel can pose a challenge. A fund should therefore also focus on providing subsidies towards vehicles using more expensive technologies, such as biogas, electricity and hydrogen. Technology for these latter two options is still immature for use on (heavier) trucks. A CO<sub>2</sub> fund may contribute to increasing demand for these technologies and to achieve a critical mass.*

## **Background**

As part of a joint implementation towards European climate goals, Norway has committed to cutting GHG-emissions by 40 percent in 2030, relative to 1990. The transport sector makes up over 30 percent of national GHG-emissions, but (with the exception of aviation) falls outside the scope of the European permit system.

In a recent report, the Norwegian Green Tax Committee identifies duties and taxes as the most important tools for achieving emission reductions from transport. In turn, the Confederation of Norwegian Enterprise (NHO) emphasizes the need for both “carrot and stick”. One of the more positive measures that NHO proposes is the establishment of a so-called CO<sub>2</sub>-fund for the private sector, modelled after the successful NO<sub>x</sub>-fund equivalent.<sup>1</sup> NHO commissioned the Institute of Transport Economics in Norway (TØI) to evaluate the costs and potential emission reductions of such a CO<sub>2</sub>-fund. A summary of this study is presented below.

## **Emission projections**

Based on existing policies and measures, the Norwegian Environment Agency constructed projections on the CO<sub>2</sub>-emissions from transport until 2030. In this study, we evaluated some of the projections for heavy trucks and constructed an

---

<sup>1</sup> The NO<sub>x</sub> fund, established in 2008, consists of an agreement between the Ministry of Climate and Environment and industry organisations. The fund has so far helped reduce Norway's NO<sub>x</sub>-emissions by 30 000 tons, with a side effect of also reducing CO<sub>2</sub>-emissions by half a million tons.

alternative reference projection based on the forecasts for transport demand in TØI's work on the National Transport Plan 2017-2029. Table S.1. shows projections for the emissions from the industry's transport based on today's policies and measures.

*Table S.1. Emissions in CO<sub>2</sub>-equivalents from the industry's domestic transport. Figures for 2005 and 2014 come from SSB; figures for 2020 and 2030 are projected by TØI (heavy trucks) and The Norwegian Environment Agency (other categories). Figures in 1000 tons.*

Year	Busses	Heavy trucks	Vans	Construction Equipments	Coastal shipping	Fishery	Total
2005	475	2 221	1 325	1 300	2 017	1 350	8 688
2014	462	2 404	1 542	1 691	1 591	1 135	8 825
2020	604	2 587	1 696	1 874	1 945	1 534	10 240
2030	627	2 914	1 831	1 858	1 914	1 441	10 585

With the assumptions we used, emissions from the industry's transport, including busses, are set to rise from roughly 9 million tons CO<sub>2</sub> in 2014 to 10,6 million tons in 2030, based on today's policies and measures. These figures are, however, somewhat uncertain. In particular, this applies for domestic shipping, for which historical SSB figures show emission reductions between 2005 and 2014, while domestic shipping actually increased (Farstad, 2016). For heavy trucks, the primary focus of this report, emissions will rise from 2,4 million tons CO<sub>2</sub> in 2014 to 2,9 million tons in 2030.

## Renewable technologies

According to the Norwegian Petroleum Institute, Norwegian sales of biofuels for road transport currently amount to roughly 170 million litres annually. About 90% of these sales consists of biodiesel, while roughly 10% consists of bioethanol. In addition, biogas sales are equivalent to 45 million litres diesel, and biogas is mainly used in fleets of busses and heavy trucks. These sales make up about 7,6% of today's fossil diesel sales.

In this study, we have limited ourselves to truck transport, which makes up the largest part of road transport. We considered four renewable fuels and propulsion technologies as alternatives to conventional combustion technologies and fossil fuels: 1) biodiesel, 2) biogas, 3) electricity and 4) hydrogen/fuel cells.

Adapting vehicles for the use of biodiesel requires relatively small adjustments at a relatively low additional cost. Adapting vehicles to biogas requires somewhat larger adjustments at considerably higher additional costs. Technologies based on electricity and hydrogen are not yet mature for heavy transport, and require the individual adjustment of vehicles. This makes that the additional costs for these technologies are still high at present. For this study, data on additional costs was collected confidentially from manufacturers and different types of transport firms.

Besides the adaptation of rolling stock, a successful phase-in of alternative fuels for trucking requires the development of infrastructure for filling stations. This applies especially to quick-charging points (and charging through induction) for vehicles running on electricity. Hydrogen and biogas also lack a sufficient fuel distribution infrastructure, while there are currently only few terminals for pure biodiesel (only 5-6 locations in Norway). This means that developing a national distribution infrastructure for any alternative technology will entail significant costs. Data on investment costs for (renewable) filling stations was collected from suppliers of several fuels and Enova.



## **The fund's set-up**

The CO<sub>2</sub>-fund is proposed to start in 2018 and to run for ten years. Its proceeds depend on the participation rate, the fuel use of the funds' participants, and the per litre duty. In our analysis we assumed a participation rate of 25% in year one, up to 80% in the funds' final year.<sup>2</sup> The duty was set to approximately 0,80 NOK, or 70% of the current per litre CO<sub>2</sub>-duty, and the fuel use of participants was based on sales and emissions predictions for heavy trucks in Table S.1. Our analyses took into account that the fund's proceeds are used on subsidies that lead to lower diesel sales, which in turn reduces the duty base for the fund in upcoming years. The magnitude of this effect depends on which technologies receive subsidies, and is elaborated upon in our analysis.

In our analyses, we assumed that only part of the additional/investment costs is covered by the fund, or respectively 80% for rolling stock and 50% for infrastructure (filling stations). Additional costs are calculated relative to vehicles with conventional combustion engines. Fully in line with the NO<sub>x</sub>-fund, increased operational costs are not covered by the fund. Given that firms have an incentive to participate in the fund, but not necessarily to also pursue investments, alternative coverage schemes should also be considered. One could for example decide to also cover higher operational costs or to take into account the higher depreciation rates that are caused by (presently) underdeveloped resale-markets.

## **Six scenarios**

We constructed six scenarios in which we analysed the costs and effects of a possible CO<sub>2</sub>-fund. Four of the scenarios were based on 'extremes' with full reliance on either biodiesel, biogas, electricity or hydrogen/fuel cells. In the fifth scenario we allocated the share of the subsidies going to rolling stock as follows: 50% to biodiesel vehicles, and the remaining part equally dispersed with 16,67% to hydrogen, electricity and biogas respectively.

In the last scenario, we took into account the maturity of electric and hydrogen technology: During the first years of the fund, most emphasis is put on subsidizing biodiesel vehicles and infrastructure, with some of the funds' proceeds going to investments in electric and hydrogen infrastructure. After a few years, emphasis shifts from biodiesel to electric and hydrogen; first to lighter trucks, later also to heavier ones.

In addition, the shares of the funds' proceeds going to infrastructure subsidies is chosen such that in all scenarios, sufficient infrastructure is constructed for all applicable technologies. This assumption is important, as will be discussed in the results summary. Given the characteristics of the different technologies and filling stations, we assumed that a sufficient infrastructure consists of:

- Ca. 60 hydrogen stations
- Ca. 140 biogas stations
- Ca. 700 biodiesel stations
- Ca. 500 electric charging points.

---

<sup>2</sup> Based on consultations with NHO and experiences of the NO<sub>x</sub>-fund.

Figure S.1. shows the yearly CO<sub>2</sub>-reduction in 1000 tons, compared to the reference projections for heavy trucks.

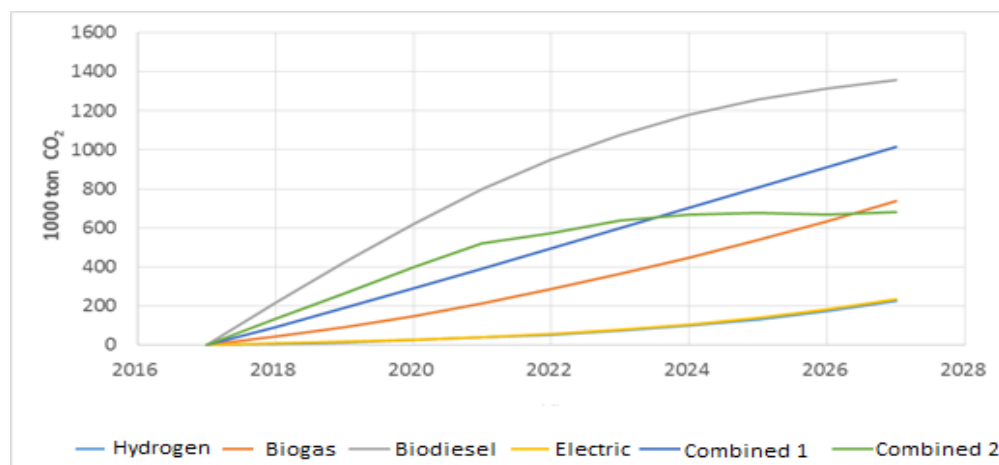


Figure S.1. Yearly CO<sub>2</sub>-reduction in 1000 tons compared to the reference projections for emissions from heavy trucks for the period 2017-2027.

The figure shows that the yearly reduction increases year by year during the funds' lifetime, and that full reliance on biodiesel results in a CO<sub>2</sub>-reduction of 1,4 million tons annually by 2027 (the funds' last year) relative to the reference projections for emissions from heavy trucks. Full reliance on biogas, in turn, results in roughly half this effect. In "Combined 1", a CO<sub>2</sub>-reduction of about 1 million tons in 2027 is achieved, while the reduction in "Combined 2" amounts to 700 000 tons. In this scenario, yearly reductions go down after some years, as more emphasis is put on subsidizing more expensive technologies like hydrogen and electricity. Finally, full reliance on electricity or hydrogen leads to CO<sub>2</sub>-reductions of about 200 000 tons in the funds' final year.

After 2027, annual CO<sub>2</sub>-reductions start to decrease year by year until 2048, when the last vehicles to have received subsidies reach the end of their lifetime. Annual CO<sub>2</sub>-reductions decrease because the driving distance of a vehicle is generally highest in the first year of its use, and then decreases over time. Nevertheless, the fund still achieves CO<sub>2</sub>-reductions in the 20 years after its final year: the accumulated CO<sub>2</sub>-reduction in the scenario with full reliance on biodiesel is for example 13 million tons in 2027, but 18 million tons in total. In other words, almost a third of the CO<sub>2</sub>-reduction materialises after the fund has ceased to exist. Similar results are found for the other scenarios.

Figure S.2. shows the annual CO<sub>2</sub>-reductions from subsidies towards the development of infrastructure, a reduction potential that comes on top of the CO<sub>2</sub>-reduction from subsidies to rolling stock in figure S.1.

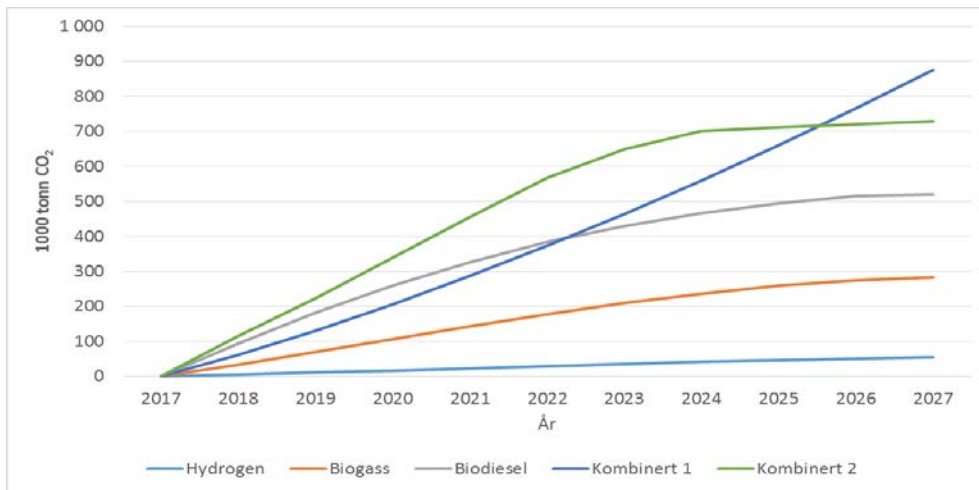


Figure S.2. Yearly CO<sub>2</sub>-reduction in 1000 tons as a result of subsidies to infrastructure, relative to the reference projections, for every scenario in the period 2017-2027.

Subsidies towards the development of infrastructure lead to CO<sub>2</sub>-reductions when better developed distribution networks for renewable fuels are also used by passenger cars or other unsubsidized vehicles. The figure shows that the CO<sub>2</sub> reduction potential is highest for the two combined scenarios.<sup>3</sup> An important driver of this result is that the combined scenarios require the development of sufficient distribution networks for not just one technology (such as hydrogen), but for several technologies. Consequently, the number of constructed filling stations is higher than for the scenarios with full reliance on only one technology.

## Concluding remarks

Altogether, our analysis indicates that it is most cost effective to allocate subsidies to vehicles using biodiesel, but that the availability of sustainable biofuels may pose a challenge. This is, however, a critical assumption on which the potential for emission reductions in many cases may depend. A potential CO<sub>2</sub>-fund should therefore also allocate subsidies to more expensive technologies based on biogas, electricity, and hydrogen. Technologies for these latter two options are still immature for use on heavier trucks, but a CO<sub>2</sub> fund may contribute to increasing demand for these technologies and to achieve a critical mass. In our analyses, we have focused on heavy trucks and the potential for CO<sub>2</sub>-reductions for truck transport. Should a CO<sub>2</sub> fund also include other segments of the transport market, its duty base, the number of measures, and the CO<sub>2</sub> reduction potential could all increase considerably.

Estimates on CO<sub>2</sub>-reductions from the construction of infrastructure are somewhat more uncertain and should be interpreted with more caution. Particularly for electrical infrastructure, it is uncertain to what extent the development of infrastructure can lead to additional CO<sub>2</sub>-reductions.

<sup>3</sup> Note that we haven't been able to estimate CO<sub>2</sub>-reductions from development of infrastructure for electrical charging. Consequently, the figure may underestimate the CO<sub>2</sub>-reduction for the scenarios "Electricity", "Combined 1" and "Combined 2".



# 1 Innledning

Norge har forpliktet seg til å redusere utslippene av klimagasser med 40 prosent fra 1990-nivå innen 2030 i en felles gjennomføring av klimamål med EU.

Transportsektoren står for mer enn 30 prosent av de nasjonale utslippene av klimagasser, men er med unntak av luftfart ikke en del av EUs kvotesystem. Etter forhandlinger med EU vil Norge få et krevende nasjonalt utslippsmål for transport, bygg, landbruk og avfall, med sannsynligvis opp mot 40 prosents reduksjon fra 2005 til 2030.

Tungtransporten står for en stor andel av de landbaserte transportutslippene. 70 000 lastebiler og 14 000 busser slipper tilsammen ut nærmere 3 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig. Disse kjøretøyene betaler årlig inn vel 1,2 milliarder kroner i CO<sub>2</sub>-avgift. I tillegg er det 440 000 varebiler som samlet slipper ut rundt 1,5 million tonn CO<sub>2</sub> årlig.

Transportbedriftene opererer i en bransje med sterk konkurranse og stramme marginer. Per i dag er det ikke bedriftsøkonomisk bærekraftig å skifte fra fossile til fornybare fremdriftsløsninger i tungtransporten. Dagens merkostnad ved innkjøp av miljøvennlige nyttekjøretøy varierer mht fremdriftsteknologi, men beløper seg til fra om lag 20 prosent av totale eierkostnader for de rimelige alternativene til en betydelig merkostnad for de mer umodne teknologiene med fremdrift basert på elektrisitet eller hydrogen. Dette inkluderer innkjøps- og driftskostnader og den vesentlige høyere avskrivning av verdien i kjøretøyet.

Den nylig fremlagte rapporten fra Grønn skattekommisjon peker på avgifter og skatter som det viktigste virkemidlet for å oppnå en mer klimavennlig transport, mens mer positive virkemidlene eller ulike stimuli ikke er omtalt eller foreslått. I etterkant av Grønn skattekommisjon har NHO understreket behovet for både "gulrot og pisk" for å balansere skattekommisjonens forslag til ensidige restriktive virkemidler.

Miljødirektoratets rapport fra 2015 «Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030» peker på transport som den viktigste sektoren for å oppnå utslippsforpliktelsen for 2030. Innenfor dagens rammebetingelser er det imidlertid liten grad av virkemidler for kjøretøy med totalvekt over 7,5 tonn som kan stimulere til kjøp av kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi, slik man har for personbiler der f.eks. elektriske biler har en rekke økonomiske fordeler både ved innkjøp og ved bruk. Så langt har det derfor ikke vært introdusert virkemidler for et grønt skifte for næringslivets transport, slik det har vært for privatbilene, med unntak av bortfallet av vegbruksavgift og CO<sub>2</sub>-avgift fra høyinnblandet biodiesel fra 1. oktober 2015. Mye tyder på at dette avgiftsbortfallet har bidratt til bevegelse i retning av mer bruk av biodrivstoff.

NHO har lansert en visjon om nullutslipp fra landbasert transport innen 2040, og har gjennom flere år levert rapporter som beskriver tiltak og virkemidler for alle sektorer, inklusive transportsektoren. I denne sammenheng fremla NHO og LO i 2015 fellesdokumentene "Klimapolitikk for utslippsreduksjoner og næringsutvikling" og "Konkurranseskraft i lavutslippssamfunnet".

Ett av virkemidlene som foreslås er å redusere klimagassutslippet fra transport gjennom en miljøavtale med staten etter modell av NO<sub>x</sub>-fondet. NO<sub>x</sub>-fondet ble etablert i 2008 etter en avtale mellom staten ved Miljøverndepartementet og 15 samarbeidende næringsorganisasjoner om kutt av NO<sub>x</sub>. Da NO<sub>x</sub>-avgiften ble innført viste den seg å ikke ha tilstrekkelig effekt på utslippene, og avgiften ble supplert med en miljøavtale mellom staten og næringslivet der målet var å oppnå en vesentlig reduksjon av NO<sub>x</sub> fra utslippskilder og fremdriftsmotorer over 750 kWh. NO<sub>x</sub>-fondet har hittil bidratt til å redusere Norges NO<sub>x</sub>-utslipp med 30 000 tonn, og har bidratt sterkt til å innfri Norges internasjonale forpliktelser. NO<sub>x</sub>-avtalen har også som en bieffekt gitt en årlig reduksjon i utslippene av klimagasser på 0,5 millioner tonn.

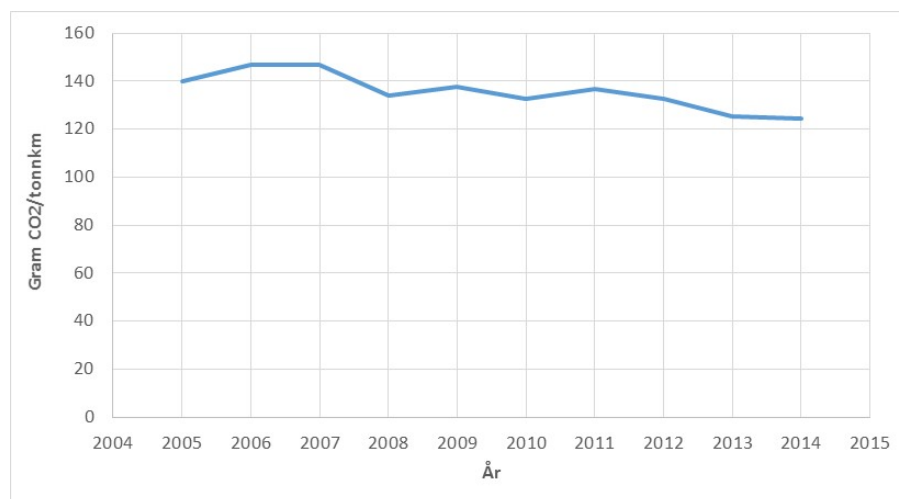
Næringen trekker fram både "pisk" i form av avgifter og kjørerestriksjoner av forskjellig type, men også "gulrot" i form av offentlige virkemidler gjennom støtte til utvikling og produksjon av fornybare drivstoff og støtte til å bygge en nasjonal infrastruktur av energistasjoner til stimulanser til investering i utslippsnøytrale kjøretøy. Et slikt virkemiddel kan være en miljøavtale for utslippsreduksjoner i næringslivets transport, et CO<sub>2</sub>-fond for Næringslivet. Som en forberedelse til arbeidet med et CO<sub>2</sub>-fond for næringstransporter, er TØI bedt av NHO om å gjøre en vurdering av tiltak og kostnader for reduksjon av klimagassutslipp og lokale utslipp fra næringslivets transport fram til 2030. Resultatene av denne studien presenteres i foreliggende rapport.

## 2 Utslippsfremskrivninger til 2030 i en referansebane

### 2.1 Beregningsgrunnlag

I dette kapitlet gis det en fremskrivning av CO<sub>2</sub>-utslippene fra næringslivets transporter frem til 2030, basert på eksisterende politikk og virkemiddelbruk. Utslippsfremskrivningen er fordelt på varebiler, lastebiler, busser, anleggsmaskiner, innenriks sjøfart og fiske, og er i hovedsak harmonisert med Miljødirektoratets referansebane for CO<sub>2</sub>-utslipp fram til 2030 (Miljødirektoratet<sup>1</sup>, 2015). Vi har likevel valgt å benytte vår egen fremskrivning av CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebiltransport, da Miljødirektoratets prognose tar utgangspunkt i en antakelse om antall kjøretøy og gjennomsnittlig årlig kjørelengde pr kjøretøy i 2020 og 2030, mens vi har lagt til grunn prognoser for transportbehov som TØI har utarbeidet i tilknytning til transportetatens NTP-arbeid (Hovi et al, 2015). Utslippsprognosen avviker imidlertid ikke mye fra Miljødirektoratets prognose, men er litt høyere i 2030 (5 prosent i sum for tunge kjøretøy), men tilnærmet lik i 2020.

Fremskrivningene for CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebil tar utgangspunkt i transportprognoser utarbeidet til Transportetatens NTP-arbeid (Hovi m fl., 2015) og utslippsfaktorer pr utført tonnkm som er avledet av SSBs statistikk over klimagassutslipp til luft fra tunge kjøretøy. Vi har benyttet informasjon om kjørte km med buss og lastebil fra transportytelsesstatistikken (Farstad, 2016) som grunnlag for å fordele CO<sub>2</sub>-utslippet på disse to kjøretøykategoriene. Videre har vi fordelt historisk CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebil på utført transportarbeid fra Farstad (2016). Dette leder til en utvikling i gram CO<sub>2</sub> pr tonnkm som fremgår av figur 2.1.



Figur 2.1. Utvikling i CO<sub>2</sub>-utslipp pr utført tonnkm for lastebiltransport (gram CO<sub>2</sub>/ tonnkm).

<sup>1</sup> Vi har fått tilsendt korrigerede tall fra Miljødirektoratet etter å ha påpekt at deres utslippsfremskrivninger for andre lette kjøretøy var feil. Dette påvirker imidlertid alle transportformer, slik at tall i tabell 2.1 avviker fra over nevnte rapport.

Det fremkommer av figur 2.1 at det er vært en effektivisering i utslippsintensitet fra lastebiltransport i perioden fra 2005 til 2014, fra 140 gram/tonnkm i 2005 til 122 gram/tonnkm i 2014. Denne utviklingen kan dels forklares av at en større andel av transportene utføres over lange avstander, som generelt har høyere utnyttelsesgrad av kjøretøyet enn på kortere distanser, og at det har vært en økt andel av myndighetspålagt innblanding av biodiesel i dieselomsetningen fra 2008. I fremskrivningen av CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebil i kapittel 2.2 har vi benyttet en trendforlenget effektivisering i utslippsintensitet fra lastebiltransport fram til 2030.

I følge Norsk Petroleumsinstitutt er drivstoffleverandørene pålagt å omsette 5,5 volumprosent biodrivstoff fra 1. oktober 2015. I forbindelse med Statsbudsjettet for 2016 er omsetningskravet vedtatt økt til 7 % fra 1. januar 2017. Dette er av totalt drivstoffvolum. Det er ikke krav til om dette oppfylles med biodiesel eller bioetanol eller en blanding. Vi har i prognosen for CO<sub>2</sub>-utslipp fra lastebiler lagt til grunn en økning i biodieselinnblanding på 1,5-prosentpoeng fra 2017.

## 2.2 Utslippsfremskrivninger

Tabell 2.1 og figur 2.2 viser fremskrivninger av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra næringslivets transporter der det ikke er tatt hensyn til eventuelle endringer i fremtidig regelverk og teknologi utover det som er nevnt i kapittel 2.1. Tall fra Miljødirektoratet er basert på korrigerte verdier som er oversendt TØI i mars 2016. Eksempel på endringer som vil redusere utslippet av CO<sub>2</sub> fra næringslivets transporter, er:

1. Ytterligere økning i myndighetspålagt innblanding av biodrivstoff (utover 1,5 prosentpoeng fra 2017)
2. Økt bruk av biogass eller biodiesel i transport
3. Elektrifisering av tungtransport, anleggstransport og skipsfart
4. Innfasing av hydrogen/brenselcelleteknologi

Tabell 2.1. Utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra næringslivets transporter, innenriks. Tall for 2005 og 2014 er fra SSB, mens tall for 2020 og 2030 er fremskrevet av TØI (lastebiler) og (korrigerte tall fra) Miljødirektoratet (øvrige kategorier). Tall i 1000 tonn.

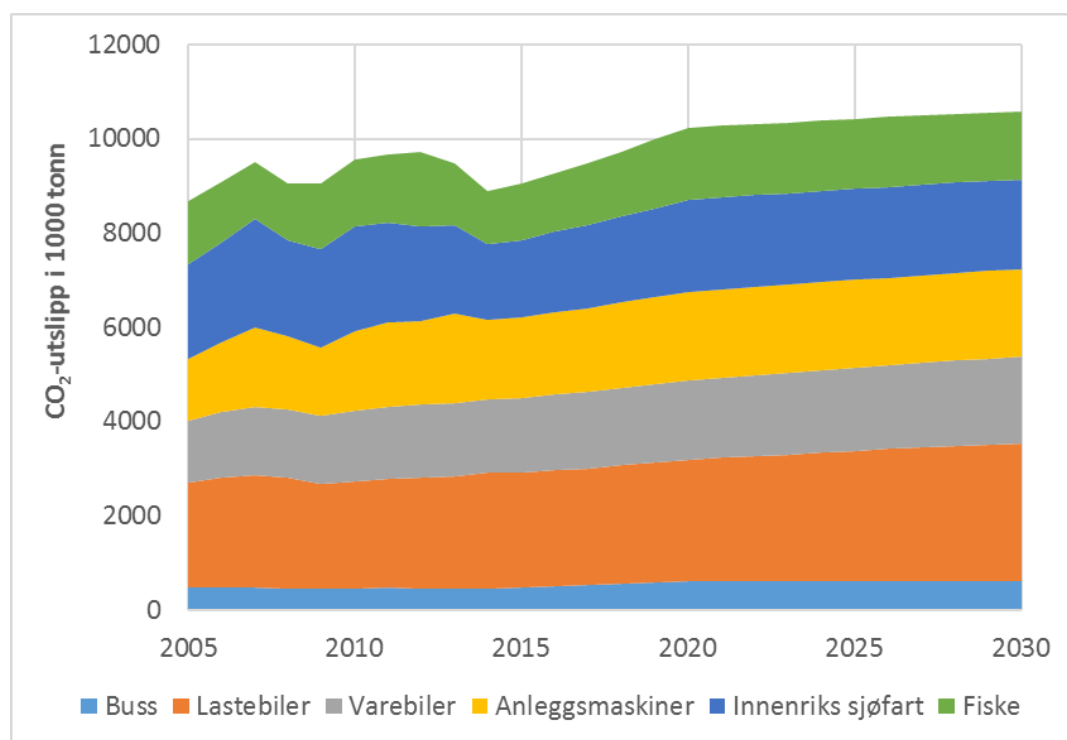
År	Buss	Lastebiler	Varebiler	Anleggs- maskiner	Innenriks sjøfart	Fiske	Sum
2005	475	2 221	1 325	1 300	2 017	1 350	8 688
2014	462	2 404	1 542	1 691	1 591	1 135	8 825
2020	604	2 587	1 696	1 874	1 945	1 534	10 240
2030	627	2 914	1 831	1 858	1 914	1 441	10 585

Med de forutsetninger som er lagt til grunn, vil CO<sub>2</sub>-utslippet fra næringslivets transporter, inkludert busser, øke fra nær 9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 10,6 millioner tonn i 2030. Det må presiseres at dette er usikre tall. Særlig gjelder dette for innenriks sjøfart, der de historiske tallene fra SSB viser en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp fra 2005 til 2014, en periode da transportarbeidet for innenriks sjøfart økte (Farstad, 2016). Denne forskjellen i utvikling kan skyldes at innenriks sjøfart i økende grad utføres av skip som opereres av utenlandske aktører som bunkrer utenfor Norge. Siden CO<sub>2</sub>-beregningene til SSB tar utgangspunkt i innenriks drivstoffomsetning, blir derfor dette ikke medregnet. DNV-GL har til sammenlikning utarbeidet en CO<sub>2</sub>-



prognose for utslipp til luft fra innenriks sjøfart, basert på AIS-data, som er på ca 2,9 mill tonn i 2015 og 4,8 millioner tonn i 2040, altså vesentlig høyere enn SSBs beregning for 2014 og Miljødirektoratets anslag for 2030. DNV-GL sine beregninger for fiske er imidlertid langt lavere enn SSBs anslag for 2014, noe som skyldes at mindre fiskebåter ikke er inkludert i AIS-dataene. Vi har derfor valgt å ikke benytte DNV-GL sine anslag for fiske og innenriks sjøfart.

Videre fremkommer det at vegtransport i sum er den største kilden til utslipp av CO<sub>2</sub>, og at det er lastebiler som utgjør størst andel av vegtransporten. Utslippene fra lastebiler anslås å øke fra 2,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 2,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030. Dette gir også et betydelig potensiale for besparelser i CO<sub>2</sub>-utslipp fra nettopp lastebiltransport. Resten av denne rapporten har derfor fokus på nettopp lastebiltransport.



Figur 2.2. Utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra næringslivets transporter, innenriks. Tall fram til 2014 er fra SSB, mens tall fra 2015 er fremskrevet av TØI (lastebiler) og Miljødirektoratet (øvrige kategorier). Tall i 1000 tonn.

## 3 Fornybare fremdriftsteknologier

### 3.1 Innledning

Det omsettes ifølge Norsk Petroleumsinstitutt drøyt 170 millioner liter biodrivstoff årlig til veitrafikk i Norge hvorav om lag 90 % er biodiesel og 10 % bioetanol. I tillegg omsettes det biogass tilsvarende 45 millioner liter diesel som hovedsakelig benyttes av flåtekjøretøy som busser og lastebiler. Dette utgjør 7,6 % av dagens omsetning av fossil diesel.

Flytende biodrivstoff som omsettes i Norge er i hovedsak importert, mens biogass i hovedsak produseres i Norge ved oppsamling av metan fra avfallsdeponier og biogassanlegg som utnytter avfallsprodukter som avløpslam, organisk avfall fra næringsmiddelproduksjon og utsortert organisk avfall (Klima- og miljødepartementet, 2014).

I denne studien har vi sett på fire fornybare drivstoff og fremdriftsteknologier som alternativ til konvensjonell forbrenningsmotor og fossil diesel. Dette er:

- 1) Biodiesel
- 2) Biogass
- 3) Elektrisitet
- 4) Hydrogen/brenselcelle

I tillegg er elveger et konsept som vil kunne være relevant for godstransport i årene som kommer, men foreløpig er dette konseptet kun på teststadiet, selv om det er basert på gammel teknologi fra såkalte Trolleybusser.

### 3.2 Tilgjengelighet

#### 3.2.1 Kjøretøyteknologi

Biodiesel kan benyttes i ren form (altså uten innblanding med fossil diesel) i en konvensjonell forbrenningsmotor i dag. Dette krever en mindre tilpasning av kjøretøy som i utgangspunktet kjører på fossil diesel (rensing av tank, bytting av pakninger, filter, etc.) eller en lav merkostnad ved nybilkjøp.

Et kjøretøy som er tilrettelagt for bruk av biogass som drivstoff krever noe større tilpasninger. Kostnaden knyttet til investering i kjøretøy med denne fremdriftsteknologien er betydelig høyere enn for biodiesel. Det er flere renovasjonsselskap og kollektivselskap som i dag har prøvedrift med kjøretøy som går på ren biogass.

For elektrisk fremdrift er rekkevidden et problem for langtransport. Det finnes små distribusjonsbiler på markedet i Europa, men for større biler må disse i dag bygges på bestilling. Dette fører til høye merkostnader ved kjøp. Det pågår for tiden forskning på å utvikle batterier med lengre rekkevidde som kan gjøre elektriske biler aktuelt også for langtransportmarkedet. Vi har forutsatt at disse fases inn i analyseperioden.

Hydrogen som drivstoff er nå i en oppstartsfase der Toyota jobber med å introdusere en hydrogendrevet personbil for det norske markedet fra inneværende år. I tillegg til Toyota jobber bilprodusentene Daimler, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Kia, Renault og Nissan alle med å utvikle hydrogenbiler. Dernest er det forventet at hydrogen introduseres for varebiler før det kommer for distribusjonsbiler og til slutt lastebiler. Kollektivselskapet Ruter har idag prøvedrift med hydrogenbusser og har kapasitet til å holde 5-8 hydrogenbusser gående på et relativt høyt driftsnivå i Oslo. Dette indikerer at teknologien er mulig også for tyngre kjøretøy. Vi har derfor forutsatt at også hydrogen fases inn for tunge biler i analyseperioden. Som for elektriske lastebiler krever hydrogen individuell tilpasning av kjøretøy og medfører høye merkostnader.

### **3.2.2 Drivstoff**

Det finnes mange ulike typer biodrivstoff avhengig av produksjonsteknikk og råstoff. Rene vegetabiliske oljer kan brukes direkte i noen motortyper. Det klart mest brukte biodrivstoffet i Norge i dag er biodiesel i form av FAME (Fatty Acid Methyl Ester). FAME betegnes ofte som 1. generasjons biodiesel. FAME blir framstilt ved å la vegetabiliske oljer fra vekster som raps og soya reagere med metanol. FAME kan også produseres på brukt fritureolje og kalles da UCOME (Used Cooking Oil Methyl Ester).

Biodiesel kan også lages ved bruk av andre teknikker, som gjør det mulig å ta i bruk nye typer råstoff, dette kalles gjerne 2. generasjons biodrivstoff. Et eksempel er HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), også kalt HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids), som har egenskaper som likner mer på, og kan høyinnblandes i, fossil diesel. Det finnes flere anlegg som produserer HEFA basert på palmeolje (EBTP, 2015) og andre type vegetabiliske oljer. I 2015 ble det i Finland åpnet et anlegg som produserer avansert biodiesel basert på skogråstoff (UPM Biofuels, 2015). Anlegget i Finland har en kapasitet på cirka 100 000 tonn per år, mens de øvrige anleggene har en samlet kapasitet på litt over 3 millioner tonn per år (IEA Bioenergy, 2015). Statkraft sammen med Södra har inngått en intensjonsavtale om å etablere fremtidig produksjon av biodrivstoff basert på skogsråvare, på tidligere Tofte fabrikk på Hurum. Produksjonen vil kunne nå markedet fra 2020 og øke produksjonsvolumet gradvis fra 55 til 150 millioner liter pr år.

Biogass kan komme fra mange kilder. Biometan er rensert biogass (metangass) som produseres ved utrøtning av avløpslam og matavfall. I Oslo går renovasjonsbilene på biogass produsert av avløpslam. I følge AGA (Melby, 2015) kan biogass fra denne typen systemer erstatte ca 30 millioner liter drivstoff pr år. Det tilsvarer ca 17 % av samlet biodrivstoffomsetning i dag, mens autodieselsalget i Norge i 2014 ifølge Norsk Petroleumsinstitutt utgjorde 2,9 milliarder liter. Andre store leverandører av biogass i tillegg til AGA er Lyse, Energigass Norge og Gass Tech. Østlandsforskning (Raadal, 2012) har anslått at et teoretisk potensial for produksjon av biogass tilsvarer 14 % av totalt drivstofforbruk i Norge. Da er husdyrgjødsel regnet som den største biogassressursen med 45 % av samlet ressurstilgang.

Hydrogen kan produseres ved elektrolyse der vann splittes til hydrogen og oksygen ved tilførsel av elektrisk energi. Hydrogen produsert på denne måten vil være en klimanøytral energikilde. Dette gjør også at det er potensielt mange produsenter av hydrogen rundt i Norge gjennom ulike kraftselskap. I industriell skala framstilles hydrogen vanligvis fra naturgass, og er da ikke klimanøytralt, med mindre produksjonen kombineres med CCS (karbonfangst og -lagring).

### 3.2.3 Distribusjon

For å lykkes med en innfasing av fornybare drivstofftyper også for langtransport, må infrastrukturen for fyllestasjoner bygges ut. Dette gjelder særlig hurtigladedepunkter (og ladning via induksjon) for elektriske lastebiler, men også for hydrogen og biogass er det manglende infrastruktur for distribusjon av drivstoff tilgjengelig i dag først og fremst rundt de største byene i Norge. AGA, som er en betydelig leverandør av biometan til drivstoff, har etablert 15 fyllestasjoner i Norge til nå. Det finnes pr i dag fem stasjoner for hydrogen, på Gaustad og Økern i Oslo, Herøya i Porsgrunn, Lillestrøm og Kjellstad i Drammen. Hydrogenleverandøren NEL har sammen med UnoX varslet at de skal rulle ut 20 nye hydrogenstasjoner i Norge innen 2020. Også i det bilproduserende landet Tyskland har det vært en omfattende utbygging av hydrogenfyllestasjoner det siste året, noe som bør være en indikasjon på at dette er en teknologi som vil slå gjennom om få år. I Nasjonal Transportplan for 2018 – 2029 er det oppgitt at prisen for hydrogeninfrastruktur som kan betjene 2 000 privatbiler, 500 drosjer og 250 tjenestebiler og nyttekjøretøy i hydrogenstrategien for Oslo og Akershus, er estimert til en kostnad på 227 mill. kroner eksklusive tomtekostnader. HYOP/Transnova har estimert at et nettverk på 24 stasjoner i Sør-Norge nord til Trondheim som kan betjene 20 000 hydrogenbiler vil koste omlag 4 – 500 mill. kroner.

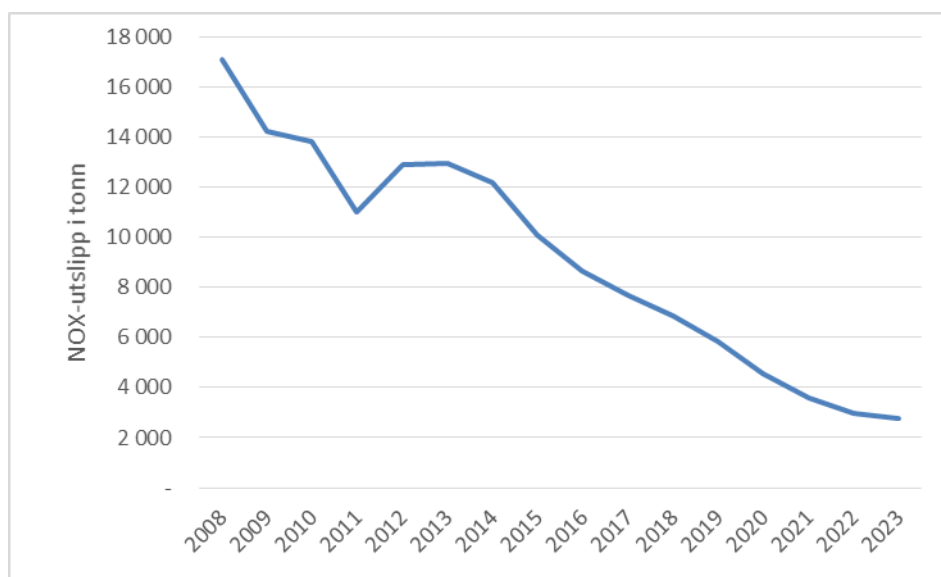
Det er svært få tankanlegg i dag for ren biodiesel (kun 5-6 steder i Norge), slik at det vil være store kostnader knyttet til å få etablert en infrastruktur for nasjonal distribusjon.

## 3.3 Eksterne effekter av fornybare drivstoff

I følge Miljødirektoratet (2015) er det mangelfull kunnskap om (og hvordan) utslipp fra kjøretøy med biodrivstoff påvirker befolkningens helse. Både utslipp og eventuelle helseeffekter avhenger av type biodrivstoff og mengde innblanding. Bruk av biodiesel kan føre til høyere utslipp av NO<sub>x</sub>, men lavinnblanding av biodiesel (FAME) har sannsynligvis liten/neglisjerbar betydning for NO<sub>x</sub> utslipp sammenliknet med kjøretøyets avgassrensesystem og motorinnstillinger.

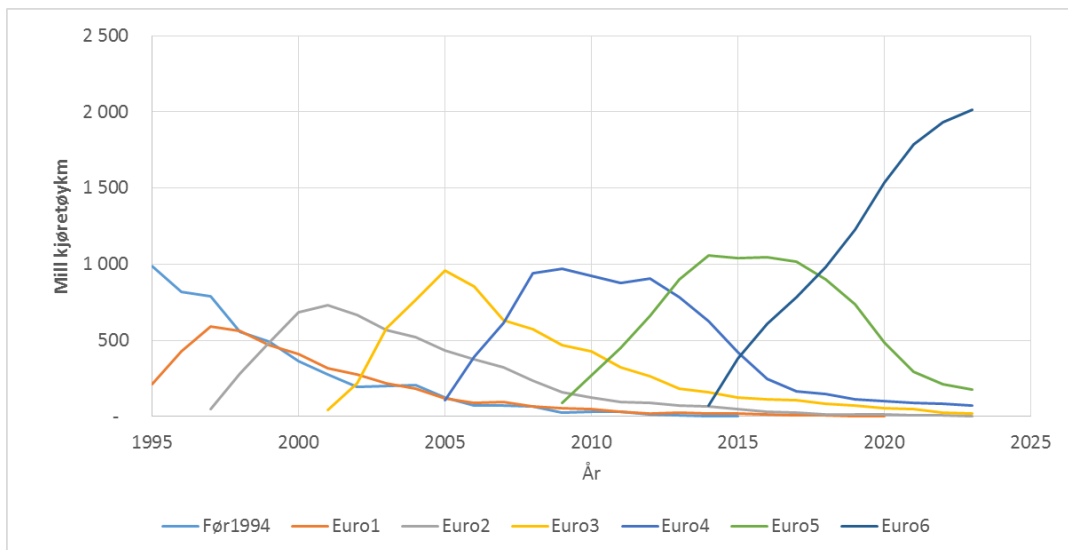
Høyinnblandet FAME (B30/B100) kan gi høyere utslipp av NO<sub>x</sub> (0-10 prosent). Nasjonalt folkehelseinstitutt har vurdert hvorvidt en økning i biodieselinnblanding fra 3,5 prosent til 5,5 prosent kan medføre nye helsemessige konsekvenser. De konkluderer med at en økning i biodieselinnblanding opp til 5,5 prosent trolig har tilsvarende helsemessige konsekvenser som fossilt diesel, men at ytterlige økninger i biodieselandelen krever mer forskning for å avklare eventuelle helsekonsekvenser. Norsk institutt for luftforskning gjorde tilsvarende vurdering av økt innblanding av bioetanol i bensin. Bruk av bioetanol fører til utslipp av helseskadelige komponenter, men det er mangelfull kunnskap om hvordan disse utslippene påvirker befolkningens helse (Miljødirektoratet, 2015).

Økte utslipp av partikler og NO<sub>x</sub> ved bruk av biodiesel vil trolig motvirkes av at man i kommende år får økt andel av transportene som utføres av biler med Euro VI-motor. Figur 3.1 er hentet fra Caspersen og Hovi (2015) og viser beregnede nasjonale NO<sub>x</sub>-utslipp fra lastebiltransport i perioden 2008-2023. Utslippstallene for 2008-2013 er basert på historiske data, mens tallene for 2014-2023 er basert på forventet utvikling i transportytelsene.



Figur 3.1. Historisk (2008-2013) og forventet (2014-2023) utvikling i årlig NO<sub>x</sub>-utslipp fra vegtransport i perioden 2008-2023. Kilde: Caspersen og Hovi (2015).

Fra figur 3.1 ser vi at det har vært en reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslippet siden 2008, og at trenden forventes å vedvare. Dette skyldes en kombinasjon av en nedgang i NO<sub>x</sub>-utslipp som følge av en naturlig utskifting av lastebilparken og innføringen av nytt Eurodirektiv (Euro VI), med strengere krav til NO<sub>x</sub>-utslipp. I figuren ser vi faktiske, historiske effekter av innføringen av Euro V i 2008, hvorpå man ser en tydelig nedgang i NO<sub>x</sub>-utslipp fram til og med 2011. Særlig var reduksjonen stor fra 2008 til 2010, som også skyldes redusert etterspørsel etter godstransport som følge av Finanskrisen som inntrådte fra 2008. Fra 2011 øker utslippet av NO<sub>x</sub> fordi etterspørselen etter godstransport øker igjen. I 2014 innføres Euro VI, noe som gir en ytterligere reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslippet. Reduksjonen i NO<sub>x</sub> forventes å avta etter hvert som flere biler skiftes ut, og gjennomsnittlig avstand i avgassutslippet mellom gammel og ny bil reduseres. Reduksjonen i NO<sub>x</sub>-utslippet i figur 3.1 kan til dels forklare av figur 3.2 som viser innenlands trafikkarbeid utført med lastebiler av ulike Euroklasser for perioden 1994-2023. For 1994-2013 presenteres historiske data, mens tallene for 2014-2023 er basert på prognose for forventet framtidig utvikling.



Figur 3.2. Nasjonalt trafikkarbeid (milli kjøretøykm) etter Euroklasse. Historiske tall for 1995-2013, samt prognoser for 2014-2023. Kilde: Caspersen og Hovi (2015).

Fra figuren ser vi at innfasingen av biler med Euro VI-motorer forventes å følge samme bane som ved innfasing av tidligere Euro-klasser. Når Euro VI blir introdusert er det de eldste og nest eldste bilene som erstattes først, representert ved fallende kurver. Ved innfasingen av Euro VI i 2014 utgjør biler som er eldre enn Euro III en liten andel av totalt kjørte kjøretøykilometer, og forventes å fases ut i analyseperioden. Det er derfor biler med Euro III, Euro IV og særlig Euro V motorer som står for brottdelen av den egendrevne utfasingen til fordel for Euro VI, gjennom analyseperioden. Disse bilene vil være mellom 5 og 15 år gamle i 2014.

## 4 Datagrunnlag og forutsetninger

### 4.1 Økonomiske forutsetninger

#### 4.1.1 CO<sub>2</sub>-fondets inntekter

Inntektene for et mulig CO<sub>2</sub>-fond vil avhenge av medlemsavgiften som er antatt å utgjøre 70 % av dagens CO<sub>2</sub>-avgift (ca. 0,80 kr/liter diesel, versus dagens CO<sub>2</sub>-avgift på 1,12 kr/liter) og dieselforbruket fondets medlemmer står for i hvert år. I analysen har vi brukt framskrivninger for det totale dieselsalget avledet av CO<sub>2</sub>-fremskrivningen for lastebiler i kapittel 2.

For fondets proveny er det også viktig hvordan medlemsgrunnlaget innfases. Basert på diskusjoner med oppdragsgiver og erfaringer fra NO<sub>x</sub>-fondet, er det antatt økende deltakelsesandel gjennom fondets levetid, fra 25 % deltakelse i år 1, lineært opp til 80 % deltakelse i år 10, som antas å være siste året med miljøavtale. Videre skal fondets inntekter og utgifter balanseres over fondets levetid.

Det er i analysen tatt hensyn til at provenyet brukes på tilskudd som fører til lavere dieselsalg, og med det redusert inntektsgrunnlag for fondet i framtidige år. Dette avhenger av hvilken teknologi fondet gir tilskudd til og er belyst i analysen.

#### 4.1.2 CO<sub>2</sub>-fondets utgifter

Fondets proveny skal brukes til (delvis) dekning av kostnader ved modifisering av kjøretøy, eller til *merkostnad ved nyinvestering*, og vil også støtte utbygging av infrastruktur for fyll- og ladestasjoner. Ekstrakostnaden er regnet i forhold til kjøretøy med ordinær forbrenningsmotor og bruk av diesel med 7 % innblanding av biodiesel (vi forutsetter implisitt at det bare gis støtte til kjøretøy som erstatter biler med konvensjonelt drivstoff).

Ellers bør det tas i betraktning at det finnes vesentlige kostnadsforskjeller mellom investeringer i 'tilpasning' av eksisterende biler som må bygges om, og biler som blir kjøpt med ny teknologi direkte. Ut fra et økonomisk perspektiv for fondet vil det lønne seg å gi støtte til nyinvesteringer framfor tilskudd til ombygging, da potensialet for utslippsreduksjoner pr investert krone er høyere. Vi har derfor lagt til grunn for beregningene at det kun gis støtte til nyinvesteringer.

I analysen forutsettes det at en del av mer-/investeringskostnaden dekkes, hhv 80% for kjøretøy og 50% for infrastruktur (drivstoffstasjoner). Driftskostnadene antas ikke dekket. Dette er helt i hht forutsetningene i NO<sub>x</sub>-fondet. Gitt diskusjonen om insitamentet til å både bli medlem av fondet og å investere til tross for høyere kostnader, bør også andre dekningsverdier enn de som er nevnt her vurderes. Eksempler på dette er å gi tilskudd som også dekker noe av driftskostnadene, alternativt tar hensyn til økte avskrivninger pga lite utviklet annenhåndsmarked.

## 4.2 Kjøretøyspesifikke forutsetninger

### 4.2.1 Drivstofforbruk

Det er tatt utgangspunkt i informasjon om drivstofforbruket per km per kjøretøy. Denne informasjonen er basert på HBEFA<sup>2</sup>-modellen, og er samme kilde som ligger til grunn for SSBs utslippsberegninger. Vi har sammenliknet drivstofforbruk pr km for ulike kjøretøykategorier med informasjon som vi har fått oppgitt av en stor egentransportør, og de stemmer rimelig bra overens. Vi har inndelt forbrukstallene i fire kjøretøygrupper, men der det bare er to av disse som benyttes i de videre beregninger (lastebil med totalvekt hhv over og under 12 tonn).

Tabell 4.1 viser forutsatt gjennomsnittlig dieselforbruk i liter pr km for distribusjonsbiler og lastebiler.

Tabell 4.1. Gjennomsnittlig dieselforbruk i liter pr km etter kjøretøygruppe.

Type bil aggregert	Liter/km
Varebil	0,08
Distribusjonsbil (totalvekt 3,5 til 12 tonn)	0,34
Langtransportbil (totalvekt over 12 tonn)	0,40
Trekkvogn	0,40

Også Miljødirektoratet har benyttet en forutsetning om et drivstofforbruk på 4 liter pr mil for langtransportbiler (Miljødirektoratet, 2015).

### 4.2.2 Fremdriftsteknologi på kjøretøy som erstattes

Det er i analysen forutsatt at et kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi fullt ut erstatter en bil med konvensjonell forbrenningsmotor og diesel med 7 % innblanding av biodiesel.

### 4.2.3 Kjørelengde

CO<sub>2</sub>-gevinsten av å endre samme fremdriftsteknologi er større desto lengre kjørelengden på den bilen som fases ut er. For å lage anslag på CO<sub>2</sub>-utslippet over kjøretøyets levetid har vi benyttet data om kjørelengder etter bilens alder. Denne informasjonen er hentet fra SSBs statistikk over årlig kjørelengde etter kjøretøyets alder, som igjen er basert på informasjon fra de periodiske kjøretøykontrollene til Statens vegvesen. Det finnes imidlertid ikke informasjon om total kjørelengde eller alder ved utrangering for kjøretøy med mer enn 7,5 tonns totalvekt. Dette skyldes at det ikke er vrakpant på disse bilene og at det derfor ikke føres noen systematisk registrering av kilometerstand eller alder ved utrangering. For å få et anslag på total kjørelengde over gjennomsnittlig levetid, igjen for hver type kjøretøy, har vi basert oss på informasjon fra Opplysningsrådet for vegtrafikken for biler med under<sup>3</sup> 7,5 tonns totalvekt og innhentet informasjon fra en stor egentransportør og en stor lastebiltransportør for biler med over 7,5 tonns totalvekt. Denne informasjonen fremgår av tabell 4.2 og figur 4.1.

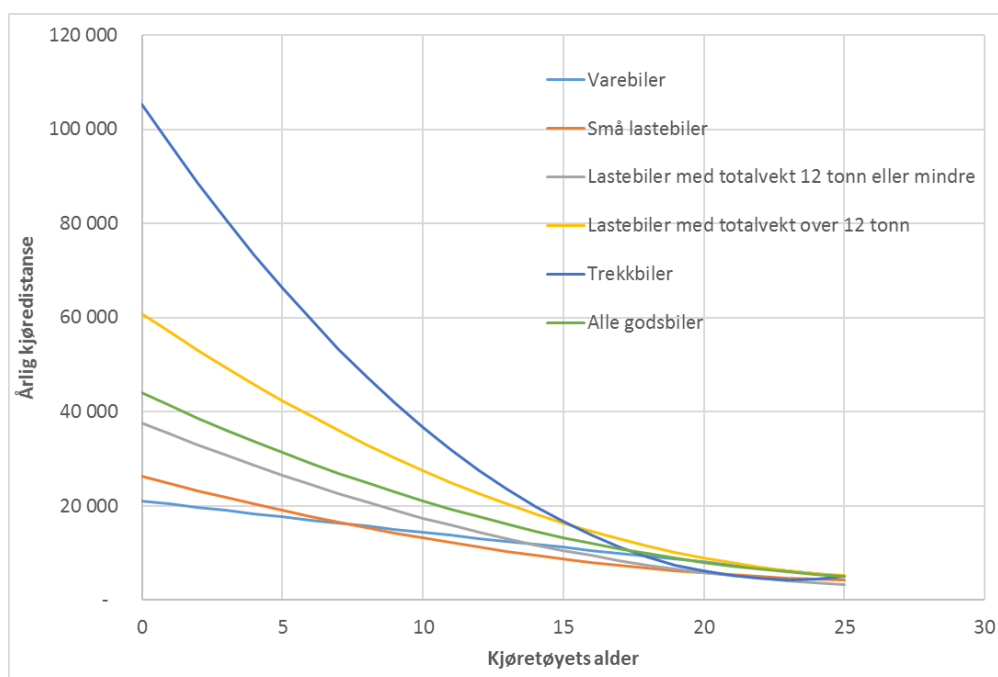
<sup>2</sup> Handbook emission factors for road transport.

<sup>3</sup> Her har vi benyttet levealder for biler med inntil 7,5 tonns totalvekt for distribusjonsbiler, selv om disse er forutsatt i resten av analysen å inkludere biler også med fra 7,5 til 12 tonns totalvekt.



Tabell 4.2. Forutsetninger om levetid for kjøretøyet og totalt utkjørt distanse i sum over gjennomsnittlig levetid.

	Antatt levetid (år)	Utkjørt distanse over gjennomsnittlig levetid (1000 km)
Varebiler	17	280
Lastebiler med totalvekt 3,5 til 12 tonn	21	350
Lastebiler med totalvekt over 12 tonn	10	475
Trekkbiler	10	750



Figur 4.1. Utkjørt årlig distanse (i gjennomsnitt pr bil) for ulike godsbilgrupper og i sum (alle godsbiler). Kilde: Periodiske kjøretøykontroller (SVV og SSB).

Det fremkommer at gjennomsnittlig årlig kjørelengde avtar raskt med kjøretøyets alder. Lengst kjører trekkbiler for semitrailer, mens varebiler kjører kortest. I analysen har vi benyttet lastebiler med totalvekt under 12 tonn som representativ for distribusjonsbiler, mens biler med totalvekt over 12 tonn representerer langtransportbiler. Det fremkommer at dersom man hadde inkludert trekkbiler for semitrailer i analysen, ville effekten pr bil vært nesten 50 % høyere enn den kategorien vi har benyttet som langtransportbil. Det indikerer at jo lengre rekkevidde de fornybare drivstoffalternativene har, desto høyere vil også utslippseffekten av hver tilskuddskrone være.

#### 4.2.4 Merknader

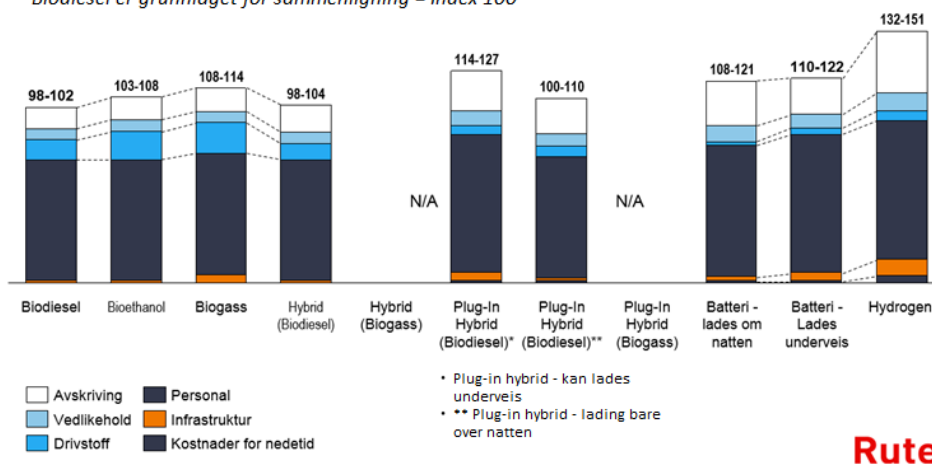
Det er innhentet informasjon om merkostnader for kjøretøy knyttet til fornybare fremdriftsløsninger. Oppgavegivere har vært leverandører av kjøretøy, egentransportører og transportører som benytter kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi. Merkostnaden varierer betydelig mellom ulike teknologier, der bruk av biodiesel medfører lavest merkostnader, mens det for elektriske lastebiler og for hydrogen er et svært umodent marked. Dette gjør at det er store merkostnader på

grunn av småskala produksjon eller individuell tilpasning, og mangel på en kritisk masse. Det er grunn til å tro at produksjonsvolumet øker når teknologien blir mer moden også for tungbilmarkedet. Enhetskostnadene vil sannsynligvis avta fremover i tid. Til å anslå hva som kan være en realistisk merkostnad når man oppnår serieproduksjon, har vi sammenliknet nettoprisen, dvs utsalgspris eksklusive mva og engangsavgift, på en personbil (VW Golf) med hhv elektrisk motor og konvensjonell forbrenningsmotor. Vi har benyttet samme relative prisforskjell i fondets siste leveår, og antatt en lineær reduksjon fra dagens merkostnad. Dette gir en reduksjon i merkostnad på ca 70 % fra dagens nivå.

Kostnadsnivå er oppgitt som konfidensiell informasjon fra oppgavegiver og kan derfor ikke framgå av rapporten, men de nominelle verdiene er benyttet som grunnlag for beregningene. Figur 4.2 er hentet fra en kartlegging som er gjennomført av Roland Berger Strategy Consultants på oppdrag for Ruter, og gir en indikasjon på kostnadsforskjeller mellom en buss som går på biodiesel (indeksert til 100) og busser med alternative, fornybare drivstofftyper.

## Årlige kostnader ny bussflåte (TCO)

Biodiesel er grunnlaget for sammenligning = Index 100



Ruter#

Figur 4.2. Årlige kostnader for ny bussflåte. Alle kostnader er indeksert med utgangspunkt i kostnadsnivået for en buss med biodiesel. Kilde: Roland Berger Strategy Consultants, for Ruter 2015.

Kostnadene i figur 4.2 inkluderer alle kostnadselementer for både tids- og distanseavhengige kostnader. Det fremkommer at den største kostnadskomponenten er personalkostnader, men også at avskrivningskostnadene varierer betydelig mellom de ulike fremdriftsteknologiene. Avskrivningene er direkte avhengig av investeringskostnaden og er derfor den komponenten som et eventuelt fond skal dekke deler av merutgiften for. Drivstoffkostnadene er for flere av alternativene, f eks elektrisitet og hydrogen, lavere enn drivstoffkostnaden for biodiesel. Det fremkommer også av figur 4.2 at de årlige kostnadene i sum (TCO) er lavest for biodiesel.

## 4.3 Drivstoff

### 4.3.1 Utslippsfaktorer

Det er tatt utgangspunkt i drivstofforbruk pr km til det kjøretøy som fases ut og CO<sub>2</sub>-intensiteten pr energienhet i hhv det konvensjonelle drivstoffet og i de alternative energikildene (1 kg pr MJ). Utfordringen er at det ikke finnes en entydig omregningsfaktor. Særlig gjelder det for alternative typer av biodrivstoff der det er stor variasjon i CO<sub>2</sub>-innhold avhengig av hva som benyttes av råstoff og hvilken forutsetning som legges til grunn for beregningen mht klimapåvirkning (livsløpsperspektiv, arealfortrenging, etc). Vi har så langt det har vært mulig benyttet faktorer fra en felles Europeisk standard for CO<sub>2</sub>-utslipp fra fornybare drivstoffkilder (NEN-EN 16258; Nederlandse norm, 2012). Denne skiller ikke mellom ulike typer av biodiesel. Vi har derfor, som nærmere beskrevet under, valgt å benytte samme forutsetninger som Miljødirektoratet legger til grunn i sin utredning fra 2015 om Klimatiltak og utslippsbaner frem mot 2030.

I følge Miljødirektoratet (2015) er norsk produksjon av biodrivstoff svært liten per i dag. Utslipp knyttet til produksjon av biodrivstoff skjer dermed i stor grad i andre land. Dersom man ser på Norges utslippsregnskap kan det antas at klimabesparelsen ved bruk av biodrivstoff i Norge er nær 100 % sammenliknet med bruk av fossilt drivstoff. Tar man i stedet utgangspunkt i den globale utslippsreduksjonen blir effekten av tiltaket redusert. Rapporteringen for biodrivstoff omsatt i Norge de siste årene viser at dette i gjennomsnitt medførte omlag 40 % reduksjon av klimagassutslipp (livsløpsutslipp) sammenliknet med fossile drivstoff. Gjeldende minstekrav i produktforskriften er at biodrivstoff som skal regnes som bærekraftig må medføre en reduksjon av klimagassutslipp på minst 35 %. Dette minstekravet skjerpes til 50 % i 2017 og videre til 60 % i 2018. I Miljødirektoratets virkningsberegninger er det forutsatt at importert biodrivstoff (biogass og biodiesel) medfører 100 % reduksjon av klimagassutslipp fra 2018, sammenliknet med ren diesel. Vi har også benyttet denne forutsetningen, men viser i et eget delkapittel hvordan utslippsreduksjonen reduseres dersom man i stedet benytter en forutsetning om 60 % besparelse i CO<sub>2</sub>-utslipp fra biodrivstoff sammenliknet med fossil diesel.

Tabell 4.3. Utslipp av kg CO<sub>2</sub> pr km for fornybare drivstoff og ulike kjøretøykategorier. For biodrivstoffene viser vi både verdier for når de regnes som klimanøytrale og når det regnes at de gir ca. 60% utslippsreduksjon.

	<b>B7</b>	<b>Biodiesel</b>	<b>Biogass</b>	<b>Elektrisk</b>	<b>Hydrogen</b>
Varebil	0,25	0 / 0,10	0 / 0,10	0	0
Distribusjonsbil	1,06	0 / 0,44	0 / 0,44	0	0
Langtransportbil	1,24	0 / 0,52	0 / 0,52	0	0
Trekkvogn	1,23	0 / 0,52	0 / 0,52	0	0

### 4.3.2 Infrastruktur

Det er også innhentet informasjon om investeringskostnader for drivstoffstasjoner for fornybare drivstoff. Informanter har vært leverandører av ulike typer av energibærere, samt Enova (Statens vegvesen, 2013).

Det er mer utfordrende å beregne CO<sub>2</sub>-gevinsten av tilskudd til infrastruktur sammenliknet med tilsvarende gevinst av tilskudd gitt til rullende materiell. Å regne gevinst av alt drivstoffsalg fra en ny drivstoffstasjon vil medføre dobbeltregning i den grad stasjonen også brukes av de kjøretøyene som har fått investeringsstøtte. Det er imidlertid rimelig å tro at et økt distribusjonsnett av fornybare drivstoff vil komme privatbilmarkedet også til gode og med det føre til økt bruk av fornybare drivstoffkilder. Vi har derfor omtalt drivstoffstasjoner spesifikt i analysen.

### **4.3.3 Tilgjengelighet til fornybart drivstoff**

Vi har i analysen forutsatt at det er tilstrekkelig tilgang til bærekraftig biodrivstoff som tiltakene som er analysert her krever. Dette er imidlertid en kritisk forutsetning og i mange tilfeller vil det være tilgjengeligheten som styrer potensialet for utslippsreduksjon.

## 5 Potensielle utslippsreduksjoner ved forsert innfasing av ny teknologi

### 5.1 Innledning

Beregningene av potensielle utslippsreduksjoner er av praktiske hensyn begrenset til tungtransport på vei (lastebiler), hvor utslippene anslås å øke fra 2,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 2,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030, basert på dagens virkemidler. Potensielle utslippsreduksjoner av forsert utskifting av lastebilparken vil avhenge av hvilke tiltak som gjennomføres, antall tiltak som får støtte og hvilke segmenter av transportmarkedet det gis støtte til. F eks vil det over tid være større CO<sub>2</sub>-gevinst av at kjøretøy innenfor langtransport får støtte sammenliknet med om støtten gis til kjøretøy som benyttes innenfor lokaldistribusjon. Det er vanskelig å forutse når ulike teknologi er moden for implementering. F eks er bruk av elektrisk fremdrift foreløpig bare et alternativ for mindre distribusjonsbiler, men det forskes på utvikling av batterier med lengre rekkevidde slik at dette kan være et alternativ for langtransport på lengre sikt. Elveger er også et alternativ som vi ikke analyserer. Det samme gjelder for hydrogen/brenselceller som nå begynner å innføres for personbiler, men som forventes å være relevant også for tunge kjøretøy på noe sikt. En forutsetning for at alternative energibærere tas i bruk for langtransport er at det utbygges en infrastruktur for drivstoff- og ladestasjoner mellom de store byene i Sør-Norge og i Nord-Norge.

### 5.2 Ulike scenarier

For denne utredningen har vi utarbeidet seks ulike scenarier. Fire av disse scenarier er 'ekstremer', med full satsing på hhv biodiesel, biogass, elektrisitet og hydrogen/brenselcelle. I tillegg har vi sett på to 'middels'-scenarier der det gis tilskudd til kombinasjoner av ulike typer drivstoffstasjoner og fremdriftsteknologier.

For alle scenarier er det ved provenyfordelingen tatt i betraktning at de ulike teknologiene har ulike behov for utbygging av infrastruktur. I et tilstrekkelig utbygget nettverk kreves det f eks færre hydrogen- enn biodieselstasjoner. Gitt egenskapene av de ulike drivstoffteknologiene og fyllestasjonene har vi i våre analyser antatt at det for et tilstrekkelig nettverk kreves:

- Ca. 60 hydrogenstasjoner
- Ca. 140 biogasstasjoner,
- Ca. 700 biodieselstasjoner,
- Ca. 500 EL-ladepunkter.

I scenariene der det kun satses på en teknologi, blir brorparten av den nødvendige infrastrukturen bygget i de første 6-7 år under avtalen. De kombinerte scenarier er

noe mer komplisert; hvis man satser på flere teknologier må det også gis støtte til flere typer av infrastruktur. Det betyr at det kreves en større andel av provenyet for å få tilstrekkelig infrastruktur enn i scenariene der det kun satses på en type infrastruktur.

For det første kombinasjonsscenariet er en konstant andel av provenyet brukt på de ulike drivstoffteknologier, valgt slik at det ved avtalens slutt ville vært tilstrekkelig infrastruktur.

For det andre kombinasjonsscenariet er det forutsatt at høyest støtte gis til infrastruktur i starten, men avtakende andel for biodieselstasjoner. Samtidig trappes andelen av støtten som går til hydrogenstasjoner og EL-ladepunkter opp mot midten av avtalen, for så å langsomt avta når en nærmer seg en tilstrekkelig infrastruktur for biodiesel-, hydrogen- og EL-kjøretøy.

Når det gjelder tilskudd til kjøretøy er den delen av støtten som i det første kombinasjonsscenariet gis til kjøretøy fordelt med at 50% går til biodiesebiler, mens den andre halvparten fordeles med like andeler (16,7%) til hhv biogassbiler, elektriske biler og hydrogenbiler.

I det andre kombinasjonsscenariet tas det i betraktning at EL- og hydrogenbiler per i dag ikke er helt modne for lastebilmarkedet ennå. I fondets første år brukes derfor mesteparten av provenyet på tilskudd til biodiesel, med noe tilskudd til EL- og hydrogeninfrastruktur og -biler. Etter noen år reduseres støtten til biodiesel og støtten økes til EL- og hydrogen, først for distribusjonsbiler, og så også for tyngre lastebiler.

Vi har videre sett på hvordan det siste middelsscenariet utvikler seg dersom fondets inntektsgrunnlag utvides med inntekter fra andre næringer, men der støtten likevel går til lastebiltransport. Samtidig er det tatt hensyn til at antall kjøretøy som støttes ikke overskrider kjøretøyflåtens bestand.

Bygging av infrastruktur har en langvarig effekt som vil vedvare lenge etter fondets avtaleperiode. Byggeåret fastslår i hvilken grad denne effekten tilregnes fondets avtaleperiode. Det har som konsekvens at scenariene kan avvike fra hverandre. Skal man sammenligne CO<sub>2</sub>-gevinsten av utbygging av infrastruktur, bør hele infrastrukturens levetid tas i betraktning.

De kombinerte scenarier krever at en større andel av provenyet går til infrastruktur, og en mindre andel til kjøretøy enn i de scenarier som kun satses på en teknologi. Ideelt sett vil man legge sammen CO<sub>2</sub>-gevinsten fra tilskudd til både kjøretøy og infrastruktur, også effekten som opptrer etter avtaleperioden. Utfordringen er at CO<sub>2</sub>-reduksjonen som følger av tilskudd til fyllestasjoner er mer usikre enn beregnet CO<sub>2</sub>-reduksjon av tilskudd til kjøretøy.

Tabell 5.1 viser antall tiltak til energistasjoner og rullende materiell som i hvert scenario gis over hele fondets levetid. Disse tiltak ligger til grunn for resultatene i det neste kapitlet. I de scenariene der det kun satses på en teknologi er andelen av provenyet som går til infrastruktur betydelig lavere enn i de kombinerte scenarier. I det kombinerte scenariet med utvidet inntektsgrunnlag virker andelen av provenyet som går til infrastruktur lav, men det må tas i betraktning at provenyet nå har blitt betydelig høyere. Provenyet i dette scenariet strekker til utbygging av tilstrekkelig infrastruktur for hydrogen, biodiesel, elektrisk, og biogass<sup>4</sup>, mens det også kan støttes nærmere 65 000 kjøretøy over en ti-års periode.

---

<sup>4</sup> For å ikke overstige kjøreflåtens bestand gis det i motsetning til «Kombinert 2» med basisproveny også tilskudd til biogassinfrastruktur og -biler.

Tabell 5.1. Antall tiltak i hvert scenario over hele fondets levetid. I tillegg vises fordelingen av provenyet mellom infrastruktur og rullende materiell.

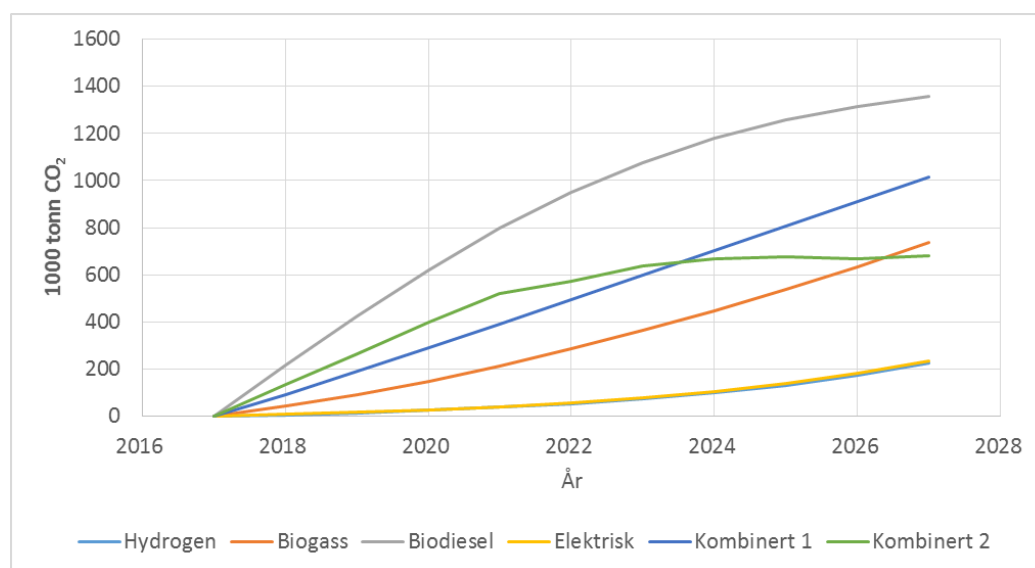
	Antall tiltak, energistasjoner					Antall tiltak, rullende materiell		Andel av provenyet til		Herav	
	Hydro-gen	Bio-gass	Bio-diesel	EL	SUM	Lastebiler	Distrib.-biler	Infrastruktur	Rullende materiell	Lastebiler	Distrib.-biler
Hydrogen	51				51	1 610	4 277	12%	88%	29%	59%
Biogass		110			110	6 452	12 905	10%	90%	30%	60%
Biodiesel			536		536	13 255	26 510	17%	83%	28%	55%
Elektrisk				425	425	1 686	4 482	8%	92%	31%	62%
Kombinert 1	38	118	544	399	1 099	12 092	12 204	48%	52%	26%	26%
Kombinert 2	67		675	449	1 191	7 278	13 211	36%	64%	29%	35%
Kombinert 2 (økt proveny)	71	151	746	519	1 487	23 370	41 305	16%	84%	37%	47%



### 5.3 Hovedresultater

Utslippsreduksjonene som framstilles i dette kapitlet omfatter kun reduksjonene knyttet til kjøretøyer (lastebiler). I tillegg kommer fondets indirekte utslippsreduksjoner fra støtte til infrastruktur, beskrevet separat i kapittel 5.6.

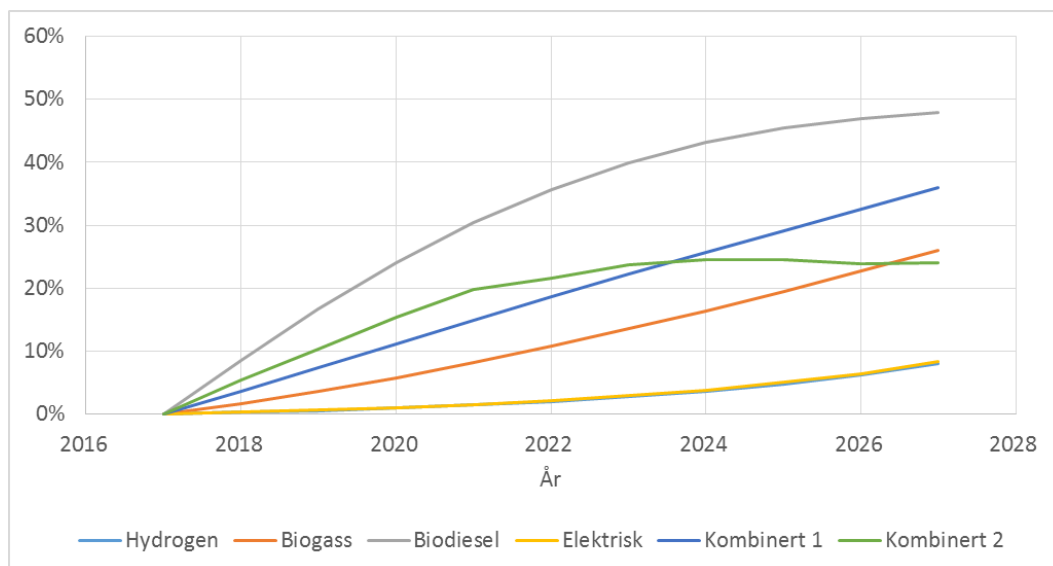
Figur 5.1 viser beregnet årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> i perioden 2017 til 2027 sammenliknet med referansebanen i hvert av de seks scenariene som er beskrevet i kapittel 5.2. I beregningene som presenteres i dette delkapitlet benyttes de samme forutsetninger som Miljødirektoratet legger til grunn i sine tiltaksbeskrivelser, dvs at CO<sub>2</sub>-besparelsen ved å benytte biodrivstoff (biodiesel og biogass) er antatt 100 % sammenliknet med bruk av fossil diesel.



Figur 5.1. Årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Det fremkommer at full satsing på biodiesel gir den største reduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette skyldes at det er lave kostnader knyttet til tilrettelegging av kjøretøyet slik at gevinsten pr støttekrone også er høyest i dette scenariet. Deretter følger de to kombinerte scenariene. Forklaringen på at disse kommer bedre ut enn full satsing på biogass, elektrisk eller hybrid er igjen knyttet til at det i disse kombinerte scenariene også gis en betydelig støtte til biodiesel: I «Kombinert 1»-scenariet går halvparten av støtten som gis til kjøretøy til biodieselmotoren. I «Kombinert 2»-scenariet tas det i betraktning at EL- og hydrogenbiler per i dag ikke er helt modne for lastebilmarkedet ennå. I fondets første år brukes derfor mesteparten av provenyet på tilskudd til biodiesel, med noe tilskudd til EL- og hydrogeninfrastruktur og -biler. Etter noen år reduseres støtten til biodiesel og støtten økes til EL- og hydrogen, først for distribusjonsbiler, og så også for tyngre lastebiler. Dette er også grunnen til at den årlige CO<sub>2</sub>-reduksjonen i det andre kombinerte scenariet faller noe i de siste årene.

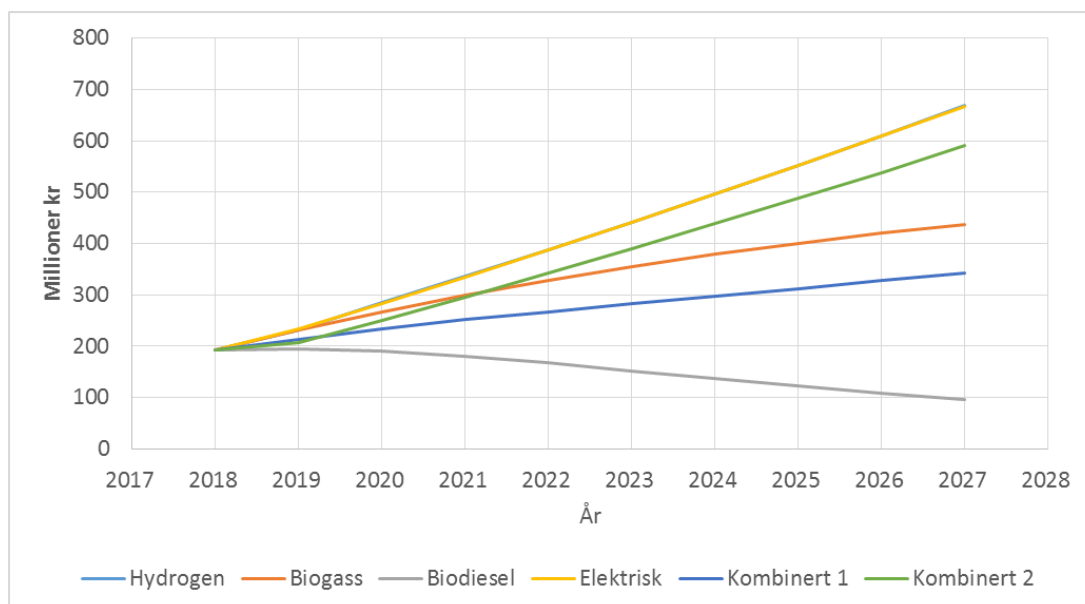
Figur 5.2 viser samme utvikling som figur 5.1, men i prosent av referansebanen.



Figur 5.2. Årlig reduksjon i CO<sub>2</sub> i prosent av referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Det fremkommer at den årlige besparelsen i nesten hvert scenariet øker år for år i fondets levetid, der full satsing på biodiesel gir en besparelse i 2027 (fondets siste leveår) på 48 % sammenliknet med referansebanen. «Kombinert 1» gir en besparelse i 2027 på 36 %, mens «Kombinert 2» gir en besparelse på ca 23 %. Scenariene med full satsing på EL og hydrogen gir en besparelse i CO<sub>2</sub> på 8 % av referansebanens utslipp, mens full satsing på biogass gir om lag tre ganger så stor effekt.

Figur 5.3 viser anslått utvikling i fondets årlige proveny.

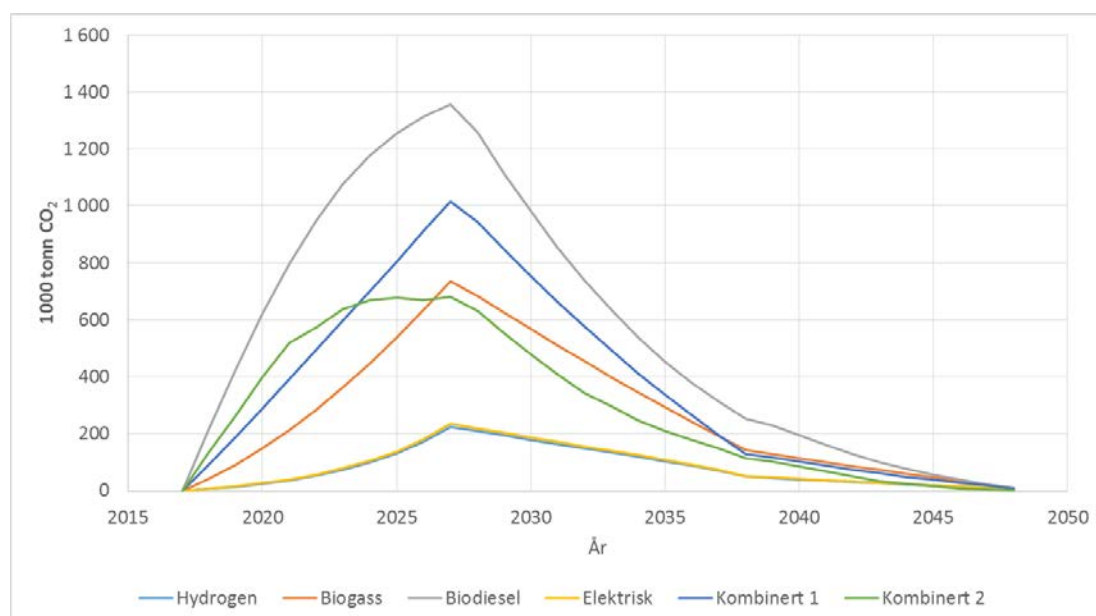


Figur 5.3. Årlig proveny i millioner kr til fondet i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Det er stor forskjell på hvordan årlig proveny utvikler seg i de ulike scenariene. Det fremkommer av figur 5.3 at det årlige provenyet er raskt avtakende i scenariet med full satsing på biodiesel, mens det øker år for år i de øvrige scenariene. Størst er veksten i provenyet i scenariene med full satsing på EL og hydrogen. Forklaringen til dette er at biodiesel er den billigste støtteordningen, og man får raskt en innføring av nye biler. Dette gir i sin tur en reduksjon i omsetningen av avgiftsbelagt diesel, som

igjen reduserer inntektsgrunnlaget for fondet. Motsatt er det i de to scenariene med full satsing på relativt dyre tiltak innenfor EL eller hydrogen, som gjør at fondets inntekter rekker til støtte av langt færre biler. Dette fører igjen til at omsetning av avgiftsbelagt diesel ikke avtar raskere enn innfasingen av nye medlemmer, og fondet får økte inntekter etter hvert som medlemsmassen øker.

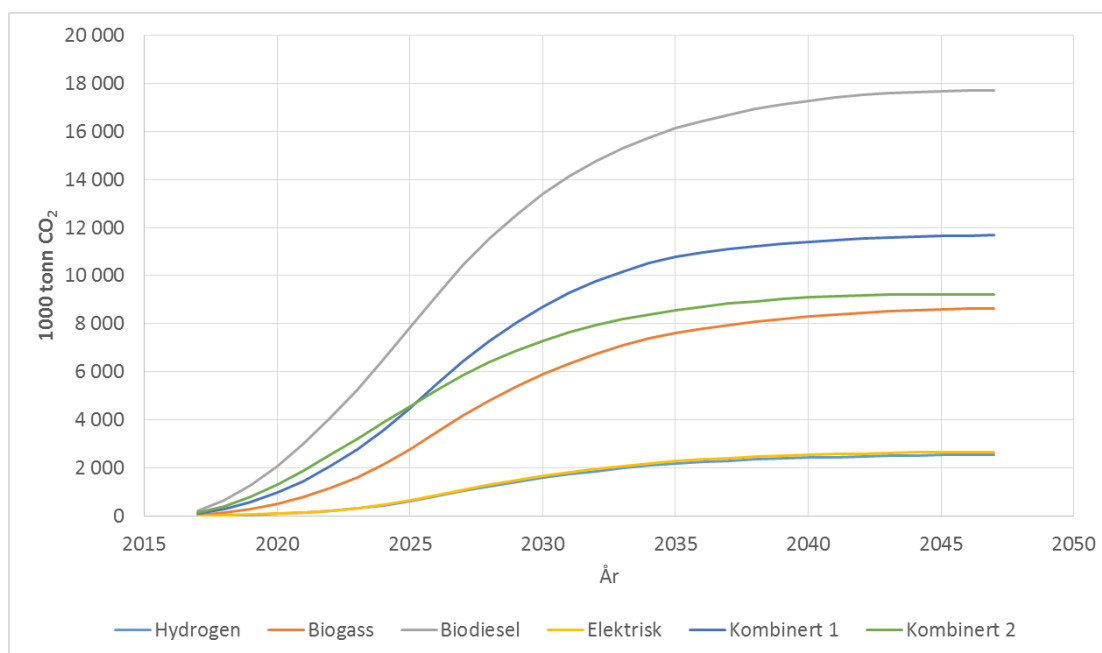
Figur 5.4 viser utvikling i CO<sub>2</sub>-besparelse fram til 2048, det vil si til kjøretøyene som får investeringsstøtte er utfaset.



Figur 5.4. Årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2048.

Det framkommer av figur 5.4 at årlig CO<sub>2</sub>-besparelse øker hvert år i fondets levetid (fram til 2027), for så å avta år for år fram til 2048. Dette skyldes at årlig kjørelengde er høyest i kjøretøyets første år, for så å avta år for år, slik det fremgikk av figur 4.1. Det vil altså si at selv om fondet opphører i 2027, vil det likevel ha utløst en besparelse i CO<sub>2</sub>-utslipp som kommer i inntil 20 år etter at det opphører, men at besparelsen blir mindre år for år etter at støtteordningen opphører.

Figur 5.5 viser akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> år for år fram til 2048.



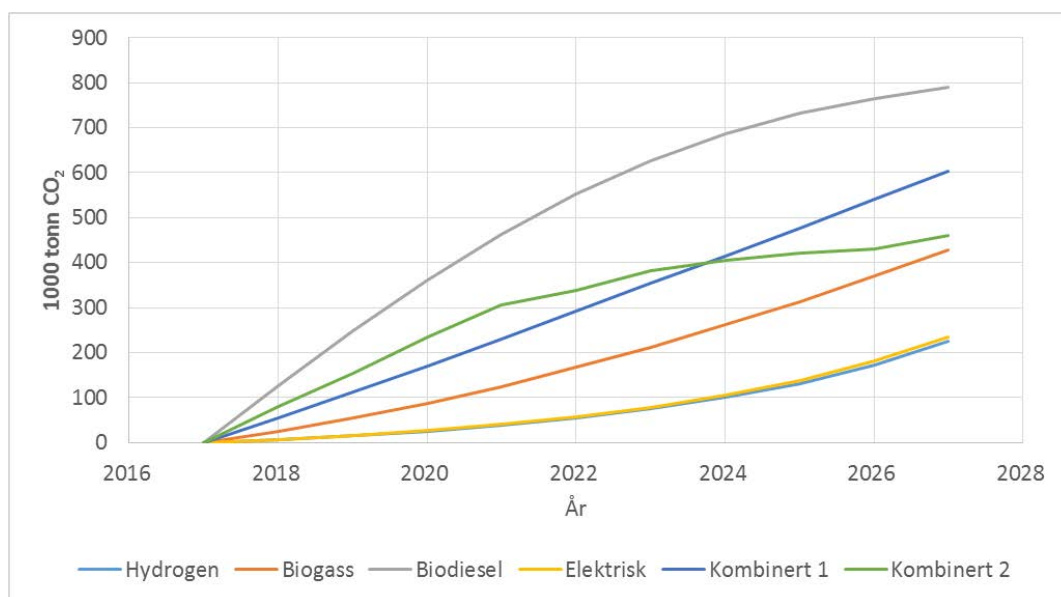
Figur 5.5. Akkumulert besparelse i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2048.

Det fremkommer av figur 5.5 at akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> i scenariet med full satsing på biodiesel er 13 millioner tonn i 2027 (når fondet avvikles) og nærmere 18 millioner tonn totalt. En betydelig del av CO<sub>2</sub>-gevinsten kommer i årene etter at fondet er avviklet. Dette gjelder også for de øvrige scenariene.

## 5.4 Konservativ CO<sub>2</sub>-besparelse fra biodrivstoff

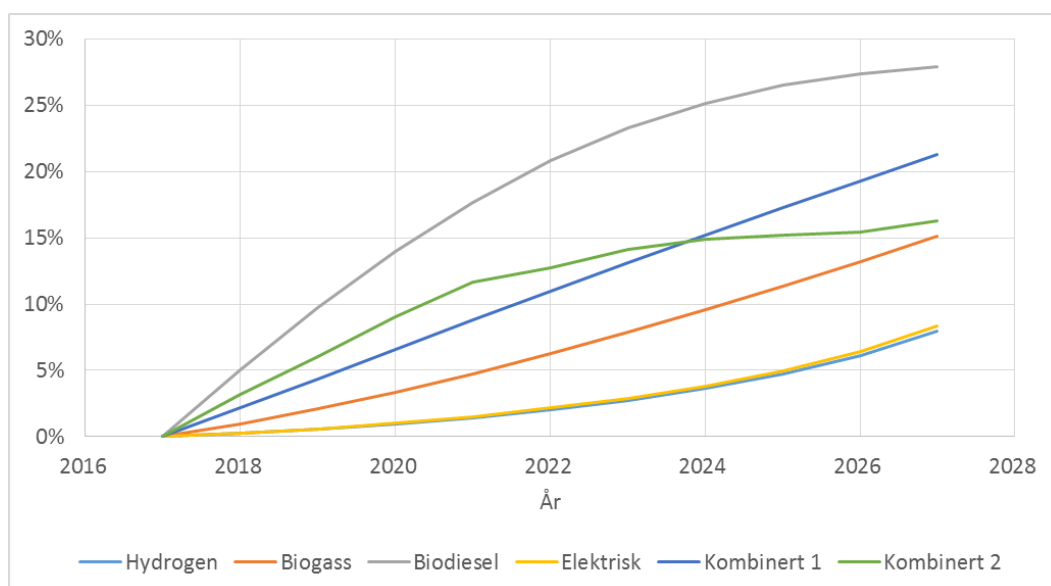
Vi endrer nå på forutsetningen om hvordan vi beregner CO<sub>2</sub>-gevinsten fra biodrivstoff. I dette avsnittet beregner vi CO<sub>2</sub>-gevinsten under forutsetning av at det ikke regnes nullutslipp av CO<sub>2</sub> fra biodrivstoff (biogass og biodiesel), men heller en utslippsreduksjon på ca. 60 % (se kapittel 4.3). Endringer i forutsetningen vil bare påvirke CO<sub>2</sub>-utslippet og ikke inntektsgrunnlaget for fondet. Vi har derfor kun fokus på CO<sub>2</sub>-besparelser i dette avsnittet.

Figur 5.6 viser beregnet årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> i perioden 2017 til 2027 sammenliknet med referansebanen i de samme seks scenariene som er analysert i kapittel 5.3.



Figur 5.6. Årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

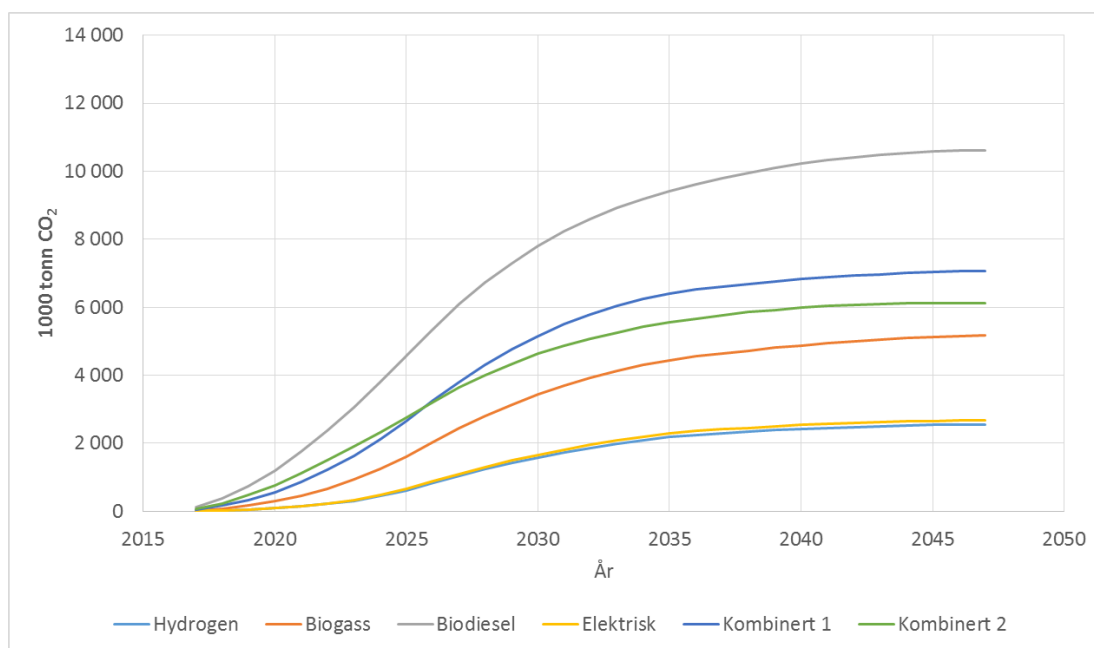
Full satsing på biodiesel gir fortsatt størst reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp, men reduksjonen i fondets siste år har gått ned fra ca 1,4 millioner tonn til nærmere 0,8 millioner tonn. De eneste scenariene som ikke berøres av endringen i forutsetningen er de to scenariene med full satsing på EL eller hydrogen. Figur 5.7 viser årlig reduksjon i CO<sub>2</sub> som andel av referansebanen.



Figur 5.7. Årlig reduksjon i CO<sub>2</sub> i prosent av referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Full satsing på biodiesel gir med endret forutsetning om CO<sub>2</sub>-utslipp fra biodiesel en reduksjon i besparelse i 2027 (fondets siste leveår) fra 48 % i kapittel 5.3 til 28 % sammenliknet med referansebanen. «Kombinert 1» gir en redusert besparelse i 2027 fra 36% til 21%, mens «Kombinert 2» gir en reduksjon i besparelse fra ca 23 % til ca 16 % sammenliknet med referansebanen. Scenariene med full satsing på EL og hydrogen gir uendret besparelse i CO<sub>2</sub>, mens full satsing på biogass nå gir en CO<sub>2</sub>-besparelse på ca 15 % sammenliknet med referansebanen.

Figur 5.8 viser akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> år for år fram til 2048.



Figur 5.8. Akkumulert besparelse i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2048.

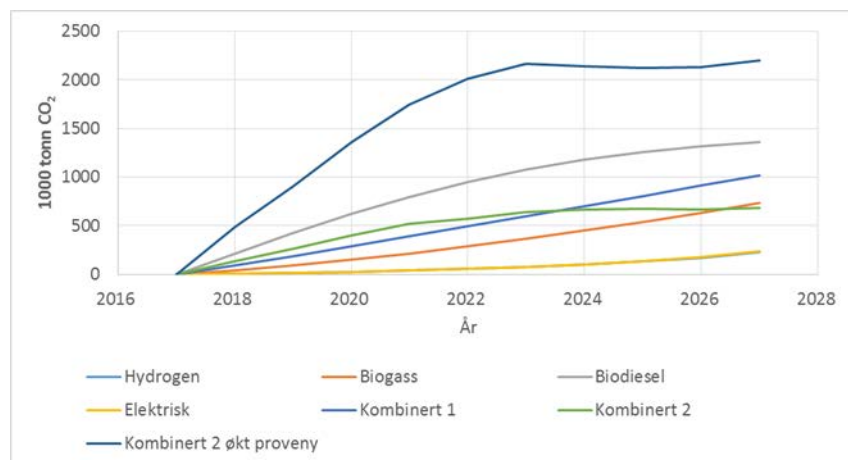
Det fremkommer av figur 5.8 at akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> i scenariet med full satsing på biodiesel er 6 millioner tonn i 2027 (når fondet utvikles, redusert fra 13 millioner tonn i figur 5.5) og 10,5 millioner tonn totalt (reduisert fra nærmere 18 millioner tonn totalt i figur 5.5). Tilsvarende forskjeller finner vi også for de andre scenariene, med unntak av der det er full satsing på EL eller hydrogen.

## 5.5 Økt provenygrunnlag for fondet

I dette avsnittet har vi analysert effekten av de muligheter som gir fondet et bredere inntektsgrunnlag. I denne analysen er det gjort ved å inkludere aktører innenfor innenriks sjøfart og fiske, samt varebiler i fondets inntektsgrunnlag<sup>5</sup>. Disse aktører har et insitamant til å betale en avgift inn til fondet, ettersom avgiften er lavere enn CO<sub>2</sub>-avgiften de ellers ville betalt. Basert på deltakelsesgrad og kjennskap til NO<sub>x</sub>-fondet forventes det at innenriks sjøfart og fiske vil delta i stor grad, mens det for varebileiere forutsettes tilsvarende deltakelsesgrad som for eiere av distribusjons- og lastebiler. Mens det kan vurderes å bruke det ekstra provenyet også på støtte til varebiler og skip, begrenses vår utredning her til tilskudd til tungtransporten på veg. Denne analysen er begrenset til å omfatte scenariet som omtales som «Kombinert 2», og i figur 5.9 er det bare dette scenariet som er endret i forhold til figur 5.1 (i tråd med Miljødirektoratet er det forutsatt at biodrivstoff fører til en CO<sub>2</sub>-besparelse på 100 % sammenliknet med fossil diesel). I dette scenariet økes inntektsgrunnlaget betydelig fra fondets første år, fra 220 millioner kroner til 719 millioner kroner. Det er klart at med så mye høyere inntektsgrunnlag øker også mulighetene for hvilke tiltak fondet kan gi støtte til. Forklaringen for at Kombinert 2 har fallende kurve i de

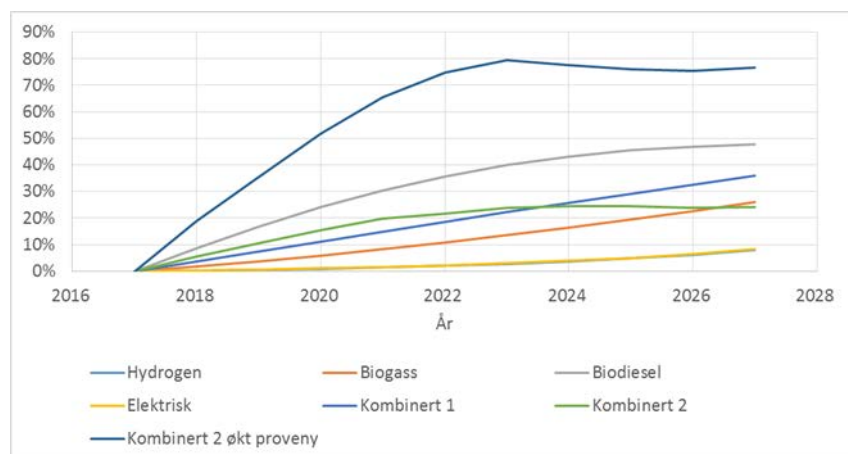
<sup>5</sup> Det er ikke tatt hensyn til mulige forskjeller i avgiftssats/-struktur mellom disse segmentene og landtransport.

siste årene er igjen at det i dette scenariet forutsettes at støtten til relativt kostnadseffektive biodieseltiltak trappes ned, mens støtten til relativt dyre hydrogen- og EL-tiltak trappes opp.



Figur 5.9. Årlig reduksjon i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

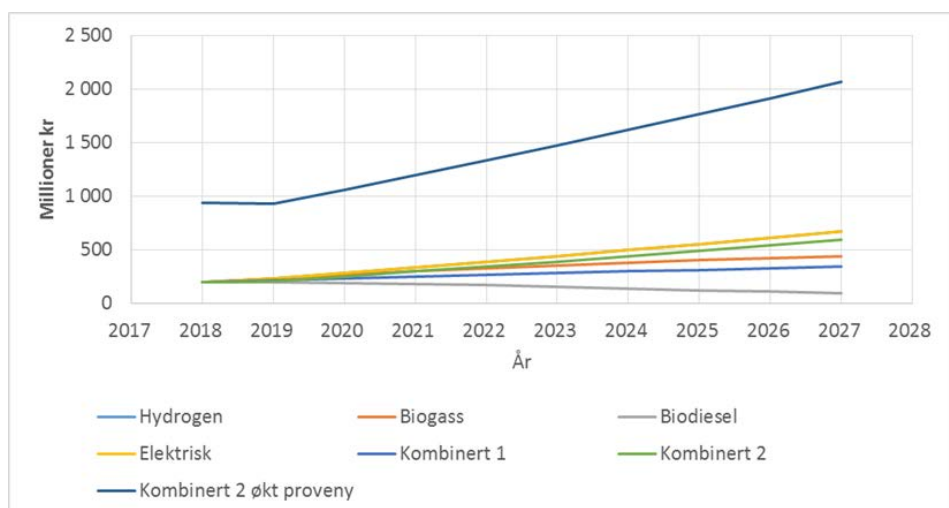
Gitt økt provenygrunnlag i scenariet «Kombinert 2» nesten doubles CO<sub>2</sub>-besparelsen i 2027 sammenliknet med scenariet med full satsing på biodiesel i kapittel 5.3. Besparelsen i fondets siste år er 2,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Figur 5.10 viser resultatene fra figur 5.9 i andel av referansebanen.



Figur 5.10. Årlig reduksjon i CO<sub>2</sub> i prosent av referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

Det fremkommer at med de forutsetninger som her er lagt til grunn er det mulig å oppnå en CO<sub>2</sub>-reduksjon fra lastebiltransport på 80 % i 2027 sammenliknet med referansebanen.

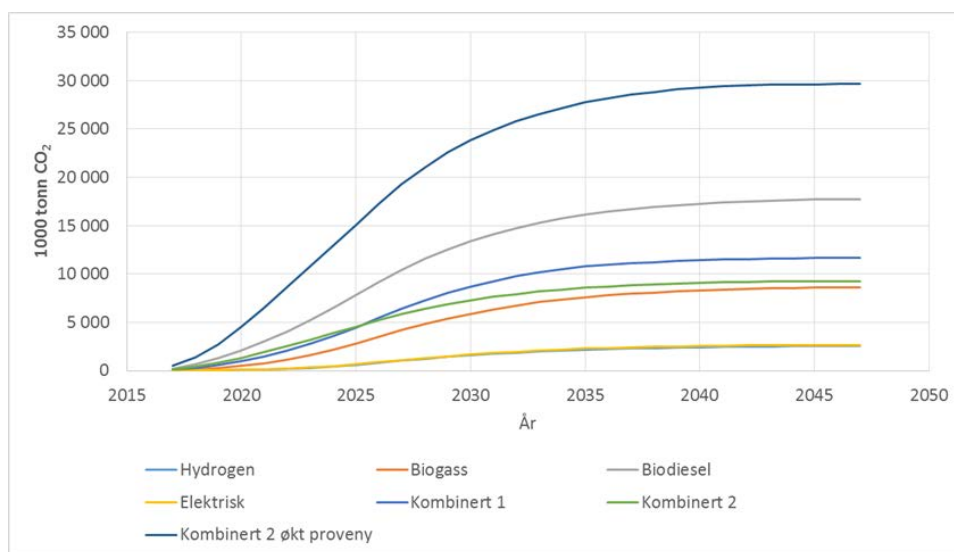
Figur 5.11 viser utviklingen i avgiftsprovenyet som følge av økt inntektsgrunnlag.



Figur 5.11. Årlig proveny i millioner kr til fondet i hvert scenario i perioden 2017 til 2027.

I dette scenariet er det ikke tilsvarende reduksjon i inntektsgrunnlag som i scenariet med full satsing på biodiesel. Riktignok øker ikke fondet i størrelse de første årene som det primært gis tilskudd til biodiesel. I disse årene avtar etterspørselen etter avgiftsbelagt diesel, men etterhvert som innfasingen av medlemsmasse fra sjøfart, fiske og varebileiere tiltar øker inntektsgrunnlaget mer enn bortfallet i salget av avgiftsbelagt diesel.

Figur 5.12 viser akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> år for år fram til 2048.



Figur 5.12. Akkumulert besparelse i 1000 tonn CO<sub>2</sub> sammenliknet med referansebanen i hvert scenario i perioden 2017 til 2048.

Det fremkommer av figur 5.12 at akkumulert besparelse i CO<sub>2</sub> i scenariet med økt inntektsgrunnlag er 20 millioner tonn i 2027 (når fondet avvikles) og nærmere 30 millioner tonn totalt. Det vil si at i dette scenariet kommer en tredel av CO<sub>2</sub>-gevinsten i årene etter at fondet er avviklet. Dette gjelder også for de øvrige scenariene.



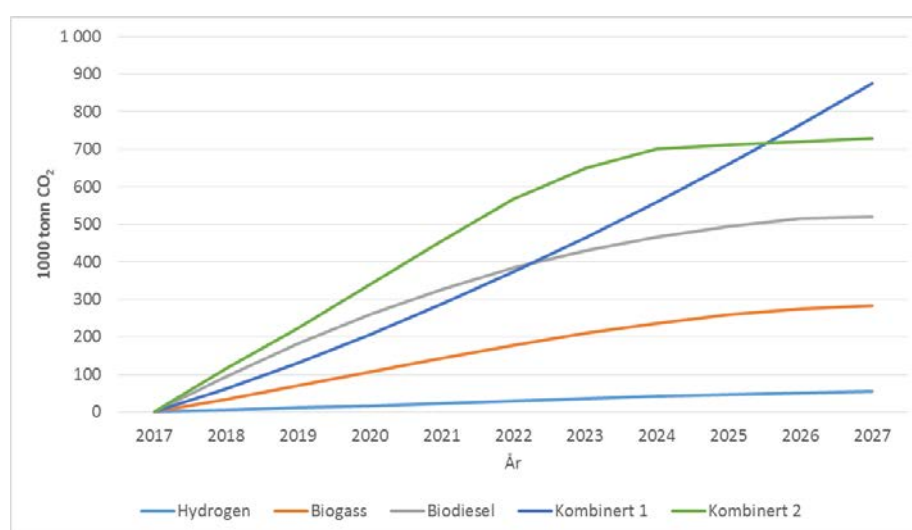
## 5.6 CO<sub>2</sub>-gevinst fra utbygging av infrastruktur

Som nevnt før, er det mer utfordrende å beregne CO<sub>2</sub>-gevinsten av tilskudd til infrastruktur sammenliknet med tilsvarende gevinst av tilskudd til kjøretøy. Tilskudd til utbygging av infrastruktur fører til CO<sub>2</sub>-gevinster når et økt distribusjonsnett av fornybare drivstoff også blir benyttet av privatbilmarkedet, eventuelt av øvrige kjøretøy som ikke har mottatt tilskudd fra fondet (CO<sub>2</sub>-gevinsten av kjøretøy som mottar tilskudd er allerede inkludert i beregningene).

For å komme til anslag på CO<sub>2</sub>-gevinsten fra drivstoffstasjoner har vi antatt at hydrogen-, biodiesel- og biogasstasjoner erstatter bruken av hhv 550 000, 1 500 000 og 2 000 000 liter vanlig diesel (B7) per år. Informasjonen for hydrogen og gass er basert på informasjon fra leverandører av hydrogen og gass som drivstoff, mens anslaget for biodiesel er basert på en analyse av informasjon om salgsvolum til ulike bensinstasjoner fra Madslie et al (2013) som igjen er fordelt på antall pumper pr stasjon. For hydrogenstasjoner regnes en andel på 75% av denne erstatningen som gevinst, mens det for biogass- og biodieselstasjoner brukes andeler på hhv 50% og 25%. Disse andelene er basert på skjønn, men det er forventet at hydrogenstasjonene i større grad vil dekke personbilmarkedet siden dette er en mer umoden teknologi for tunge kjøretøy sammenliknet med biodrivstoff. I hht B7 gir bruk av hydrogen, biodiesel og biogass en CO<sub>2</sub>-reduksjon per erstattet liter vanlig diesel på 100% under de forutsetninger som er benyttet i denne rapporten. For el-ladepunkter er det svært vanskelig å anslå gevinsten av at det investeres i et nytt offentlig tilgjengelig ladepunkt. Figenbaum (2013) trekker fram at et nytt ladepunkt ikke nødvendigvis vil føre til at flere kjører elbil, men at elbileierne kan benytte bilen til lengre pendlerreiser enn de ellers ville gjort. Da vi ikke har informasjon om antall brukere pr el-ladepunkt har vi ikke inkludert disse i beregningene.

Ved beregningen av CO<sub>2</sub>-gevinsten tar vi i betraktning provenyfordelingen i de alternative scenarier. Det bør nevnes at stasjoner ikke bare har en effekt i byggeåret, men også framover, slik at fordelingen over tid påvirker CO<sub>2</sub>-effekten.

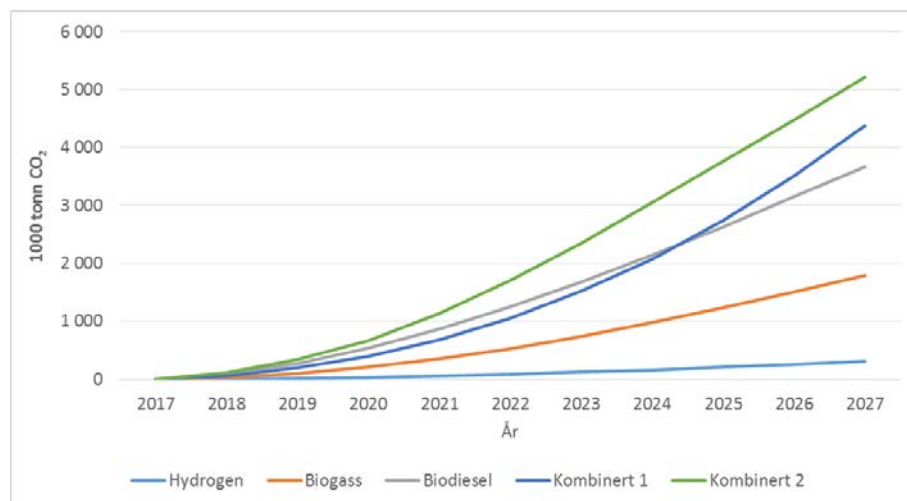
Figur 5.13 viser CO<sub>2</sub>-gevinsten av infrastrukturutbygging år for år, noe som kommer i tillegg til CO<sub>2</sub>-gevinsten av tilskudd til kjøretøy i kapittel 5.3.



Figur 5.13. Årlig CO<sub>2</sub>-gevinst i 1000 tonn som følge av støtte til infrastruktur i perioden 2017 til 2027.

Det er de to kombinerte scenariene som kommer ut med høyest potensiale for utslippsreduksjoner fra utbygging av infrastruktur. Dette skyldes at det i de to kombinerte scenariene ikke bare utbygges ett tilstrekkelig nettverk (f eks bare hydrogenstasjoner), men tilstrekkelige nettverk for flere teknologier. Antall drivstoffstasjoner som bygges i sum er derfor høyere enn i scenariene som kun satser på en type teknologi.

Figur 5.14 viser gevinsten akkumulert over avtaleperioden.



Figur 5.14. Akkumulert besparelse som følge av støtte til infrastruktur i 1000 tonn CO<sub>2</sub> i perioden 2017 til 2027.

Ved uendret bruk tilsvarer CO<sub>2</sub>-gevinsten etter avtaleperioden gevinsten i avtalens siste år, fram til fyllestasjonen legges ned. Det betyr at den akkumulerte CO<sub>2</sub>-gevinsten fortsetter å øke etter avtaleperioden i den økonomiske levetiden til anleggene det investeres i.

## 6 Hvordan kan en miljøavtale bidra til å bryte barrierene?

### 6.1 Insentiv til å delta i fondet

Insentivet til å delta i fondet ligger primært i at medlemmer av fondet får redusert CO<sub>2</sub>-avgiften på drivstoff (i denne rapporten er det forutsatt at medlemsavgiften utgjør 70 % av CO<sub>2</sub>-avgiften). Medlemmer påtar seg samtidig en forpliktelse om å utarbeide en plan for utslippsreducerende tiltak og kan søke fondet om støtte til merkostnader ved investering i utslippsbesparende materiell. Forslaget er at fondet dekker inntil 80 % av merkostnader i kjøretøy og 50 % av investeringskostnader i infrastruktur. Dette er analogt med hvordan NO<sub>x</sub>-fondet gir støtte til sine medlemmer.

### 6.2 Organisering av fondet

En vesens forskjell mellom NO<sub>x</sub>-fondet og et CO<sub>2</sub>-fond er at NO<sub>x</sub>-fondet har 900 medlemmer og nær 100 % oppslutning blant de bedrifter som faller inn under ordningen, og har fått 2/3 av inntektene fra olje- og gassektoren. Et CO<sub>2</sub>-fond for næringslivet som inkluderer lastebiltransport vil måtte ha svært mange flere medlemmer. Det er i ifølge SSBs Strukturstatistikk 9 200 foretak som driver innenfor næringen godstransport på veg. Av disse utgjør 15 %, eller ca 3 400 foretak, ca 70 % av sysselsettingen innenfor næringen, noe som også bør være en rimelig god indikator på hvor stor andel av næringens transportoppdrag disse foretakene utfører. I tillegg kommer bedrifter som utfører egentransport. Dette er også bedrifter som bør være potensielle medlemmer av fondet. Noen store egentransportører, som f.eks. Asko og Tine, er allerede i dag foregangsbedrifter som tester ut kjøretøy med fornybar fremdriftsteknologi og viser med det at de tar et samfunnsansvar for at ny teknologi tas i bruk.

For å oppnå en bred deltakelse legges det opp til et samarbeid mellom et CO<sub>2</sub>-fond og Norges lastebileierforbund.

### 6.3 Innfasing av ny teknologi

En miljøavtale med et tilhørende CO<sub>2</sub>-fond vil gjennom støtteordninger for merkostnader kunne medføre at flere bedrifter vil investere i ny teknologi selv om modenheten til teknologien fortsatt er fersk. Dette kan bidra til å bryte barrierene for at ny teknologi tas i bruk, og med det føre til at kritisk masse for etterspørselen kommer opp til et nivå der serieproduksjon kan bli mulig. Dette er neppe mulig for Norges bidrag alene, men vil likevel danne et tilskudd til å nå kritisk masse. Det er først når etterspørselen kommer til et visst nivå at serieproduksjon lønner seg og at enhetskostnadene vil avta. Dette kan gi en selvforsterkende effekt og føre til at flere tar teknologien i bruk.

### 6.4 Prinsipper for tildeling av støtte

I dette arbeidet har vi analysert noen alternative scenarier for tildeling av tilskudd. Det finnes mange andre alternativer for tildeling enn det vi har sett på her. Tilskuddene kan f.eks. bli tildelt de mest kostnadseffektive investeringer (laveste tilskudd pr forventet reduksjon i kg CO<sub>2</sub>, bli rettet til spesifikke typer kjøretøy (f.eks. der CO<sub>2</sub>-gevinsten blir større pga. lengre kjørelengder), satsing på spesifikke fremdriftsteknologier (f.eks. satse på fremdeles relativt dyr elektrisk fremdrift) som hjelper å bygge opp kritiske masser og dermed at ny teknologi tas i bruk. Måten provenyet blir fordelt mellom kjøretøy og infrastruktur, og hvilke typer fyllestasjoner og hvor mange, påvirker også effekten av et CO<sub>2</sub>-fond.

Gjennom datainnsamlingen som ble gjennomført innenfor prosjektet for å kartlegge merkostnaden som er knyttet til investering i kjøretøy med fornybar fremdrift, kom det også fram noen innspill fra bedriftene til hvordan et eventuelt fond bør tildele støtte. Dette var basert på erfaringer opparbeidet bl a gjennom tidligere søknader til Transnova og Enova:

- Det bør være en kjent saksbehandling slik at bedrifter unngår å legge mye ressurser i søknader som ikke når opp.
- Det må være en forutsigbarhet mht støtte. Fondet må ha en levetid på minst 7-10 år.
- Standardisert støtte: Det bør etableres en systematikk der det er mulighet for å få støtte til etablering av fyllestasjoner. I Sverige finnes det en slik ordning som gis av regionale og nasjonale myndigheter.
- Det bør også være mulig å gi tilskudd til etablering av nye tankanlegg for regional distribusjon. Kostnaden på et slikt anlegg vil kunne være i størrelsesorden 50 millioner kr.
- Det er viktig at et CO<sub>2</sub> fond ikke begrenses til tunge kjøretøy og stasjoner for disse, men også støtte infrastruktur og kjøretøy i personbilmarkedet. Dette er for å oppnå større volumer for biodrivstoff- og fyll-/ladestasjoner.

## **6.5 Barrierer for implementering**

Mulige barrierer som kan være til hinder for å ta ut potensialet for utslippsreduksjoner er knyttet til umoden teknologi, kostnader og manglende infrastruktur for fyll- og ladestasjoner. Umoden teknologi gjør at det kan være både kostbart og liten tilgjengelighet til kjøretøy med den relevante teknologien. For EL- og hydrogenbiler er det i dag individuell tilpasning av kjøretøy, noe som gjør teknologien svært kostbar. Rekkevidden kan også være et problem, noe som kan skyldes både selve energibæreren (batterier) eller lite utbygget infrastruktur for fyll- og ladestasjoner. Selv om merkostnaden med investeringen dekkes med opptil 80 %, er det også kostnader knyttet til at restmarkedet for ny kjøretøyteknologi er lite utviklet. Dette innebærer at det i prinsippet ikke er en annenhåndsverdi for kjøretøyet. Avskrivningstiden for materiellet blir dermed kortere fordi det ikke finnes en restverdi og merkostnaden knyttet til materiell er enda høyere enn den faktiske investeringskostnaden. Kostnader kan også særlig slå inn på driftssiden, gjennom høyere kostnader for drivstoff og høyere vedlikeholdskostnader. Dette er også faktorer som et eventuelt fond bør ta i betraktning når de bestemmer støttesatsene.

## 7 Konklusjoner og videre arbeid

### 7.1 Innledning

Med de forutsetninger som er lagt til grunn, vil CO<sub>2</sub>-utslippet fra næringslivets transporter, gitt dagens virkemidler, øke fra nær 9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 10,6 millioner tonn i 2030. Av disse utslippene er vegtransport den største kilden, og det er lastebiler som utgjør størst andel av vegtransporten. For lastebiler vil utslippene øke fra 2,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2014 til 2,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030. Dette innebærer at det er et betydelig potensiale for CO<sub>2</sub>-reduksjoner fra nettopp lastebiltransport.

For å analysere tiltak, nytte, og kostnader fra et eventuelt CO<sub>2</sub>-fond har vi i denne studien sett på distribusjonsbiler og lastebiler og fire fornybare drivstoff og fremdriftsteknologier som alternativ til konvensjonell forbrenningsmotor og fossil diesel: 1) biodiesel, 2) biogass, 3) elektrisitet og 4) hydrogen/brenselcelle.

Vi har beskrevet og tatt i betraktning kjøretøyspesifikke egenskaper, drivstoffspesifikke egenskaper, krav for distribusjonsnettverk, og markedsutvikling. Mye informasjon er innhentet fra ulike kilder, og om mulig dobbeltsjekket og kvalitetssikret mot andre kilder.

Når det gjelder fondets virkning har vi i samråd med oppdragsgiver benyttet gitte forutsetninger om nivået på medlemsavgiften, fondets innfasing, og fordeling av tilskudd til rullende materiell og infrastruktur. Det ble også diskutert at tilskudd til merkostnader ved nyinvestering i kjøretøy med fornybart drivstoff dekkes opp til 80% (og at disse tilskudd er mer kostnadseffektive enn tilskudd til modifisering av eksisterende kjøretøy). Øvrige merkostnader (som f eks høyere drifts- og vedlikeholdskostnader) forutsettes dekket av bedriftene selv.

Investering i infrastruktur for fornybare drivstoff er antatt dekket med tilskudd opp til 50 % av investeringskostnaden. I videre arbeid kan det være ønskelig å utrede andre dekningsandeler og/eller dekning av andre typer merkostnader. Skulle antakelser eller erfaringer i større grad avvike fra våre forutsetninger i praksis, kan det også være aktuelt å justere på fondets virkning. Dette kan f eks være ønskelig hvis fondets insentiver i praksis ikke gir ønsket effekt.

## 7.2 Resultater

Ved bruk av seks scenarier utredet vi tiltak og kostnader av et eventuelt CO<sub>2</sub>-fond, og effektene ble beregnet i hht uendret bruk av kjøretøy og infrastruktur for fossil diesel med 7 % innblanding av biodiesel (B7). Fire av scenariene var såkalte 'ekstremer', med full satsing på hhv biodiesel, biogass, elektrisitet og hydrogen/brenselcelle. De to siste scenariene var 'middels'-scenarier der det gis tilskudd til kombinasjoner av ulike typer drivstoffstasjoner og fremdriftsteknologier. For alle disse scenariene ble det tatt hensyn til at fondet, gjennom tilskudd, i større eller mindre grad reduserer inntektsgrunnlaget i de påfølgende år, som følge av redusert bruk av avgiftsbelagt diesel.

Hvis en *bare* ser på effektene av tilskudd til rullende materiell, gir scenariet med full satsing på biodiesel den største CO<sub>2</sub>-gevinsten, både når det regnes at biodiesel gir 100 % og 60 % CO<sub>2</sub>-reduksjon i hht B7. CO<sub>2</sub>-reduksjonen i fondets siste år, 2027, er hhv. 1,4 mill tonn og 0,8 mill tonn, sammenliknet med referansebanen (eller hhv 48% og 28%). Dette skyldes at det er lave kostnader knyttet til tilrettelegging av kjøretøyet slik at gevinsten pr støttekrone også er høyest i dette scenariet.

Etter scenariet med full satsing på biodiesel, er det de to kombinerte scenariene som har størst reduksjon i CO<sub>2</sub>. Forklaringen på at disse kommer bedre ut enn full satsing på biogass, elektrisitet eller hybrid er igjen knyttet til at det i disse kombinerte scenariene også gis en betydelig støtte til biodiesel. Satsing på elektriske- og hydrogenkjøretøy er, spesielt i fondets første år, relativt dyrt. I fondets siste år fører full satsing på EL eller hydrogen til en CO<sub>2</sub>-besparelse på ca. 8% av referansebanen, mens biogass gir om lag tre ganger så stor effekt. Det bør samtidig nevnes at fondets effekt ikke opphører i fondets siste år. I de fleste scenarier realiseres en tredel av CO<sub>2</sub>-gevinsten etter fondet siste leveår.

Det er også analysert effekten av de muligheter som gir fondet et bredere inntektsgrunnlag ved å inkludere aktører innenfor innenriks sjøfart og fiske, samt varebiler i fondets inntektsgrunnlag. Disse aktører har et insitament til medlemskap i fondet, sålenge avgiften er lavere enn CO<sub>2</sub>-avgiften de ellers ville betalt. Det ekstra provenyet kan vurderes brukt til å gi investeringsstøtte til varebiler og skip, men vår utredning avgrenses her til tilskudd til tungtransport på veg i et kombinert scenario. I dette scenariet økes inntektsgrunnlaget betydelig fra fondets første år, fra 220 millioner kroner til 719 millioner kroner. Det er klart at med så mye høyere inntektsgrunnlag øker også mulighetene for hva fondet kan gi støtte til: Med en årlig besparelse på 2,3 mill tonn CO<sub>2</sub> i 2027 nesten doubles besparelsen sammenliknet med scenariet med full satsing på biodiesel.

Ideelt sett vil man for de ulike scenariene sammenlikne CO<sub>2</sub>-gevinsten fra tilskudd til både rullende materiell og infrastruktur. Dette skillet er viktig, ettersom det i de 'ekstremer' scenariene kun kreves tilstrekkelig utbygging av en type infrastruktur, mens det i de kombinerte scenariene kreves tilstrekkelig utbygging av hhv 4 og 3 typer infrastruktur. Det betyr at det i de kombinerte scenariene er en mindre andel av provenyet som er tilgjengelig for tilskudd til rullende materiell.

Det er imidlertid vanskelig å legge sammen CO<sub>2</sub>-gevinsten fra både rullende materiell og infrastruktur. Anslag på CO<sub>2</sub>-gevinsten fra infrastruktur er mye mer usikker enn anslag for tilskudd til kjøretøy. For biodiesel-, biogass-, og hydrogenstasjoner har vi kunnet lage et grovt anslag på denne gevinsten, men det er viktig å påpeke at vi ikke har kunne lage pålitelige anslag på CO<sub>2</sub>-gevinst fra EL-ladepunkter. En mulig gevinst av utbygging av elektrisk infrastruktur er derfor ikke tatt med i våre analyser, noe som er svært viktig å ta i betraktning ved tolkning av resultatene.

Alt i alt viser analysen at det er mest kostnadseffektivt å gi støtte til kjøretøy som benytter biodiesel, men tilgjengeligheten til bærekraftig drivstoff vil være en utfordring. Dette er en kritisk forutsetning og i mange tilfeller vil det være tilgjengeligheten som styrer potensialet for utslippsreduksjon. Et fond bør derfor også satse på å gi tilskudd til dyrere teknologier som fremdrift basert på biogass, elektrisitet og hydrogen. For de to siste alternativene er teknologien fortsatt umoden for lastebiltransport. Et CO<sub>2</sub>-fond kan derfor bidra til at etterspørselen etter denne type teknologi øker og at kritisk masse oppnås.

Anslag på CO<sub>2</sub>-gevinsten fra utbygging av infrastruktur er mer usikre og bør tolkes mer forsiktig. Særlig for elektrisk infrastruktur er det usikker i hvilken grad utbygging av infrastruktur kan føre til ekstra CO<sub>2</sub>-gevinst



## 8 Referanser

- Caspersen, E og I B Hovi (2015). *NO<sub>x</sub>-utslipp fra lastebiltransport – effekter av forsert utskifting av lastebilparken*. TØI-rapport 1410/2015.
- DNV-GL (2015). Vurdering av tiltak og virkemidler for mer miljøvennlige drivstoff i skipsfartsnæringen. Klima og miljødepartementet. Report no: 2015-0086.
- EBTP (2015). HVO/HEFA. <http://biofuelstp.eu/hvo.html> European Biofuels Technology Platform.
- Figenbaum, E og M Kolbenstvedt (2013). *Elektromobilitet i Norge – erfaringer og muligheter med elkjøretøy*. TØI-rapport 1276/2013.
- Hovi, I B, Caspersen, E, Johansen, B G, Madslie, A og Hansen, W (2015). *Grunnprognoser for godstransport til NTP 2018-2027*. TØI-rapport 1393/2015.
- IEA Bioenergy (2015). Status of 2nd Generation Biofuels Demonstration Facilities. <http://demoplants.bioenergy2020.eu/projects/mapindex> (Lest: 15.06.15).
- Klima- og miljødepartementet (2014). *Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi. Startegi T-1545*. Klima- og miljødepartementet.
- Madslie, A, V Østli, CK Kwong og E Caspersen (2013). *Kartlegging av transport av farlig gods i Norge*. TØI-rapport 1293/2013.
- Melby, J (2015). *Biogass – Ren naturkraft*. Powerpointpresentasjon.
- Miljødirektoratet (2015). *Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030. Kunnskapsgrunnlag og lavutslippsutvikling*. Rapport M-386-2015.
- Transportetatene (2016). Grunnlagsdokument, Nasjonal transportplan 2018-2029.
- Nederlandse norm (2012). *NEN-EN 16258. Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)*.
- NHO og LO (2015). *Klimapolitikk for utslippsreduksjoner og næringsutvikling*.
- NHO og LO (2015). *Konkurransekraft i lavutslippsamfunnet*.
- Raadal, H L (2012). *Råstoffer - tilgjengelighet*. Foredrag på gasskonferansen i Bergen 24. mai 2012.  
<http://gasskonferansen.com/foredrag2012/Hanne%20Lerche%20Raadal%20-%20R%C3%A5stoffer%20%E2%80%93%20tilgjengelighet.pdf>
- Statens vegvesen (2013). *Innspill til EUs Clean Power for Transport Package*. Brev til Samferdseldepartementet av 15/5-2013.
- UPM Biofuels (2015). Advanced biofuel production.  
<http://www.upmbiofuels.com/biofuelproduction/advanced-biofuel-production/Pages/Default.aspx>

## Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

### Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO-0349 Oslo

22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)