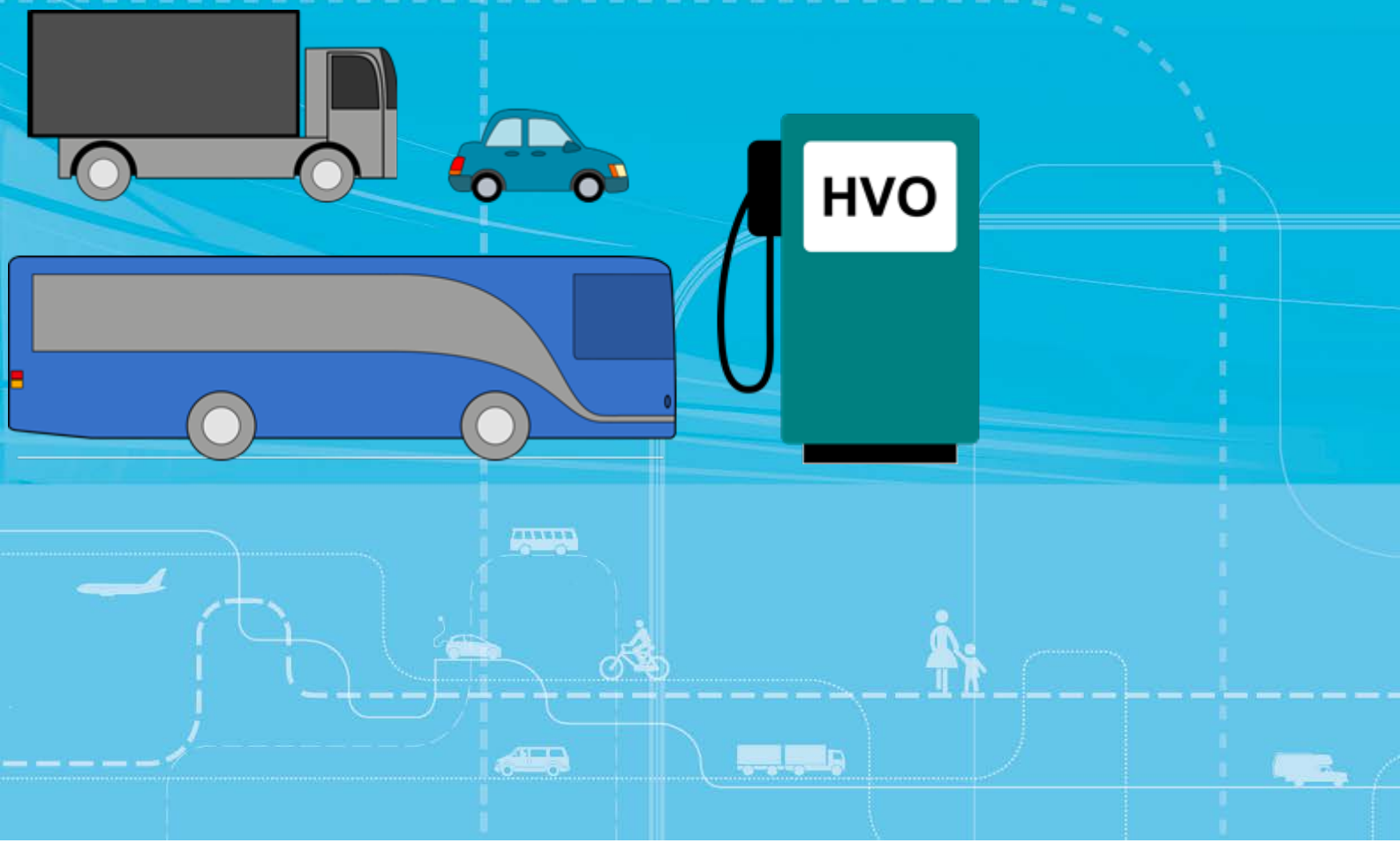


# Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO





# Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO

Christian Weber  
Astrid H. Amundsen

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

---

**Tittel:** Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO

**Title:** Renewable fuels - renewable diesel fuel: HVO

**Forfattere:** Christian Weber  
Astrid Helene Amundsen

**Author(s):** Christian Weber  
Astrid Helene Amundsen

**Dato:** 03.2016

**Date:** 03.2016

**TØI rapport:** 1475/2016

**TØI report:** 1475/2016

**Sider** 14

**Pages** 14

**ISBN Elektronisk:** 978-82-480-1699-1

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1699-1

**ISSN** 0808-1190

**ISSN** 0808-1190

**Finansieringskilde:** Statens vegvesen Vegdirektoratet

**Financed by:** The Norwegian Public Roads Administration

**Prosjekt:** 4108 - EMIROAD

**Project:** 4108 - EMIROAD

**Prosjektleder:** Christian Weber

**Project manager:** Christian Weber

**Kvalitetsansvarlig:** Ronny Klæboe

**Quality manager:** Ronny Klæboe

**Emneord:** Kjøretøy

**Key words:** Emission

NOx

NOx

PM

PM

Utslipp

Vehicle

**Sammendrag:**

HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) har den fordel at den kan blandes inn i fossil diesel i ulike andeler, og at dagens infrastruktur for fossil diesel kan benyttes. Hvor stor klimapåvirkningen av HVO er, vil være avhengig av hvilke råvarer som benyttes til å produsere drivstoffet, og hvor råvaren er produsert. I verste fall kan HVO gi et høyere klimabidrag enn konvensjonell diesel. For tunge Euro IV kjøretøy er det rensesystemet som bestemmer utslippet av NOx og PM. Det forventes derfor at utslippet vil være på linje med det fra fossil diesel.

**Summary:**

HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) has the advantage that it can be blended into fossil diesel in various proportions and that the existing infrastructure for fossil diesel can be used. The climate impact of HVO will depend on the type of raw materials used to produce the fuel, and where the raw materials are produced. At worst, HVO can have a higher climate contribution than conventional diesel. For heavy Euro IV vehicles, it is the exhaust after treatment system that determine the emission level of NOx and PM. It is expected that the emission will be in line with that of fossil diesel from the Euro IV engine.

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

Det finnes en rekke ulike fornybare drivstoffer tilgjengelig på markedet. Utviklingen av ulike typer fornybare drivstoffer er i stadig endring, og det kan være vanskelig å få en oversikt over hvor miljøvennlige de ulike alternativene er. Flere av de fornybare drivstoffene kan potensielt gi store reduksjoner i CO<sub>2</sub> utslipp, men hvor mye bedre er disse drivstoffene i forhold til konvensjonelle drivstoff med hensyn til slike utslipp, og hvordan er de når det gjelder utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler?

Rapporten er første delrapport i en rapportserie som skal gi oversikt over ulike fornybare drivstoffer som er tilgjengelige i Norge. Rapportserien vil gi generell informasjon om ulike drivstoffer, men vil ikke gå dypt inn i detaljene om de ulike drivstofftypene. Denne rapporten om HVO gir en kortfattet oversikt over tilgangen til HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) på det norske markedet, og drivstoffets ulike miljøegenskaper.

Rapporten er utarbeidet av TØI på oppdrag av Statens vegvesens FoU-program EMIROAD (EMISSIONS from ROAD transport vehicles). Kontaktperson hos oppdragsgiver er Karl Idar Gjerstad.

Rapporten er skrevet av forskerne Christian Weber og Astrid H. Amundsen. Forskningsleder Ronny Klæboe har vært ansvarlig for kvalitetssikringen av rapporten, mens sekretær Trude Rømning har tilrettelagt rapporten for publisering.

Oslo, mars 2016  
Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
direktør

*Michael W. J. Sørensen*  
avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Rapport struktur .....	1
<b>2</b>	<b>Fornybar diesel: HVO</b> .....	<b>2</b>
2.1	Råvarer og produksjon .....	2
2.2	HVOs egenskaper .....	3
2.3	Tilgjengelighet og volum .....	4
2.4	Lokal forurensing .....	4
2.5	Utslipp av klimagasser .....	4
<b>3</b>	<b>EU-direktiv og nasjonale mål</b> .....	<b>7</b>
3.1	EUs direktiv for fornybar energi.....	7
3.2	Nasjonale mål og forpliktelser for bruk av fornybare drivstoff i transportsektoren.....	8
3.3	Behov for standardisering av biodrivstoff.....	9
<b>4</b>	<b>Avgrensing LCA og WTW-analyse</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Noen ordforklaringer</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>13</b>





**Sammendrag:**

# Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO

TØI rapport 1475/2016  
Forfattere: Christian Weber, Astrid H. Amundsen  
Oslo 2016 14 sider

---

*HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) er et drivstoff som brenner renere og har flere fordeler sett i forhold til fossil diesel. Klimapåvirkningen er bl.a. avhengig av hvilke råstoff som inngår, hvor de hentes fra og hvilke indirekte virkninger produksjonen får. I verste fall kan produksjonen ha negative klimavirkninger og negative konsekvenser for lokalmiljø og biodiversitet. Fornybar diesel fra anfallsprodukter kan gi store innsparinger mht. klimagassutslipp, men det er da viktig at tilskuddsordninger ikke medfører ekstraproduksjon for å hente ut subsidier.*

Fornybar diesel kan fremstilles av fornybare organiske råstoffer ved hjelp av hydrogenering, det vil si tilførsel av hydrogen i en katalytisk kontrollert prosess. Produktene kalles generelt for HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids). Dersom oljen kommer fra planter brukes betegnelsen HVO (Hydrotreated Vegetable Oil). Betegnelsen HVO benyttes nå ofte uavhengig av hvilken råvare drivstoffet kommer fra, selv om dette ikke er helt presist i henhold til definisjonen.

Produksjonen av HVO skjer i konvensjonelle oljeraffinerier. Produktet er et syntetisk drivstoff med enkle parafin forbindelser, som ikke inneholder oksygen, nitrogen, svovel eller aromater.

HVO er et drivstoff som har flere fordeler framfor fossil diesel. Raffineringsprosessen gjør det mulig å justere kuldeegenskapene av drivstoffet. Sammenlignet med fossil diesel, brenner HVO rent, noe som i eldre motorer fører til besparelser i partikkelutslipp og utslipp av nitrogenoksyder. I nye Euro VI/6-motorer er det rensesystemet som avgjør utslippet av lokal forurensende stoffer.

Klimapåvirkningen må vurderes nøye for hver enkel steg i produksjonsprosessen, inklusive en vurdering av hvor råstoffene kommer fra. Om produksjon av råvaren som benyttes til HVO legger beslag på områder som tidligere ble benyttet til fremstilling av andre varer, kan dette medføre at nye områder tas i bruk for matproduksjon. Dette vil føre til sekundære klimavirkninger (Indirect Land Use Change – ILUC).

Dersom en er nøye med valget av råvarene, hvor råstoffet hentes fra og selve produksjonsprosessen, kan HVO være et drivstoff som ikke bare har gode forbrenningsegenskaper, men i et livsløpsperspektiv også har lav klimapåvirkning.

HEFA fra slakteavfall eller brukt frityrolje har svært liten klimapåvirkning i et livsløpsperspektiv.



---

**Summary:**

# Renewable fuels – Renewable diesel: HVO

*TOI Report 1475/2016  
Authors: Christian Weber, Astrid H. Amundsen  
Oslo 2016, 14 pages Norwegian language*

---

*HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) burns cleaner than fossil diesel, and has several other advantages. The effects of any fuel on global climate depend on many factors in addition to the raw material itself. These include the origin of the fuel and its production, which has the potential to adversely affect climate, biodiversity and the local environment. Renewable diesel from waste products can result in large savings in CO<sub>2</sub>-emissions, unless subsidies cause production to increase, in which case the raw materials can no longer be considered pure “waste”.*

Renewable diesel fuel can be produced from renewable raw materials by adding hydrogen with the help of a catalytic converter (hydrogenation). An acronym for fuel produced from both plant and animal waste products is HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids). When the oil is produced from plant material the acronym HVO is often used (Hydrotreated Vegetable Oil). The latter was adopted as name for these types of fuels, regardless of the type of oil used in the process.

The production of HVO is undertaken in conventional oil refineries. The product is a synthetic fuel comprising simple alkane molecules, without oxygen, nitrogen, sulphur or aromatics.

HVO is a high quality fuel that has several advantages over fossil diesel. The refining process allows one to adjust the properties of the fuel under cold conditions. It burns cleaner than traditional fossil diesel, resulting in lower emissions of particulate matter and nitrogen oxides when used to fuel older vehicles. For newer vehicles fulfilling the Euro 6/VI-specifications, it is the efficiency of the after-treatment systems that determines the emissions.

An estimation of the impact of biofuels on greenhouse gas emissions requires a detailed study of the production and origin of the raw material, and the refining process. Areas claimed for biofuel production can have secondary effects in that those areas cannot then be used for food production (Indirect Land Use Change, ILUC).

If one takes care when selecting raw materials and in locating its production, and if one pays close attention to the production process, HVO could be a fuel that not only burns cleaner, but also reduces the emission of greenhouse gases over the course of its lifecycle.

HEFA from slaughterhouse waste and used frying oil can lead to very low greenhouse gas emissions.



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Det finnes en rekke ulike fornybare drivstoffer tilgjengelig på det europeiske markedet. Utviklingen av ulike typer fornybare drivstoffer er i stadig endring, og det kan være vanskelig å få en oversikt over hvor miljøvennlige de ulike alternativene faktisk er. Hvor mye bedre er disse drivstoffene i forhold til konvensjonelle drivstoff med hensyn til potensielt utslipp? Flere av de fornybare drivstoffene har trolig potensial til å gi store reduksjoner i CO<sub>2</sub> utslipp, men hvordan er de når det gjelder utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler?

Den forliggende rapport om den fornybare dieselen HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) er første rapport i en rapportserie som skal gi en oversikt over fornybare drivstoffer tilgjengelig i Norge. Serien er ment å gi generell informasjon om ulike drivstoffer, men vil ikke gå dypt inn i detaljene for hver enkelt drivstofftype. Hensikten er å gi en kort oversikt over fordeler og ulemper ved de forskjellige fornybare drivstoffene. I tillegg er hensikten å gi en oversikt over tilgjengelighet og produksjonsvolum, bruksegenskaper samt lokale- og globale emisjonsfaktorer.

Rapporten er en del av rapporteringen til Statens vegvesens FoU-program EMIROAD (EMISSIONS from ROAD transport vehicles).

## 1.2 Rapport struktur

Kapittel 2 gir en oversikt over utvalgte temaer knyttet til drivstoffet HVO. Produksjonsprosessen og typiske råvarer beskrives i avsnitt 2.1. De fysiske egenskaper til HVO beskrives i avsnitt 2.2. Avsnitt 2.3 gir en oversikt over tilgjengelighet og produksjonsvolum i Europa. Avsnitt 2.4 fokuserer på lokal forurensing, mens avsnitt 2.4 ser på utslipp av klimagasser i et livsløpsperspektiv.

Kapittel 3 gir en oversikt over nasjonale mål og EU-direktiver angående fornybare drivstoffer.

En viktig avgrensning mellom analysemetoder brukt i rapporten finnes i kapittel 4. Rapporten avslutter med ordforklaringer i kapittel 5 og referanselisten i kapittel 6.

## 2 Fornybar diesel: HVO

Fornybar diesel kan fremstilles av fornybare organiske råstoffer ved hjelp av hydrogenering, det vil si tilførsel av hydrogen i en katalytisk kontrollert prosess. Produktene kalles generelt for HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids). Hvis oljen kommer fra planter kalles det HVO (Hydrotreated Vegetable Oil). Betegnelsen HVO benyttes nå ofte uavhengig av hvilken råvare drivstoffet kommer fra, selv om dette ikke er helt presist i henhold til definisjonen. I denne rapporten har vi derfor også valgt å benytte betegnelsen «HVO», uansett hvilke råvaren som er benyttet til å fremstille produktet.

Dieselkvaliteten til HVO er kompatibel med konvensjonell diesel og kan i prinsippet anvendes i alle dieselmotorer, enten i blandinger med vanlig diesel, eller i ublandet form. Før én begynner å fylle HVO på tanken, bør én imidlertid likevel sjekke med produsenten av kjøretøyet, om kjøretøyet er godkjent for bruk av HVO (det kan ellers oppstå problemer i forhold til kjøretøyets garanti).

Klimapåvirkningen av drivstoffet er i stor grad avhengig av hvilke råvarer som blir benyttet for å lage drivstoffet.

Prosessen er et alternativ til «vanlig biodiesel», også kalt FAME (Fatty Acid Metyl Ester), som produseres fra oljeholdig biomasse, som for eksempel rapsfrø (RME, Raps Metyl Ester). Prosessen kan i prinsippet bruke alle typer oljer og fettsyrer framstilt av biomasse, eller avfallsoljer fra matvareproduksjon, som råvare.

### 2.1 Råvarer og produksjon

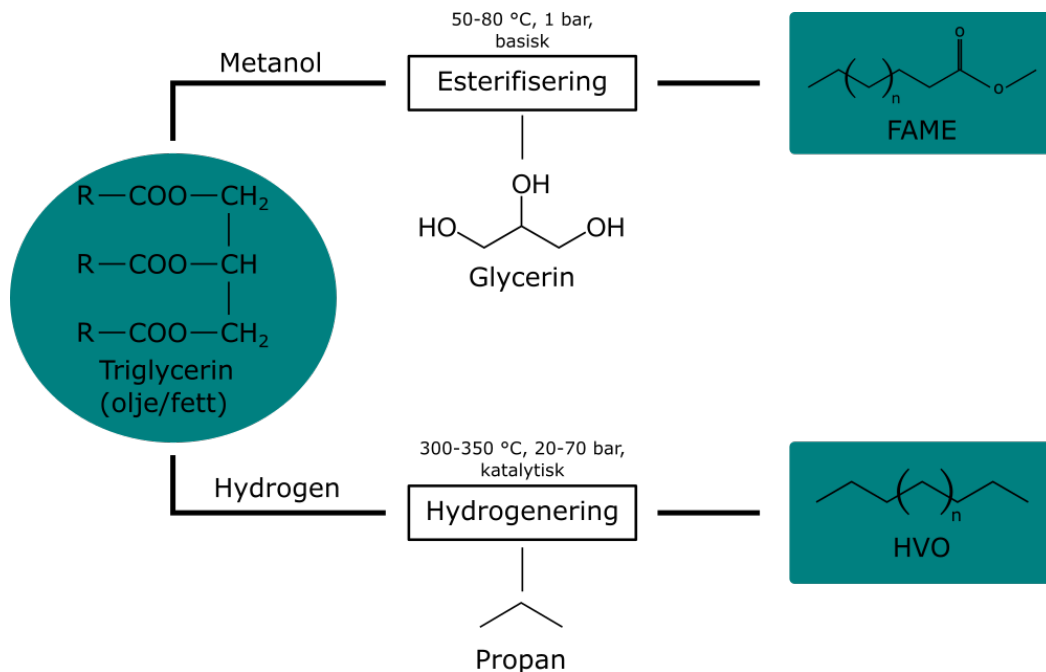
Mange typer planteolje (f.eks. rapsolje, palmeolje og tallolje fra skog) er egnet som råvare til hydrogenering, og dermed produksjon av fornybar diesel. I tillegg kan avfallsolje fra matvareproduksjon (som dyrefett og brukt frityrölje) være et bærekraftig alternativt ressurs.

Ved utgangen av 2015 var det finske oljeselskapet NesteOil verdens største produsent av HVO. Andre produsenter i Europa er oljeselskapene Preem i Sverige og ENI i Italia (Mcgill 2016). 62 % av råvarene til NesteOil kom i 2014 fra avfallsolje (dyrefett, fiskefett og fettsyre-destillater, f.eks. PFAD, se avsnitt 2.4), mens de resterende 38 % var palmeolje (Neste Oil 2014). Palmeoljen kom fra Malaysia og Indonesia. Preem og finske UPM lager HVO fra tallolje, som er et biprodukt av sulfatcelluloseproduksjon fra trær.

Hydrogenet som trenges i hydrogeneringsprosessen blir vanligvis fremstilt fra naturgass. Dagens oljeraffinerier produserer store mengder hydrogen, som brukes i hydrokraking-prosessen i drivstoffproduksjonen (Steinberg 2011).

HVO-produksjonen skjer i konvensjonelle oljeraffinerier. Mens NesteOil i Finland har dedikerte anlegg for HVO produksjon, skjer produksjonen ved Preem i Sverige sammen med raffinering av petroleum («co-processing») (GREENEA Team 2015). Dette fører til at HVO fra Preem er en blanding av fossilt og fornybart drivstoff.

I framstillingsprosessen reagerer oljen med hydrogen under høyt trykk ved en katalysator, og oksygen blir fjernet, se også Figur 1. Produktet er et syntetisk drivstoff med enkle parafin forbindelser, som ikke inneholder oksygen, nitrogen, svovel eller aromater (Aatola et al. 2008). Som biprodukt fremstilles propan, som kan brukes som biogass.



Figur 1: Diagram for fremstilling av «biodiesels» (FAME) og HVO. Modifisert tegning etter (Serrano-Ruiz, Ramos-Fernandez, and Sepulveda-Escribano 2012).

## 2.2 HVOs egenskaper

HVO oppfyller alle krav til dieseldrivstoffer (EN 590), bortsett fra tettheten som er ca. 7 % lavere enn det som kreves for dieseldrivstoffer. Sammenlignet med FAME har HVO bedre holdbarhet og bedre temperaturløselighet (Aatola et al. 2008). I tillegg fungerer HVO, i motsetning til FAME, ikke som et løsningsmiddel for typiske materialer som brukes i motorer. FAME kan virke som et løsningsmiddel, og gi skade på pakninger. Dette gjør det enklere for kjøretøyprodusenter å godkjenne bruk av HVO i nye og eksisterende motorer.

Raffineringsprosessen (se avsnitt 2.1) gjør det mulig å justere kuldeegenskapene via isomeriseringsgraden av drivstoffet. Tåkepunktet (Cloud point), dvs. temperaturen der drivstoffet begynner å tykne til og ikke lenger er helt flytende, kan dermed senkes til ca. -30 °C (No 2014).

HVO kan blandes med konvensjonell diesel i ulike andeler, og i motsetning til FAME finnes det ingen teoretiske øvre grense (blend wall) for hvor mye som kan blandes inn. I praksis gjør kravene til dieseldrivstoff (EN 590) at tettheten må justeres, f.eks. ved å tilsette FAME. Videre tilsettes det ulike stoffer for å forbedre smøreegenskapene.

Før én begynner å fylle tanken med HVO, bør én dobbeltsjekke med produsenten av kjøretøyet, om den er godkjent til bruk av HVO eller ikke. For tunge kjøretøy har de

fleste produsentene godkjennt motorene sine for bruk av HVO, mens produsenter av personbiler ofte ikke godkjenner dette.

## 2.3 Tilgjengelighet og volum

NesteOil produserte 2,1 millioner tonn i 2014, og har planer om å utvide produksjonen til 2,3 million tonn i 2015 og til 2,6 million tonn i 2017 (Neste Oil 2014). Det finske oljeselskapet UPM har en produksjonskapasitet på 0,1 million tonn i året (2015) (Vannum 2015). Svenske Preem produsert ca. 85 000 tonn i 2013 (F3-Centre 2015).

I 2014 ble det, for å sette tallene i relasjon til bruk av fossil diesel i Norge, solgt 2,4 million tonn avgiftspliktig autodiesel. Denne inneholdt ca. 5,2 % fornybare drivstoff (Henriksen and Bergh 2015).

Drivstoffet distribueres på samme måte og i samme lager-tanker som diesel. Dette betyr at dagens infrastruktur for fossil diesel kan brukes, og at HVO kan blandes inn i drivstoffet, på samme måte som FAME blir blandet inn i fossil diesel.

HVO er også godkjent som drivstoff for fly (Anon 2015).

## 2.4 Lokal forurensing

Siden HVO består av enkle parafinforbindelser uten aromater, brenner HVO veldig rent og produserer relativt lite lokalt forurensende avgasser. Hvor stor reduksjonen i utslippstallene av NO<sub>x</sub> (nitrogenoksider) og PM (partikler, svevestøv) er i forhold til konvensjonell diesel, må vurderes på bakgrunn av bl.a. Euro-klasse, motorstyring og rensesystem. Nylund et al. (Nylund and Koponen 2012) finner en reduksjon på 3 % for NO<sub>x</sub>-utslipp og 37 % for PM-utslipp fra en bybuss med Euro III-motor uten rensesystemer, i forhold til utslippet fra konvensjonell diesel, når den kjøres i en syklus som tilsvarer kjøring i by.

I et tungt kjøretøy med Euro VI-motor er det rensesystemet som er avgjørende for NO<sub>x</sub>- og PM-utslippet. Derfor er det å forvente at drivstoffet gir like lavt utslipp av NO<sub>x</sub> og PM som fossilt diesel i disse kjøretøyene. For mer informasjon om utslipp fra kjøretøy med Euro VI-motorer, se (Hagman, Weber, and Amundsen 2015; Weber, Hagman, and Amundsen 2015).

## 2.5 Utslipp av klimagasser

Som med alle fornybare drivstoffer er det viktig å se på klimapåvirkningen i ett livsløpsperspektiv. Vi presenterer resultater fra en Well-to-Wheel-analyse (WTW), gjennomført av EU-kommisjonens Joint Research Centre (JRC) (Edwards, Hass, et al. 2014). For mer informasjon om WTW- og livsløpsanalyser, se kapittel 4.

Klimapåvirkningen kan variere mye, avhengig av råvare og produksjonssted, se Figur 2. Figuren viser energibruk og klimapåvirkningen fra produksjons-, transformasjons- og transportprosessen i et livsløpsperspektiv, og den totale klimapåvirkningen, inkludert forbrenning i motoren. Produksjon omfatter dyrking og



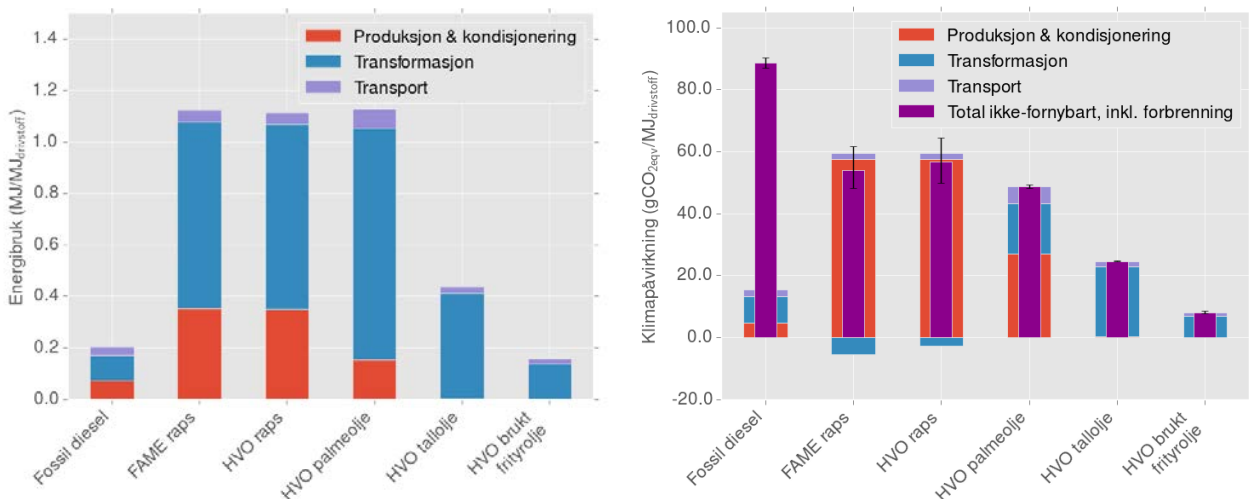
høsting av plantene, inkludert gjødsel. Transformasjon inkluderer raffinering fra olje til drivstoff. Transport tar hensyn til transport til markedene og distribusjon.

Besparelser i forhold til «business-as-usual»-scenarioet er regnet som bonus («negativ» klimapåvirkning). For eksempel kan glyserin, som oppstår i produksjon av FAME fra raps, erstatte glyserin produsert fra fossile kilder. Dette regnes som en besparelse i klimapåvirkningen i «Transformasjon»-skrittet (se Figur 2).

Mens produksjon av fossil diesel krever relativt lavt energiinnsats (se Figur 2), krever fornybare drivstoffer ofte betydelig høyere energimengder ved produksjon og transformasjon. Men siden modellen antar at all  $\text{CO}_2$  som frigjøres ved forbrenning av fornybare drivstoffer er tatt fra atmosfæren i vekstfasen av plantene, øker selve forbrenningen ikke  $\text{CO}_2$  innholdet i atmosfæren. For fossile drivstoffer derimot, kommer store deler av  $\text{CO}_2$  utslippet fra forbrenningen. Det totale ikke-fornybare utslippet fra alle produksjons- og transportskritt, inklusive utslipp fra forbrenningen av fossilt drivstoff, er vist som lilla søyle i Figur 2.

Når HVO fremstilles fra samme råvare som «vanlig biodiesel», for eksempel raps metylester («FAME raps» i Figur 2), kan klimapåvirkningen ligge i samme størrelsesorden.

HVO fra avfallsolje i matvareproduksjon kan ha veldig lav klimapåvirkning (se «HVO brukt fritryolje» i Figur 2), mens klimapåvirkningen av HVO basert på andre råvarekilder i enkelte tilfeller kan være høyere enn for fossil diesel. Dette vil for eksempel gjelde hvis HVO er laget av palmeolje fra Sør Amerika som har blitt høstet fra palmetrær dyrket på arealer som tidligere var regnskog (direct land-use change, DLUC). Her må man ta med det frigjorte  $\text{CO}_2$ , som beskrevet i kapittel 3. Dette fører til at klimapåvirkningen fra HVO i dette tilfelle vil være 2,8 ganger så høyt som for fossil diesel (Edwards, Hass, et al. 2014; Hallberg et al. 2013).



Figur 2: Energibruk (venstre graf) og klimapåvirkning (høyre graf) av drivstoffer fra forskjellige råvarer og ved ulike trinn i fremstillingen. Bidragene fra produksjons-, transformasjons- og transportsteg er fargekodet i begge grafene. Klimapåvirkningen er beregnet under forutsetning av at  $\text{CO}_2$  som frigjøres ved forbrenning av fornybare drivstoffer ikke endrer  $\text{CO}_2$ -balansen i atmosfæren (Edwards, Hass, et al. 2014).

Det europeiske regelverket for godkjenning av biodrivstoffer er gjort gjeldende i Norge gjennom EØS avtalen, se mer om dette i kapittel 3. Regelverket tillater ikke at biodrivstoff produsert ved produksjonssteder der produksjonen førte til DLUC regnes inn i det nasjonale regnskaper for bruk av biodrivstoff. Bruk av denne typen HVO skal dermed ikke telle inn i forhold til nasjonale mål for bruk av biodrivstoff

(European Parliament 2009). Uansett er oljer fra tropiske strøk fortsatt kritisert, siden det ikke kan utelukkes at det ryddes skog for å dyrke andre matvarer når eksisterende felt blir brukt til oljeplanter (Indirect Land-Use Change, ILUC) (Lervik et al. 2014). I 2015 kom det endringer i regelverket som skal redusere risikoen for ILUC i forbindelse med dyrking av energiplanter (European Parliament 2015).

Figur 2 gir et eksempel på at avfallsprodukter kan brukes til å lage drivstoffer med veldig lav klimapåvirkning. I dette tilfelle viser Figur 2 klimapåvirkningen av HVO laget av brukt frityrolje. Tilgangen til avfallsprodukter er begrenset, og mange av de såkalte «restprodukter» har allerede i dag et stort markedspotensial i andre typer produkter. Det er myndighetene i de forskjellige land som bestemmer hvilke produkter som kan betegnes som et avfallsprodukt (og dermed kommer ekstra gunstig ut med hensyn til biodrivstoffkravet, se kapittel 3.2). I den forbindelse er det svært viktig at myndighetene undersøker produksjonsprosessene og markedssituasjonen nøye.

## 3 EU-direktiv og nasjonale mål

### 3.1 EUs direktiv for fornybar energi

EU direktiv 2009/28/EC om energi fra fornybare kilder fremmet kravet om at innen 2020 skal 10 % av transportsektorens bruk av drivstoff være fornybare biodrivstoff eller andre fornybare drivstofftyper (European Parliament 2009). Maksimalt 7 %-poeng (av 10 %-målet) av biodrivstoffet skal komme fra biodrivstoff produsert av korn og andre stivelsesrike-, sukker- eller oljerikeplanter. Det enkelte land har mulighet til å sette taket lavere. Elektrifisering av kjøretøy kan medregnes i 10 %-målet. Direktivet har ført til økt forskning og utvikling av eksisterende og nye typer biodrivstoffer.

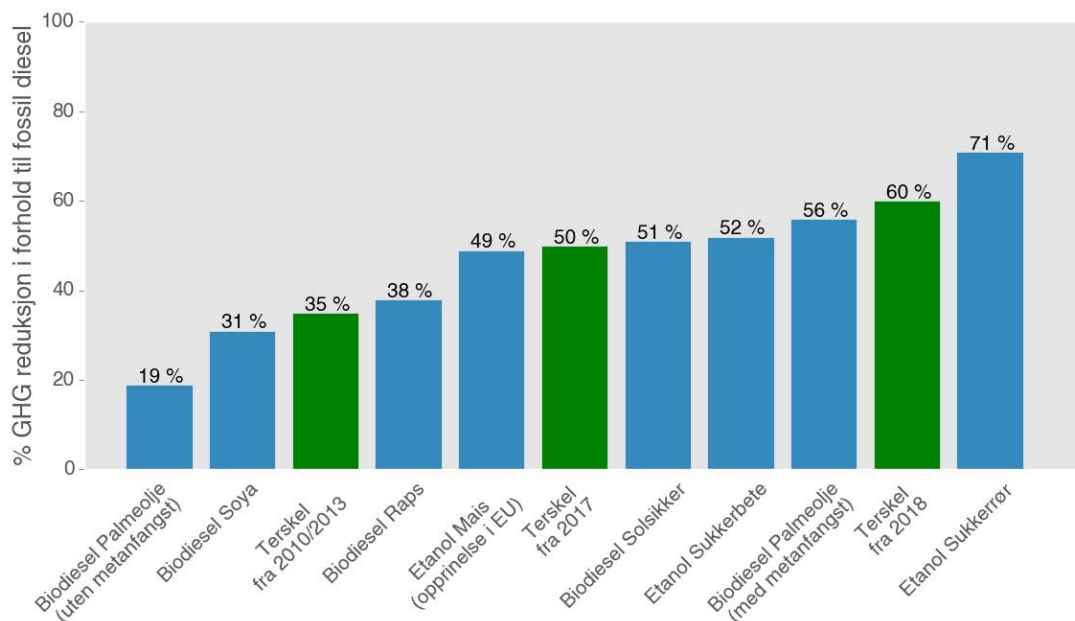
Det er i direktivet innført kriterier for hvilke typer drivstoff som ansees som fornybare og bærekraftige. Det er satt krav til GHG (Green-House-Gas, drivhusgasser) reduksjon og bevaring av biodiversitet som må tilfredsstilles for at drivstoffet skal ansees som fornybart. Dersom kravene ikke tilfredsstilles, kan drivstoffet ikke telles som klimanøytralt, når en beregner i hvilken grad de nasjonale energimålene er oppfylt.

For å ansees som bærekraftig må råmaterialene til biodrivstoffet ikke stamme fra urskog, verneverdige naturområder eller områder med stor biodiversitet. Våtmarksområder og myrområder kan i enkelte tilfeller benyttes, men kun om bestemte kriterier er tilfredsstillt.

Kravet til GHG reduksjon er på 35 % i forhold til konvensjonelle fossile drivstoff, dette økes til 50 % for drivstoff levert etter 1. januar 2017. For biodrivstoff levert fra *eksisterende* produksjonsanlegg er kravet om 50 % GHG reduksjon satt til 1. januar 2018. Kravene tilsier at mange av førstegenerasjons drivstoff ikke vil kunne godkjennes som et fornybart drivstoff (se Figur 3). Andre- og til dels tredjegerasjons biodrivstoff er derfor nå under utvikling for å kunne tilfredsstillte kravene i direktivet. For definisjon av type biodrivstoff, se avsnitt 5.

GHG reduksjonen skal beregnes med utgangspunkt i følgende punkter (Lendle and Schaus 2010):

1. Utvinning og kultivering av råmaterialet
2. Arealbruksendringer
3. Behandling av råmaterialet
4. Transport og distribusjon



Figur 3: Standardverdier for GHG reduksjon for ulike biodrivstoff sett i forhold til fossilt drivstoff. Figuren viser også kravene som stilles til de aktuelle biodrivstoffene i hhv. 2013, 2017 og 2018. Kilde: (Lendle and Schaus 2010).

### 3.2 Nasjonale mål og forpliktelser for bruk av fornybare drivstoff i transportsektoren

Stortingsmelding om Norsk klimapolitikk (2011-2012) informerer om Norges forpliktelser som følge av Fornybarhetsdirektivet. Omsetningskravet for samlet mengde biodrivstoff til vegtrafikken ble da satt til 3,5 %. Dette kravet ble økt til 5,5 % i oktober 2015 (Finansdepartementet 2015). I tillegg satses det aktivt på elektriske kjøretøy og uttesting av hydrogenkjøretøy. Norge skal også bidra til utviklingen av 2. generasjons biodrivstoff. I tillegg til kravene til fornybarhet må også internasjonale og nasjonale forpliktelser i forhold til lokal forurensning (partikler og nitrogendioksider) tilfredsstilles.

Etter produktforskriften er de som omsetter drivstoff i Norge pålagt å sørge for at minst 5,5 volum-% av drivstoffet solgt til vegtrafikken består av biodrivstoff. Fra oktober 2015 vil man være fritatt for avgift på biodrivstoff som selges ut over omsetningskravet (Finansdepartementet 2015). Denne avgiftsreduksjonen er innført for å gi et insentiv til salg av biodrivstoff utover hva som er pålagt.

Som en følge av drivstoffkvalitetskriteriene (EU direktiv 2009/30/EF) og påfølgende endringer i produktforskriften er forhandler av drivstoff pålagt en årlig rapportering til nasjonale myndigheter. De som selger biodrivstoff i Norge må dokumentere at drivstoffet oppfyller bærekraftskriteriene (se kapittel 3.1). Denne rapporteringen/dokumentasjonen skal blant annet omfatte: Solgt volum etter type drivstoff, hvor den er kjøpt/opprinnelsessted, overholdelse av arealbrukskriteriene og samlet klimagassutslipp per enhet av energi i et livsløpsperspektiv. Forhandler av drivstoff kan benytte drivstoff som er sertifisert via EUs sertifiseringsordninger. Dokumentasjonen skal gjennomgå en ekstern kvalitetssikring.

Biodrivstoff som er produsert av lignocellulose (cellulose som ikke er næringsmiddel), avfall og rester kvalifiserer for *dobbelttelling* når det gjelder oppfylling

av omsetningskravet (§3-4 i produktforskriften (Miljødirektoratet 2014)). Biodrivstoff og flytende biobrensel produsert av *avfall og rester* trenger bare å oppfylle kravet til reduksjon av klimagassutslipp (§3-5 i produktforskriften), og *ikke* arealbrukskriteriene. Unntak for dette gjelder rester fra: Jordbruk, akvakultur, fiskeri og skogbruk.

### 3.3 Behov for standardisering av biodrivstoff

Det pågår mye testing og utvikling av ulike typer biodrivstoffer både i Europa og ellers i verden. Blant annet skjer det en gradvis utvikling av 2.- og 3. generasjonsdrivstoffer (se avsnitt 5). Ulike land satser på ulike drivstofftyper, noe som kan føre til høyere kostnader for forbrukeren, dersom det ikke er noen form for subsidiering.

En standardisering av nye drivstofftyper som det skal satses på vil kunne redusere fragmenteringen av markedet for drivstoffene og deres infrastruktur. Det er viktig at de ulike blandinger av biodrivstoff er kompatible og oppfyller kravene til kjøretøyene som skal benytte dem. Det bør være felles EU-krav (Lonza H. Hass, H. Maas, A. Reid, K.D. Rose and Programme 2014).

## 4 Avgrensing LCA og WTW-analyse

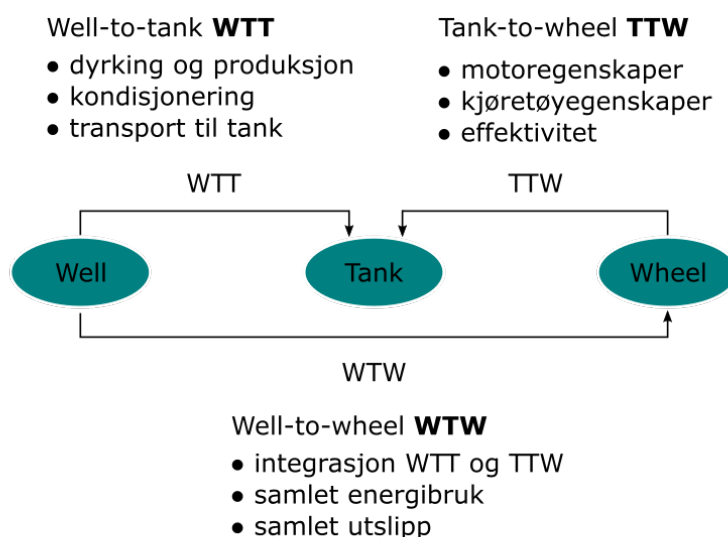
For alle de fornybare drivstoffene i rapportserien vil det bli presentert resultater fra en Well-to-Wheel-analyse (WTW), gjennomført av EU-kommisjonens Joint Research Centre (JRC) (Edwards, Hass, et al. 2014). En WTW analyse kan deles opp i Well-to-Tank (WTT) og Tank-to-Wheel (TTW). WTT-delen inkluderer emisjoner av CO<sub>2</sub> og andre klimagasser (Green-House Gasses, GHG), i hovedsak metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O), i alle skritt ved produksjon av råvarer, raffinering av drivstoffet og transport til salgssted av drivstoffet. TTW-delen tar hensyn til utslipp av GHG ved fordamping og forbrenning i motoren. Klimapåvirkningen angis som CO<sub>2</sub>-ekvivalent per megajoule drivstoff, CO<sub>2</sub>e/MJ. Figur 4 gir en oversikt over de forskjellige bidragene.

Det er viktig å legge merke til at TTW-delen alltid har positivt GHG utslipp, dvs. at også forbrenning av fornybare drivstoffer øker CO<sub>2</sub> innholdet i atmosfæren. Det er WTT-delen som tar hensyn til om karbonet kommer fra atmosfæren (fornybar kilde) eller fra fossile lager (fossil kilde). For fornybare drivstoffer antar studien fra JRC at alt CO<sub>2</sub> som frigjøres ved forbrenning er tatt fra atmosfæren. Dermed er det ingen netto-klimapåvirkning fra forbrenning av drivstoffet, men produksjon og distribusjon kan fortsatt føre til en klimapåvirkning.

Metoden JRC har valgt regner besparelser i klimapåvirkning i forhold til «business-as-usual» som er negativ, dvs. at det finnes en bonus hvis energibæreren kan utnyttes på en bedre måte.

Ett eksempel på denne substitusjonsmetoden kan være biogassproduksjon av møkk fra dyrehold: Tradisjonelt samles og lagres møkken for å spre den ut som gjødsel. Særlig ved lagring frigjøres mye metan, som fører til betydelig klimapåvirkning. Alternativt kan møkken samles i et biogassanlegg, hvor alt metan blir fanget opp, renses og brukt som fornybart drivstoff. Selv om forbrenningen av biogassen slipper ut CO<sub>2</sub> i atmosfæren, er klimapåvirkningen i dette tilfelle mindre enn hva det direkte utslippet av metan ville ha vært.

I motsetning til en Life-Cycle-Analysis (LCA) tar WTW-analysen ikke hensyn til utslipp relatert til bygg og nedbygg av produksjonssteder eller kjøretøy. En LCA krever nøye vurdering av alle faktorer som er involvert i hele fremstillingen. Dette gjør analysen mye mer kompleks, men resultatet av LCA kan være mer nøyaktig enn resultatet av WTW-analysen. På den andre siden kan resultater av LCA være vanskelig å sammenligne.



Uansett drivstoffet gir opprinnelse, produksjon og forbrenningseffektivitet stor utslag i energibruk og GHG utslipp.

Figur 4: Forklaring om WTT og TTW i WTW analysen. Figur etter (Nylund and Koponen 2012).

WTW-analysen tar heller ikke hensyn til bruk av andre ikke-fornybare ressurser, forsyning av miljøet eller annen type lokalt forurensing. Disse faktorene er svært viktige og bør vurderes for de respektive drivstoffer med hensyn til lokal produksjon, i tillegg til GHG emisjonene.

Det er særlig viktig å nevne at JRCs WTW-analyse ikke tar hensyn til direkte eller indirekte arealbruksendringer. Fokuset i studien er på produksjon og transformasjon av drivstoffet, ikke hvor de ble dyrket. Studien gir en estimat på klimapåvirkningen som endret arealbruk kan medføre (Edwards, Larivé, et al. 2014). Tallene er tatt fra modellen «BioGrace», som beregner klimapåvirkning av produksjonsruter for biodrivstoffer i et livsløpsperspektiv:

I et 20 års perspektiv evaluerer modellen at for eksempel dyrking av palmeplanter på arealer som tidligere var regnskog, kan føre til en klimapåvirkning av 175 g CO<sub>2</sub>e/MJ i tillegg til det som kommer frem i WTW-analysen. Dermed kan for eksempel FAME fra palmeolje ha en klimapåvirkning på (68+175) g CO<sub>2</sub>e/MJ = 243 g CO<sub>2</sub>e/MJ – som er nesten tre ganger så stor som klimapåvirkningen fra fossil diesel (89 g CO<sub>2</sub>e/MJ) (Edwards, Larivé, et al. 2014).

## 5 Noen ordforklaringer

Informasjonen er hentet fra nettsidene til European Biofuels (Anon 2015).

**1. generasjons biodrivstoff** stammer hovedsakelig fra sukker, fettstoffer eller stivelse direkte fra plantene. Førstegenerasjons biodiesel produseres ofte av oljebaserte råvarer som raps og soya, mens førstegenerasjons bioetanol produseres av råvarer som: Sukkerrør, sukkerroe, frukt, mais, hvete og poteter. Avlingen er ofte i direkte konkurranse med bruk av arealene til matproduksjon.

**2. generasjons biodrivstoff** stammer hovedsakelig fra cellulose/tremasse, hemicellulose eller pektin. Her brukes hovedsakelig avfallet fra skogbruk, jordbruk eller husholdninger som basis for biodrivstoffproduksjonen, men til dels også noe rotasjonsavlinger eller raskt groende gresstyper. Her kan i større grad hele planten brukes, og produksjonsprosessen er mindre energiintensiv.

**3. generasjons biodrivstoff** stammer blant annet fra videre prosessering av 2. generasjonsdrivstoff samt bruk av alger og lignende. Dyrket på arealer mer eller mindre uegnet til matproduksjon.

Hvor bærekraftige de ulike generasjonene av drivstoff er vil være avhengig av hvor og hvordan det produseres og den totale energibalansen (Anon 2015).

**Advanced biofuel** 1) produsert fra bla lignocellulose (avfall fra jord/skogbruk), gress, alger eller industriavfall, 2) har et lav CO<sub>2</sub> utslipp eller en høy GHG reduksjon, 3) har null eller lav ILUC<sup>1</sup> verdi. Dette er ofte biodrivstoff produsert ved hjelp av mer avanserte prosesser (for eksempel BioDME og HVO).

Definisjonene av de ulike generasjonene av biodrivstoff varierer noe fra kilde til kilde.

---

<sup>1</sup> ILUC – Indirect Land Use Change



## 6 Referanser

- Aatola, Hannu, Martti Larmi, Teemu Sarjoavaara, and Seppo Mikkonen. 2008. "Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NO<sub>x</sub>, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine. SAE Technical Paper 2008-01-2500." *SAE Technical Papers* (x):12.
- Anon. 2015. "European Biofuels Technology Platform." Retrieved ([www.biofuelstp.eu](http://www.biofuelstp.eu)).
- Edwards, Robert, Heinz Hass, et al. 2014. *Well-to-Wheel Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, Well-to-Wheels Appendix 2 - Version 4.a, Reference List*.
- Edwards, Robert, Jean-François Larivé, David Rickeard, and Werner Weindorf. 2014. *Well-to-Tank Report Version 4.a, JEC Well-to-Wheels Analysis*.
- European Parliament. 2009. "Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009." *Official Journal of the European Union* 140:16–62.
- European Parliament. 2015. "DIRECTIVE (EU) 2015/1513 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL." *Official Journal of the European Union* 239:1–29.
- F3-Centre. 2015. "Hydrotreated Vegetable Oil." *F3 Fact Sheet* 2(5):2–3. Retrieved (<http://www.f3centre.se/fact-sheet/HVO>).
- Finansdepartementet. 2015. "Nye Regler for Avgift På Biodrivstoff Til Veibruk." *Pressemelding* Nr. 34. Retrieved (<http://www.regjeringen.no/no/dep/fin/id216/>).
- GREENEA Team. 2015. "Is HVO the Holy Grail of the World Biodiesel Market?" (September):1–3.
- Hagman, Rolf, Christian Weber, and Astrid H. Amundsen. 2015. *Utslipp Fra Nye Kjøretøy – Holder de Hva de Lover?* TØI rapport 1407/2015, Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hallberg, Lisa, Tomas Rydberg, Felipe Oliviera, and Åke Sjödin. 2013. "Well-To-Wheel Lci Data for Fossil and Renewable Fuels on." *F3 the Swedish Knowledge center for renewable transport fuels, Sweden* No2013:29. Retrieved ([www.f3centre.se](http://www.f3centre.se)).
- Henriksen, Guro and Marius Bergh. 2015. "Sal Av Petroleumsprodukt, 2014, Endelege Tal." in *Statistisk sentralbyrå*, vol. 25. mars. Retrieved (<https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/petroleumsalg/aar/2015-03-25?fane=om#content>).
- Lendle, Andreas and Malorie Schaus. 2010. "Sustainability Criteria in the EU Renewable Energy Directive: Consistent with WTO Rules?" *ICTSD information note* (September 2010):1–16.

- Lervik, M. Astrid et al. 2014. “Sustainable Products from Economic Processing of Biomass in Highly Integrated Biorefineries, Techno-Economic Assessment and Market Analysis.” *SUPRABIO project, supported by EC’s FP7 programme* (January). Retrieved ([http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Statoil\\_\\_Biogasol\\_2014\\_Techno-economic assessment and market analysis of SUPRABIO biorefineries\\_2014-01-31.pdf](http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Statoil__Biogasol_2014_Techno-economic_assessment_and_market_analysis_of_SUPRABIO_biorefineries_2014-01-31.pdf)).
- Lonza H. Hass, H. Maas, A. Reid, K.D. Rose, L. and J. E. C. Biofuels Programme. 2014. *EC & JRC: EU Renewable Energy Targets in 2020: Analysis of Scenarios for Transport Fuels*.
- Mcgill, Ralph. 2016. “AMFI Newsletter.” *IEA Advanced Motor Fuels* January:1–20.
- Miljødirektoratet. 2014. “Rapportering På Bærekraftskriterier for Biodrivstoff Og Flytende Biobrensel.” *Veileder* 3(M-10).
- Neste Oil. 2014. “Neste Oil Annual Report.” Retrieved (<http://www.2014.nesteoil.com>).
- No, Soo Young. 2014. “Application of Hydrotreated Vegetable Oil from Triglyceride Based Biomass to CI Engines - A Review.” *Fuel* 115:88–96. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2013.07.001>).
- Nylund, Nils-Olof and Kati Koponen. 2012. *Fuel and Technology Alternatives for Buses; Overall Energy Efficiency and Emission Performance*. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Serrano-Ruiz, Juan Carlos, Enrique V Ramos-Fernandez, and Antonio Sepulveda-Escribano. 2012. “From Biodiesel and Bioethanol to Liquid Hydrocarbon Fuels: New Hydrotreating and Advanced Microbial Technologies.” *Energy & Environmental Science* 5(2):5638–52. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1039/C1EE02418C>).
- Steinberg, M. 2011. “Hydrogen Production Form Fossil Fuels.” in *Energy carriers an conversion systems*, vol. I, edited by Tokio Ohta. Paris, France: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers.
- Vannum, Marius. 2015. “Ny Kjemisk Fornybar Diesel Kan Komme Til Norge.” *Ingeniørnytt* (11.12.2015).
- Weber, Christian, Rolf Hagman, and Astrid H. Amundsen. 2015. *Utslipp Fra Kjøretøy Med Euro 6 / VI Teknologi Resultater Fra Måleprogrammet I EMIROAD 2014*. TØI rapport 1405/2015, Oslo: Transportøkonomisk institutt.



## 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)