



**Jernbaneverket**

## **UTREDNING**

# **Bruk av BIODIESEL ved jernbanene i Norge**

2014-2015  
30/11/2015

## Innholdsfortegnelse

<b>1. SAMMENDRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
2.1 ORGANISERING .....	5
<b>3. BAKGRUNN OM BIODIESEL .....</b>	<b>6</b>
3.1 DAGENS UTVIKLING .....	6
3.2 PRODUKTER OG EGENSKAPER .....	6
3.3 RÅVARER OG PRODUKSJON .....	6
3.4 NORSK PRODUKSJON AV METYLESTER .....	7
3.5 EGENSKAPER.....	9
3.6 BIODIESEL OG SMØREMIDLER.....	10
3.7 PRODUKSJONSVOLUMER/ETTERSPORSEL BIOKOMPONENTER.....	10
<b>4. DIESELMARKEDET .....</b>	<b>12</b>
4.1.1 <i>Norsk produksjon og behov</i> .....	12
4.2 PRIS PÅ DRIVSTOFF .....	12
4.2.1 <i>Avgifter i Norge</i> .....	12
4.2.2 <i>Internasjonale dieselpriiser (ekskl. avgift)</i> .....	12
4.2.3 <i>Pris til jernbaneselskapene</i> .....	13
4.2.4 <i>Internasjonal pris biodiesel</i> .....	14
4.2.5 <i>Kostnad biodiesel mot farget diesel for jernbaneselskapene i Norge</i> .....	14
<b>5. DRIVSTOFF-FORBRUKET VED NORGES JERNBANENETT .....</b>	<b>16</b>
<b>6. TANKANLEGG OG LOGISTIKK .....</b>	<b>18</b>
6.1 GENERELT OM TANKANLEGG.....	18
6.1.1 <i>NSB og CargoNet med leveranser fra Shell</i> .....	18
6.1.2 <i>Jernbaneverket med leveranser fra Esso</i> .....	18
6.2 PRODUKTVALG OG KOSTNADER.....	19
<b>7. ERFARINGER MED BIODIESEL .....</b>	<b>21</b>
7.1 BIODIESEL FOR DIESELBILER .....	21
7.2 BIODIESEL TIL JERNBANEMOTORER.....	23
<b>8. FORUTSETNINGER FOR OG GENERELLE KRAV TIL DRIVSTOFF FOR JERNBANENE .....</b>	<b>25</b>
8.1 BRUKERKRAV.....	25
8.2 MULIGE SCENARIER FOR ANVENDELSE AV BIODIESEL TIL TOG .....	26
8.2.1 <i>Ren biodiesel mot oppblanding</i> .....	27
8.2.2 <i>Sammendrag av alternativene</i> .....	28
8.3 BEHOV FOR TEKNISKE ENDRINGER PÅ MOTORER OG VEDLIKEHOLD .....	28
<b>9. KONSEKVENSER VED BRUK AV BIODRIVSTOFF TIL TOG .....</b>	<b>30</b>
9.1 VURDERING AV ALTERNATIVENE FOR BRUK AV BIODIESEL FRA KAPITTEL 8.2.....	30

9.1.1	Ren biodiesel til alle tog.....	30
9.1.2	Ren biodiesel (B100) for utvalgte motorer og strekninger.....	31
9.1.3	Blanding med mer enn 5% i diesel (for eksempel B20, dvs.20%).....	31
9.1.4	Lavprosent blanding av biodiesel i diesel (under ca. 5%).....	31
9.2	FORBRUK AV DIESEL VED NORGES JERNBANENETT.....	31
9.3	BEHOV FOR BIODIESEL VED DE TRE VALGTE SCENARIER.....	32
9.3.1	Økonomi.....	34
<b>10.</b>	<b>SAMFUNNSØKONOMISKE, MILJØ- OG JERNBANEFAGLIGE VURDERINGER AV INNFØRING AV BIODIESEL VED JERNBANEDRIFTEN.....</b>	<b>35</b>
10.1	RESYMÉ.....	35
10.2	UTNYTTELSE AV RÅSTOFF.....	35
10.2.1	Betydning for norsk industri.....	36
10.2.2	Dieselavgift.....	36
10.2.3	Reduksjon av skadelige utslipp i avgassene.....	36
10.2.4	Andre miljøfordeler i forbindelse med biodiesel.....	37
10.2.5	Negative sider ved biodiesel for jernbanedriften.....	37
10.3	NYTTE-/KOSTNADSANALYSE.....	38
10.3.1	Alternativer.....	38
10.3.2	Metode.....	38
10.3.3	Forutsetninger.....	38
10.3.4	Verdsatte konsekvenser.....	39
10.3.5	Usikkerhet.....	41
10.3.6	Ikke-prissatte konsekvenser.....	42
10.3.7	Konklusjon.....	42
<b>11.</b>	<b>GJENNOMFØRING AV TESTER OG PRØVEDRIFT.....</b>	<b>43</b>
	<b>VEDLEGG 1 OVERSIKT OVER TANKANLEGGENE SOM DISPONERES AV JERNBANESELSKAPENE.....</b>	<b>44</b>
	<b>VEDLEGG 2 DIESELMOTORER I DRIFT VED JERNBANENE I NORGE.....</b>	<b>48</b>
	<b>VEDLEGG 3 TESTER OG PRØVEDRIFT MED METYLESTER-/ DIESELBLANDINGER.....</b>	<b>61</b>

## 1. SAMMENDRAG

Utredningen er et bidrag til å belyse muligheter og konsekvenser ved anvendelse av metylester-baserte biodiesel/diesel-blandinger ved jernbanene i Norge.

I utredningen er det samlet opplysninger om jernbanenes dieselmotorer, drivstofforbruk, tankkapasitet og logistikk.

Det er foretatt litteratursøk om bruk av biodiesel til dieselmotorer generelt og til jernbanedrift spesielt.

På grunnlag av publiserte resultater av utførte målinger og rapporterte erfaringer med bruk av biodiesel er det utført beregninger av antatte utslipp av skadelige stoffer ved 2 %, 5 % og 20 % innblanding av metylester i diesel, samt ved 100 % biodiesel og ved ren diesel som referanse for sammenligning.

Utredningen viser at det hele året synes å være teknisk uproblematisk å benytte 5 % biodiesel-innblandet i diesel for alle dieselmotorer i bruk ved jernbanene i Norge.

Mengde biodiesel oppblandet i diesel kunne økes til opptil ca. 50 % for noen motortyper, når det tas hensyn til drivstoffblandingenes spesielle flyteegenskaper slik som det i dag må gjøres ved vanlig diesel i den kalde årstiden.

Det er imidlertid et logistisk og kostnadsproblem å operere jernbanemotorer med mer enn én type drivstoff.

Nytte-/kostnadsanalyser viser at biodiesel/diesel-blandinger ikke er fordelaktige ifølge dagens verdisetting av utslippsreduksjoner og prissetting av biodiesel i forhold til diesel. Den negative nytten vokser med økende andel av metylester i drivstoffet. Nytte/kostnad er avhengig av type energibærere som benyttes i produksjon av biodiesekomponenten.

For at en satsing på biodiesel skal være samfunnsøkonomisk lønnsom, må den relative prisen på biodiesel bli betydelig lavere enn forutsatt i beregningene, samtidig som at satsene for den samfunnsøkonomiske verdien av utslipp må økes.

I dag er det bare biodiesel laget av planteoljer som greier godkjenningskravene til biodiesel og som ifølge EU-bestemmelsene er tillatt som blandekomponent i autodiesel. I Norge ligger imidlertid forholdene til rette for økt produksjon av metylester laget av marint og animalsk fett.

På bakgrunn av resultatene som er kommet frem og belyst i denne rapporten, er det flere syn på om gjennomføring av en prøve- og testperiode kan anbefales. Problemer som trafikkutøverne er mest opptatt av, er lavere driftssikkerhet, materiellknapphet, manglende personalressurser og økte kostnader, for eksempel til motorvedlikehold (se kapittel 10).

Prosjektgruppen har likevel laget en skisse for et prosjekt for å utnytte biodiesel laget av andre energibærere enn planteolje (se vedlegg 3). Et eventuelt prosjekt vil gi viktige erfaringer vedrørende anvendelse av biodiesel ved jernbanene i Norge.

Bruk av fiske- og slakteavfall vil være miljømessig gunstig på grunn av at det dreier seg om ikke spesielt produserte energibærere, slik som ved planteoljer.

## 2. INNLEDNING

I forbindelse med regjeringens arbeid med nasjonal satsing på biodrivstoff, jf. ST. prp. nr.1 (2004-2005), ba Samferdselsdepartementet i brev av 25. august 2005 Jernbaneverket om å utrede potensialet for bruk av biodiesel på tog.

I utredningen ønsker Samferdselsdepartementet bl.a. å få belyst følgende spørsmål:

- Omfanget av dieselforbruk og dieseltrekkraftmateriell som trafikkerer det norske jernbanenettet i dag.
- Overføringsverdien av kunnskapen fra biodieselforsøkene internasjonalt i forhold til norsk dieseltrekkraftmateriell. Vurdering av om driftsforsøk med biodiesel kan igangsettes uten videre, eller om det først bør gjennomføres et kontrollert forsøk på verksted.
- Oversikt over eksisterende dieseltankanlegg for jernbanemateriell og praktiske og økonomiske konsekvenser knyttet til å etablere biodrivstofftankanlegg i tilknytning til disse.
- Evt. konsekvenser for energieffektivitet og trekkraft av å benytte biodrivstoff for aktuelle anleggsmaskiner og diesellokomotiver. Hvilke innblandingsprosjenter av biodrivstoff kan være aktuelle uten at det får uønskede negative konsekvenser for trekkraft og motorytelse, slitasje og evt. framføringssikkerhet?
- Evt. behov for tekniske justeringer i aktuelle anleggsmaskiner og diesellokomotiver og kostnader ved disse.
- En samfunnsøkonomisk, miljø-, og jernbanefaglig vurdering av de samlede konsekvensene av innføring av biodiesel på tog med Jernbaneverkets vurdering og anbefaling knyttet til potensialet for videre utvikling og innføring av miljøvennlig biodrivstoff på tog.

Frist for innlevering av utredningsrapporten ble satt til 1. april 2006.

### 2.1 Organisering

Jernbaneverket etablerte en prosjektgruppe bestående av representanter fra trafikkselskapene, verkstedet Mantena, forvaltere av rullende materiell, Esso og Jernbaneverket. Følgende enheter deltok i prosjektgruppen:

Kjell Innset	Mantena AS
Kjell Telstad	NSB AS Materiell Nord
Harald Larsen	Cargonet AS
Tor Olaf Andersen	NSB, Konsern
Geir Sørensen	Esso
Annelene H. Hoff/ Pia Eide	Jernbaneverket/Utredning
Dag Aarsland	Jernbaneverket/Materiell

Prosjektet ble ledet av Terje Almås fra TekKonsult. Prosjektansvarlig var Veronica Valderhaug, Jernbaneverket, Infrastrukturdivisjonen Teknikk, Miljø. Jan Bakke fra JEBC CONSULTING bistod med kartlegging av Jernbaneverkets oljetanker og vedlikeholdsmotorer, samt med redigering av rapporten. Erik Figenbaum, SFT bidro med faglige kommentarer til rapporten.

### 3. BAKGRUNN OM BIODIESEL

#### 3.1 Dagens utvikling

Transportsektoren slipper ut store mengder drivhusgasser og tærer på verdens lager av fossilt drivstoff. Et bærekraftig transportsystem forutsetter reduksjon i bruk av fossilt drivstoff. Ut fra dagens relativt høye oljepriser fokuseres det dessuten mye på alternative energibærere i media. Biodiesel og etanol trekkes frem som nye drivstoffer for å redusere globale CO<sub>2</sub>-utslipp og for å gjøre verden mindre avhengig av fossile energikilder enn i dag.

Det er vist ved et stort antall tester at biodiesel er et miljøvennligere drivstoff enn petroleumdiesel. De største fordeler er reduksjon av partikkelutslipp i avgassene og redusert totalutslipp av CO<sub>2</sub>. Biodiesel, som er en metylester, er lettere nedbrytbar enn petroleumdiesel og gjør mindre skade ved spill i naturen.

På grunn av dette er det på regjeringsnivå besluttet at det er ønskelig å anvende biodiesel i størst mulig grad.

#### 3.2 Produkter og egenskaper

Biodiesel beskrives som kjemiske forbindelser dannet av ferskt, organisk materiale som erstatter ordinær, mineralsk diesel eller brukes som blandekomponent i denne. Sammen med biogasser og liknende stoffer (derivater av disse), for eksempel metanol, grupperes biodiesel under fellesbenevnelsen biodrivstoff. Avklaringsmessig er da biobrensel ferskt, organisk materiale til oppvarmingsformål.

Disse produktgruppene er ikke nye. Allerede i mellomkrigstiden gikk de første motorene på rene naturoljer, og etanol var godt utbredt som blandestoff til bensin før den ble utkonkurrert av organiske blyforbindelser.

Globalt sett er produksjonen av etanol til drivstoff ca. ti ganger så stor som biodieselproduksjonen. Brasil og USA er de to store produsentlandene av etanol, mens biodiesel i større grad produseres i Europa, spesielt Frankrike og Tyskland.

##### Begrepet biodiesel

I denne rapporten er betegnelsen biodiesel kun brukt for 100 % metylester eller et biodrivstoff som ikke inneholder noe parafinsk diesel.

100 % metylester benevnes også B100. Ofte kalles blandinger av ordinær diesel og metylester også for biodiesel, men det er misvisende og gir inntrykk av at det dreier seg om et mer miljøvennlig produkt enn det virkelig er. Prosentandelen metylester bør derfor, som en viktig brukeropplysning, være angitt i betegnelsen, som for eksempel B20 eller B5. Dette viser at det er et produkt med henholdsvis 20 % eller 5 % metylester i blanding med diesel.

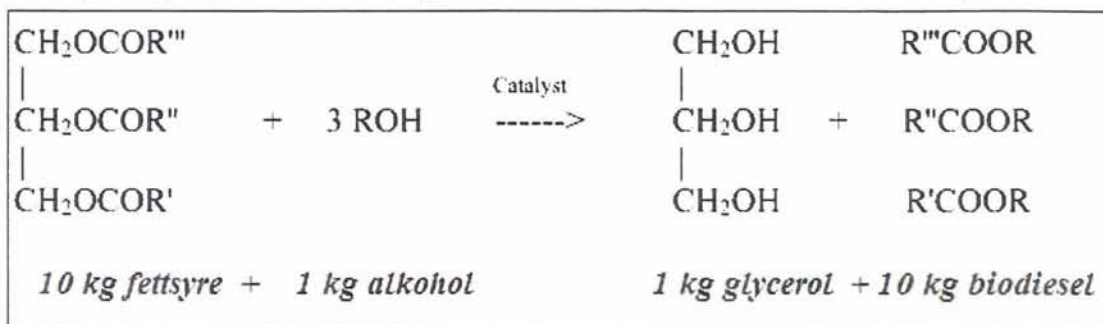
##### Utredningen

Denne utredningen konsentreres om drivstoff til jernbanemateriell i Norge og med hovedvekten på skinnegående materiell. Det dreier seg i hovedsak om drivstoff for motorer med noe lavere turtall enn bilmotorer, der biodiesel er den sentrale produktgruppen.

#### 3.3 Råvarer og produksjon

Tradisjonelt er det landbruksbaserte oljer som raps, soya og kokos som har vært benyttet som råvarer for biodieselprodukter. Disse oljene kan benyttes direkte som drivstoff, men får vesentlig bedre forbrennings- og utslippsmessige, samt forbrukervennlige egenskaper ved å gjennomgå en forestringsprosess.

Reaksjonsligningen kan settes opp slik (R<sup>x</sup> er da en eller annen karbonkjede):



Sammenhengen med mineralsk diesel er da at karbonkjeden (R-ene) i ligningen over er svært like karbonkjedene i diesel, typisk 14-18 karbonatomer i diverse formasjoner.

Reaksjonen er da at man blander sammen fettsyre, f.eks. rapsolje med en alkohol, typisk metanol, og tilsetter en katalysator for å få reaksjonen til å gå relativt raskt og effektivt. Deretter dannes det en blanding av glyserol og biodiesel (metylester) som legger seg lagdelt i reaktoren og kan pumpes på ulike tanker som salgsprodukter.

Det kreves ofte noe etterbehandling for å få til en god kvalitet på dieselen.

Bruk av katalysatorer styrer reaksjonen i ønsket retning og øker hastigheten på reaksjonen.

Industrielt vil forestringsprosessen ha flere renseprosesser undervegs for å fremstille høykvalitets drivstoff. Råvarene kan også gjennomgå flere prosesser for å styrke renhet / utbytte av forestringen.

Alle fettsyrer kan benyttes som ingrediens i en forestring. Generelt er dette reaksjoner der en alkohol reagerer med en fettsyre og danner en ester og en glyserolrest. Den ferdige esteren kan så kalles biodiesel om de fysiske egenskapene for denne kombinasjonen av alkohol og fettsyre tilsvarer egenskapene i diesel.

Vi kommer tilbake til de drivstoffmessige egenskapene ved forskjellige bioprodukter opp mot tilsvarende produkter fra mineralske oljer. Men den viktigste forskjellen fremkommer av formelen på et av de vanligste biodieselmolekylene;



nemlig innholdet av oksygen direkte i molekylet, noe som besørger en renere forbrenning, men som motveies av et noe lavere energiinnhold.

Gjennom industrialisering av biodieselproduksjon rettes søkelyset nå både mot "nye" fettsyrer og mot fremstilling av andre drivstoffer som kan erstatte diesel. Blikket rettes også i større grad mot utnyttelse av ressurser som tidligere har vært ansett som avfall.

### 3.4 Norsk produksjon av metylester

I Norge har man brukt mye ressurser på å utvikle ester av fiskeavfall. Avkapp og slakteavfall samles inn og foredles til fiskeolje og mel i tradisjonelle "sildeoljefabrikker". Laksen inneholder relativt mye fett slik at utbyttet av oljeproduksjonen er høyt. Denne oljen kan ikke benyttes i fôrproduksjon til lakseoppdrett ut fra bestemmelse om "kannibalisme".

Historisk sett har Norge en rik tradisjon på utnyttelse av marine fiskeoljer, både basert på hvalfangst, produksjon av tran, fiskeoljefabrikker og dagens moderne foredling av for eks. omega-3-fettsyrer, slik at det er flere miljøer som kan tenkes å starte videreføring av fettsyrer til biodiesel dersom det viser seg å bli kommersiell produksjon av marin biodiesel.

### **Firmaet Estra**

Firmaet Estra i Trondheim, som i hovedsak eies av Scanbio ASA (stor aktør i lakseoljeproduksjon), har bygget opp en moderne produksjonslinje for oppgradering av fettsyrer og forestring av disse i Lysøysundet på Fosenhalvøya. Som en integrert del har man tilgang til større tanker, god tilgang på fersk fettsyre og mulighet for lagring av mellomstore produksjonsvolumer.

I tillegg har man bygget kompetanse på produksjon og utvikling av fettsyrestere som gjør at man kan produsere estere fra andre avfallstoffer som for eksempel innsamlet frityrolje (kokos, soya og palmeolje) i tillegg til at man kan importere rene, vegetabiliske oljer som raps fra kontinentet for forestring.

I 2005 ble det produsert drøyt 5.000 tonn hos Estra, et volum man forventer øket til 20.000 tonn i løpet av et par år. Da har man i stor grad utnyttet tilgjengelig lakseolje fra det norske markedet.

### **Firmaet Habiol**

Den første aktøren som startet moderne biodiesel produksjon i Norge, var miljøet rundt Energigården på Jevnaker og firmaet Habiol. Fra tidlig nittital drev de forsøksdrift med knusing av rapsfrø og forestring av oljene derfra. I dag arbeider Habiol med å finansiere og få i gang en produksjon basert på animalsk slakteavfall i samarbeid med Østfoldkorn, Unikorn og Borregaard i Fredrikstad. I tillegg har de samarbeidet nært med skogeierne på Hadeland om å se på muligheten av å utnytte skogsressurser til drivstoff og normal biodiesel fremstilling fra vegetabiliske fettsyrer.

### **Syntetisk diesel basert på skogsvirke**

Dette bringer oss over i den kanskje mest bærekraftige utviklingen av biodrivstoffer, nemlig produksjon av syntetisk diesel basert på skogsvirke. Borregaard fabrikk i Sarpsborg produserer årlig ca. 20.000 tonn etanol basert på tømmer. For å utnytte tømmeret til å lage de litt større dieselmolekylene benytter man gjerne prosesser basert på Fischer-Tropsch syntese. Biomassen utsettes for sterk varme med kraftig underskudd av oksygen slik at en del av kjemikaliene i biomassen omgjøres til kulloksid (CO) og hydrogen (H<sub>2</sub>). Denne syntesegassen kjøres så gjennom et komplekst sett av katalysatorer der det til en viss grad kan skreddersys struktur på de resulterende hydrokarbonene.

Denne teknologien har vært utviklet av sørafrikanske selskaper i perioden da landet var boikottet grunnet raseskillepolitikken.

### **BLT-prosesser**

Syntesegass til væske prosessen (Bio Gas to Liquid- BLT) er basis for finske Neste OY sin planlagte biodiesel fabrikk der kapasiteten planlegges til 170.000 tonn pr år. Tilsvarende volumer er hørt omtalt vurdert i Sverige, og dette ligner også på planene som nå er fremme i mediebildet i Norge rundt videre bruk av Norske Skog/Unions fabrikk i Skien.

Et annet interessant produkt som BLT prosessene kan fremstille, er Dimetyleter (DME), et stoff som likner propan, og som har gode drivstoffmessige egenskaper. Men til forskjell fra biodiesel av kjente tilgjengelige kvaliteter fordres det spesialtilpassing av motor og drivstoffsystem for å kunne bruke DME. DME er egentlig ikke et BLT-produkt, da det er en gass meget lik LPG og ikke en væske, men med meget bedre tenningssegenskaper enn LPG.

### **Potensial for norsk produksjon**

Alt i alt er det et klart potensial for produksjon av biodiesel i mellomstore kvanta i Norge. Det skal dog ikke legges skjul på at sannsynligheten er stor for at hovedvekten av biodiesel benyttet i Norge vil importeres fra områder med bedre vekstvilkår og lavere produksjonskostnader enn det våre lokale betingelser kan fremskaffe.



### 3.5 Egenskaper

Hvordan en biodiesel oppfører seg i forhold til ordinær diesel kan anskueliggjøres gjennom de fysikalske data for drivstoffet. Man har sammenstilt noen viktige data i tabellen nedenfor:

	Amerikansk stand. ASTM D6751 B100	Europeisk stand. EN14214 B100	Norsk Kvalitet autodiesel (blank) Sommer/vinter	Metylester av lakseolje Estra	
Tetthet		0,82-0,86	0,843/0,838	0,880	
Energiinnhold			43,1	38	MJ/kg
Flammepunkt	100	55	62	154	grader C
Temperatur 90% destillert	360		350/330		grader C
Vann	0,05	0,02	0,01	0,03	%
Sediment	0,05				%
Viskositet 40 grader C	1,9 - 6,0	2,0-4,5	2,2	4,4	cSt
Aske	0,02	0,01		0,001	%
Svovel	0,05	0,2	0,001	0,002	%
Cetantall	47	45	51,5	60	
Cetan Indeks			47		
CFPP grader C (sommer/vinter)			0 / -15		grader C
Stivnepunkt			-11 / -32		grader C
Jodtall		120		115-135	
Flerumettet fettsyre		<1		10-15	%
Syretall	0,8			1	mg KOH/g
Frie Glyceriner	0,02				%
Fosfor	100				Ppm

**Tetthet** eller egenvekt som angir vekt per liter. Kg/m<sup>3</sup>

**Viskositet** som forteller om flyt- og smøreegenskapene ved 40 grd.C (centistoke)

**Cetantall** er en meget viktig parameter som forteller om tenningssegenskapene i dieselmotorer.

**Cetanindeks** er en kalkulert parameter som gir tilsvarende informasjon uten større laboratorietester, men som ikke kan benyttes når drivstoffet inneholder kunstig produserte komponenter.

**Flammepunkt** er et mål for lettantennelighet, viktig sikkerhetsparameter for lagring og transport.

**CFPP** (Cold Filter Plugging Point) er et mål for kuldeegenskaper. Lavere enn en angitt CFPP temperatur kan drivstoffet ikke benyttes på grunn av at drivstoffilteret kan tettes. Verdi varierer med årstid.

**Brennverdi** forteller om energiinnhold i MJ per kg.

**Svovelinhold** i ppm eller mg / kg. Av betydning for partikkelutslipp og levetid/renseevne til katalysatorer.

For biodiesel benyttes også:

**Jodtall** er et uttrykk for andel av mettede/umettede fettsyrer og et mål for tendens til aldring

**Syretall** surhetsgrad uttrykt i milligram kaliumhydroksid pr g i en test.

**Oksidasjonsstabilitet** for å verdisette varmebestandighet og levetid.

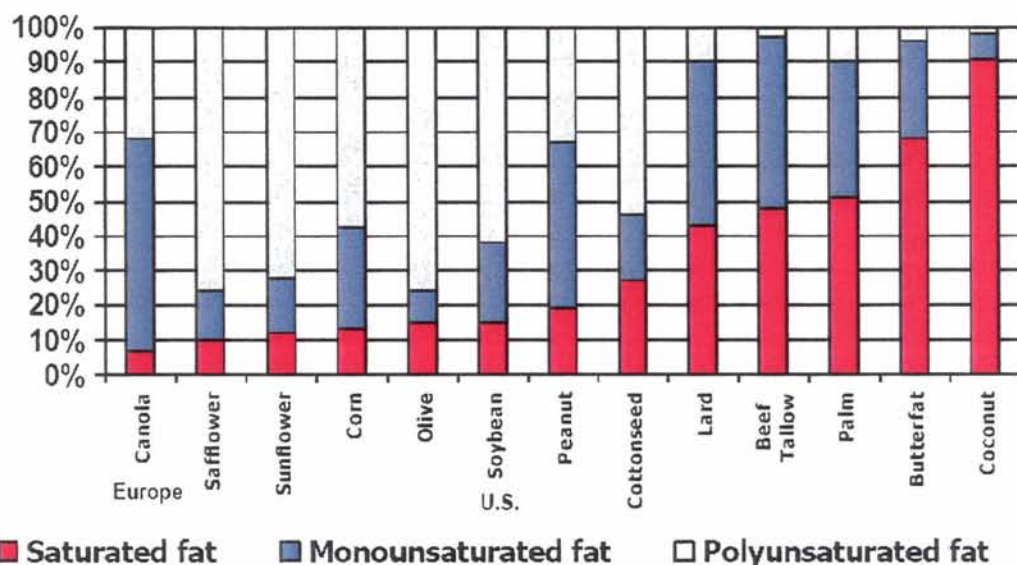
#### Egenskaper med umettet eller mettet fett

Et av de viktigste spørsmålene ved biodiesel i Norge er i hvilken grad man kan oppnå helårsdrift ved forskjellige blandeforhold med diesel. De forskjellige esteres stivnepunkt er bl.a.

avhengig av graden av mettetet i fettsyren. Dess flere umettede bindinger, dess bedre kuldeegenskaper.

Dessverre er det omvendt for en del andre viktige egenskaper, som går på forbrenningsegenskapene. Stor andel mettede fettsyrer (lite dobbel- eller trippelbindinger) gir høyt Cetantall (god tennegenskap), lavere NOx-utslipp i eksosen, samt kortere maksimal oppbevaringstid på produktet. Dess større andel flerumettede fettsyrer, dess større driftsproblemer og slitasje i motordeler / avsetninger i sylindrer etc.

## Composition of Fats and Oils



Utfordringen i dette er at hovedproduksjonen i Europa går i retning av RME (raps, metylester) med stor grad av umettetet, mens man burde bevege seg i retning av dyrefett (lard og beef tallow) og palme-/kokosoljer for å få frem de beste egenskapene som drivstoff, vel å merke på bekostning av kuldeegenskaper.

### 3.6 Biodiesel og smøremidler

Generelt forventes det ikke spesielle problemer med smøremidlene når man konverterer fra mineralisk til lavprosentlig innblanding av biologisk diesel. Det anbefales dog å følge ekstra godt med på smøremidlene den første tiden etter konvertering, da det ikke nødvendigvis er full kompatibilitet på pakningsmaterialer etc. slik at større mengder biokomponenter kan bli innblandet i smøremiddelet enn det man normalt får under drift med vanlig diesel. Denne uttynningen vil redusere smøreevnen, og man ser også for seg muligheten for at det kan oppstå andre reaksjoner mellom tilsatsstoffene i smøremidlene og esteren med redusert kvalitet som resultat.

Ved innblanding av større andeler enn 5 % har man noe erfaring med økt avsetning av forbrenningsrester i motoren. Det anbefales i slike tilfeller å benytte høykvalitets PAO syntetiske smøremidler for forsterket beskyttelse.

### 3.7 Produksjonsvolumer/etterspørsel biokomponenter

Det er sterkt ønsket at man i EU innen 2010 skal benytte minst 5.75 % metylester i autodiesel, noe mye tyder på at Norge etter hvert kommer til å følge. Hovedregelen er at hvert land frivillig skal bygge opp en bioandel av summen av bensin og avgiftsbelagt dieselmarked på 5.75%,

økende med 0.75 prosentpoeng hvert år fra dagens 2%. Dessuten åpner det også for bruk av B100 eller øket mengde av bio-etanol i bensin.

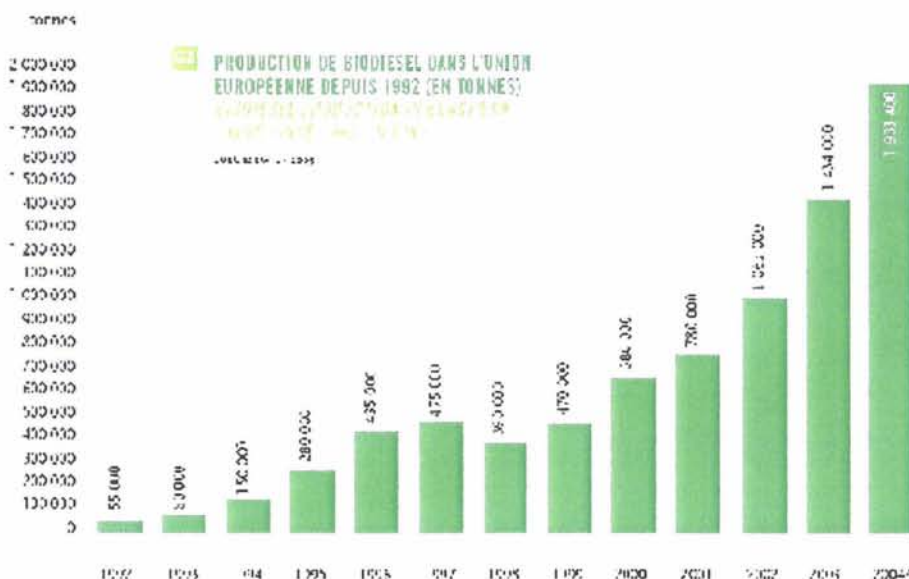
Tyskland er ledende i Europa på produksjon og anvendelse av biodiesel. I 2004 var det nesten 1900 bensinstasjoner som hadde installert egne pumper for biodiesel. Tyskland importerte i 2005 biodiesel for å dekke behovet, et tegn på at det er et stigende behov, og at det ikke uten videre er gitt at Tyskland vil ha metylester til eksport.

Totalt kvantum produsert RME i Tyskland var i 2004:	1,1 mill. tonn
Omsatt som ren biodiesel i Tyskland i 2004	330 000 tonn
Brukt for innblanding i autodiesel.	770 000 tonn
I vårt naboland Sverige er årsproduksjon for 2007 antatt å bli ca.	90 000 tonn
Norsk produksjon av metylester hovedsakelig fra fiskeavfall er ca.	5 000 tonn

I de fleste europeiske land, deriblant Norge, er det i dag allerede tillatt å blande opptil 5% metylester i vanlig autodiesel EN590 som selges på bensinstasjoner.

I Frankrike blandes i dag metylester i vanlig pumpe kvalitet av diesel i den utstrekning som produktet er tilgjengelig.

Av grafen nedenfor fremkommer det at markedet for biokomponenter er i sterk vekst. Biodiesel er et europeisk "fenomen" og det produseres lite estere til drivstoffbruk i andre regioner.



Samlet europeisk biodieselvolum er på ca. 150 mrd liter, dvs. at man innen 2010 skal fremstille 4-5 ganger så mye biokomponent som det samlet ble produsert i 2004. Dette kommer til å kreve betydelig innsats og legge beslag på betydelige landbruksarealer.

## 4. DIESELMARKEDET

### 4.1.1 Norsk produksjon og behov

I Norge betales det ikke kilometeravgift eller CO<sub>2</sub>-/grunnavgift på biokomponenter i diesel, og det er heller ikke tegn på at tilsvarende innføres for bioetanol som vil være den naturligste blandekomponent for bensin.

Det totale norske dieselmarkedet var i 2005 på 2.400 km<sup>3</sup> diesel, hvorav 1.850 km<sup>3</sup> var avgiftsbelagt og 560 km<sup>3</sup> var avgiftsfritt. Av de 1.850 km<sup>3</sup> var 2/3 solgt over bensinstasjonene, – en økning på 8.4% fra 2004. Som referanse var det samlede bensinmarkedet på 2.1 mrd liter, en nedgang på nærmere 4.5% fra året før.

En erstatning av 5% av blankdieselmarkedet med biodiesel tilsvarer i dag 92.5 km<sup>3</sup>, dvs. svært betydelig i forhold til en produksjonskapasitet på 20.0 km<sup>3</sup>. Som import tilsvarer dette 7 vogntog hver dag 365 dager i året. Tas bensinvolumet med i kabalen, skal det norske markedet fremskaffe ca. 200 millioner liter biokomponent pr. år om fire år.

Til sammenligning brukte jernbanene i Norge i 2005 15.500 tonn diesel. 5% innblandet tilsvarer 750 m<sup>3</sup> eller ett vogntog annenhver uke.

## 4.2 Pris på drivstoff

### 4.2.1 Avgifter i Norge

Avgiftsbildet for drivstoff i Norge er ganske oversiktlig. Hovedskillet for mineralske produkter går mellom produkter som belastes med "km-avgift", og de som ikke belastes. Avgiftene er gitt i tabellen nedenfor:

#### NORSKE AVGIFTER (ØRE/L EKS MVA)

Produkt / avgiftselement

<i>Esso Autodiesel, garantert 10 ppm svovel</i>	2002	2003	2004	2005	2006
dieselavgift				292,0	297,0
CO 2 avgift				52,0	53,0
Svovlavgift				-	-
Sum				344,0	350,0

<i>Autodiesel farget, garantert 500 ppm</i>	2002	2003	2004	2005	2006
grunnavgift	38,9	39,8	40,5	41,4	42,1
CO 2 avgift	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0
Svovlavgift	-	-	-	-	-
Sum	87,9	89,8	91,5	93,4	95,1

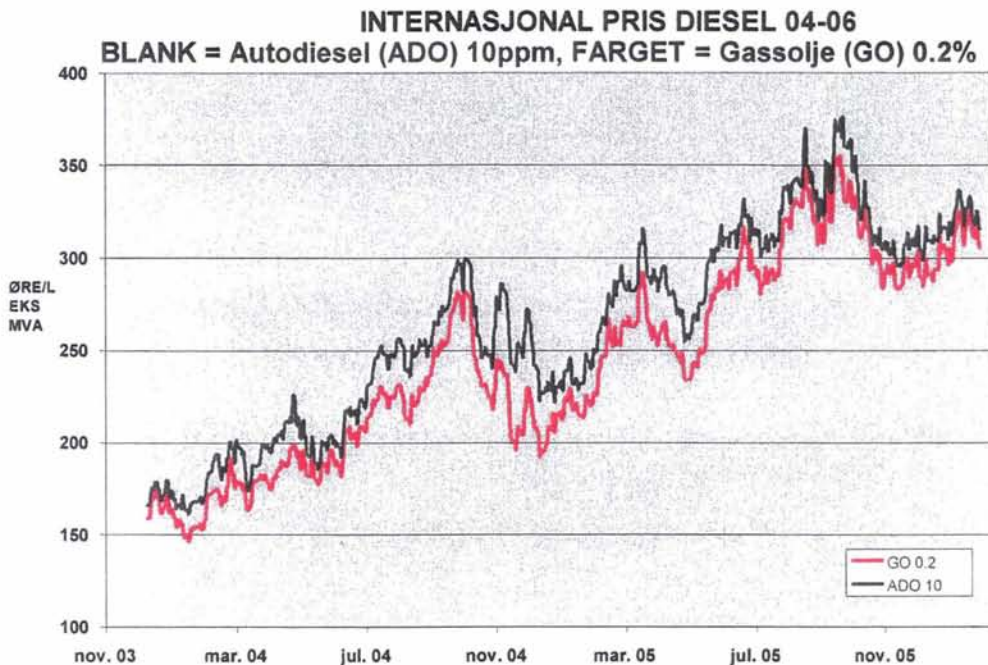
<i>Bensin blyfri 95, 10 ppmfom 2005</i>	2002	2003	2004	2005	2006
bensinavgift	381,0	389,0	396,0	403,0	410,0
CO 2 avgift	73,0	75,0	76,0	78,0	79,0
Svovlavgift	-	-	-	-	-
Sum	454,0	464,0	472,0	481,0	489,0

Avgiftsforskjellen mellom farget og blank diesel er i dag ca. 255 øre/l eks mva. Det var i en periode tilgjengelig diesel med 50 ppm svovel, men grunnet avgiftsbildet selges denne ikke lenger.

### 4.2.2 Internasjonale dieselpriiser (ekskl. avgift)

I grafen nedenfor vises en oversikt over internasjonale produktpriser (cargoleveranser av 30.000 tonn) av autodiesel svovelfri og gassolje 0.2% svovel (nærmeste produkt til farget diesel) for de siste 2 årene. Grafen er omgjort til norsk valuta.

Dette omtales i markedet som Rotterdam-pris eller Platts pris da firmaet Platts (Mc Graw Hill) er den største informasjonsmegler i Europa på hvilke priser som oppnåes i de forskjellige fysiske markeder for gitte produktkvaliteter pr. dag. Oljeselskap, tradere, meglere og større kunder abonnerer på denne informasjonen som gir grunnlag for mange kontraktspriser i markedet, slik også med jernbaneselskapene i Norge sine innkjøpspriser på olje.



Gjennomsnittet for notering av GO 0.2 = 245 øre/l mens tilsvarende for ADO-10-noteringen er 263 øre/l, dvs. ca. 20 øre dyrere.

#### 4.2.3 Pris til jernbaneselskapene

Pris for jernbanesystemet i Norge vil i prinsippet være den internasjonale noteringen + avgift + et mindre påslag for frakt og markedsføring som varierer med leverandør, sted, sesong, produkt og volum.

##### Kalkulert pris

Kalkylemessig bør bruk av 35 øre/l eks. mva. i samlet påslag kunne benyttes. Dette dekker da distribusjon og kvalitetstillegg gjennom året i snitt. Hva de forskjellige selskaper faktisk har i innkjøpspris, oppgis ikke her av konkurransemessige årsaker.

For en farget diesel vil prisen pr. februar 06 være:

Internasjonal pris 310 + avgift 95 + påslag 35 = ca 440 øre/l eks. mva fritt levert.

Tilsvarende for blank diesel:

Internasjonal pris 330 + avgift 350 + påslag 35 = 715 øre/l eks mva.

Jernbaneselskapene betaler ikke dieselavgift i utgangspunktet, slik at de vil måtte få levert en farget utgave av den blanke kvaliteten, f.eks. Esso Tunnel Diesel:

Prisen på denne ville vært 330 + 95 + ca 40 = 465 eller 25 øre høyere enn dagens pris.

Ordinær farget diesel forventes generelt distribuert uten estertilsetning til alle kunder da esterprisen er høyere enn dieselprisen med den laveste avgiftsatsen. Dersom jernbaneselskapene ønsker å få levert en farget diesel med f.eks 5% ester, vil den måtte leveres enten som blank diesel eller oljeselskapet må farge den blanke kvaliteten (noe som er tilfelle med f.eks. Esso Tunneldiesel). Dette skyldes at den blanke dieselen er den eneste som av distribusjonstekniske årsaker er regningsvarende å distribuere med estertilsetning.

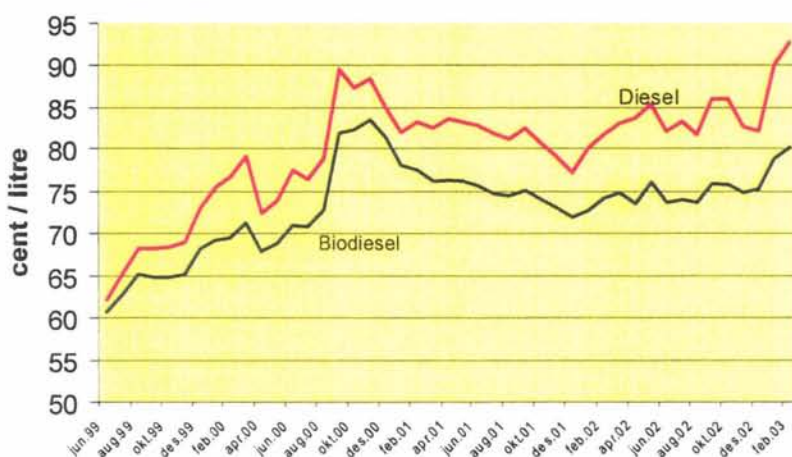
#### 4.2.4 Internasjonal pris biodiesel

I et marked der biodiesel er ansett å skulle erstatte deler av blankdieselmarkedet, vil prisen på biodiesel legges noe under denne i et åpent marked, mens den kan bli hva som helst i et marked der det er påbudt å benytte biodiesel.

##### Mulig prisutvikling

En indikasjon på prisutvikling er gitt i nedenstående graf fra Østerrike. Selv om kostnaden ved å fremstille biodiesel må antas være tilnærmet konstant, følger nettoprisen svært parallelt med pumpeprisen på avgiftsbelagt diesel. Man kan benytte betydelige ressurser på å fremskaffe data på hva det koster å produsere en metylester, men så lenge det er tilnærmet fritt marked i hele området som vurderes, vil kostnadsbildet kun ha noe å si for hvor langt ned biodiesel vil følge ordinær diesel i et fallende marked (antatt at man ikke produserer med tap over lang tid).

**Pump Price Comparison Biodiesel / Diesel  
Germany: June 1999 - February 2003**



#### 4.2.5 Kostnad biodiesel mot farget diesel for jernbaneselskapene i Norge

For jernbanedrift i Norge, der man i det alt vesentlige benytter fargede dieselkvaliteter, antar vi derfor at prisen på biodiesel vil ha en merkostnad i forhold til farget diesel tilsvarende differansen i avgiftene på produktene farget og blank diesel fratrukket en moderat gevinst for å konvertere avgiftsbelagte kunder til bio-blanding. Avgiftsdifferansen ble oppgitt til 2.55 kr/liter i kapittel 4.2.1. det antas derfor en merkostnad på drøyt 2 kr/l eks. mva. for hver liter farget diesel som erstattes med biodiesel.

Ved leveranse av blank kvalitet tilsatt fargestoff, vil det være en prisdifferanse mot farget diesel bestående av 3 elementer:

- Først vil esteren koste mer enn internasjonal pris på dieselen.
- Så vil bruken av 10 ppm blank diesel med fargestoff benytte en internasjonal pris som har vist seg å være noe høyere enn dagens GO 0.2% S-notering, se tidligere graf med ca. 20 øre/l.
- Det tredje elementet er distribusjonen, der distribuering av blank diesel i større grad går til store tanker i forhold til farget diesel. Oljeselskapene har færre trekkpunkter for blank diesel enn farget slik at småkjøring til de mindre tankene, spesielt Jernbaneverket, vil bli noe dyrere enn i dag, anslagsvis 5-10 øre/l.

En 5% innblanding av metylester i avgiftsbelagt diesel tilsatt farge vil anslagsvis koste jernbaneselskapene følgende:

- Metylesterkostnad 5% \* 1,60 kroner + bruk av annen notering 20 øre + distribusjon 5 øre = ca. 33 øre/l eller ca. 5 millioner kroner eks. mva. pr år.

#### **Kostnader ved bruk av 20% ester**

Øker man til generell bruk av f.eks 20% metylester blir kostnadsbildet litt annerledes. Man vil da ikke kunne benytte oljeselskapenes normale distribusjon da disse de første årene ikke forventes å selge biokomponenter til kundespesifikke blandeforhold utenom på spesielt store leveringsteder. Det antas at spesielt Jernbaneverket med sine mange, svært små og godt spredde leveringsteder vil få svært høye kostnader i et slikt prosjekt.

Kostnadsøkningen kan se slik ut:

- Metylesterkostnad 20% \* 1.60 kroner, bruk av annen notering 15 øre (mindre andel diesel) og distribusjon + 15 øre, totalt 62 øre/l eller 10 millioner kroner/år.

I tilfelle med bruk av ren biodiesel vil kostnadsbildet øke med kanskje 1.35 kroner for biokomponent (storkundefordel) mens distribusjonen fortsatt blir ca. 15 øre dyrere, merkostnad nærmere 30 millioner kroner/år, alle tall eksklusive merverdiavgift.

#### **Konklusjon**

I et bilde der oljeprisene øker videre fra dagens antatt høye nivå, og der markedet tilflytes mer biokomponenter enn man i dag ser for seg, kan man komme i en situasjon der biokomponenten prises slik at merkostnaden blir moderat eller til og med snus til å bli en gevinst, slik bildet for avgiftsbelagt diesel er i dag.

For at jernbaneselskapene da skal kunne benytte en slik mulighet raskt, bør man være sikker på at det tekniske utstyret tåler overgangen. Dette er hovedtema i de følgende kapitlene.

## 5. DRIVSTOFF-FORBRUKET VED NORGES JERNBANENETT

De fleste tog i Norge har elektrisk fremdrift. Strømforbruk er for denne undersøkelsen ikke tema. Til fremdrift av dieseldrevne tog benytter jernbanene anleggsdiesel som er avgiftsfri og farget grønn.

- Denne kvaliteten benyttes også til oppvarming av vogner og driften av snørydningsutstyr og annet skinnevedlikeholdsutstyr (såkalt gult materiell).
- Jernbanenes bruk av autodiesel til landeveis kjøretøyer er ikke tatt med i tabellene.
- I oversikten fra NSB er forbruket til en del hjelpemaskineri ført opp sammen med forbruket for persontog.

**Tabell 1: Forbruk av drivstoff ved persontog, NSB**

	Totalt forbruk Mill. liter	Totalt energiinnhold MWh 1)	Miljøavgifter Grunnavgift/ CO <sub>2</sub> - avgift 2) Kr.	Personkilometer (mill. personkm)	Forbruk i liter per personkm
1998	9,60	96 664	4 267 000	343,80	0,03
1999	9,22	92 838	4 097 368	286,63	0,03
2000	8,10	81 634	3 805 607	263,22	0,03
2001	9,00	90 754	7 177 817	266,96	0,03
2002	8,13	81 966	7 148 488	198,7	0,03
2003	8,05	81 160	6 938 342	217,0	0,04
2004	8,02	80 857	7 341 260	270,5	0,03

**Tabell 2: Forbruk av drivstoff ved godstog, CargoNet AS**

	Totalt forbruk Mill. liter	Totalt energiinnhold MWh 1)	Miljøavgifter Grunnavgift/ CO <sub>2</sub> - avgift 2) Kr.	Netto tonn- kilometer(mill. tonn km)	Forbruk liter per tonn km
1998	11,80	119 449	5 251 000	596,70	0,02
1999	10,97	110 600	5 046 251	623,26	0,02
2000	10,17	102 565	7 177 817	568,52	0,02
2001	8,69	87 612	8 127 787	590,33	0,01
2002	8,16	82 269	7 173 871	562,27	0,01
2003	7,20	72 370	6 463 777	510,10	0,01
2004	8,57	86 402	7 842 991	547,96	0,02

Det knytter seg noe usikkerhet til tallmaterialet vedrørende diesel til framføring - dette blant annet fordi det er innkjøpt mengde som gir registreringsgrunnlaget fra fakturaer og ikke reelt forbruk. Dette kan gi unøyaktighet ved store variasjoner i beholdning fra mnd. til mnd.

**Tabell 3: Forbruk av drivstoff for Jernbaneverket**

	Totalt forbruk Mill. liter	Totalt energiinnhold MWh 1)	Miljøavgifter Grunnavgift/ CO <sub>2</sub> - avgift 2) Kr		
2004	1,874	18 893	1 715 025		

Fotnoter tabell 1, tabell 2, tabell 3.

- 1) MWh er beregnet ut fra følgende: Brennverdi for anleggsdiesel og lett fyringsolje = 43,1 MJ/kg. Spesifikk vekt 0,845 kg/liter. Dermed er: 1kWh = 3,6 MJ
- 2) Offentlig pålagte avgifter knyttet til forbruk av fossilt drivstoff



Energiforbruket til fremføring av tog avhenger av togenes vekt og hvordan togene blir kjørt. Mange akselerasjoner og oppbremsninger betyr et ekstra energiforbruk. Jo mer "glidende" et tog kan kjøres, jo mindre er energiforbruket.

Driftssenheten for persontogvirksomheten har nylig installert en treningssimulator som skal brukes i kjøreopplæringen. Opplæring i optimal kjøreteknikk vil da være enklere å gjennomføre, og et program for dette vil bli satt i gang i nær fremtid.

Jernbaneselskapene ønsker å fremstå som miljøvennlige bedrifter. Energiforbruket er en av måleparameterne for driften som oppgis i miljøregnskapene. I tillegg ligger det et betydelig potensial for økonomisk besparelse i et lavt energiforbruk.

## 6. TANKANLEGG OG LOGISTIKK

### 6.1 Generelt om tankanlegg

Jernbaneselskapene i Norge har tilgang til et betydelig antall tankanlegg for fylling av både bane- og veibasert materiell. Tankene fylles av de oljeselskap som til enhver tid har kontrakt for leveranse med det enkelte jernbaneselskap. Generelt er det svært mange små anlegg med moderat gjennomstrømming og noen få mellomstore anlegg med hyppigere oppfyllinger. NSB/ CargoNet har generelt det største forbruk og de største tankene, mens Jernbaneverket har langt de fleste anlegg spredd over hele landet.

#### 6.1.1 NSB og CargoNet med leveranser fra Shell

##### Logistikk

NSB står som eier av tankanleggene. Liste over hvilke steder og hvilken kapasitet disse tankanleggene har, samt hvor de blir forsynt fra, finnes i vedlegg 1.

NSB innhenter regelmessig anbud på levering av diesel til disse tankanleggene. Avtalene om levering av diesel er utformet slik at leverandøren eier beholdningen på dieseltankene og følger opp volumet slik at det er tilstrekkelig med diesel på tankene, samt at diesel har riktig kvalitet (sommer/vinter). Eierskap til drivstoffet skifter i det øyeblikk det fylles over på motorvogn eller lokomotiv.

For å ha full kontroll med volum og fakturering er det telleverk koblet opp mot et kortlesersystem på alle tankanleggene. For å få fylt diesel på rullende materiell må man derfor dra et kort gjennom kortleseren, slå inn koder (tognummer samt individuelt nr. på materiellet). Opplysninger om mengde fylt på materiellet overføres da til leverandøren via modem eller telefonlinje. Dette gir oversikt over dieselforbruk for enkelte tog, materieltypen og de enkelte lokomotiver og motorvogner.

##### Fyllingsanlegg

NSB har moderne tanker med dobbel bunn eller oppsamlingskar under tankene for å forhindre spill til bakken. Tankene er overgrunns, med oppsamlingsystem for eventuelt oljesøl.

Fra tankene går det rør til én eller to fyllestender, alle med to typer slanger for påfylling, enten fyllepistol for arbeidsmaskiner eller Camvaloc kobling for fylling på lokomotiver og motorvogner.

#### 6.1.2 Jernbaneverket med leveranser fra Esso

En oversikt over Jernbaneverkets tankanlegg fremgår av vedlegg 1. Enkelttallene er til dels basert på erfaringstall da forbruket kan variere en del fra år til år, bl.a. avhengig av hvor det til enhver tid foregår utbygging.

Jernbaneverket eier i hovedsak egne tankanlegg. Tankene er i hovedsak små og spredd ut over hele landet. I tillegg får man også direktelevert større mengder til arbeidsmaskiner, både egneide og til utenlandske kontraktører der disse til enhver tid måtte befinne seg på oppdrag i Norge. Alle leveranser faktureres fortløpende etter levering.

Jernbaneverket har pr. i dag ingen komplett oversikt over alle tankanlegg og tilstand på disse. Anleggene hører i hovedsak til det regionvise driftsapparatet som også har ansvar for og kontroll med dette.

Til dekning av Jernbaneverkets behov har man etablert en landsdekkende rammeavtale, anskaffelsen er foretatt i.h.h.t. gjeldende regelverk i staten. Avtalen gjelder t.o.m.16.06.2007, men kan forlenges t.o.m. 2011.

## 6.2 Produktvalg og kostnader

Jernbaneselskapene benytter som tidligere beskrevet farget diesel, som er unntatt dieselvavgift, men belagt med CO<sub>2</sub> avgift og grunnavgift, som sitt hoveddrivstoff.

### Dagens avgiftsregler

Når man snakker om biodiesel blandingsprodukt, er dette i det alt vesentlige basert på markedet for avgiftsbelagt diesel. Prisen på biokomponenten synes å bli satt i markedet ut fra nettopris på avgiftsbelagt diesel. Med dagens regler vil det derfor være svært mye dyrere for jernbaneselskapene å benytte vanlig tilgjengelig biodiesel som alternativ til farget diesel. Se kapittel 4 for detaljer.

### Små tanker krever standardprodukter

Samlet har jernbaneselskapene oppgitt over 80 steder med fylling av diesel, svært mange med små tanker og lite gjennomstrømning. For disse små anleggene vil det være ganske uøkonomisk å benytte andre drivstoffkvaliteter enn standarden som tilbys fra oljeselskapene. Alternativt om man f.eks. skulle velge en 20 % innblanding av biokomponent lokalt, vil det fordele enten at det kommer en tankbil som periodevis fyller bare ca. 1.000 liter bio/dieselblanding på tanken, eller at man har en egen biodieseltank på f.eks. 5 m<sup>3</sup> som man pumper over i hovedtank ved hver tankbilfylling.

Kostnaden ved å etablere en standard 5 m<sup>3</sup> tank med oppvarming og enkel pumpe for å pumpe til dieseltank anslås til 50.000 kroner eks. mva.

Dette vil si at jernbaneselskapene må investere ca. 3 millioner kroner i tillegg til at biodrivstoffet koster ca. 2 kr/l mer enn dagens diesel + merkostnad på ca. 30 øre i distribusjon av 5 m<sup>3</sup> dropp av ren biodiesel. Dette gjelder ca. 1/3 av volumet til selskapene, dvs. en merkostnad på 12-15 mill. pr. år i drivstoff. Det er med andre ord ikke tankene, men drivstoffkostnadene som er mest kostnadsdrivende.

### To store forbrukssteder av drivstoff

Jernbaneselskapene har to store forbrukssteder av drivstoff, Trondheim (Marienborg) og Bodø, med henholdsvis 45 % og 23 % av det samlede forbruk av diesel. Skulle man basere en biodieselleveranse fra Estra, vil den ligge glimrende til for leveranser til Marienborg, mens avstanden til Bodø er såpass lang at distribusjon ikke spiller så stor rolle for valg av leverandør.

Tankekapasiteten i Trondheim er god med 300 m<sup>3</sup>. Skulle jernbaneselskapene forsøke en 20 % innblanding av biokomponent i sommerhalvåret, vil man få optimal distribusjon ved å levere 35 m<sup>3</sup> biokomponent med tankbil rett i hovedtank og ha denne på sirkulasjonspumping for å oppnå jevnest mulig blanding. Enda bedre blanding blir det ved samleveranse av f.eks. 50 % bioblanding hvert 3. lass. Da klarer man å holde ganske jevn blanding uten investeringer.

I Bodø anslås tankekapasiteten på 80 m<sup>3</sup> til å være moderat i forhold til gjennomstrømning. Det vil heller ikke gi forsvarlig transportøkonomi å kjøre 10-15 m<sup>3</sup> biokomponent pr. levering, slik at man anbefaler utplassering av en 40-50 m<sup>3</sup> lett isolert tank med mulighet for elektrisk oppvarming for biokomponent som gradvis pumpes over i dieseltank til ønsket blandingsforhold.

Investeringsbeløp i Bodø anslås til i underkant av 200.000 kroner eks mva. Frakt av biokomponent fra Bjugn, hvor nærmeste potensielle produsent holder til, til Bodø vil koste drøyt 50 øre/l eks. mva. i vogntog, en gang annen hver uke.

Kostnaden ved å konvertere 2/3 av jernbaneselskapene til 20 % biodiesel vil da være 2 kroner \* 20 % \* 12 mill liter + 0.5 kr \* 20 % \* 4.2 mill liter = 5.2 mill kroner/ år. Dette sett oppimot en kostnad beregnet i kapittel 4.2 på 10 millioner kroner for konvertering av hele dieselparken til 20 %, dvs. man får 2/3 av besparelsen for halve kostnaden. Det kan være verdt å forsøke å kjøre en 20 % innblanding i f.eks. 6-8 måneder der man lar vær å benytte blandingen i de kaldeste månedene. Tanken i Bodø kan man uansett ha god bruk for til ordinær diesel om man skulle velge det etter en prøveperiode.

**Sluttkommentar**

En generell kommentar til slutt er at jernbaneselskapene bør vurdere hvor mange tankanlegg man egentlig trenger rundt omkring i landet og samarbeide om bruken av disse, slik at man får færre og større anlegg.

## 7. ERFARINGER MED BODIESEL

### 7.1 Biodiesel for dieselmotorer

Det meste vi vet om bruk av biodiesel og blandinger av metylester og diesel, er knyttet til hurtiggående motorer i personbiler, busser og lastebiler.

Som det fremgår av kapittel 3.7 i denne utredningen, har biodiesel vært brukt i flere land i mer enn 20 år. Det finnes en god del opplysninger om bruk av biodiesel til kjøretøyer både i Asia, USA og Europa. Biodiesel ble tatt i bruk for å redusere import av stadig dyrere parafinsk diesel. I dag er biodiesel mer aktuell for å redusere utslipp av særlig CO<sub>2</sub>, men også av partikler og andre skadelige bestanddeler i avgassene.

Et aktuelt spørsmål er i hvilken grad erfaringer fra landeveiskjøretøyer er direkte overførbare ved vurdering av biodiesel til jernbanedrift.

Dersom det dreier seg om samme type motorer som i veggående kjøretøy, kan erfaringene naturlig nok overføres hva angår vurdering av motortekniske forhold. Dette gjelder spesielt motorer til generatordrift slik som til togoppvarming og Jernbaneverkets motorer i arbeidsmaskiner og skinnertraktorer.

#### Krav til sikker drift

Kravet til sikker drift er ved kjøretøymotorer ikke så strenge som for motorer i tog der et motorhavari kan få større økonomiske og sikkerhetsmessige konsekvenser. Påkjenningen for motorer i lokomotiver er normalt også meget større enn i biler, som for eksempel når et tungt godstog med sakte fart og maksimalt pådrag trekkes oppover en lang stigning. Ved biler er motorbelastningen mer varierende.

Før man begynner med en utstrakt bruk av innblanding av metylester i diesel ved jernbanene, er det nødvendig å foreta en nøye analyse av sikkerheten. Ennå er det ikke nok data tilgjengelig for en slik analyse. Det er derfor naturlig å komme tilbake til dette etter en periode med prøvedrift.

Lokomotiver og motorvogner har motorer som er større og vanligvis mindre hurtiggående enn motorer i landeveis kjøretøyer. Ved kjøretøyer er turtall for maksimal effekt fra 2500 o/min til 4500 o/min, mens de motorene som jernbanene benytter til fremdrift, har turtall fra 900 o/min og sjelden over 2100 o/min.

Krav til rask og sikker tenning er større ved hurtiggående motorer enn ved de med lavere turtall. Et drivstoff med høyere cetantall, eller populært sagt, som selvtenner lettere, kan ved mindre hurtigløpende motorer få merkbart tidligere tenning og dermed større økning av NO<sub>x</sub>-utslipp (nitrogenoksider) enn de mer hurtiggående med samme drivstoff. Dette kan også ha betydning for drivstoff-forbruket som for den sistnevnte gruppen vil bli forholdsvis lavere.

Ved innblanding av metylester i diesel forbedres tennings- og forbrenningsegenskapene og smøreegenskapene. Med bare 5 % innblanding skjer dette også uten at det oppstår problemer i den kalde årstid slik det er fare for med høyere prosentandel.

Et annet spørsmål er forhold vedrørende lagring og transport. Det må understrekes at jernbanene har helt andre forhold angående logistikk og oppbevaring av drivstoff enn landeveis kjøretøyer. Det er derfor ikke bare motortekniske forhold som må tillegges vekt i forbindelse med bruk av biodiesel til jernbanedriften.

#### Skader på motor ved bruk av B100

Det er mange bileiere som ikke benytter biodiesel (B100) fordi de er redde for skader på motoren. Hva angår dieselmotorer med "Common Rail" (elektronisk styrt innsprøyting) er denne frykt berettiget.

"Common Rail"-motorer stiller store krav til renhet av drivstoffet og dermed også tilsvarende store krav til filtrering og flyteegenskaper.

"Common rail"-motorer har til dels meget høyere innsprøytningsstrykk enn konvensjonelle dieselmotorer. Dette betinger at drivstoffet må holde den foreskrevne lave viskositet under alle forhold. Under oppstart og i kaldt vær og ved blandinger over 20 % kan viskositeten bli høyere enn minsteverdien med fare for utillatelig høye trykk som kan skade innsprøytningsutstyret. Avleiringer som reduserer arealet for dyseboringene, må av samme grunn unngås.

Flere bilfabrikanter har modeller som er godkjente for biodiesel/dieselblandinger som oppfyller kravene etter norm EN590. Kravene etter EN 590 er det ikke mulig å tilfredsstillere med 20 % eller høyere metylesterandel.

Det har vært hevdet at alle TDI motorer nyere enn 1996 kan benytte biodiesel. Dette er ikke riktig, det gjelder kun enkelte modeller. Nyere motorer som oppfyller kravene til EURO 4 og EURO 5 med kjølt avgassresirkulasjon for reduksjon av NOx utslipp, skal etter hva som går frem av publisert materiale, ikke benyttes med biodiesel (B100).

Biler som benytter 100 % biodiesel, må i alle tilfeller være godkjent for dette drivstoffet om de skal beholde garantien.

De fleste motorprodusenter har spesialutrustning som gjør motorene egnet til biodiesel. Det er bekreftet at noen nye biler allerede er utrustet med denne. Noen betinger likevel tilsetning av minst 30 % autodiesel ved motorer som har denne spesielle utrustning .

#### **Bruk av diesel med opptil 5 % innblanding**

All erfaring med metylester-/dieselblandinger tilsier at alle biler, også de med "common rail"-innsprøytning, kan benyttes med opptil 5 % innblanding av metylester. Dette bekreftes ved at denne kvalitet tilfredsstiller autodieselstandard EN 590, og at det ikke er krav om å opplyse om mengde metylester i normaldiesel dersom denne er mindre enn 5 %.

Iblanding av metylester i autodiesel er etter opplysning fra oljeselskapene ennå ikke vanlig i Norge. Bare HydroTexaco benytter 2 % metylesterinnblanding. Statoil selger diesel med 2 % metylester i Sverige.

Det er bekreftet ved utallige forsøk og daglig bruk at en innblanding av 5 % metylester i handelskvalitets autodiesel ikke representerer noe problem. Dette burde bety at motorer i jernbanedrift også kan benyttes med B5. Også produsenter av innsprøytningsutstyr som har vært meget restriktive til bruk av metylester, har få betenkeligheter med B5.

DaimlerChrysler uttaler at innblanding av 5 % metylester som holder kravene etter EU-norm EN14214, kan benyttes til alle deres dieselmotorer også dem som ikke er utstyrt til å benytte biodiesel (B100)

Det hevdes også fra produsenthold at en slik innblanding gir bedre tennings- og forbrennings-egenskaper og redusert slitasje. Et argument imot er at drivstoff blandet med metylester øker faren for opptak av vann og stiller større krav til lagring på grunn av aldring.

Som antydnet ovenfor, betyr dette nødvendigvis ikke at mindre hurtiggående motorer i lokomotiver og marine anvendelser kan benytte dette produktet uten at man tar hensyn til drivstoffets spesielle egenskaper.

Det er et viktig moment at EN 14214 stiller krav til kuldebestandighet som varierer med årstiden. I perioden 16.11. til 28.02. er for eksempel kravet til CFPP lavere enn -20 grader C.

#### **Biodiesel basert på animalsk fett**

Biodiesel (B100) er i ferd med å bli en akseptert og i noen land mye brukt drivstoffvariant for biler. Biodrivstoff som er produsert etter EU norm EN 14214, er ennå i dag et produkt som er produsert av vegetabilsk olje, i Europa mest av rapsolje. Biodiesel laget av animalsk fett er ennå ikke blitt godkjent ifølge EU-standarden.

Dette kan være et viktig tema når behovet for biodiesel øker og det ikke kan produseres nok vegetabilsk olje. For Norge, som ikke har nevneverdig produksjon av raps, ville bruk av marint eller animalsk fett være en ønskelig ressursutnyttelse.

Det er mange lastebileiere i trondheimsområdet som benytter biodiesel fra Estra. Det er biodiesel laget av fiskeolje. Tamnes transport A/S på Røros har ca. 20 lastebiler i drift på B100 om sommeren (april – sept). Høst og vår blandes biodieselen ut med autodiesel til B50. Om vinteren benyttes ublandet autodiesel. Det har ifølge Tamnes transport A/S ikke oppstått skader som kan føres tilbake til drivstoffet.

Bruk av metylester laget av animalsk fett er i fokus. Et større transportfirma (Rethmann-gruppen) har for ca. 800 av totalt 2800 kjøretøyer, etter en lengre testperiode med 20 kjøretøyer fra DaimlerChrysler, fått aksept for å benytte biodiesel produsert på dyrefett for bestemte motortyper.

## **7.2 Biodiesel til jernbanemotorer**

Det er begrenset med opplysninger som er funnet om erfaringer vedrørende bruk av biodiesel eller metylester-/dieselblandinger til fremdrift av tog.

Denne påstand bekreftes i en publikasjon for "Transportation Development Centre" "Biodiesel as a Locomotive Fuel in Canada" av Robert Dunn ENR. (5). Det bemerkes i avsnitt 3.2 at "there is limited biodiesel experience with medium speed diesel engines". Vedkommende undersøkelse ble utført i 2003, og det er i forbindelse med den foranliggende rapport heller ikke funnet mange nye, relevante publikasjoner om emnet.

### **South West Research Institute**

En rapport fra mai 2004 fra South West Research Institute rapporterer sammenlignende tester for avgassutslipp med to typer dieseloljer og de samme med 20 % tilsetning av biodiesel (1). Testene ble utført på en type motorer som er sammenlignbare med motorer som er montert i Di 3, EMD 567 og den samme som i Di4, EMD 645. Det dreier seg om totaktsmotorer på ca. 2000 kW ved et turtall på 900 o/min. Resultatene viser noe lavere utslipp av CO og HC, men med 5-6 % høyere utslipp av NOx.

Den maksimale effekten ble målt til opptil 2 % lavere med 20 % innblanding av biodiesel enn med ren diesel. Drivstofforbruket ble registrert som det samme som for ren diesel. Ved denne motoren ble det ikke registrert signifikante forskjeller i partikkelutslipp.

Ved totaktsmotorer av denne type består partikkelutslippet hovedsakelig av forbrent smøreolje og i mindre grad rester fra drivstoffet. Dieseloljen som ble benyttet, hadde i forhold til norsk miljødiesel meget høyt svovelinnhold. Dette forhold kan være en forklaring på at partikkelutslippet var forholdsvis høyt. At partikkelutslippet med 20 % metylester ikke ble redusert, er overraskende.

Det ble ikke rapportert skader eller driftsmessige uregelmessigheter under testen som dessverre ikke varte lenge nok til å kunne betegnes som en langtidstest.

### **Prignitzer Lokomotiv-& Waggonbau GMBH - erfaring med ubehandlet planteolje**

Prignitzer Lokomotiv-& Waggonbau GMBH (PLW) rapporterer at de fra 1999 har utført tester med en totakts langsomtgående dieselmotor, antakelig med ubehandlet planteolje. Disse forsøkene ble innstilt på grunn av mange problemer (6). Problemene med bruk av ubehandlet planteolje er godt kjent og består av at det dannes avleiringer i motoren og på dysene. Kuldeegenskapene er også meget dårligere enn ved esterifisert planteolje. I en tidlig fase ble dieselmotoren i en skinnebuss fra PLW (VT798) konvertert til ren planteolje etter systemet som Elsbett har utviklet. En Elsbett motor (7) er ombygd til å kunne benytte ikke-esterifisert planteolje

Slik ikke-behandlet planteolje er ikke aktuelt for Norge på grunn av norske temperaturforhold og flere negative, tekniske forhold, bl.a. er tilgjengelighet en viktig faktor. De fleste motorfabrikanter avviser kategorisk bruk av ikke-esterifisert planteolje.

Det nevnes også forsøk med MB 835 motorer. Motorene som ble brukt i de kjente Tyske V200-lokomotivene, ble benyttet med ekstra drivstofftanker plassert utenfor lokomotivets motorrom og med omkobling til diesel før stopp og i kaldt vær. MB 835 er en eldre, lite "drivstoffkresen" forkammermotor med gammel teknologi som i dag er uaktuell. Det foreligger ikke opplysninger

om erfaringer med denne prøvedriften, men av en pressemelding kan det forstås at lokomotivene nå er tatt ut av trafikk.

**Forsøk med motorer som benyttes i Norge**

Prøvedrift er imidlertid satt i gang med 2 MTU 6R 183, men heller ikke for disse foreligger det tilgjengelige data og erfaringer. Det opplyses per telefon at det ennå ikke forefinnes rapport.

Forsøkene med MTU 183 er interessante ettersom dette er en motortype som NSB har et antall på 28 av i motorvognsettene BM92, hvor det er 2 slike pr. sett.

CargoNet har flere lokomotiver med Caterpillar (18 stk. type 3516 DI-TA). Regionbahn Bielefeld GMBH (RBB), opplyser i en pressemelding at de har hatt prøvedrift med biodiesel på CAT type 3412 sammen med Zappelin Power Systems siden juni 2004. CAT 3412 er mindre enn 3516 og har elektronisk styrt innsprøyting. Det har ikke lyktes å få resultater fra denne prøvedriften i skrivende stund.

Det er interesse for bruk av biodiesel ved flere jernbaneselskaper, men det er lite informasjon som kan benyttes direkte i diskusjonen om bruk av biodiesel til jernbanene i Norge. Det foreligger ikke meddelelser som tyder på prøvedrift med biodiesel i Sverige. En henvendelse til SJ ga negativt svar.



## 8. FORUTSETNINGER FOR OG GENERELLE KRAV TIL DRIVSTOFF FOR JERNBANENE

Drivstoffkvaliteten er for motorer i enkelte bruksområder spesielt viktig for sikkerheten. Om ikke viktigheten for sikker motordrift ved jernbanene kommer opp mot kravene til fly og marin anvendelse, er det også for jernbanene av servicemessige og økonomiske årsaker særdeles viktig å sørge for at togene kommer rutemessig frem. Stabil drift har imidlertid også ved jernbanene i høy grad et sikkerhetsmessig aspekt.

De følgende forutsetninger ved anvendelse av biodrivstoff kan sies ikke bare å gjelde for jernbanedrift, men er også generelle krav som er tatt med for å gi en samlet oversikt.

### 8.1 Brukerkrav

#### Samme drivstoffkvalitet for alle motorer

Ved jernbanene finnes et større antall motorer av forskjellige typer og fabrikat herunder både to- og firetaktsmotorer (Oversikt i vedlegg 2). Motorer i tog og gult materiell (vedlikeholdsmaskiner), benytter i dag alle det samme drivstoffet. Dette er nødvendig for å holde driftskostnadene så lave som mulig.

Det at bare én type drivstoff foretrekkes, betyr ikke at bruk av biodrivstoffer for enkelte tog ikke er mulig, men å introdusere flere typer drivstoffer ville medføre økte kostnader og nye utfordringer til transport og lagring. Det er også et moment at flere typer drivstoff kan gi muligheter for feilfylling.

Det er en naturlig konsekvens av dette at man søker en løsning som tillater en å holde fast ved at man i det minste innen områder kan benytte samme drivstoffkvalitet for alle motorer. Problemet er at ved jernbanedrift må mange av de enhetene som inngår, også kunne benyttes utenfor enhetenes vanlige område.

#### Effekt og forbruk

Lokomotivmotorer har normalt ikke stor effektreserve. Vekten av en motor er en viktig parameter ved motorvalg fordi den i stor grad er med på å øke et lokomotivs totalvekt og mulighet til å tilfredsstille krav til maksimal aksellast for skinnegangen.

Lavere effekt betyr mindre fart, spesielt i stigninger, og/eller redusert maksimal tillatt togvekt på grunn av manglende trekkraft.

Det hevdes med tyngde fra motorprodusenthold at ved bruk av biodiesel med lavere brennverdi enn diesel er en oppjustering av en motor til å yte samme effekt som med petroleumdiesel ikke tilrådelig. Dette henger sammen med uønsket høyere belastning på innsprøytningsystemet på grunn av et økt volum av drivstoff som må sprøytes inn i sylindere per slag, og i noen grad også at motorene benyttes med vanlig diesel som for eksempel ved lavere temperaturer. I et slikt tilfelle vil motoren kunne bli overbelastet.

#### Vedlikehold

Vedlikehold koster penger. Bruk av biodiesel og høyere metylester-/dieselblandinger gir økte vedlikeholdsutgifter, spesielt i den første perioden der man kan forvente at tidligere avleiringer løser, og fordrer hyppigere skifte av filtre etc. Merutgiftene øker med mengde innblandet metylester.

Det er ikke alltid problemfritt å veksle mellom ren dieseldrift og bruk av biodiesel eller biodiesel-/dieselblandinger. Det er et viktig argument at metylester løser avleiringer, noe som kan føre til tette filtre og andre problemer med drivstofftilførselen.

Metylester er et tyngre produkt med gjennomgående høyere fordampningstemperatur enn diesel. Ved oppstart og ved lavere temperaturer er det større tendens til kondensering og forurensning av smøreoljen. Dette kan medføre krav om hyppigere smøreolje- og oljefilterskift. Erfaringsmessig er hyppigere bytte av drivstoffiltre nødvendig for å unngå fare for blokkering av drivstofftilførselen.

### **Instabilitet ved lagring og bruk**

Metylester inneholder ca. 11 % oksygen som kan forårsake oksidasjon også i tette beholdere uten tilgang på luft, og kan ikke lagres så lenge som diesel uten at det blir degradering og avleiringer. Dette forhold er temperaturavhengig og meget avhengig av kvaliteten på metylesteren. For både mineralsk og biologisk diesel er det viktig at lys i minst mulig grad slipper til. Lys forsterker nedbrytingsprosessene kraftig.

Maksimal lagringstid er avhengig av flere forhold, spesielt temperatur og blandingsforhold med diesel. Det anbefales å unngå lagring av biodiesel (B100) lengre enn 6 måneder ved vanlig utetemperatur, noe avhengig av produktkvalitet/råvarevalg. Blandinger med diesel kan lagres lengre. Opptil ett år skal være mulig for B20, men kvaliteten på metylesteren er som sagt meget viktig. Det er forholdet mellom mettede og umettede bestanddeler i metylester som er avgjørende (umettet fettsyre har bedre kuldeegenskaper). Dette er det gjort nærmere rede for i kapittel 3. På grunn av instabiliteten er det fare for avleiringer i områder med høy temperatur også på motorers komponenter, som for eksempel på innsprøytningsdysene.

### **Forbrenningsegenskaper**

Metylester gir raskere og bedre forbrenning og gir bedre forhold med hensyn til slitasje i motoren og, under normale forhold, på innsprøytningsystemet. Ved bruk av ren biodiesel og høyere blandingsforhold gir det miljømessige fordeler å tilpasse motoren til det høyere cetantall av hensyn til NOx utslipp. Det er lite å finne i litteraturen om oppnådde fordeler med fintrimming av innsprøytningspunktet, muligens fordi motorene også parallelt skal kunne benyttes med ren diesel. Det siste bør undersøkes nøyer for motorer som det eventuelt er aktuelt for.

Drivstoffiltrering er for noen motorer et problem ved overgang til biodiesel - dette på grunn av høyt innsprøytningsstrykk. Kaldstart er mer kritisk ved drivstoff med metylester enn for ren petroleumdiesel. Høy viskositet ved lave temperaturer gir større påkjenning på innsprøytningsutstyret. Særlig utsatt er moderne dieselmotorer med elektronisk kontrollert høytrykksinnsprøyting. (eks. "Common Rail dieselmotorer")

### **Kuldeegenskaper**

Biodiesel har høyere viskositet enn ordinær diesel, særlig ved lave temperaturer. Blandinger med 5 % EU-godkjent metylester i diesel er på grensen til å overskride kravene til EN 590. Kravene til EN 590 er imidlertid jernbanene og andre storforbrukere ikke bundet av.

I Tyskland rapporteres, som nevnt i (4), at 10% rapsmetylester i diesel (B10) er mulig der. I USA har lokomotiver med totaktsmotor vært testet med B20. Rapport foreligger ikke om langtidserfaring (1).

Metylester med spesifikasjoner som fyller kravene til EN14214 skal også innfri de spesielle krav til kuldebestandighet avhengig av årstid. (se også 5.1)

## **8.2 Mulige scenarier for anvendelse av biodiesel til tog**

Følgende muligheter for utnyttelse av biodiesel kan tenkes:

- Ren biodiesel (100% metylester)
- Blanding med mer enn 5% i diesel (for eksempel fra 20 til 30 %)
- Lav prosentblanding metylester i diesel (opptil ca. 5 %)

Hvilke motorer skulle kunne drives med de ovennevnte kvalitetene?

- Alle motorer med samme drivstoff
- Samme drivstoff innen enheter eller grupper av motorer
- Utvalgte motortyper på diesel blandet med metylester.

Tar man hensyn til argumentene fra tidligere i rapporten, er følgende kommentarer nærliggende:

### **8.2.1 Ren biodiesel mot oppblanding**

#### **Biodiesel (B100)**

Biodiesel aldres ved oksidering lettere enn tungolje og vil følgelig være vanskeligere å lagre enn tungolje, men har langt bedre forbrenningsegenskaper. Det er motorteknisk ikke noe til hinder for å tilpasse drift med ren biodiesel også for jernbanemotorer, men det er tungtveiende argumenter imot.

Rent motorteknisk er god kvalitetsbiodiesel et utmerket drivstoff, men høy viskositet ved lave temperaturer gir tendenser til blokkering av drivstofftilførselen. Om vinteren vil bruk av dagens biodiesel som eneste drivstoff være vanskelig, for ikke å si umulig. Dette alternativet kunne bare realiseres hele året i spesielle tilfeller og bare ved enkelte motorer.

Bruk av 100% biodiesel ved jernbanene i Norge kunne bare realiseres med to drivstoffsystemer i togene (lokomotivene), slik at man hadde mulighet for å koble over til diesel ved lave temperaturer og ved lengre opphold, slik at motoren kunne startes med petroleumsdiesel og kjøres varm i kaldt vær på diesel. Biodieseltankene og drivstoffsystemet måtte ha oppvarming. Slike to-tankssystemer er vanlige for skipsmotorer som går på tungolje.

Det er likevel ikke til å unngå innblanding av petroleumsdiesel om vinteren.

På grunn av faren for feilfylling synes ren biodiesel heller ikke å være et valgbart alternativ for enkelte enheter eller utvalgte motorer ved jernbanene.

B100-alternativet er ikke diskutert videre som mulig ved jernbanene, men er i den senere fremstilling brukt som et sammenligningsgrunnlag ved vurdering av miljøkonsekvenser ved bruk av innblanding av biodiesel i diesel fordi B100 miljømessig representerer det best mulige alternativet.

Bruk av biodiesel ved jernbanen er altså etter dette begrenset til å være blandekomponent i diesel.

#### **Diesel med mer enn 5% metylester**

Generelt kan sies at blandinger med mer enn 5-8 % metylester ikke vil tilfredsstille gjeldende krav til autodiesel hele året med dagens kvaliteter. Storforbrukere som jernbanene er ikke forpliktet til å følge EN590, men kan velge andre spesifikasjoner. B20 (soya) er testet ved jernbanene i USA, og det er ikke kommet frem negative opplysninger som tyder på at det teknisk er noe til hinder for å bruke dette drivstoffet der. Dessverre er det ikke opplysninger om langtidsdrift.

Med B20 til alle tog måtte man i Norge bruke lavere innblanding under den kalde årstiden dersom tankoppvarming skulle unngås.

Det ville heller ikke være noe prinsipielt nytt for jernbanene å endre sammensetningen av drivstoffet om vinteren. Som kjent tilsettes noen steder parafin i vinterdieselen for å senke CFPP-verdien ved lave temperaturer i noen distrikter.

Diesel med 20 % metylester (B20) kan benyttes hele året ved spesielle togstrekninger og for de fleste motorer om sommeren, men altså neppe som helårs drivstoff for alle motorer ved jernbanene både i nord og sør.

#### **Diesel med mindre enn 5% metylester tilsetning**

Diesel med tilsetning opptil B5 synes motorteknisk uproblematisk, og kan innføres som generelt drivstoff for alle dieselmotorer ved jernbanene. Ved å gå over til generell bruk av lav-prosent innblanding kunne man benytte øket volum av biodrivstoff ved om sommeren å benytte B20 for enkelte tog på valgte strekninger.

Ved innføring av B5 kunne man unngå etablering av nye tankanlegg og beholde distribusjonssystemet for drivstoff stort sett som i dag, hensyn dog tatt til at man sannsynligvis må benytte en farget utgave av blank diesel (autodiesel) for å få kommersiell tilgang til blanding med biokomponent ferdig tilsatt.

### 8.2.2 Sammendrag av alternativene

#### Bruk av biodiesel uten innblanding ikke egnet

Biodiesel uten innblanding av mineralsk diesel (B100) er ikke egnet til generell bruk for fremdrift av tog på grunn av for høy viskositet under norske forhold.

#### Samme kvalitet drivstoff til alle tog

Det er som nevnt tidligere i overensstemmelse med EU 590 å blande inn opptil 5% metylester i diesel levert til bensinstasjoner i Europa og dermed også Norge.

Den driftsmessig beste av de mulige scenarier som er nevnt ovenfor, er om alle jernbanenes motorer ble drevet med samme drivstoff. Dette vil kunne være et alternativ uten store omkostninger til nye tankanlegg og uten fare for feilfylling - noe som ville være tilfelle med parallelle tanker med drivstoff av forskjellig kvalitet.

Ønske om å bruke en viss del biodiesel ved jernbanedriften vil enklest kunne innfries ved at man går over til B5 i alle jernbanenes dieselmotorer.

5 % metylester i diesel som leveres for eksempel til NSB og CargoNet i Trondheim, betyr utnyttelse av ca. 900.000 liter metylester på årsbasis eller ca 13 % av Estras produksjon av metylester produsert på fisk og slakteavfall. Tallene er basert på forventet forbruk og produksjon i 2006. Bruk av metylester produsert på animalsk/marint fett forutsetter forutgående tester. Andelen forbruk av metylester kunne økes ved å gå over til B20 om sommeren.

#### Biodiesel blandinger bare for utvalgte motorer og spesiell type trafikk

Dersom man ønsker å benytte innblanding av biodiesel for bare et utvalg av motorer, måtte det aksepteres at det ble plassert spesielle tanker på de steder drivstoff må fylles i tillegg til de allerede eksisterende tanker.

Dette ville gi større fleksibilitet og mulighet for å øke prosentandelen ut over 5 % avhengig av motortype. Ved en slik ordning kunne man også tenke seg bruk av høyere iblanding av metylester om sommeren.

Som sagt er det en fare for feilfylling, men det åpner for muligheten for at enkelte motorer kan benytte ren diesel. Motorer som mot formodning helst ikke skulle benytte B5, vil uten problemer kunne benyttes parallelt.

Tog som går på "tunge" strekninger der man ikke så lett kan akseptere reduksjon av effekten, kan være et tilfelle der man ønsker å unngå mye metylester blandet i diesel. Metylester har som kjent lavere brennverdi enn diesel, noe som fører til redusert effekt avhengig av tilsatt mengde. Slike spørsmål kan best besvares ved prøvedrift.

Ved høyere innblanding enn B5 i ekstratanke kan motorene optimaliseres med hensyn til tenningsinnstilling og dermed gi reduksjon av NOx-utslipp som ellers har en tendens til å øke med tilsetning av biodiesel. Dette skjer på grunn av bedre tenningssegenskaper og dermed tidligere og raskere trykkutvikling i sylindren.

Det er som sagt synspunkter mot å introdusere bruk av B20 for enkelte utvalgte tog på grunn av mulige logistikkproblemer, men det er ikke funnet tekniske grunner for at det ikke kan gjøres.

### 8.3 Behov for tekniske endringer på motorer og vedlikehold

Det er ikke vanlig å foreta endringer på motorenes innstillinger ved bruk av metylester eller metylester-/dieselblandinger. En av årsakene er at de fleste motorer også benyttes med ren diesel, og at det derfor er upraktisk å foreta endringer på motorene.

Det er prinsipielt det samme forholdet som ved bensinmotorer som også benyttes for LPG. Det hadde vært en stor fordel for LPG-drift å kunne tilpasse motorene til LPG, men da hadde motorene vært uegnet for bensin.

#### **Drivstoffsystem og tenning**

Ved bare 5 % metylester i diesel er behovet for omstilling ikke like stort som ved for eksempel bruk av B20. For medium speed motorer er tenningsinnstillingen viktigere enn for de små hurtigløpende.

Tenningsinnstillingens betydning er et av de forhold som ønskes utredet videre under en eventuell videreføring av prosjektet i 2006/2007.

Gummislanger og pakninger som ikke er egnet for metylester, har kortere levetid. Det er derfor selv ved B5 nødvendig at dette forholdet undersøkes nærmere.

Et forhold som er meget viktig, er at metylester ikke er like bestandig som diesel, og at metylester kan løse opp gamle avleiringer i drivstoffsystemet. Begge disse forhold kan uventet tette til motorens drivstoff-filtre. Kravene til renhold av tanker øker med bruk av metylester. Kontroll med, og eventuelt oftere bytte av drivstoff-filtre, er nødvendig.

#### **Smøreolje**

Metylester er en tyngre komponent som spesielt ved kald motor kan føre til uttynning av smøreoljen. Kontroll med smøreolje er alltid viktig og spesielt når man bruker metylester eller metylesterblandinger. Oljeanalyse som i dag er viktig for vurdering av behov for oljeskift, må utvides til å avdekke uttynning av komponenter fra metylester.

Krav til smøreoljekvaliteten var, da metylester ble tatt i bruk for over 20 år siden, viet stor oppmerksomhet. I dag er oljekvaliteten jevnt over så bra at dette problemet ikke i samme grad er til stede.

Før en eventuell prøvedrift er innflytelse på smøreoljen likevel et av flere viktige punkter som må undersøkes nøye. Kravene til sikker drift er som sagt meget høyere ved jernbanemotorer enn ved person- og lastebiler.

## 9. KONSEKVENSER VED BRUK AV BIODRIVSTOFF TIL TOG

Det er vist ved et stort antall tester at biodiesel er et miljøvennligere drivstoff enn petroleumdiesel. Bruk av biodiesel begrenses imidlertid ennå av for liten produksjon og vil neppe kunne økes i ønsket utstrekning før en aksept av norskprodusert biodiesel er til stede. Det vises til opplysninger i kapittel 10.2.

I dette kapittel skal vi se nærmere på konsekvenser det ville få for jernbanene å benytte biodiesel og blandinger av biodiesel og petroleum diesel til tog. De miljømessige fordeler som den noe begrensede mulige bruk av biodiesel ville medføre, er forsøkt vurdert i forhold til de økonomiske konsekvenser som bruken vil ha for jernbanedriften.

Det ble i kapittel 8.2 trukket fram tre mulige senarier for bruk av biodiesel:

- Ren biodiesel (100% metylester eller B100)
- Blanding med mer enn 5% i diesel (for eks. 20%)
- Lav prosent blanding biodiesel i diesel (maksimalt 5%)

Som nevnt i kap. 7.2 er det funnet et begrenset antall publikasjoner som omhandler jernbanerelatert bruk av biodiesel. Disse har ikke gitt tilfredsstillende opplysninger om bruk over tid. Det synes derfor nødvendig å ha en prøveperiode for å få erfaring for om og i hvilken grad det er tilrådelig å benytte blandinger av metylesterdiesel for motorer til jernbanene i Norge. Det er ikke bare motortekniske forhold som må vurderes, men også lagring og transport.

Produsenter av innsprøytningsutstyr til dieselmotorer; Bosch og Lucas, stiller EU norm EN 14214 som minstekrav til kvaliteten på metylester og krever at blandingen med parafinsk diesel skal oppfylle samme krav som til diesel EN 590 (autodiesel). Disse kravene gjelder imidlertid bare for autodiesel solgt ved bensinstasjoner.

Årsaken til at bare planteoljer klarer kravene etter EN 14214 er som tidligere nevnt at andre råstoffer har for stort innhold av mettet fett som fører til dårligere kuldeegenskaper. Storforbrukere som jernbanene kan velge å avvike fra EN normene, men det vil neppe bli gjort uten en vellykket prøvedrift og aksept fra motorprodusenten.

Det er mye som tyder på at bruk av lavinnblanding av metylester i diesel ikke representerer et problem for motorer ved jernbanene, men spørsmålet må tas opp med motorleverandørene spesielt i tilfelle garantikrav skal kunne gjøres gjeldende.

Spørsmålet gjelder i høy grad også kvalitet og kvalitetskontroll ved produksjon av den tilgjengelige metylester.

### 9.1 Vurdering av alternativene for bruk av biodiesel fra kapittel 8.2

#### 9.1.1 Ren biodiesel til alle tog

Det er ikke mulig å benytte biodiesel (B100) for alle tog hele året i Norge. Det er flere grunner for det.

- ÷ Motorene må tilpasses og være godkjent for metylester. Det betinger to lagertanker, oppvarming av tankene og drivstofftilførselen.
- ÷ Redusert maksimal effekt på ca. 7 – 12 %
- ÷ Anvendelse av 100% biodiesel (B100) er mulig i sommermånedene, men med kostbar additivering og oppvarming under lagring.
- ÷ Biodiesel aldres, det oppstår dermed problemer med lagring særlig i store tanker over lengre tid.
- ÷ Det er ikke nok biodiesel tilgjengelig
- + Bare én type drivstoff for alle motorer er et ønskelig mål for enklest og billigst mulig drift.

Som nevnt i kap. 8.2 er alternativet likevel med som et sammenligningsgrunnlag for de videre vurderinger.

### 9.1.2 Ren biodiesel (B100) for utvalgte motorer og strekninger

Saken kan utredes i forbindelse med en mulig videreføring av arbeid med innføring av biodiesel ved jernbanene i 2006. Det vises til beskrevet aktivitet i vedlegg 3.

Følgende punkter til ettertanke:

- + Motorene må tilpasses metylester som ovenfor
- + Redusert effekt
- + Biodiesel og petroleumdiesel måtte brukes parallelt. Dermed er to typer lagertanker og fordyrende parallell transport av drivstoffer nødvendig
- + Muligheter for feilfylling
- + Motorer som er spesielt egnet, kunne benyttes med bare biodiesel og tilpasses for det
- + Fleksibel drift

### 9.1.3 Blanding med mer enn 5% i diesel (for eksempel B20, dvs.20%)

Tilgjengelige opplysninger om metylester-/dieselblandinger under 50/50 tyder på at det å benytte B20 til tog kunne gjennomføres uten tekniske problemer. B20 vil i mange tilfeller i noen motorer kunne benyttes hele året, men man måtte sannsynligvis velge en obligatorisk lavere blande prosent i vintermånedene.

For alle motorer gjelder, uansett blande prosent, krav om bestandighet for metylester og klargjøring med hensyn til garantiansvar for nyere materiell.

Også ved B20 ville oppvarmede tanker eller en videre uttynning med diesel i noen distrikter være nødvendig i den kalde årstid. Oppvarming av drivstoffet før start ville i noen tilfeller være nødvendig.

I dag synes problemene med tilgang å være avgjørende. Det synes å være en forutsetning at norskprodusert metylester basert på fiskeavfall og kjøttavfall måtte kunne tas i bruk.

### 9.1.4 Lavprosent blanding av biodiesel i diesel (under ca. 5%)

Alle land i Europa, inklusive Norge, har ved gjeldende norm EU 590 for autodiesel tillatt å blande opptil 5 % metylester i diesel. To norske oljeselskaper blander i dag 2 % metylester i diesel: HydroTexaco og Statoil, dog selger Statoil ikke dette produktet i Norge, kun i Sverige.

Det må antas å være relativt uproblematisk for jernbanene å benytte opptil 5 % metylester i anleggsgdiesel som jernbanene benytter i dag. Etter de opplysninger som foreligger er det også uproblematisk å bruke ren anleggsgdiesel og anleggsgdiesel med 5 % metylester om hverandre. Dermed skulle en overgang til 5 % blanding kunne gjøres suksessivt og over tid alt etter som det passer med distribusjon og tilgang innen distriktene.

Som ovenfor nevnt bør alle jernbanemotorer som benytter diesel med metylestertilsetning være godkjent for det av motorprodusenten. Man kan ikke utelukke at også 5 % metylester vil kunne innvirke på levetiden til noen gummielementer i motoren dersom disse ikke er bestandige mot metylester.

## 9.2 Forbruk av diesel ved Norges jernbanenett

Forbruket av anleggsgdiesel var på totalt på 18.464 mill. liter for jernbanene i Norge i 2005 og er fordelt på de forskjellige aktørene som følger:

- |                     |                   |                 |
|---------------------|-------------------|-----------------|
| • NSB               | 8.020 mill.liter  | eller 6712 tonn |
| • CargoNet + Narvik | 8.570 mill. liter | eller 7173 tonn |
| • Jernbaneverket    | 1.874 mill. liter | eller 1568 tonn |

### 9.3 Behov for biodiesel ved de tre valgte scenarier

I tabellen nedenfor vises en oversikt over omtrentlig forbruk av diesel og metylester ved de tre valgte blandingsforhold av metylester i diesel, 20 % (B20), 5 % (B5) og 2% (B2), samt for 100 % (B100). 100 % er tatt med for å illustrere utslipp av CO<sub>2</sub> i forhold til de øvrige.

Merforbruk på grunn av den lavere brennverdi på biodiesekomponenten er tatt med. Det er også tatt hensyn til noe bedring av virkningsgraden til en motor ved iblanding av metylester. Det vises til SFT- rapporten fra arbeidsgruppen for biodrivstoff (8).

Det er nødvendig å ta hensyn til CO<sub>2</sub> –utslippet under produksjon av metylester. Dette utslippet er størst ved bruk av planteolje ettersom den produseres av planter som dyrkes spesielt, og mindre ved avfall fra fisk eller dyr.

Beregninger av CO<sub>2</sub>-utslipp for metylesterblandinger er usikre fordi CO<sub>2</sub>-utslippene er avhengige av type energibærer som benyttes. I tabellen nedenfor for anslag av CO<sub>2</sub> -utslipp er det lagt til grunn at metylester (B 100) produserer totalt 0,8 kg CO<sub>2</sub> per kg drivstoff som forbrennes i motsetning til 1 kg diesel som i gjennomsnitt gir 3.16 kg CO<sub>2</sub>. Dette er forsiktige anslag på 74 % reduksjon i forhold til diesel. Det er ikke tatt hensyn til at avgassenes CO<sub>2</sub> -innhold også varierer med benyttet råvare. Animalsk metylester gir minst utslipp.

Tabellen nedenfor er sakset fra SFT rapporten (8), som angir antatte grenser for reduksjoner av CO<sub>2</sub> ved bruk av alternative energibærere, ved 100% biodrivstoff og ved 5 % innblanding av metylester i diesel.

Drivstoff solgt på markedet				
Biodrivstoff volumbasis	Fossil drivstoff referanse	Energi biomasse i forhold til ref.	Reduksjon av CO <sub>2</sub> -ekv. (CO <sub>2</sub> , metan, N <sub>2</sub> O) pr. kjørt km	Kilde
B100 100 vol % biodiesel	Diesel	91 %	53 % Raps (30-69%) 80-90% Raps, Kyoto 90-100 % Fiskeavfall 80-100 % Slakteriavfall 70-90 % Matoljeavfall	Naturvårdsverket, EUCAR Egne vurderinger Statoil IFEU IFEU
B5 5 vol % biodiesel	Diesel	4,6 %	2,4 % Raps (1,4-3,1) 3,7-4,1 % Raps, Kyoto, 4,1-4,6 % Fiskeavfall 3,7-4,6 % Slakteriavfall 3,2-4,1 % Matoljeavfall	Naturvårdsverket Egne vurderinger Statoil IFEU IFEU



## Anslag for utslipp av CO2 og behov for biodiesel i følge de valgte senarier

Type drift \ mengder	Årsforbruk Diesel	Forbruk blandet	Mengde ME (tonn)	CO2 av ME (tonn)	diesel (tonn)	CO2 av diesel	CO2 total
NSB / 2% ME	8.020 mill liter	8038040	141	113	6616	20507	20620
NSB / 5% ME	8.020 mill liter	8060100	355	284	6432	19939	20223
NSB / 20% ME	8.020 mill liter	8180400	1440	1162	5497	17041	18193
NSB / 100% ME	8.020 mill liter	8822000	7763	6211	0	0	6211
NSB / 100% D	8.020 mill liter	8020000	0	0	6737	20884	20884
Cargonet / 2% ME	8.570 mill liter	8587140	161	121	7069	21914	22035
Cargonet / 5% ME	8.570 mill liter	8612860	379	303	6873	21306	21610
Cargonet / 20% ME	8.570 mill liter	8741400	1538	1231	5874	18210	19441
Cargonet /100%ME	8.570 mill liter	9427000	8296	6637	0	0	6637
Cargonet /100% D	8.570 mill liter	8570000	0	0	7199	22316	22316
JBV / 2% ME	1.874 mill liter	1877748	33	26	1546	4792	4818
JBV / 5% ME	1.874 mill liter	1883370	83	66	1503	4659	4725
JBV / 20% ME	1.874 mill liter	1911480	336	269	1285	3982	4251
JBV / 100% ME	1.874 mill liter	2061400	1814	1451	0	0	1451
JBV / 100% D	1.874 mill liter	1874000	0	0	1574	4880	4880
Samlet 2%	18.464 mill. liter	18500928	326	260	15230	47213	47473
Samlet 5%	18.464 mill. liter	18566320	816	653	14808	45905	46558
Samlet 20%	18.464 mill. liter	18833280	3315	2652	12656	39233	41885
Samlet 100% ME	18.464 mill. liter	20310400	17873	14299	0	0	14299
Samlet 100% D	18.464 mill. liter	18464000			15510	48080	48080

Kolonne A angir eierselskap og prosentandel metylester som er blandet i diesel

Kolonne B angir mengde forbruk per år i liter

Mørforbruk ved blandinger 2%ME: 0,2%, 5% ME : 0,5%, 20% ME :2 %, 100% ME: 10%

Kolonne C angir mengde ferdig blanding som må påregnes brukt per år i m<sup>3</sup>

Kolonne D angir forbruk av metylester per år

Spec vekt Diesel 0,84, ME: 0,88 kg/liter

Kolonne E angir mengde CO2 fra andelen metylester etter anslag med RME 30% av utslipp med diesel

ME 0,8 kg CO2/kg ut fra RME med

Kolonne F angir tilsvarende mengde diesel i vekt i tonn

produksjon og transport

Kolonne G angir CO2 andelen for diesel i tonn

Diesel 3,16 kg CO2/kg

Kolonne H angir total mengde CO2 for blandingen i tonn

Ifølge av beregningene er reduksjon av CO<sub>2</sub>utslipp i forhold til ren diesel som følger:

- Ved B2: 1,12 %
- Ved B5: 2,9 %
- Ved B20 : 12%.
- Ved B100: 74%

Behovet for metylester er ved 20 % innblanding i diesel totalt for jernbanene ca. 3315 tonn.  
Med 5% blanding i diesel er behovet ca. 816 tonn.

## Anslag for utslipp av NOx, SOx og partikler i følge de valgte senarier

Type drift \ mengder	Årsforbruk Diesel	Forbruk blandet	Uts.fak. NOx	NOx tonn	Uts.fak.SOx	SOx kg	Uts.fak.PM	PM kg
NSB / 2% ME	8020000	6758310	30,150	203,1	0,784	5282	0,492	3301
NSB / 5% ME	8020000	6786604	30,300	204,1	0,760	5120	0,475	3234
NSB / 20% ME	8020000	6936979	30,900	208,2	0,644	4312	0,440	2964
NSB / 100% ME	8020000	7763360	33,000	222,3	0,020	135	0,300	2021
NSB / 100% D	8020000	6736800	30,000	202,1	0,800	5389	0,500	3368
Cargonet / 2% ME	8570000	7221785	55,275	397,9	0,784	5644	0,735	5291
Cargonet / 5% ME	8570000	7252020	55,550	399,9	0,760	5471	0,720	5183
Cargonet / 20% ME	8570000	7412707	56,650	407,8	0,644	4607	0,660	4751
Cargonet /100%ME	8570000	8295760	60,500	435,5	0,020	144	0,450	3239
Cargonet /100% D	8570000	7198800	55,000	395,9	0,800	5759	0,750	5399
JBV / 2% ME	1874000	1579186	20,100	31,6	0,784	1234	0,492	771
JBV / 5% ME	1874000	1585798	20,200	31,8	0,760	1196	0,475	756
JBV / 20% ME	1874000	1620935	20,500	32,4	0,644	1007	0,440	693
JBV / 100% ME	1874000	1814032	22,000	34,6	0,025	31	0,300	472
JBV / 100% D	1874000	1574160	20,000	31,5	0,800	1259	0,500	787
Samlet 2%	18464000	15559280		632,7		12160		9363
Samlet 5%	18464000	15624421		635,8		11787		9172
Samlet 20%	18464000	15970621		648,4		9926		8408
Samlet 100% ME	18464000	17873152		692,5		310		5733
Samlet 100% D	18464000	15509760		629,5		12408		9555

Kolonne A angir eierselskap og prosentandel metylester som er blandet i diesel

Kolonne B angir mengde forbruk diesel per år i liter

Kolonne C angir mengde forbruk av ferdig blandet drivstoff per år i kg

Utslippsfaktorer [9], [10], [11] angitt i g/kg drivstoff	Verdier som er lagt til grunn i % av verdien for dieseldrift angitt i litteratur og beregnet ut fra Euro 2 krav til NOx og PM for of road vehicles og 400 ppm S For biodiesel er regnet 10 ppm svovel	drivst.vforur.	NOx	SOx	PM
NOx :: Tog: 30 / Lok: 55 / JBV:20 (g/kg)		B2	100,5	98	98
SOx :: Tog og JBV: 0,8/ Lok: 0,8 (g/kg)		B5	101	95	96
PM :: Tog og JBV : 0,5 / Lok: 0,75 (g/kg)		B20	103	80	88
		B100	110	2,5	60

På grunn av at motorene ved NSB, CargoNet og JBV har så forskjellig driftsprofil har man forsøkt å ta hensyn til dette ved å differensiere utslippsfaktorene for disse tre bruksområdene.

Motorer ved NSB og JBV er gjennomgående mindre belastet enn motorene i CargoNets lokomotiver som trekker tunge godsvogner. JBV's motorer går mer med vekslende belastning og turtall enn motorer i lokomotiver.

De valgte data fremgår nederst i tabellen for de beregnede utslippene.

### **9.3.1 Økonomi**

Som vist i kapittel 4.2 og 6.2 vil bruk av metylester med dagens marked, prisfastsettelse og avgiftsnivå, være vesentlig dyrere enn bruk av mineralisk farget diesel. For hver liter diesel som erstattes med bio-komponent (B100) vil merkostnaden sannsynligvis være rundt 2 kroner/liter, eks. mva.

Årsaken til dette er tredelt:

- høyere markedspris på råvarer
- noe økte distribusjonskostnader
- merkostnad ved overgang til en bedre kvalitet mineralisk lavsvovelholdig, farget utgave av blank diesel.

Basert på en prismodell for mineralisk diesel til jernbaneselskapene vil dieselpriisen være ca. 440 øre/l eks. mva., mens en biodiesel vil koste mellom 570 og 650 øre/l eks. mva. levert til forbrukssted. Årsaken til dette er markedsprisen på blank diesel som tilsvarende ligger på vel 700 øre/l eks. mva., og biodiesel prisen i forhold til denne kvaliteten.

Et konservativt anslag for merkostnaden for jernbanen samlet vil være at bruk av 5 % biodiesekomponent koster ca 5 mill NOK/år, økende til ca. 10 mill kroner ved bruk av 20 % (se kap. 4.2.5 og kap. 6.2). Det er også vist at ved å konsentrere satsingen rundt Trondheim og Bodø vil man oppnå 67 % av miljøgevinsten med 50 % av disse kostnadene, fordi mesteparten av dieselforbruket skjer på strekningen mellom disse stedene.

## 10. SAMFUNNSØKONOMISKE, MILJØ- OG JERNBANEFAGLIGE VURDERINGER AV INNFORING AV BIODIESEL VED JERNBANEDRIFTEN

### 10.1 Resymé

Flere europeiske land har tatt i bruk Biodiesel (B100) til dieselmotorer i personbiler og i noen grad til lastebiler og busser. Også for de meget større motorer er biodiesel i begrenset omfang i bruk. Wärtsilä i Finland har motorer til strømproduksjon som drives med metylester fra palmeolje (POME) fra Malaysia. Disse motorene har stempeldiameter på over 300 mm.

Motorer for biodiesel er helt identiske med dem som produseres for drift på mineralsk diesel. Deler av gummi som slanger og tetninger er nå utført av en gummiblanding som tåler metylester.

Biodiesel (B100), kan som tidligere nevnt, vanskelig benyttes om vinteren i Norge. Selv ved bruk av flytforbedrende additiver, som for øvrig har begrenset virkning, må biodieselen blandes med petroleumdiesel i den kalde årstiden.

Biodiesel produsert av planteolje har som kjent mer mettet fettsyre enn animalsk umettet fett. Dette betyr at produkter laget på de to forskjellige energibærere er forskjellige særlig med hensyn til lagringsstabilitet. I Norge lages biodiesel på fiskefett som har mer mettet fett og derfor bedre stabilitet enn animalsk fett.

Det er ifølge gjeldende EU-regelverk tillatt å blande 5 % metylester i vanlig handelskvalitets diesel. Denne mulighet er kontrollert ved at biodiesel som benyttes må tilfredsstillere krav til EN 14214, og at blandingen fremdeles tilfredsstiller kravene etter EU 590. Denne standard gjelder for produktet ved pumpene til forbruker og tar hensyn til at forurensninger og aldring (oksidering) ved lagring og transport blir leverandørens ansvar.

Kuldeegenskapene er regulert ved at klimatiske krav er fastlagt i klasser fra A til F med grenseverdier for CFPP (Cold Filter Plugging Point). Disse er for moderat kaldt klima fra +5 til -20 grader. For arktiske strøk gjelder klassene 0 til 4 med CFPP fra -20 til -44 grader. Kravene er regulert etter tid og geografisk beliggenhet. Som for standard kvalitet autodiesel er dette med kuldeegenskaper et ansvar som i hovedsak hviler på leverandør, men også bruker.

EN 14214 har krav som nesten forutsetter planteolje som energibærer, men det er ikke et direkte uttalt krav. Metylestere på andre energibærere må imidlertid kunne godkjennes etter samme norm dersom de skal benyttes som blandekomponent i diesel til salg på bensinstasjoner.

### 10.2 Utnyttelse av råstoff

Størstedelen av biodiesel produseres av planteolje, i Europa av rapsolje, i USA mest av soyaolje, men også raps og i Asia av palmeolje. Norge har ikke produksjon av olje fra planter på grunn av begrenset disponibelt jordareal og klimatiske forhold. I Norge produseres imidlertid metylester på fiskeavfall og i noen grad fra dyreavfall og brukt matolje.

Det finnes metoder for å produsere drivstoff på trevirke, halm og lignende, men denne metoden er ennå ikke særlig utbredt. Choren Industries bygger for tiden en fabrikk i Freiburg (3) beregnet for en produksjon på 200 000 tonn (232 mill. liter) diesel etter metoden: "Biomass to Liquid" eller BTL. Diesel fra BTL ligner mer på diesel laget av naturgass (GTL) og er ikke en metylester, men likevel et biodrivstoff laget på fornybare energibærere. Egenskapene til BTL er meget lik GTL klassifisert som syntetisk diesel med egenskaper som i kvalitet overgår petroleumdiesel med hensyn til tenningssegenskaper og renhet. Biodiesel er derfor et lite nyansert navn som, når BTL kommer på markedet, vil kunne skape forvekslinger.

### 10.2.1 Betydning for norsk industri

Salget av metylester er i Norge ca. 8.4 mill. liter per år. Til sammenligning er årsforbruket av autodiesel ca. 2273 mill liter. Det vil si at forbruk av metylester bare er 0.37% av det totale forbruket av autodiesel. Forbruket av anleggsgdiesel kommer i tillegg.

Det er en målsetning fra produsentene at produksjon av metylester i Norge skal øke til opp mot 17 mill. liter de neste årene. Det sier seg selv at dersom metylester skal bli et drivstoffalternativ eller en utbredt blandedkomponent til diesel i Norge, må fiske- og slakteavfall bli et likeverdig akseptert produkt som RME.

I dag selges norsk metylester til storforbrukere og ikke som blandedkomponent i den dieselkvalitet som er tilgjengelig på bensinstasjoner. Én drivstoffleverandør i Norge (Hydro Texaco) leverer diesel med 2 % metylester, importert mest fra Danmark. Ut fra de erfaringer man har med norskprodusert metylester, er det klart at det er gode muligheter for å lage metylester i Norge som også kan benyttes som blandedkomponent i diesel.

Ved jernbanene benyttes som kjent en grønnfarget kvalitet under navnet anleggsgdiesel. Anleggsgdiesel har litt lavere tennvillighet (cetantall), kan være litt tyngre og har litt høyere svovelinhold enn autodiesel (opptil 500 ppm.), ellers er spesifikasjonene de samme. Forbrenningsteknisk ville tilsetning av metylester i anleggsgdiesel vært gunstig. Tennvillighet og smøreegenskaper ville bare bli bedre.

### 10.2.2 Dieselavgift

Anleggsgdiesel er som sagt farget og har ikke den samme høye avgift som autodiesel. Også biodiesel (eller 100 % metylester) er fritatt for avgift. Uten dette fritaket ville metylester ha vært meget dyrere enn autodiesel og dermed ha vært en fordyrende faktor istedenfor prisreducerende ved innblanding i diesel. Utbredelsen av metylester i diesel vil derfor være meget avhengig av avgiftspolitikken.

I dag (per 01.10.05) koster RAPS-metylester importert fra Danmark eller Tyskland 730 € per m<sup>3</sup> eller omregnet NOK 5.73 per liter (se også kap 4.2.4).

Avgiften på autodiesel er NOK 3.50 kr/l eks. mva., mens den fargede dieselen har en avgift på 95.1 øre/l eks. mva. (grunnavgift + CO<sub>2</sub> avgift). Med samme avgift på biodiesel som på autodiesel ville følgelig biodiesel ha vært dyrere. Dette betyr at den grønne, avgiftsfrie diesel per i dag normalt er billigere enn importert biodiesel. Dersom en norskprodusert metylester ikke kan leveres til lavere pris enn den importerte RAPS metylester, foreligger det ikke et økonomisk insitament til å benytte metylester eller diesel-/metylesterblandinger.

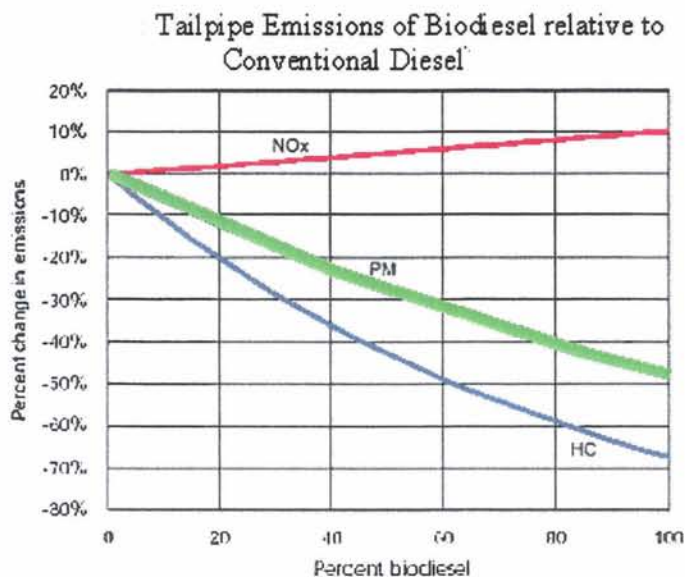
### 10.2.3 Reduksjon av skadelige utslipp i avgassene

Metylester kan imidlertid som additiv og blandedkomponent som sagt gi diesel bedre tenningssegenskaper og fordeler med hensyn til slitasje.

Som blandedkomponent i diesel har metylester positiv innvirkning på utslipp av CO (kulloksid), HC (uforbrente hydrokarboner), PM (partikler) målt i avgassen og særlig røyk. Tester viser tendens til økning av NO<sub>x</sub> (nitrogenoksider).

Figuren nedenfor viser disse utslippene for 100 % metylester og blandinger med diesel. Denne figuren inneholder resultater med estetisert soyaolje, men i hovedtrekk lik RME. Utslipp og energibruk ved produksjon og transport er ikke tatt med.

Som kjent inngår metanol og natriumkarbonat i produksjon av biodiesel. Dessuten tilføres varme. Ved en samlet analyse av de miljømessige fordelene av å bruke metylester ville kurvene i figuren måtte korrigeres noe på grunn av dette.



Fra Union of concerned scientists, Clean Vehicles (2)

Figuren ovenfor gjelder for soyabasert metylester i sammenligning med diesel med høyere svovelinnhold enn vanlig i Norge. Verdien for partikler er derfor noe høyere enn hos oss, men trenden for utslippene er den samme.

Avgassutslippet av CO<sub>2</sub> er stort sett det samme ved biodiesel som ved petroleumdiesel. Levetidsanalyser ser derimot meget bra ut for biodiesel. De fleste analyser viser en reduksjon av utslippet i forhold til petroleumdiesel på over 75 % dersom metylester er produsert på raps eller soya.

Dersom metylester produseres av energibærere som ikke er plantet spesielt, men er rester fra annen produksjon, vil en levetidsberegning både av utslippene som er tatt med i figuren ovenfor, og for CO<sub>2</sub> kunne oppvise meget gunstige verdier (se side 32 og (8)). Spesielt gunstig blir, etter det man antar i dag, BTL laget av trevirke.

#### 10.2.4 Andre miljøfordeler i forbindelse med biodiesel

Forhold som man hører mindre om, er at biodiesel ikke inneholder aromatiske stoffer slik som petroleumdiesel gjør. Det er fastslått at mindre mengder av de stoffene som er til stede i drivstoffene, også kommer ut av avgassrøret selv etter forbrenningen i sylindere. Dermed er biodiesel et miljøvennligere produkt både ved oppbevaring og håndtering og ved bruk. Det er likevel også påvist PAH i avgass på dieselmotorer med metylester som drivstoff. (kap. 3)

På grunn av mange ganger raskere nedbrytning i luft er biodiesel mindre farlig for miljøet i tilfelle lekkasjer og dermed mindre risikabel å transportere.

#### 10.2.5 Negative sider ved biodiesel for jernbanedriften

Som det er gjort rede for mer utdypende i kapitlene 3 og 7 er det en del negative sider med bruk av biodiesel som her nevnes ganske kort.

Kuldeegenskapene er et problem i den kalde årstid. Å benytte ren biodiesel er mulig også om vinteren, men ikke uten en god del ekstra utstyr og mer arbeid for personalet.

En utblanding med petroleumdiesel over 20 % løser problemene ved temperaturer over ca. -10 grader. Ved lavere temperaturer er oppvarming av drivstoffet nødvendig, ellers må blandingen tilsettes mer petroleumdiesel og/eller tilsetningsstoffer. Metylester angriper noen typer gummiblandinger. Uansett blandeforhold bør komponenter av gummi være bestandige mot metylester.

Lagring av biodiesel kan representere et problem. Det er nødvendig med en viss sirkulasjon i tankene slik at drivstoff ikke blir stående for lenge. En lagringstid på over 6 måneder bør unngås uansett blandedprosent.

Biodiesel har lavere flammepunkt enn petroleumdiesel.

Biodiesel kan ta til seg vann slik som vanlig diesel. Ifølge EN 14214 skal vanninnholdet ved normal temperatur være maksimalt 500 ppm. For diesel er grensen 300 ppm. Mengden vann opptatt er avhengig av temperaturen. Ved nedkjøling avgir drivstoffet vann som bør dreneres ut jevnlig. ( Dette gjelder også for petroleumdiesel).

### **10.3 Nytte-/kostnadsanalyse**

#### **10.3.1 Alternativer**

Nyttekostnadsanalyse (NKA) er gjennomført for følgende alternativer (prosentstaks innblandet metylester):

1. 2 %
2. 5 %
3. 20 %

Alle alternativer sammenlignes med referansealternativet, som er 100 % anleggsgdiesel uten innblanding av metylester.

#### **10.3.2 Metode**

Analysen er gjennomført med basis i retningslinjene i Jernbaneverkets veileder for samfunnsøkonomiske analyser. Det er benyttet en forenklet regnearkmodell for analysen.

#### **10.3.3 Forutsetninger**

NKA er basert på følgende generelle beregningsforutsetninger:

Parameter	Forutsetning
Kalkulasjonsrente	4 %
Henføringsår	2010
Kroneverdi	2006
Beregningsår	2007
Beregningsperiode	25 år
Årlig trafikkvekst	1,0 %

#### *Generelle beregningsforutsetninger*

Tiltaket forutsettes ikke å ha konsekvenser for trafikk eller driftsopplegg. Det forutsettes ingen investeringer i infrastruktur eller materiell (ut over referansealternativet) i noen av alternativene.

De verdsatte konsekvensene av tiltaket er følgelig begrenset til drivstofforbruk og utslipp. Her legges følgende forutsetninger til grunn:

Forutsetning	Enhet	Alternativ			
		Referanse	2 %	5 %	20 %
Årlig drivstofforbruk	Mill. liter	18464	18 501	18 556	18 833
Kostnader pr enhet drivstoff	kr/liter (eks. MVA)	4,40	4,52	4,56	4,74
Herav grunn- og CO <sub>2</sub> -avgift	kr/liter	0,95	0,93	0,90	0,76
Utslippsmengde - CO <sub>2</sub>	Tonn	48 080	47 473	46558	41 885
Utslippsmengde - SO <sub>2</sub>	kg utslipp	12 363	12 160	11 787	9 926
Utslippsmengde - NO <sub>x</sub>	kg utslipp	627 273	632 700	635 800	648 400
Utslippsmengde - PM10	kg utslipp	9 520	9 363	9 172	8 408

*Forutsetninger om drivstofforbruk og utslipp*

Det legges til grunn samlede grunn- og CO<sub>2</sub>-avgifter på 95 øre pr. liter for anleggsgodsdiesel og avgiftsfrihet for 100 % biodiesel. For innblanding av metylester på henholdsvis 2 %, 5 % og 20 % reduseres avgiften forholdsmessig.

Verdsetting av utslipp er, med unntak av CO<sub>2</sub>, basert på SFT-rapport TA 2100/2005. For utslipp av PM10 er det i rapporten lagt til grunn verdier mellom 200 (øvrigt tettsteder med mer enn 15 000 innbyggere) og 1600 kr (Oslo). Det er ikke angitt verdier for grisgrendte strøk. I en tidligere SFT-rapport<sup>1</sup> ble det argumentert for en verdi på null. Ettersom store deler av den berørte togtrafikken foregår i grisgrendte strøk, vil vi legge til grunn en verdi på 10 % av verdien for øvrige tettbygde strøk. Det gir en sats på 20 kr. pr. kg.

For CO<sub>2</sub> er kvoteprisen på NordPool lagt til grunn. Pr. 8.mars var prisen på forwardkontrakter for 2007 222 kr. Det var ikke notert priser lenger frem i tid.

Type utslipp	Enhet	Sats
CO <sub>2</sub>	kr/tonn	222
NO <sub>x</sub>	kr/kg	25
SO <sub>x</sub>	kr/kg	15
PM10	kr/kg	20

*Satser for verdsetting av utslipp*

Det er forutsatt en skattekostnad (samfunnets effektivitetstap ved skattefinansiering) på 20 % av netto økning i offentlige utbetalinger.

### 10.3.4 Verdsatte konsekvenser

#### Trafikantnytte

Ingen av alternativene har konsekvenser for trafikantene.

#### Operatørnytte

Operatørene påvirkes gjennom endringer i drivstofforbruk, drivstoffpriser og vedlikeholdskostnader. Innblanding av metylester gir økt drivstofforbruk og høyere drivstoffpriser. Via det økte drivstofforbruket gir innblanding av metylester også økte vedlikeholdskostnader for rullende materiell.

Innen persontrafikken benyttes dieseltog i all hovedsak på strekninger som er delfinansiert via offentlig kjøp. NSBs andel av de økte kostnadene forutsettes dermed kompensert av økt

<sup>1</sup> Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensing. Luftforurensing – effekter og verdier (LEVE). SFT-rapport 1718/2000.

offentlig kjøp. Offentlige organer belastes også med Jernbaneverkets andel av de økte driftskostnadene. Konsekvensene for driftskostnadene i de ulike alternativene er oppsummert i tabellen nedenfor.

Alternativ (andel metylester)	Drivstoff	Vedlikehold	Sum kostnads- økning	Offentlig andel	Endring operatør- nytte
1. 2 %	-44	0	-44	-23	-21
2. 5 %	-61	0	-61	-33	-28
3. 20 %	-144	-1	-145	-78	-67

Konsekvenser for operatører (nåverdi 2010, beløp i mill. kr)

#### Offentlig nytte

Offentlige avgiftsinntekter reduseres i takt med forutsatt avgiftsreduksjon ved innblanding av metylester. Offentlig nytte påvirkes i tillegg av det offentliges andel av de økte driftskostnadene, som er vist i tabellen ovenfor. Tiltaket gir ingen endringer i kostnader til drift og vedlikehold av infrastruktur.

Endringer i offentlig nytte er oppsummert i tabellen nedenfor.

Alternativ (andel metylester)	Økt offentlig kjøp	Reduserte avgifter	Sum offentlig nytte
1. 2 %	-23	-6	-29
2. 5 %	-33	-14	-47
3. 20 %	-78	-58	-136

Endringer i offentlig nytte

#### Samfunnet for øvrig

Den viktigste konsekvensen av tiltaket er endring i utslippskostnadene. Verdien av de endrede utslippene er oppsummert i tabellen nedenfor.

Alternativ	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	Sum
1. 2 %	2	-1	0	0	1
2. 5 %	6	-3	0	0	3
3. 20 %	25	-8	1	0	18

Endringer i utslippskostnader. Beløp i mill.kr.

Verdien av de økte utslippene av NO<sub>x</sub> er på nivå med verdien av sparte CO<sub>2</sub>-utslipp i alternativene med 2% metylester. Ved 5 % og 20 % metylester er verdien av sparte CO<sub>2</sub>-utslipp høyere enn verdien av økte NO<sub>x</sub>-utslipp og gir en klar positiv effekt på utslippskostnadene. Reduserte utslipp av SO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> gir minimale utslag på utslippskostnadene i alle alternativene, som følge av at en liten andel av trafikken foregår i byområder.

#### Investeringer

Tiltaket krever ingen investeringer i infrastruktur.



**Oppsummering**

Netto nytte og netto nytte pr. budsjettkrone for de ulike alternativene er oppsummert i tabellen nedenfor:

	Alternativ		
	1. 2 %	2. 5 %	3. 20 %
Trafikanter	0	0	0
Operatører	-21	-28	-67
Offentlige	-29	-47	-136
Samfunnet for øvrig	1	4	17
Skattekostnader	-6	-9	-27
Brutto nytte	-55	-81	-213
Investeringer	0	0	0
<b>Netto nytte</b>	<b>-55</b>	<b>-81</b>	<b>-213</b>
<b>Netto nytte pr. budsjettkrone (NNB)</b>	<b>-1,86</b>	<b>-1,73</b>	<b>-1,57</b>

Netto nytte. Beløp i mill.kr.

Med dagens satser er verdien av reduserte utslipp ikke i nærheten av å kompensere for de økte drivstoffkostnadene og de tapte avgiftsinntektene. Netto nytte er derfor klart negativ for alle alternativene og øker med andelen metylester.

Netto nytte pr. budsjettkrone (NNB) er klart negativ for alle alternativene, men reduseres med andelen metylester. Etersom netto nytte er negativ, er NNB lite relevant som prioriteringskriterium.

**10.3.5 Usikkerhet**

Beregningene er basert på flere usikre forutsetninger, i første rekke:

- Fremtidige priser på biodiesel
- Satser for verdsetting av utslipp
- Type energibærer i metylester

Dersom biodiesel blir benyttet i stort omfang, vil prisene kunne bli lavere enn det som er lagt til grunn for beregningene.

Satsene for verdsetting av lokale utslipp er basert på dagens kunnskap og metodikk. Det kan ikke utelukkes betydelige endringer i satsene over tid. Særlig gjelder dette verdsettingen av CO<sub>2</sub>.

Beregningene er blant annet basert på at det utelukkende brukes metylester basert på vegetabiliske oljer. Dersom animalske oljer benyttes, vil utslippene kunne reduseres med opptil 30% mer enn forutsatt i beregningene. Netto nytte i de ulike alternativene vil øke tilsvarende.

I tabellen nedenfor er netto nytte ved alternative forutsetninger oppsummert.

Forutsetning	Endring	Netto nytte etter endring		
		Alternativ		
		1. 2%	2. 5%	3. 20%
1. Satser utslipp	Pluss 100%	-54	-77	-196
2. Utslippsreduksjon	Pluss 30%	-54	-80	-208
3. Pris biodiesel	Som for ordinær diesel	5	1	-16
4. Komb. 1 og 3		13	9	-6

*Netto nytte ved alternative forutsetninger. Beløp i mill.kr.*

Tabellen illustrerer at prisen på biodiesel gir størst utslag på den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Dersom det lykkes å bringe prisen ned mot prisen på ordinær anleggsdiesel, eller at dette kombinert med at satsene for utslipp dobles, blir netto nytte positiv for alternativ med 2% og 5% metylester. For alternativet med 20% metylester forblir netto nytte negativ selv ved kombinasjoner av doblede satser for utslipp, 30% økning i utslippsreduksjonen og pris på drivstoff ned mot prisen på anleggsdiesel.

### 10.3.6 Ikke-prissatte konsekvenser

Tiltaket har ingen ikke-prissatte konsekvenser av vesentlig betydning.

### 10.3.7 Konklusjon

Med forutsatt verdsetting av utslippsreduksjoner og prissetting av biodiesel er netto nytte klart negativ for alle alternativer. Den negative nytten vokser med økende andel av metylester i drivstoffet.

For at en satsing på biodiesel skal være samfunnsøkonomisk lønnsom, må den relative prisen på biodiesel bli betydelig lavere enn forutsatt i beregningene, samtidig som satsene for den samfunnsøkonomiske verdien av utslipp må økes vesentlig. Selv ved disse endringene i forutsetningene er det bare alternativ med 2% og 5% metylester som får positiv netto nytte. Alternativet med 20% metylester har klart negativ netto nytte for samfunnet selv ved kombinasjoner av meget gunstige utslag på alle de sentrale forutsetningene.

## 11. GJENNOMFØRING AV TESTER OG PRØVEDRIFT

I vedlegg 3 er det skissert gjennomføring av tester og prøvedrift av ulike kvaliteter metylester ved forskjellige blandingsforhold av metylester og diesel bl.a. for å avklare om det finnes norskprodusert biodiesel som kunne oppfylle jernbanenes krav og benyttes til jernbanenes motorer.

På bakgrunn av resultatene som er kommet frem og belyst i denne rapporten, er det flere syn på om gjennomføring av testene kan anbefales. Hovedårsaken til dette fremgår av de økonomiske beregningene foretatt i kapittel 9 og 10 og usikkerheten om hvorvidt gjennomføringen av prøveperioden kunne medføre problemer som er spesielt kritiske for trafikkutøvere:

- Lavere driftssikkerhet og fare for ikke-planlagte hendelser som rammer jernbaneselskapene og deres kunder under prøveperioden.
- Materiellknapphet som gjør det vanskelig å gjennomføre eventuelle nødvendige verkstedsbesøk, tester og målinger ut over den normale driftssituasjon.
- Manglende personalressurser til å følge opp og kontrollere, spesielt hvis problemer skulle inntreffe.
- Økte kostnader i forhold til dagens, for eksempel til motorvedlikehold.

De økonomiske utredningene baserer seg på bruk av metylester (RAPS) som er godkjent etter EN14214. Metylester basert på lakseolje er som tidligere nevnt ikke godkjent til bruk alene eller i blanding med autodiesel. Pga. av lavere CO<sub>2</sub>-utslipp vil imidlertid den økonomiske analysen være mer gunstig ved dette alternativet.

### Endrede forutsetninger

Hvis vi forutsetter at bruk av biodiesel i jernbanesektoren sees i sammenheng med en tilsvarende satsing og virkemiddelbruk i veisektoren, blir forutsetningene annerledes.

Det betales ikke kilometeravgift eller CO<sub>2</sub> -grunnavgift på biokomponenter i diesel i dag. Hvis den ønskede økningen av bruk av metylester skjer på veisektoren, dvs. på bekostning av avgiftsbelagt diesel, vil dette medføre et statlig inntektstap i forhold til dagens situasjon. Dette kan gjøre det ønskelig å beholde avgiften på vei og heller subsidiere den prisøkningen som bruk av metylester medfører for jernbanetrafikken. En slik forutsetningen vil gi et annet resultat av kost-/nytteberegningene og kunne sikre de nødvendige rammer for prøveperiode og gjennomføring.

## VEDLEGG 1 OVERSIKT OVER TANKANLEGGENE SOM DISPONERES AV JERNBANESELSKAPENE

### Tankanlegg NSB/Shell

Brukes av NSB Materiell (Persontrafikk) og CargoNet AS.

Sted	Tankvolum i Liter	Forbruk 10 mnd. i 2005	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvarlig
Bodø	80.000	3.544.018	Bodø	Shell	Shell.
Mo i Rana	40.000	364.958	Mo i Rana	Hydro Texaco	Shell.
Mosjøen	15.000	49.352	Mo i Rana	Hydro Texaco	Shell.
Steinkjer	25.000	306.939	Høvringen eller Muruvik	Esso eller Shell	Shell.
Trondheim	300.000	7.011.301	Høvringen eller Muruvik	Esso eller Shell	Shell.
Røros	25.000	401.470	Høvringen eller Muruvik	Esso eller Shell	Shell.
Åndalsnes	25.000	584.374	Ålesund	Shell	Shell.
Hamar	90.000	59.002	Sjursøya	Shell	Shell.
Skien	12.500	150.486	Slagen	Shell	Shell.
10 mnd. forbruk		12.471.900			
Total 2005		14.966.280			

CargoNet AS i Trondheim fyller diesel til SKD Trondheim på Marienborg

### Tankanlegg Jernbaneverket/Esso:

Sted	Tank volum i Liter	Forbruk i liter (pr.år)	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvar.	Reg.
Nesbyen	3000	54000	Tankbil	Esso	JBV	V
Ål (bakkenivå)	30000	270000	Tankbil	Esso	JBV	V
Geilo(vognhall)	3000	36000	Tankbil	Esso	JBV	V
Voss (bakkenivå)	30000	540000	Tankbil	Esso	JBV	V
Dale(bakkenivå)	3000	12000	Tankbil	Esso	JBV	V
Arna (nedgravd)	3000	24000	Tankbil	Statoil	JBV	
Hønefoss lok stallområde	21000	36000	Tankbil	Esso	JBV	V
Neslandsvatn st.	9000	27000	Tankbil	Esso	JBV	V
Nelaug stasjon.	25000	42 000	Tankbil	Esso	JBV	V
Krossen omformer.	3500	6000	Tankbil	Esso	JBV	V
Krossen	50000	40000	Tankbil	Esso	JBV	V
Snartemo	6000	8000	Tankbil	Esso	JBV	V
Sira st.	6000	35 000	Tankbil	Esso	JBV	V
Egersund st.	3000	19 000	Tankbil	Esso	JBV	V

*Biodiesel ved jernbanene i Norge*

Sted	Tank volum i Liter	Forbruk i liter (pr.år)	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvar.	Reg.
Bryne 3 stk flyttbare.	3 stk. mell. 1000 og 1500 l	55000	Tankbil	Esso	JBV	V
Nordagutu Strømforsyning	9000	72000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Elveveien Larvikl	6000	15000	Tankbil	Statoil	JBV	
Strømforsyning, Hokksund nedgravd	4000	17000	Tankbil	Esso Norge	JBV	Ø
Sundhaug Drammen Gartneriet	2800	10000	Tankbil	Esso Norge	JBV	Ø
Tønsberg st.	2750	15000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Notodden st. lok.stall nedgravd	6000	0			JBV	Ø
Kongsberg st. nedgravd	9000	13000.	Tankbil	Esso Norge	JBV	Ø
Dombås	Volum: 12576	35000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Otta:	1500	4000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Fron stasjon (Strømforsyning drift Otta)	3000	24000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Ringebu stasjon:	2200	7200	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Tretten stasjon	3150	8400	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Tangen stasjon (strømforsyning drift Hamar)	3000	5000	Tankbil	Shell, skal over på Esso	JBV	Ø
Fåberg Strømforsyning	3000	3000	Tankbil	Shell, skal over på Esso	JBV	Ø
Hamar	3328	0	Tankbil	Shell , skal over til Esso	JBV	Ø
Oslo S Bispegata Dagtank	3000	15000	Tankbil	Shell	JBV	Ø
Alnabru skiftest. Nedgravd	6000	6000	Tankbil	Esso	JBV	Ø
Lunner Dagtank	3000	4000	Tankbil	Shell	JBV	Ø
Jaren Dagtank	2780	22000	Tankbil	Shell	JBV	Ø
Eina Innendørs	3.000	0	Tankbil	Shell	JBV	Ø
Asker Nedgravd	3000	9000	Tankbil	Statoil	JBV	Ø
Lillestrøm Dagtank	20000	55000	Tankbil	Esso Norge	JBV	Ø
Eidsvoll Dagtank	3000	5000	Tankbil	Shell	JBV	Ø
Kongsvinger Dagtank	6000	6000	Tankbil	Hydro Texaco	Hydro Texaco	Ø
Ski Nedgravd	30000	30000	Tankbil	Esso	JBV	Ø
Sandesund Nedgravd	6000	9000	Tankbil	Esso	JBV	Ø

Sted	Tank volum i Liter	Forbruk i liter (pr.år)	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvar.	Reg.
Sarpsborg Dagtank	2700	25000	Tankbil	Esso	JBV	Ø
Halden Dagtank	2200	5000	Tankbil	Esso	JBV	Ø
Fauske	5000	25200	Tankbil	Esso	JBV	N
Lønsdal	3000	2650	Tankbil	Esso	JBV	N
Dunderland	15.000	70920	Tankbil	Esso	JBV	N
Drevvatn	3000	0	Tankbil		JBV	N
Majavatn	3000	25704	Tankbil	Esso	JBV	N
Grong	15.000	40800	Tankbil	Esso	JBV	N
Stjørdal	3000	23040	Tankbil	Shell	Shell	N
Støren	3000	28560	Tankbil	Esso	JBV	N
Oppdal	3000	42360	Tankbil	Esso	JBV	N
Haltdalen	5000	20441	Tankbil	Esso	JBV	N
Tynset	5000	0	Tankbil	Esso	JBV	N
Koppang	5000	18600	Tankbil	Esso	JBV	N
Elverum	5000	25200	Tankbil	Shell	JBV	N

### Tankanlegg OBAS

Sted	Tankvolum i Liter	Forbruk i 2005	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvarlig
Narvik 2stk	Tot: 18000	121000		Narvik	Esso

### Tankanlegg for trekkaggregat CargoNet:

Sted	Tankvolum i Liter	Forbruk i 10 mnd i 2005	Forsynes fra	Diesel fra depot	Ansvarlig
Kongsvinger	15.000		Shell		Framføring/VR.
Alnabru	40.000	50.000	Shell	Sjursøya	
Bergen 3)	10.000	2.432	Shell		CargoNet
Drammen	12.000		Shell		CargoNet
Narvik 4)	10.000		Shell		Shell
Stavanger	6.000		Shell		CargoNet

CargoNet Grorud har ikke eget tankanlegg for diesel. Skd maskiner fylles fra Mantena. Dieselfylling av T44 lok for Green Cargo (Maskin Drammen og Lillestrøm) direktefylt fra tankbil I Bergen forsyner samme tank både trucker/term traktor og skifteaggregat Tanken i Narvik nyttes både til trucker, skiftemaskiner og andre som for eksempel de som brøyter området.

**Tankanlegg for trucker og annet i CargoNet:**

Sted	Tankvolum i Liter	Forbruk i 10 mnd i 2005	Forsynes fra	Diesel fra depot	Er sikret mot dieselsøl? Type
Alnabru			Shell	Sjursøya	Overflatesøl går i oljeutskiller
Trondheim	7.000	98.000			1)
Åndalsnes	2.500	20.300			2)
Drammen					
Bergen 3)	10.000	11.980	Norske Shell		Ja med oljeutskiller
Bodø	6.000	45.000	Bodø	Shell	Nei
Fauske	3.000	25.000	Bodø	Shell	Nei
Mo i Rana	3.000	20.000	Mo	Shell	Nei
Langemyr	2.750		Hydro Texaco		Tilgjengelig strø/bark
Drammen	5.000		Shell		Nei
Narvik 4)	10.000		Shell		Står på brostein. Har bark
Stavanger	6000		Shell		Står på asfalt med oppsamlingstrom/oljeutskiller

I Bergen forsyner samme tank både trucker/term traktor og skifteaggregat

Tanken i Narvik nyttes både til trucker, skiftmaskiner og andre som for eksempel de som brøyter området.

## VEDLEGG 2 DIESELMOTORER I DRIFT VED JERNBANENE I NORGE

### **Jernbaneverket og Baneservice.**

Opplysningene er delt i fire grupper.

Gruppe 1: Maskiner med motorer for fremføring på fri på linje og uten egen arbeidsmotor

Gruppe 2: Maskiner med arbeidsmotor og med motor for fremføring på fri linje

Gruppe 3: Maskiner med arbeidsmotor og arbeidsfremdrift

Gruppe 4: Arbeidsmaskiner uten fremdrift.

Grupperingen er benyttet for å forenkle innhenting av opplysninger.

### **Materiell fra Jernbaneverket**

Opplysninger om forbruk er både basert på erfaringsdata samt fra opplysninger fra produsentens tekniske beskrivelse (som befinner seg hos Baneservice).

Opplysningene om driftstid pr. år er basert på tall fra timetellere kombinert med maskinenes levetid, samt fra erfaringsdata.

For noen maskiner har det vært oppgitt ulike tekniske opplysninger for samme maskin. Her er opplysningene fra Baneservice benyttet da disse er hentet fra produsentens tekniske opplysninger.

### **Materiell fra Baneservice:**

Alle opplysninger er fremskaffet av Baneservice. Opplysningene om forbruk kommer primært fra produsentens tekniske beskrivelser.

Opplysningene om driftstid pr år er hentet fra timetellere og maskinens levetid..

I tabellen er det lagt inn opplysninger om maskintype og navn samt om motoren er en drivmotor eller hjelpemotor.

I og med at hver motor har sin egen linje i regnearket, vil en maskin med både drivmotor og hjelpemotor gå over to linjer.

Det er ikke opplyst om hvor maskinen fyller drivstoff. Dette skyldes at mesteparten av utstyret blir benyttet på forskjellige steder på jernbanenettet, og tankingen skjer ut fra lokale forhold for det enkelte oppdrag.



Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 1. Maskiner med motorer for egen fremdrift på linje																	
Type	Maskin navn	Driv./Hjelp mot. (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr.år gj. snitt	Eier
Lok	Lok Di3	D	1	GM 16-567C/E	2	V	1305			16				3000	200l pr.time	1000	JBV
Lok	Lok. MZ	D	1	EMD 645-E3	2	V	2426	3300	900	16	254	230		3700	300l. pr.time	1000	JBV
Lok	Lok. MZ Togvarme	H	1	Mercedes Benz MTU			440			12						1000	JBV
Traktor	ROBEL 54.17 -9 b	D	1	Deutz BF 6M 1015C	4	V	300	408		6	145	132		500	50l. pr.time	773	JBV
Traktor	ROBEL 54.17 -11	D	10	Deutz F 8L 413F	4	V	154	210	2500	8	130	125		350	163g/hk/Time	869	JBV
Traktor	ROBEL 54.17 -11 b	D	5	Deutz BF 6M 1015C	4	V	300	408	1900	6	145	132		500	40l. pr.time	860	JBV
Traktor	ROBEL 54.22- / 22-3	D	16	Deutz F 8L 413FW	4	V	135	184	2150	8	130	125	2	500	238 g/ kWh	814	JBV
Traktor	ROBEL 54.22-2b	D	1	Scania DI12PDE S6	4	R	294	400		4				450	40l. pr.time	800	JBV
Traktor	ROBEL 54.22-4	D	7	Deutz F 10L 413FW	4	V	170	231	2150	10	130	125	2	500	238g pr. kWh	844	JBV
Traktor	ROB.54.22-10/ 22-11	D	9	Deutz BF 12L 513C	4	V	368	500	2300	12	105	91	2	500	205 g pr.kWh	1015	JBV
Traktor	ROB.54.22-25/54.22-26	D	13	Deutz BF 8M 1015C	4	V	400	544	2100	8	145	132		500	50l. pr.time	800	JBV
Traktor	Levahn 128- B	D	2	Deutz F 10L 413FW	4	V	180	244	2500	10	130	125		400	55l. pr.time	693	JBV
Traktor	Levahn 128-2	D	8	Deutz F 10L 413FW	4	V	184	244	2500	10	130	125		400	55l. pr.time	545	JBV
Traktor	BEILHACK GWK 12/1	D	1	Deutz F 10L 413	4	V	184			10	130	125	2	400	50l. pr.time	728	JBV
Traktor	SKD224	D	2	Cummins	4	R	331			4			2		60l. pr.time	600	JBV
	Kockum MPSV-2	D	1	Scania DS14	4	V	351	477		8				1500	60l. pr.time	800	JBV
Lok	Lok. BS TMZ- 645	D	1	EMD 645-E3	2	V	2426	3300	900	16	254	230		3700	18 - 620 l/h		Baneserv
Traktor	ROBEL 54.17 -3 b	D	1	Deutz BF 6M 1015C			300	408	1900	6	145	132		500		631	Baneserv
Traktor	ROBEL 54.17 -8 b	D	1	Deutz BF 6M 1015C			300	408	1900	6	145	132		500		655	Baneserv
Traktor	ROBEL 54.17 -11	D	1	Deutz F 8L 413F			154	210	2500	8	130	125		350	163g /HK/Tim	628	Baneserv
Traktor	ROBEL 54.17 -11 b	D	1	Deutz BF 6M 1015C			300	408	1900	6	145	132		500		861	Baneserv

**Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 1. Maskiner med motorer for egen fremdrift på linje**

Type	Maskin navn	Driv./Hjelp mot. (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr. år gj. snitt	Eier
Traktor	ROBEL 54.22-7	D	5	Deutz F 10L 413FW			170	231	2150	10	130	125	2	500	238g pr. kWh	1334	Baneserv
Traktor	ROBEL 54.22-25	D	3	Deutz BF 8M 1015C			400	544	2100	8	145	132		500		1230	Baneserv
Traktor	SKD 226	D	3	Scania DC 16.1641 AQ1P			270	368	1800	8	154	127	1	1500	195 g/kWh	0	Baneserv
Bil	Tristar TSF 550	D	1	Ford (7238 cm3)			172	233								1000	Baneserv

**Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 2. Maskiner med arbeidsmotor og med motor for egen fremdrift på linje**

Type	MaskNavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr. år gj. snitt	Eier
Renskebukk	RENSKEBUKK TUF-100	D/H	1	Deutz BF 12L 513C (2 stk)	4	V	348	473	2300	12	105	91	2	1500	70 l.pr.time	894	JBV
Ballast fordeler	MATISA R 20 LS	D	1	Scania DS 9 41 A20S M.nr. R 40644.	4	R	168	228	2200	6	135	115		600	212 g pr. HK h	300	JBV
Pakkemaskin	Plasser & Theurer 'MU 08-16	D	1	Scania DS 1101 A11 M.nr. 5282193.	4	R		295	2100	6					60 l pr. time	570	JBV
Pakkemaskin	Plasser & Theurer MU 08-16 SP	D	1	Scania DS 11 41 A20S M.nr. 5280356.	4	R		295	2100	6	145	127			60 l pr. time	529	JBV
Pakkemaskin	MATISA B 20 L	D	1	Volvo TD 71 A 867911	4	R	161	218						400	60 l. pr.time	410	JBV
Pakkemaskin	UNIMAT 08-275 KOMBI	D	1	Scania DS 1101 A11	4	R	217	295		6					60 l. pr.time	300	JBV
Rev. vogn	Levahn REV. VGN LM 2 Drivmotor	D	16	GM Detroit Diesel 12V-71, 7123-7000	2	V	296	402	2100	12	127	108	1	400	60 l. pr.time	507	JBV

## Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 2. Maskiner med arbeidsmotor og med motor for egen fremdrift på linje

Type	MaskNavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr.år gj. snitt	Eier
Rev. vogn	Levahn REV. VGN LM 2 Hjelpemotor	H	16	Deutz F 6L 912W diesellaggregat			55		1800	6	120	100				507	JBV
Rev. vogn	Windhoff FU 100 LM6 Drivmotor	D	4	Deutz BF 8M 10 15 C	4	V	381		2100	8	145	132		800	60 l pr.time	709	JBV
Rev. vogn	Windhoff FU 100 LM6 Hjelpemotor	H	4	Yanmar 3TN 68 Strømaggregat				14	3000	3	64,2	66				709	JBV
snøkost	LAMECO SNP 082 N	D	1	Scania DS 941 A20Q				250								0	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12. DIR.3 (0395011A) Drivmotor	D	1	Mercedes Benz OM 424 12-syl			286		2300	12			2	1750	50 l pr.time	600	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12. DIR.3 (0395011A) Hjelpemotor	H	1	Mercedes Benz OM 424 LA Skovlmotor		V	444		2100	12						600	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12 DIR.3 (0395012A) Drivmotor	D	1	Mercedes Benz OM 424 12-syl (uten turbo)			286		2300	12			2	1750	50 l pr.time	539	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12 DIR.3 (0395012A) Hjelpemotor	H	1	Mercedes Benz OM 424 LA V-12 syl, Skovlmotor (2 stk)		V	444		2100	12						539	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12. DIR.3 (0395013A) Drivmotor	D	1	Mercedes Benz OM 442 LA 10-syl , 435 HK				435		10			2	1750	50 l pr.time	490	JBV
snøfres	BEILHACK HB.12. DIR.3 (0395013A) Hjelpemotor	H	1	Mercedes Benz OM 444 LA V-12 syl, 650 HK Skovlmotor		V		650		12						490	JBV
Snøfres	SNØKOSTEMASKIN SR 340 H	D	2	Scania DS 1154 A30V				331								490	JBV

Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 2. Maskiner med arbeidsmotor og med motor for egen fremdrift på linje																	
Type	MaskNavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr. år gj. snitt	Eier
Ballast renser	Plasser & Theurer RM76HR	D	2	Deutz BF 12L 513C M.nr. 7489965.			348	473		12	105	91				377	Baneserv
Ballast fordeler	MATISA R 20 LS	D	2	Deutz F 10L 413F (V-motor)		V	196	266	2300	10	130	125	2	400+600	230 g HK h	848	Baneserv
Ballast fordeler	MATISA R 24 CS	D	1	Deutz BF 8M 1015CP			440		1950	8	145	132		1800		904	Baneserv
Ballast fordeler	MATISA R 24 CS Hjelpemotor	H	1	Perkins 3 syl motor (Caterpillar aggregat)												904	Baneserv
Sporsta bilisator	Plasser & Theurer DGS 42-N	D	1	Deutz F 12L 413 M.nr. 5884734.			188	256		12	130	125				213	Baneserv
Sporsta bilisator	Plasser & Theurer DGS 62-N	D	1	Deutz BF 8M 1015C M.nr. 8178157.			370			8	145	132				747	Baneserv
Pakk maskin	Plasser & Theurer MU 08-16	D	1	Scania DC 1246A 02E M.nr. 6504788.			294	400								1137	Baneserv
Pakk maskin	Plasser & Theurer 09-32 CSM	D	1	Deutz BF 12L 513C M.nr. 8175258.			367	500		12	105	91				1599	Baneserv
Pakk maskin	Plasser&Theurer 09-3x-N Tamping expr	D	1	Caterpillar 3412 E M.nr. BDT 00222.		R	708			12	152,5	137				1397	Baneserv
Pakkem askin	Plasser & Theurer unimat 08-275 kombi	D	1	Scania DC 1246.A 02 E. Motornr:6509072.			295	400	2100	6						904	Baneserv
Pakkem askin	Plasser & Theurer unimat 08-275 kombi	D	1	Scania DC 1246 02E Motornr: 6506554.			295	400	2100	6						1172	Baneserv
Pakkem askin	Plasser&Theurer UNIMAT 08-275* 3S	D	1	Scania DS 14 47 A25S M.nr. R 40645.			322	438								1371	Baneserv
Pakkem askin	Plasser & Theurer UNIMAT 08-475* 4S KOMBI	D	1	Deutz BF 12L 513C (2 stk)			348		2300	12	105	91		4000		1619	Baneserv

Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 2. Maskiner med arbeidsmotor og med motor for egen fremdrift på linje

Type	MaskNavn	Driv./ Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr.år gj- snitt	Eier
rev.vgn	ROBEL 57.07. LM 4	D	2	Deutz F 10L 413 W		V	168	230	2150	10	130	125		800	235 g /kWh	1203	Baneserv
rev.vgn	ROBEL 57.07 LM 4, hjelpemotor	H	2	Deutz F 3M1011F			33,7		3100	3	112	91			3,5 l/time	1203	Baneserv
rev.vgn	DONELLI VMT 966	D	7	Deutz BF 12L 513C			348	473		12	105	91		800		808	Baneserv
rev.vgn	DONELLI VMT 966, Hjelpemotor	H	7	Hatz 3L31 (eller 3L40) 3 syl. generator						3	90	102				808	Baneserv

Jernbaneloverket og Baneservice, gruppe 3 Arbeidsmaskiner kun med arbeidsfremdrift , ingen fremdrift på linje																	
Type	Maskin navn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr.år gj. snitt	Eier
Renskebu	LEVAHN RENSKEBUK 116		5	Deutz F 4L 912W			59		2800	4	120	100				152	JBV
Båndtra	GIRAFF BÅNDRANS		2	HATZ			14									0	JBV
nsport.	PORTØR																
Langski	LANGSKINNETOG ROBEL 40.61		1	Deutz F 4L 912W (på Portalkran)			59		2800	4	120	100				417	JBV
nnetog																	
Tromme	TROMMELVGN KALMAR ombygd		1	Ford 2722-E (4 syl)				70	2100	4	115	107	1	300		122	Baneserv
lvogn																	
Tromme	TROMMELVGN KALMAR		1	Ford 2722-E (4 syl)				70	2100	4	115	107	1	300		168	Baneserv
lvogn																	
Renskebu	LEVAHN RENSKEBUK 116		1	Deutz F 4L 912W			59		2800	4	120	100				199	Baneserv
ukk																	
Båndtra	GIRAFF BÅNDRANS		1	HATZ			14									0	Baneserv
nsport.	PORTØR																
Sporbytt	PL&Th SPOT SMD 80		1	Deutz BA 6M 816 W				465		6						467	Baneserv
etog																	
Vekselut	Desec Vekselutlegger TI 70	D	1	Deutz BF4M1013C + DEUTZ F2L1011 F			112		2300	4	130	108		250		165	Baneserv
legg.																	
Vekselut	Desec Vekselutlegger TI 70 Hjelpemotor	H	1	Deutz F2L 1011			19			2	105	91				165	Baneserv
egg.																	
Skinneb	VOGN.BFP.011 (2-AKSLET		1	Lombardini 9LD-561-2, 2 syl				ca. 30		2						0	Baneserv
efest.																	
Gravem	Minigraver ABS- TB 045		1													0	Baneserv
askin																	
Gravem	O&K MH5-S Gravemaskin		1	Deutz BF 6M 1012C			82		2000	6	115	94		280		558	Baneserv
askin																	

**Jernbaneloverket og Baneservice, gruppe 3 Arbeidsmaskiner kun med arbeidsfremdrift , ingen fremdrift på linje**

Type	Maskin navn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk	Time pr.år gj. snitt	Eier
Gravemaskin	Case 788 PRR		1	Case NCE4T-390 nr. 24R-031250			79,8	108								1854	Baneserv

Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 4. Arbeidsmaskiner uten fremdrift																	
Type	Masknavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motorstype	Tak t	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk l per time	Time pr.år gj. snitt	Eier
Ballastvogn	PI&Th Mfs-40		3	Deutz F 5L 912			60	81,5		5	120	100				492	Baneserv
Ballastvogn	PI&Th Mfs-40		3	Deutz F 5L 912.			60	81,5		5	120	100				429	Baneserv
Sektorfres	Pw-1200 Unit-2		1	Volvo Td70b d8578				170								19	JBV
Tromm.vgn	Trommel W.40.Der		1	Deutz F 6L 912			88		2800	6	120	100				18	Baneserv
Spyle vogn	Tankvgn.		1	VOLVO TD 120A			179	243								1362	JBV
Sektorfres	Hydr.sving,tilt,klaff		1	Volvo Td70b Nr.87255				170								0	JBV
Sektorfres	Hydr.sving,tilt,klaff		1	Volvo Td70b Nr.78025				170								0	JBV
Sektorfres	Togbrems,hydr.sving		1	VOLVO TD 70 G				170								0	JBV
Sektorfres	Hydr.sving,klaff		1	Motor												0	JBV
Sektorfres	Sektorfres		1	VOLVO TD				170								0	JBV
Kantfreser	V 130 Hs		1	SCANIA DS 14			324									0	JBV
Kompress. vgn	Fst-100 Kompressorvogn		1	Merc.Benz OM 442LA AtlasCop.XRHS485 Md					1700					665		0	Baneserv
Borerigg	Fst- 100 Riggvgn (Ldgs)		1	Deutz BF 6M 1012C (NEMEK HK 108)			123		2500	6	115	94		300		0	Baneserv
Tankvogn	Spot- Tankvgn		1	N/A			N/A	N/A					2	6000		0	Baneserv
Liftvogn	Spot – Liftvgn		1	Lombardini ?				ca 30								0	Baneserv
Gysevogn	Fst-100 Boggi		1	Perkins 1004-TG AtlasCopcoQAS 78Pd			65		1500					175	2,3 - 13,4	0	Baneserv
Lagervogn	Fst-100 Lagervogn		1	Perkins strømaggregat						4						0	Baneserv
Transp.Vgn	4-Vifter Tunnel		1	Motor?												0	Baneserv
Kranvgn	Fst-100		1	DEUTZ F 6L 912			70	94	2300	6	120	100				0	Baneserv



Jernbanelaget og Baneservice, gruppe 4. Arbeidsmaskiner uten fremdrift																	
Type	Masknavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motor type	Tak t	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk l per time	Time pr. år gj. snitt	Eier
Tromm.vgn	Nr:001 KV 01		2	HATZ 32 40CN												0	Baneserv
Spes.Vgn Kabelkan.	PUKKVGN 33		1	Motor												0	Baneserv
Tunnelvifte	Hydr. 4-Vifter		1	Scania DC 9 51A Variant A06E												0	Baneserv
Portalkran	Spot -		1	Deutz F6L 413F				144	2300	6							Baneserv
Redskapvgn	SPOT		1	Hatz strømaggreat													Baneserv
Betongpump	Tuf-100		1	Motor?												0	JBV
Tunellvifte	Vgn Hydr. (Tuf.100)		1	Motor?												0	JBV
Boggivgn	For Kantfreser		1	Motor?												0	JBV
Boggivgn	For Kantfreser		1	Motor?												0	JBV
	Sandstrøvgvgn		1	Bensinaggreat?												0	JBV
	Betongbl.Vgn		1	Dieselaggreat												0	JBV
	Aggregatvgn		1	Motor?												0	JBV
	Transp. Vgn		1	Motor?												0	JBV
	Betongbl.Vgn		1	Dieselaggreat												0	JBV
	Tunnelvif.		1	Motor?												0	JBV
	Hy.Sk.Kran		6	Hatz motor?												0	JBV
	Tankvgn		1	Dieseltank?												0	JBV
	Kranvgn (Narvik)		1	Motor?												0	JBV
Kranvogn	M/ Z-LIFTER		1	Hatz 3L41C			40									0	JBV
Trommel vogn	Kabelvgn 000Kv 01		1	HATZ 32 40CN												0	JBV

Jernbaneverket og Baneservice, gruppe 4. Arbeidsmaskiner uten fremdrift																	
Type	Masknavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Eff. hk	Tur tall	Ant syl	Slagl mm	Dia. mm	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk l per time	Time pr.år gj. snitt	Eier
Spylvgn.	Skinnespyl.. 70km		1	Motor?												0	JBV
Sprøytevgn	Hardy		1	Motor?												0	JBV
Sektorfres	Horisontal Sving		1	VolvoTd96Bi719 34109				170								0	JBV
Sektorfres	Hydr.sving,tilt,klaff		1	Volvo Td												0	JBV
Sektorfres	Hydr.sving,tilt,klaff		1	Caterpillar												0	JBV

Ofotbanen, OBAS, Narvik																	
Type	MaskNavn	Driv./Hjelp motor (D/H)	Ant lok	Motortype	Takt	V/R	Eff. Kw	Tur tall.	Antall per enh	Ant syl	Slag mm	Dia.	Ant. tank	Tot. vol. liter	Forbruk l per time	Time pr.år gj. snitt	Eier
Lok	Lok Di3	D	5	EMD16-567C/E	2	V	1305	835	1	16	10"	8 1/2"	2	3800	200-400		OBAS

Green Cargo

Type	MaskNavn	Driv./Hjelpe motor D/Hr	Ant. Enh.	Motortype	Takt	Syl arr. V / R	Eff. kW	Ved Turt	Atn Per Enh.	Ant. Syl.	Slag	Diam.	Ant.. tank	Vol Lit.	Forbruk per time/km	Timer per år	Eier	Smøre-Oljevolu m L
Lok	(Sj) T44	D	3	EMD 645 E	2	V	1700	900	1	12	253	230	2	3000	79	1000	Green Cargo	

CargoNet

Type	MaskNavn	Driv./Hjelpe motor D/Hr	Ant. Enh.	Motortype	Takt	Syl arr. V / R	Eff. kW	Ved Turt	Atn Per Enh.	Ant. Syl.	Slag	Diam.	Ant.. tank	Vol Lit.	Forbruk per time/km	Timer per år	Eier	Smøre-Oljevolu m L
Lok	Di 8	D	19	Cat 3516 DI-TA	4	V	1570	1800	1	16	190	170	1	3500	1,0* +0,0039**	4000	Cargo net.	400
Lok	CD 66	D	6	EMD 12 V	2	V	2386	904	1	12	279	230	1	6400	1,5* +0,0039**	4000	- # -	
Skd	Skd 220 C	D	3	Rolls Royce C6SFL	4	R	158	2000	1	6	130	175	1	400				
Skd	Skd 224	D	5	Cummins KT 1150 L	4	R	336	2100	1	6	159	158,5	1	1100	60 L/H		-"	
Skd	Skd 225	D	1	Caterpillar 3412 C DI TTA	4	V	533	2100	1	12	152	137	1	1700	161 L/H	4000	-"	
Skd	Skd 226	D		Deutz F12M716	4	V	265	1800	1	12	160	135	1	1500			-"	75

\*) liter pr lok km

\*\*) liter pr (tilkoplek, brutto) tonkm

Di8 i skiftetjeneste: 24 l/h

NSB																		
Type	MaskNavn	Driv./Hjelpe motor /Hr	Ant. Enh.	Motortype	Takt	Syl arr. V / R	Eff. kW	Ved Turt	Ant Per Enh.	Ant. Syl.	Slag	Diam.	Ant. tank	Vol Lit.	Forbruk per time	Timer per år	Eier	Smøre-Oljevolum
Mv.	Type 93	D	15	Cummins N 14 ER	4	R	298	1900	2	6	152	140	2	2x 1350	8 L Mil	200.000 km	NSB	42 X 2 L
Mv.	Type 92	D	14	Mercedes 12 V OM 424 og 444	4	V	360	2100	2	12	142	128	1	1600	12 L Mil	170.000 km	NSB	60 X 2 L
Mv	Y1	D	3	Volvo DH10A	4	R	265	2200	2	6	140	120,6	1	?	Ca 10 L Mil	80.000 km	NSB	?
Strøm	Fde	Generator	3	Scania DS 14	4	V	317 x2	1500	2	8	140	127	1	2300	60 L x 2	400 T	NSB	25 L
Lok	Di 2	D	5	BMV L6	4	R	447	800	1	6	250	250	1	1700	Variabelt	2000 T	NSB	225 L
Lok	Di 3	D	1	EMD16V567 C	2	V	1305	843	1	16	254	216	1	3800	20 L / Mil	Lite	NSB	760 L
Lok	Di 4	D	5	EMD16V645E3	2	V	2450	900	1	16	254	230	1	5200	20-45 L/Mil	175000 km	NSB	950 L
Lok	Di3	H	1	V 71 Detroit	2	V	238	2100	1	12	127	108	1	3800	Variabelt	Lite	NSB	50 L
Skd	Skd 220	D	?	Rolls Royce C6SFL	4	R	158	2000		6	175	130	1	400	Variabelt	Lite	Mantena	30 L

## **VEDLEGG 3 TESTER OG PRØVEDRIFT MED METYLESTER-/ DIESELBLANDINGER**

### **Om norske biodrivstoffer**

I dag kontrolleres produksjonen av biodiesel av EU-standarden EN 14214. Biodiesel som i utgangspunktet er 100 % metylester, og som selges på bensinstasjoner i utlandet, må tilfredsstillende kravene etter denne norm, også metylester som benyttes til innblanding i autodiesel EN590.

Europeisk standard EN14214 forutsetter ikke planteolje som energibærer, men den er utarbeidet med bakgrunn i verdier som er oppnåelig for rapsolje metylester (RME).

Av metylester som er produsert i Norge, er det bare den laget av innsamlet og brukt matolje, og som i utgangspunktet er en planteolje, som kan innfri spesifikasjonene til EN14214, og kun dersom produksjonsprosessen er tilfredsstillende. Dette er hovedsakelig på grunn av at kravene til stabilitet ved lagring som ved flermettede fettsyrer er vanskelig å innfri.

I Norge skjer produksjon av biodiesel mest på fiskeavfall, litt på slakteriavfall og som sagt på brukt matolje. Det er svært lite, om i det hele tatt noen, produksjon av RME i Norge.

Undersøkelser i dette kapitlet tar blant annet sikte på å evaluere kvaliteten på norske biodieselprodukter ved å sammenligne den norske metylester med petroleumdiesel, RME og eventuelt en kvalitet fra Tyskland som er laget på dyrefett.

Undersøkelsen er viktig for å avklare om norskprodusert biodiesel kan oppfylle jernbanenes krav og benyttes til jernbanenes motorer i Norge, i så fall også hvilken type biodiesel dette må være. Også kvaliteten på metylester fra norske produsenter skal undersøkes nærmere: hvilke råvarer de bruker, hvor de får råvarene fra, tilgang og priser på råvarene, samt prissetting på ferdigvare.

Spørsmålet er åpenbart om metylester laget på avfall fra fisk og animalsk fett er anvendbar som drivstoff til jernbanene selv om den har negative sider med hensyn til egenskaper sett i forhold til drivstoff laget av planteoljer.

Gjennomgang av dokumentasjon fra utlandet spesielt Tyskland vil kunne gi god faglig støtte til dette arbeidet. Rethmann-gruppen, som i flere år har benyttet 100 % "Tierfettsäure Methylester" TFME, (oversatt "dyrefettsyre-metylester") har vært kontaktet i forbindelse med denne rapporten.

Opplysninger fra Rethmann-gruppen om hvilke erfaringer de har høstet med 800 i drift på TFME av til totalt 2800 lastebiler som de eier, kunne være av stor betydning.

Det er flere lastebileiere i trondheimsområdet som har erfaringer med den norskproduserte biodieselen. Det er naturlig at noen av disse også blir kontaktet.

Det vil bli nødvendig å kunne benytte norskprodusert biodiesel for å tilfredsstillende EU-kravet om bruk av biodiesel i Norge. Økonomiske årsaker ved siden av miljøhensyn er etter manges mening tungtveiende grunner for å legge til rette forholdene for økt utnyttelse av norske råvarer.

Det arbeides for tiden innen EU med godkjenning av metylester basert på slakteavfall.

### **Om norskprodusert biodiesel**

Det er i dag tre produsenter av biodiesel i Norge:

Estra A/S  
Hadeland Bio-olje A/S (Habiol)  
Milvenn A/S Eidsvåg

#### **Estra A/S**

Estra A/S har hovedkontor i Trondheim, men produserer metylester i Bjugn. Estra A/S leverer biodiesel til storforbrukere innen transport og anleggsvirksomhet og har direkte levering til storkunder. Tankanlegg for fylling er etablert på tre steder i trondheimsområdet og ett i Oslo. I

2005 var produksjonen av metylester på ca. 5000 tonn. Størstedelen var laget på lakseavfall, men noe også av animalsk fett.

#### **Habiol A/S**

Dette selskapet har liten produksjon i dag, men planlegger et anlegg som etter planene skal kunne produsere 30 000 tonn per år. Når fabrikkplanlegget er ferdig, er det planer om å produsere metylester på raps for levering om vinteren og på animalsk fett om sommeren. Det foreligger ikke sikre opplysninger om når anlegget er ferdig.

#### **Milvenn A/S**

Milvenn A/S holder til på Eidsvåg ved Bergen. De produserer metylester på brukt matolje. Produksjonsvolumet er i størrelsesordenen 300 000 liter per år.

#### **Om testing av drivstoffer**

Det er tre typer undersøkelser som benyttes for å karakterisere drivstoffkvalitet:

- Kjemiske tester som for eksempel andeler av de forskjellige bestanddeler i drivstoffet.
- Fysikalske tester som enklere beskriver drivstoffenes egenskaper
- Rigg- og motortekniske tester for å evaluere tenning og forbrenning, utslipp av skadelig komponenter i avgassene og driftsegenskapene.

Det er ved denne anledning neppe nødvendig å ta med alle influerende faktorer, men for å kunne avdekke de viktigste egenskapene ved de aktuelle drivstoffene og drivstoffblandingen vil vi måtte måle de parametrene som har mest betydning for den aktuelle problemstilling.

I tabellen nedenfor er noen viktige tilgjengelige målte verdier for tre aktuelle typer biodrivstoff ført opp sammen med spesifikasjoner for anleggsdiesel og EU-kravene til biodiesel.

		Anleggsdiesel	EN 14214	RME (typisk)	B100 Marin	B95 Dyrefett
Tetthet	kg/m <sup>3</sup>	820 til 860	860 til 900	860 - 900	888,6	870 - 890
Viskositet cSt	mm <sup>2</sup> /sek	2 til 4,5	3,5 til 5,0	3,5 - 5,0	4,4	4,5
Cetantall		min. 47	Min.. 51	51	52,6	
Flammepunkt	°C	høyere enn 55	Min. 120	120		150
CFPP Årstid avh.	°C	-11 til -24	+5 til -20			
Brennverdi	MJ / kg	- 43,2	-	39,5		
Svovelinhold	ppm	maks 500	Maks..20		≤10	
Jodtall	g / 100g	-	Maks. 120	120		140-160
Syretall	mg / g	-	Maks..0,5		0,5	
Stabilitet 110°C	h	-	Min. 6	6		
Oksygen innh.	Masse %	0	-		10	

Det foreligger lite av tilgjengelige, uavhengig målte verdier for de norskproduserte biodieselkvalitetene. Derfor mangler en del oppføringer i den ovenstående tabell. I kapittel 3 er de forskjellige størrelsene forklart nærmere.

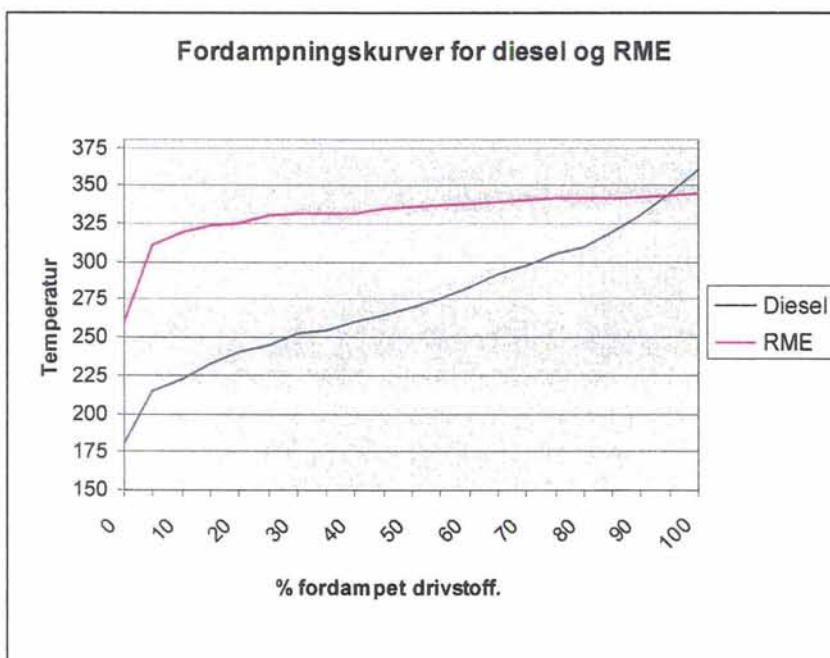
#### **Fordampingskurver**

En viktig karakterisering av drivstoffer er gitt ved fordampningskurvene. Selv om fordampningsegenskapene ikke er av samme betydning for dieselmotorer som for bensinmotorer (ottomotorer), gir de opplysninger om forhold som er viktige for bedømmelse av innsprøytnings- og dermed forbrenningsegenskapene.

Det er typisk for metylester at den fordampes ved gjennomgående høyere temperaturer enn diesel, og at den valgte fraksjon har et snevrere temperaturområde for fordampning enn diesel.

I nedenstående diagram sammenlignes fordampningskurver for autodiesel og en typisk raps-metylester. Det går frem at for RME fordampes en liten andel lettere komponenter raskt ved temperaturer fra 250 og opptil ca 320 grader. Deretter fordampes den resterende andel (ca. 95 %), i et temperaturområde fra 320 til 340 grader. Diesel har en meget forskjellig fordampningskurve fordi diesel er en blanding av mange typer hydrokarboner med forskjellig kokepunkt.

Opplysningene om fordampningsegenskapene forklarer at det ved metylester er større fare for kondensering av drivstoff i sylindere ved oppstart og lave temperaturer enn ved diesel. Det forklarer også at metylester ved nedkjøling raskere blir tyktflytende enn diesel. Når metylester har en temperatur ned mot CFPP, tettes drivstoff-filteret uten forutgående "advarsel". Ved diesel vil motoren begynne å "fuske" en tid i forkant på grunn av en langsommere blokkering av filteret .



#### Målinger og tester før prøvedrift.

Før jernbanene kan ta i bruk norskprodusert biodiesel, er det nødvendig å utføre eller få utført uavhengige tester og målinger for å få nødvendig kunnskap om kvalitet og egenskaper.

Det ville være av stor verdi å få en prøve av den kvalitet som Rethmann-gruppen benytter, og/eller få tilgang til spesifikasjonene for dette drivstoffet i forbindelse med den planlagte undersøkelsen.

Vi vil også kontakte brukere av norskprodusert biodiesel. Tamnes Transport A/S på Røros benytter biodiesel fra Estra A/S, og mange lastebileiere i trondheimsområdet er brukere av dette produktet.

Erfaringer fra forskjellige brukere, egne undersøkelser ved Mantena og målinger utført av uavhengige laboratorier, vil måtte gå forut for en prøvedrift over sommer, høst og vinter i tog.

En viktig del er å også få erfaring fra lagring og transport og en praktisk måte å variere blandingsforholdet av metylester i diesel på. Drivstofftester er i de fleste tilfeller

sammenligninger med andre kvalitetsmessig kjente produkter. I vårt tilfelle er det naturlig å velge anleggsdiesel og RME som referanser.

De produktene som kunne være aktuelle å benytte ved en undersøkelse av norske biodrivstoffer og blandinger med diesel, er i vårt tilfelle:

- Anleggsdiesel som referanse
- RME ( metylester produsert av raps)
- TFME fra Tyskland (Tierfett Methylester)
- Biodiesel produsert på fiskeavfall og
- Biodiesel fra dyreavfall

Fysikalske og kjemiske tester gjøres av disse produktene for å etableres et sammenligningsgrunnlag mellom de etablerte, kjente og de mer ukjente norske produkter.

Anleggsdiesel, som er jernbanenes drivstoff i dag, er som sagt testens hovedreferanse.

RME, som oppfyller kravene til EN14214, er å oppfatte som beste kvalitets biodiesel. TFME er biodiesel laget av dyrefett og en kvalitet som benyttes i Tyskland blant annet av et større transportfirma. Det ville være nyttig å få tilgang til dette drivstoffet for sammenligning med norskprodusert biodiesel laget av fiske- og dyreavfall.

Biodiesel bør i første omgang testes som ren vare og ikke utblandet med diesel, selv om konklusjonen på denne utredning skulle bli at ren biodiesel ikke er aktuell for jernbanene.

I tillegg vil det bli nødvendig å utføre noen tester av drivstoff i den form som synes å bli det mest aktuelle til tog, blandinger med fra opptil 5 % og til 20, maksimalt 30 %, biodiesel blandet i diesel.

#### **Valg av medvirkende laboratorier.**

Det er først og fremst oljeselskapene som har kompetanse og utstyr til å utføre de testene som er nødvendige. De forskjellige testene må utføres ifølge gjeldende ASTM-standarder for testing av drivstoffer. Aktuelle laboratorier er Esso, Shell, Statoil PKS, men også TI og Sintef.

Dersom man ønsker å utføre sammenlignende tester på tenning og forbrenningsegenskaper ut over standard målinger av cetantall, kan dette utføres ved NTNU.

Motorforsøk kan utføres på Mantenas motorprøvestand eller direkte på lokomotiver tilkoblet ytre belastningsmotstander (dieselektriske lok.).

#### *Fysikalske og kjemiske laboratorietester som er aktuelle:*

- Tetthet (\*)
- Viskositet ved forskjellige temperaturer
- Cetantall
- Brennverdi
- CFPP
- Svovelinhold
- Aske- og koksinnhold
- Vanninnhold (\*)
- Glyseride og fritt glyserin
- Jodtall / innhold av umettet fettsyrer (\*)
- Fordampningsegenskaper

(\*) er tester som tas jevnlig i løpet av testperioden.

#### **Motortester ved Mantena**

- Måling av effekt og forbruk ved reg. av motordata som temperaturer og trykk
- Avgassutslipp: CO, /NOx, HC, CO<sub>2</sub>



Testene utføres med de drivstoffer og drivstoffblandinger som man finner ut er mest interessante.

#### **Skisse til opplegg ved prøvedrift**

##### **Valg av motor(er) og togstrekning for test.**

Motortype Daimler Benz OM 424A (eller MTU 183) peker seg ut som å være et klart førstevalg. NSB har to slike motorer i hver av motorvognene BM 92. NSB har til sammen 14 slike motorvogner som trafikkerer strekninger med utgangspunkt i Trondheim. Motorene i BM 92 vedlikeholdes av Mantena på Marienborg, og de kjøres på prøvestand i forbindelse med hovedrevisjoner.

En større og mer langsomtgående motor (900 o/min) kan ikke testes på dynamometer ved Mantena slik som type OM 424A. I dieselelektriske lokomotiver kan motorene belastes også i stillstand for kortere tidsmålinger slik som målinger av effekt og avgassutslipp. Mest interessant ville det være å kunne fastslå forskjeller i partikkelutslipp med og uten metylester iblandet drivstoffet.

Di8 har en Caterpillar motor type 3516 Di-TA. Dette lokomotiv foreslås som valg nummer to.

Valg av motorer til prøvedriften må tas opp i full bredde i forbindelse med prosjektet i 2006/2007.

Det blir neppe aktuelt å gjøre forsøk med ren biodiesel under motortestene, bare opp til maksimalt 30 % metylester iblandet diesel, men med ønsket verdi 20%. Som det er forklart senere, må man i tilfelle B20 måtte akseptere blandingsforhold som varierer av blandingstekniske årsaker.

##### **Testopplegg, type drivstoff, transport og lagring**

I tillegg til motortekniske forhold er det forhold vedrørende transport og lagring som må belyses nærmere under prøvedriften. Dersom man går for en generell 5 % innblanding av metylester, kan det for enkelte strekninger og spesielle tog være naturlig å øke mengde andel av metylester avhengig av årstiden til ca 20 %.

Det må tillates vide grenser for mengde metylester i blandingen fordi ferdig blandet drivstoff bare kan oppbevares i tank på fyllestedet for B5. Dermed må B20 blandes inn på mindre tanker fra tankbil. I et slikt tilfelle vil fylling av tankene med B20 skje med tre tanklaster diesel per en tanklast biodiesel. Testopplegget og tilbereding av drivstoff i detalj vil man måtte komme tilbake til senere.

Det synes mest realistisk å dele prøvedriften i to perioder:

1. Prøvedrift med BM 92 fra NSB med B5 på ruter med utgangspunkt i Trondheim der den største andelen av drivstoffet fylles. I tillegg til Trondheim måtte anleggene på Stjørdal og Røros forsynes med B5 levert på nye tanker. De ekstra tankene på 25 m<sup>3</sup> måtte være disponible i prøveperioden. De eksisterende tankene må kunne benyttes for anleggsgdiesel som hittil for å forsyne alt annet materiell
2. Først på grunnlag av erfaringer med prøvedriften for type 92 kan det evt. foreslås å kjøre CargoNets Di8 på B5 (tidligst i 2007). Problemet med en test på Di 8 er at det ikke er så lett mulig å forsyne Di 8 med B5 uten at andre brukere også må benytte B5. Avgjørelse om dette er lettere etter prøvedriften med BM92. Di8 har en Caterpillar motor type 3516 Di-TA . Caterpillar har noe erfaring med biodiesel, og en mindre utgave (type 3512) har forsøksvis vært drevet med ren biodiesel i Tyskland (Se også kap 7), Dette lokomotiv foreslås som valg nummer to.

**Målinger og registreringer under prøvedriften**

Det vil bli nødvendig med noe økt periodisk overvåking av tilstand til drivstoffiltere og motorolje den første tiden under prøvedriften. Motoroljen må analyseres noe oftere enn vanlig og undersøkes for nye stoffer for å kontrollere eventuell forurensning av tyngre komponenter fra bestanddelene i metylester (eks. jodtall og glyserider).

**Sjekk av motorer / komponenter før og etter test**

En motor velges til visuell fastleggelse av tilstand. Motorene må derfor demonteres slik at det kan tas målinger i sylindrene og på stemplene. Det tas fotografier (også makro) før og etter test som bedømmelse av tilstand i sylindrene og avleiringer i forbrenningsrom og på innsprøytningsdysene etter prøvedriften.

Det er enklest å ta en motor som er under revisjon, og følge denne opp spesielt. Man vil på denne måten spare demonterings-/monterings arbeid.

**Estimerte kostnader for prøvedriften**

Prøvedriften på BM 92 med B5 bør vare minst ca. ett år. På BM 92 bør B20 kunne benyttes sommer og høst. Testene vil kunne starte med laboratorietester etter sommeren 2006.

Prøvedrift på Di8 bør først settes i gang når man har noe erfaring med testene på BM 92.

Kostnadene som er listet opp nedenfor, gjelder altså bare for Type 92. Det er antatt at alle 14 togsettene er med i testen. Kostnader med bruk av B20 er tatt med for 6 måneder fra april til september. De påførte kostnader er merkostnader som påløper i tillegg til de vanlige drifts-kostnader for togtypen.

**Drivstoff kostnader**

Merkostnad for 6 måneder for 14 togsett.	NOK 1 378 000.-
Forbruk B5 1451159 x 0,35 = NOK 478000.-	
Forbruk B20 1451159 x 0,70 = NOK 900000 .-	
<b>Nye tanker</b>	<b>630 000-</b>
3 tanker på 25 m3 a 210000 inkl. elektronisk fyllesystem; dobbel bunn.	
<b>Montering og utstyr</b> 3x50 000.-	<b>150 000.-</b>
<b>Kontroll og overvåking av tankanlegg</b>	
Løpende kontroll av tankanlegg iflg. gjeldende avtale	300 000.-
<b>Målinger under drift og i laboratorium</b>	
Fysikalske og kjemiske tester. 20x6000.-	120 000.-
Før og etter testmålinger på en utvalgt motor	110 000.-
<b>Motortester ved Marienborg</b>	
Prosjektadmin; innleid ass.	500 000.-
10 motortester 10 x 8 x 750 x 2 x 2	2 400 000.-
- Måleutstyr for avgass kjøp/lån	200 000.-
- Montering og start up 750 x 3 x 8 x 2 + cons.	50 000.-
- Driftsomkostninger drivstoff olje osv. :	150 000.-
- Møteutgifter	<u>50 000.-</u>
<b>SUM</b>	<b>6 038 000.-</b>

**Litteraturhenvisninger:**

- (1) Evaluation of Biodiesel Fuel in na EMD 38 – 2 Lokomotive  
NREL [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov) S.G.Fritz
- (2) Union of concerned scientists Clean Vehicles  
[http://www.ucsusa.org/clean\\_vehicles/big\\_rig\\_cleanup/biodiesel..html](http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/big_rig_cleanup/biodiesel..html)
- (3) USDA : BTL Diesel Could Replace 13 % of Germanys use..  
[http:// www. GreenCar Congress.com/2005/01usda\\_syntetic.html](http://www.GreenCarCongress.com/2005/01usda_syntetic.html)
- (4) Bio and regenerative Kraft und Treibstoffe  
<http://www.biokraftstoffe.org/biokraftstoffe.html>
- (5) Transportation Development Centre" Biodiesel as a Locomotive Fuel in Canada av  
Robert Dunn ENR TF 14106E
- (6) PLW Pflanzenöltechnologie Erfahrung in der Umrüstung  
[http://www.plw- Pflanzenöltechnologie.de](http://www.plw-Pflanzenöltechnologie.de)
- (7) <http://www.elsbett.com/engl/>
- (8) SFT Rapport fra "Arbeidsgruppen for biodrivstoff " E. Figenbaum .(p45) 10.06.2005
- (9) Emission performance of selected biodiesel fuels ENE5/33/2000
- (10) DNV communications. Utslippsfaktor
- (11) Biodiesel Handling and use guidelines U.S. Dept iof Energy DOE / 60 102004  
Nov 2004  
Caterpillar Preventive Maintenance products 2001 PMP01-01

