

**TNO-rapport****TNO 2013 R11155****Kennisborging Lean and Green****Behavioural and Societal  
Sciences**Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft  
Postbus 49  
2600 AA Delft[www.tno.nl](http://www.tno.nl)T +31 88 866 30 00  
F +31 88 866 30 10  
[infodesk@tno.nl](mailto:infodesk@tno.nl)

Datum	6 augustus 2013
Auteur(s)	Susanne Balm Jannette de Bes Jordy Spreen
Exemplaarnummer	TNO-060-DTM-2013-02016
Aantal pagina's	28
Aantal bijlagen	0
Opdrachtgever	TNO intern
Projectnaam	Connekt Lean&Green Afwikk. Award 2012
Projectnummer	057.02766

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2013 TNO

# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Scope .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Alternatieve brandstof: elektrisch .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Alternatieve brandstof: aardgas .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Alternatieve brandstof: biobrandstof .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Banden op spanning / TPMS .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Ecocombi/LZV's/Dubbeldecktrailer .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Horizontale samenwerking .....</b>	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>Modal shift.....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Optimalisatie transportplanning .....</b>	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>Snelheidsbegrenzer.....</b>	<b>25</b>
<b>12</b>	<b>Training en monitoring chauffeurs .....</b>	<b>26</b>
<b>13</b>	<b>Vernieuwen wagenpark.....</b>	<b>28</b>
<b>14</b>	<b>Betrokken TNO experts.....</b>	<b>29</b>

## Samenvatting

Vanaf 2008 verzorgt TNO de toetsing van de plannen van aanpak die ingediend worden bij Connekt voor het behalen van de Lean and Green Award. Er zijn sindsdien ruim 315 plannen van aanpak getoetst. De plannen worden getoetst op de onderbouwing van de nulmeting en de haalbaarheid van besparingsmaatregelen. Tijdens die toetsing is veel kennis opgedaan over de diversiteit van CO<sub>2</sub> besparende maatregelen en met name over de inschatting en berekening van de verwachte effecten.

In dit rapport worden de maatregelen die veelvuldig onderdeel zijn van de plannen van aanpak voor de Lean and Green Award onder de loep genomen. De focus ligt op de onderbouwing van besparingspercentages. Enerzijds worden de struikelblokken benoemd, en anderzijds wordt advies gegeven met betrekking tot de informatie die voor een juiste onderbouwing van belang is. Het rapport is geschreven ten behoeve van de kennisborging van TNO teamleden. Daarnaast wordt de kennis gedeeld met Connekt, de uitvoerder van het Lean and Green programma.

Het is voor de onderbouwing van elke maatregel van belang dat er een vergelijking gemaakt kan worden van de voor en na situatie. Deze kan gebaseerd zijn op eigen ervaringen, ervaringen van andere koplopers, experts, of bijvoorbeeld op informatie van de leverancier. Het is bijna altijd onvermijdelijk dat er aannames gemaakt moeten worden voor het inschatten van het besparingspotentieel. Het is van belang dat deze nauwkeurig onderbouwd worden. Voor de maatregel samenwerking (Hoofdstuk 8) en transportplanning (Hoofdstuk 10) ligt hier een extra grote uitdaging, omdat het potentieel vaak onzeker is en daarnaast sterk uiteen loopt.

Voor elke maatregel geldt dat de vergelijking van de voor en na situatie consistent dient te zijn. Bij voorkeur op basis van dezelfde bron van emissiefactoren en op basis van het praktijkverbruik. Wanneer bijvoorbeeld het praktijkverbruik van voor de situatie vergeleken wordt met de fabrieksopgave van de nieuwe situatie, ontstaan er scheve vergelijkingen. Dit is een struikelblok dat vaak gezien wordt voor de maatregelen alternatieve brandstoffen (Hoofdstuk 3 t/m 5) en het vernieuwen van het wagenpark (Hoofdstuk 13).

CO<sub>2</sub> kan op verschillende manieren berekend worden; op basis van brandstofverbruik, per kilometer of per tonkilometer. In de plannen van aanpak dient de berekening van de CO<sub>2</sub> uitstoot en de CO<sub>2</sub> besparingen zo veel mogelijk op dezelfde manier benaderd te worden. Met name voor de maatregel modal shift (Hoofdstuk 9) is de vergelijking vaak nog onvoldoende transparant.

Wanneer informatie van een externe bron geraadpleegd wordt, is het belangrijk goed na te gaan hoe de informatie van toepassing is op de situatie van het eigen bedrijf. Met name in commerciële bronnen wordt vaak alleen het maximale besparingspercentage vermeld, welke gebaseerd is op een zeer negatieve uitgangssituatie en een zeer optimale nieuwe situatie. Dat dit in de praktijk afwijkt, dient meegenomen te worden in de berekeningen voor de plannen van aanpak. Voorbeelden hiervan zijn de maatregelen bandenspanning (Hoofdstuk 6) en chauffeurstraining (Hoofdstuk 12).

Belangrijk is voor het bepalen van het besparingspercentage dat er goed gekeken wordt naar de eigen situatie en op basis daarvan komt tot de percentages en dat er geen algemene percentages worden overgenomen. Door dit document te delen met Connekt en haar leden geven we inzicht en verwachten we met elkaar dat de kwaliteit van de plannen van aanpak verder verbeterd.

# 1 Inleiding

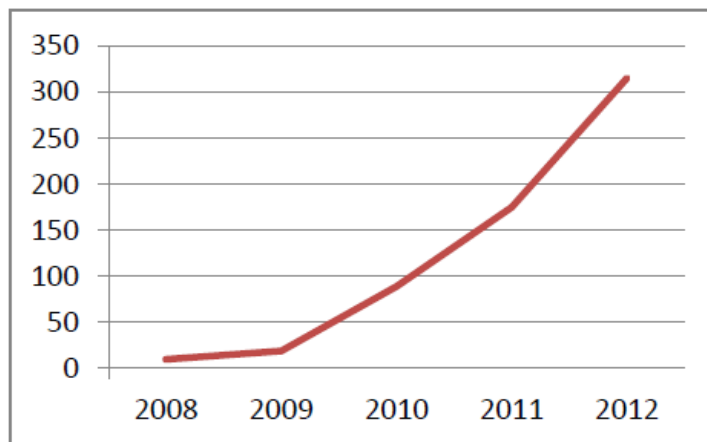
Vanaf 2008 verzorgt TNO de toetsing van de plannen van aanpak die ingediend worden bij Connekt voor het behalen van de Lean and Green Award. Er zijn sindsdien ruim 315 plannen van aanpak getoetst (zie Figuur 1). De plannen worden getoetst op de onderbouwing van de nulmeting en de haalbaarheid van besparingsmaatregelen. Tijdens die toetsing is veel kennis opgedaan over de diversiteit van CO<sub>2</sub> besparende maatregelen en met name over de inschatting en berekening van de verwachte effecten.

Voor het verkrijgen van de Lean and Green Award dient het bedrijf de verwachte besparingen kwantitatief en kwalitatief te onderbouwen. Deze onderbouwing is gebaseerd op externe bronnen (bijvoorbeeld informatie van leveranciers of onderzoeksrapporten) en op eigen gegevens en aannames.

In dit rapport wordt een selectie van maatregelen die veelvuldig voorkomen in de plannen van aanpak onder de loep genomen.

Doel hiervan is:

1. Kennis borgen van vertrekkende teamleden.
2. Overdragen van kennis aan nieuwe teamleden.
3. Inzicht verkrijgen bij TNO experts buiten het team om.
4. Kennis overdragen aan Connekt.



Figuur 1 Overzicht groei koplopersnetwerk Lean and Green

## 2 Scope

### 2.1 Selectie maatregelen

De maatregelen die we in dit rapport behandelen zijn:

- Alternatieve brandstof: elektrisch
- Alternatieve brandstof: aardgas
- Alternatieve brandstof: biobrandstof
- Banden op spanning / TPMS
- Ecocombi/LZV's
- Horizontale samenwerking
- Modal shift
- Optimalisatie transportplanning
- Snelheidsbegrenzer
- Training en monitoring chauffeurs
- Vernieuwen wagenpark

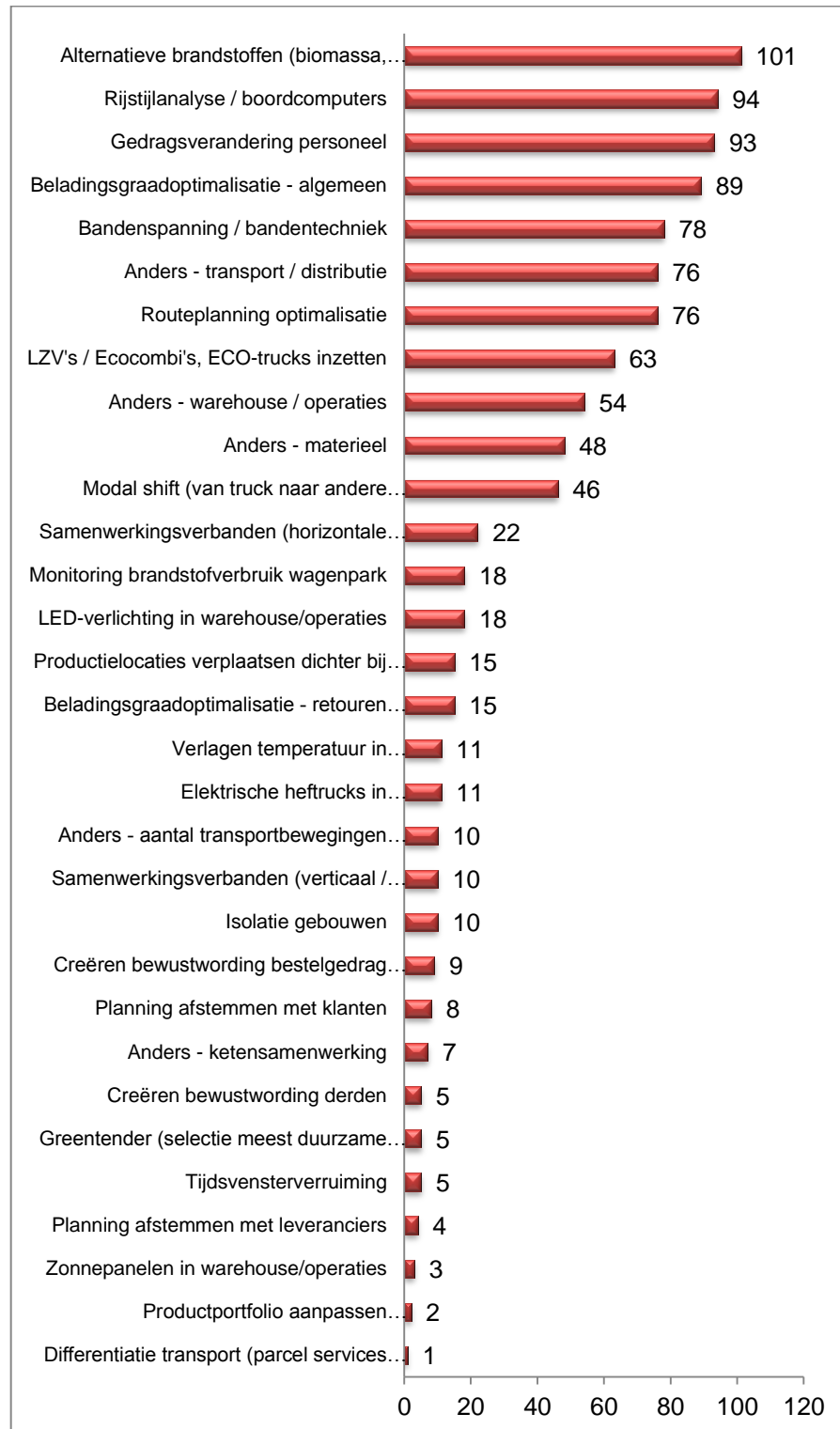
Per maatregel worden de volgende vragen beantwoord:

1. *Wat houdt de maatregel in?*
2. *Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?*
3. *Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?*
4. *Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?*
5. *Wat zegt de TNO expert ervan?*

Tevens worden per maatregel referenties vermeld, welke opvraagbaar zijn bij TNO.

### 2.2 Aanpak selectie

Het selecteren van de maatregelen is gebaseerd op twee analyses. De maatregelen die genoemd worden in de Lean and Green plannen zijn door TNO bijgehouden. Dit overzicht bevat circa 250 plannen. De maatregelen zijn gecategoriseerd. Het aantal keer dat een maatregel genoemd is per categorie is weergegeven in Figuur 2. Daarnaast heeft Reineke Koldewijn voor haar afstudeer opdracht een analyse uitgevoerd op basis van 100 Lean and Green plannen uit 2011/2012. Deze analyse is weergegeven in Figuur 3. De twee analyses komen sterk met elkaar overeen en hebben geresulteerd in bovenstaande lijst. Een uitzondering is de maatregel *Alternatieve brandstof: elektrisch*. Deze maatregel wordt tot op heden niet vaak genoemd, maar is meegenomen omdat verwacht wordt dat dit in de toekomst zal veranderen.



Figuur 2 Aantal keer dat een categorie genoemd wordt in ( $\pm 250$ ) Lean and Green plannen.



Figuur 3 Analyse op basis van 100 plannen van aanpak. Bron: *Green practices under consideration in the Dutch logistics industry and their estimated effects on CO<sub>2</sub> emission*, Master scriptie Reineke Koldewijn, Vrije Universiteit Amsterdam, 2013.



## 3 Alternatieve brandstof: elektrisch

### 3.1 Wat houdt de maatregel in?

Het inzetten van elektrische voertuigen in plaats van voertuigen die andere brandstoffen gebruiken. Mogelijkheden variëren van elektrische koelmachines of heftrucks tot elektrische bestelbussen of (middelzware) vrachtwagens.

### 3.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

Gezien dat deze maatregel tot op heden nog zelden voorgekomen is in de plannen van aanpak zijn er ook nog nauwelijks bronnen geraadpleegd.

### 3.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

Momenteel zijn nog niet alle voertuigcategorieën elektrisch beschikbaar. Vooralsnog kun je tot ongeveer middelzware trucks vervangen voor volledig elektrische varianten. Een zware truck kan alleen worden vervangen door meerdere kleine elektrische trucks. In zo'n geval kan ook worden gekozen voor inzet van een grote dieseltruck (wellicht zelfs LZV's) voor de lange afstand van DC naar DC en kleinere elektrische voertuigen voor de distributie vanaf DC.

Afhankelijk van de range van de elektrische voertuigen, kan het zijn dat een distributierit moet worden onderverdeeld om tussentijds opladen mogelijk te maken. Dat kan gepaard gaan met extra kilometers, en/of er moet een snellader worden gebruikt.

Elektrische voertuigen produceren weliswaar geen CO<sub>2</sub>-emissie tijdens het rijden, maar de productie en distributie van elektriciteit gaat wel gepaard met CO<sub>2</sub> uitstoot. De well-to-tank emissies zijn afhankelijk van de bron en de oorsprong van de elektriciteit.

### 3.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

- Stel de vervoersbehoefte/goederenstroom centraal en reken de bestaande en de nieuwe situatie dan op basis van well-to-wheel door.
- Het moet duidelijk zijn welke voertuigen worden vervangen door elektrische voertuigen en welke kilometers elektrisch worden gereden.
- Mogelijk verandert de ritstructuur van het bedrijf (wegens bijladen, rijden door milieuzones, etc.). De nieuwe ritten moeten bekend zijn om de situaties goed te kunnen doorrekenen en te vergelijken. Het gebruikmaken van de mogelijkheid om met elektrische trucks milieuzones te betreden kan natuurlijk ook leiden tot een grotere goederenstroom (en is wellicht zelfs het economische motief om elektrische voertuigen aan te schaffen).
- Kennis over de gebruikte elektriciteit (groen, grijs, nucleair, steen- of bruinkool). Hogere besparingen kunnen worden gerealiseerd door bijv. het gebruik van groene stroom, zonnepanelen, etc.
- Relevante feiten/vuistregels bij huidige stand der techniek:
  - De relatieve CO<sub>2</sub>-besparing is voor bestelbusjes iets groter dan bij trucks, omdat trucks gemiddeld genomen zuiniger omspringen met diesel;

- Voor elke af te leggen kilometer is ongeveer 3kWh nodig (zware truck);
- 1kWh accucapaciteit weegt ongeveer 8kg;
- De innovatie in bussen/vrachtwagens gaat veel sneller dan bij personenwagens.

### 3.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Voordelen in verontreinigende emissies en geluid (bij lage snelheid en accelereren) zijn een groot (extra) voordeel. Dit is met name in binnensteden relevant en zorgt voor de mogelijkheid om in milieuzones te rijden en ritten aan te passen.

De CO<sub>2</sub> besparing is afhankelijk van de bron en oorsprong van de elektriciteit:

- Komt de elektriciteit uit een kolencentrale, dan leveren elektrische voertuigen weinig of geen CO<sub>2</sub>-voordeel op ten opzichte van voertuigen op benzine of diesel. Maar in Nederland wordt een groot deel van de elektriciteit in gasgestookte centrales opgewekt.
- Op basis van de gemiddelde Nederlandse mix voor elektriciteitsproductie zijn de aan elektrische voertuigen toe te rekenen CO<sub>2</sub> emissies circa 25-30% lager dan van vergelijkbare conventionele voertuigen. Vergelijkbaar met overstap naar hybride voertuigen.
- Op basis van de Europese gemiddelde mix zijn de emissies van elektrische voertuigen ruim 50% lager dan die van benzine- en dieselveertuigen.

De productie van batterijen kost ook energie en veroorzaakt daardoor ook CO<sub>2</sub>-emissies. Omgelagen over de tijdens de levensuur gereden kilometers zijn die emissies van de orde van grootte van 10 g/km. Dat is zeker niet verwaarloosbaar, maar ook niet zodanig dat de voordelen van elektrisch rijden erdoor te niet doen worden gedaan.

Door Europees beleid zullen de CO<sub>2</sub>-emissies van elektriciteits- en batterijproductie naar verwachting de komende decennia sterk dalen. De voordelen van elektrisch rijden worden daardoor in de toekomst groter.

Bestaande elektrische vrachtwagens kun je tijdens hun levensduur upgraden met een beter batterijpakket. Omkatten van diesel naar elektrisch gebeurt ook, maar de kwaliteit (o.a. betrouwbaarheid en veiligheid) van deze voertuigen is vaak aanzienlijk lager dan dat van een oorspronkelijk elektrisch voertuig.

#### Referenties

- “Shades of green - Electric cars’ carbon emissions around the world” door Shrink that footprint.
- “Impact of electric cars” door CE Delft.
- Tien vragen en antwoorden over elektrisch rijden, door TNO. [Online](#) beschikbaar.
- Nijland, H. et al. (2012), Elektrisch rijden in 2050: gevolgen voor de leefomgeving, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

## 4 Alternatieve brandstof: aardgas

### 4.1 Wat houdt de maatregel in?

Aardgas kan als brandstof gebruikt worden voor bussen en vrachtauto's. Voor gebruik in voertuigen kan aardgas in gecomprimeerde vorm of in vloeibare vorm worden opgeslagen en getransporteerd. Gecomprimeerd aardgas wordt aangeduid met CNG (Compressed Natural Gas). Vloeibaar aardgas, aangeduid met LNG (Liquefied Natural Gas), wordt gemaakt door het gas sterk af te koelen. Aardgas uit het Nederlandse net wordt als CNG toegepast in voertuigen. LNG wordt uit het buitenland geïmporteerd.

### 4.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

Op Fuelswitch.nl: "Rijden op aardgas vermindert de CO<sub>2</sub> uitstoot op de hele keten, van productie tot de uitlaat, met 12% t.o.v. diesel en 27% t.o.v. benzine."

*Reactie TNO expert:* dit komt niet overeen met de factsheets brandstoffen, zie 4.5.

Duurzaammb.nl: Het voordeel van aardgas ten opzichte van diesel is een lagere uitstoot van NO<sub>x</sub> en fijnstof. Aardgas is nauwelijks milieuvriendelijker dan benzine.

*Reactie TNO expert:* de vergelijking is hier op basis van personenauto, hetgeen niet handig is. De vergelijking op basis van HD-diesel valt ook anders uit o.a. vanwege verschil in wetgeving en motorrendementen.

### 4.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- Vaak worden commerciële bronnen gebruikt voor het gemiddeld verbruik van aardgas. Schattingen van leveranciers blijken in de praktijk vaak optimistisch en deze vergelijken met (praktijk)cijfers van het gebruik van de traditionele brandstof leidt tot een verkeerde inschatting van de CO<sub>2</sub> besparing. Let goed op dat praktijkcijfers worden vergeleken met praktijkcijfers, en fabrieksopgaves met fabrieksopgaves.
- De besparing is sterk afhankelijk van het motortype (mono of dual fuel).

### 4.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Er moet een eerlijke vergelijking worden gemaakt tussen het verbruik van de alternatieve brandstof per kilometer en het verbruik van de wagens met de traditionele brandstof. Daarvoor moeten de volgende parameters bekend zijn:

- Type gas (samenstelling, specifieke CO<sub>2</sub> emissie, well-to-wheel).
- Aantal auto's dat gaat rijden op dit gas.
- Het praktijkverbruik van deze wagens op gas.
- Het praktijkverbruik van deze wagens op conventionele brandstof.

Vaak worden in dit soort berekeningen fouten gemaakt; deze moeten dus goed worden nagegaan.

#### 4.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Het gebruik van alleen aardgas (mono fuel) levert gemiddeld geen CO<sub>2</sub> voordeel op in (TTW-)vergelijking met conventionele diesel, omdat het motorrendement laag is.

Bij vrachtwagens is de dual-fuel motor populair. Deze werkt volgens het diesel principe, waardoor het motorrendement behouden blijft. Het gebruik van een dual-fuel motor waarbij 25 tot 50% diesel vervangen wordt door aardgas levert gemiddeld 5 tot 11% CO<sub>2</sub>-voordeel op in (TTW-)vergelijking met conventionele diesel. Voorwaarde is dat de motor geen grote methaanslip heeft (methaanslip doet het CO<sub>2</sub>-voordeel teniet).

Andere voordelen van aardgas:

- Lager geluidsniveau, waardoor vrachtwagens in sommige gevallen beperkt buiten venstertijden mogen rijden.
- Lagere prijs.

Vuistregel: het verbruik van 1 kg LNG komt ongeveer overeen met 1 liter diesel. Afhankelijk van het type gasmotoren en de inzet/route van de truck zal die relatie ook veranderen en kan CO<sub>2</sub> nadeel omslaan in CO<sub>2</sub> voordeel en visa versa.

Als je de hele keten meeneemt (well-to-wheel emissies), en beseft dat iedere kuub aardgas die we in Nederland extra consumeren niet uit Nederland komt maar bijvoorbeeld uit Rusland (met energiegebruik en verliezen door transport) dan wordt de vergelijking nog wat minder rooskleurig voor aardgas.

#### Referenties

- TNO/CE Delft, Factsheets Brandstoffen voor het wegverkeer.

## 5 Alternatieve brandstof: biobrandstof

### 5.1 Wat houdt de maatregel in?

Gebruik van biobrandstof, in de vorm van biodiesel of HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), in uiteenlopende blend- of bijmenginspercentages.

### 5.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

*Is bij u in de buurt biodiesel op basis van frituurvetten en/of andere afvalvetten verkrijgbaar? U kunt deze tot een percentage van 20% gebruiken in uw dieselveertuigen. Bij hogere percentages zijn mogelijk aanpassingen aan de motor nodig. Zie: <http://www.duurzaammb.nl/tips/tip/608>*

Reactie TNO expert: frituur olie of vet kan niet direct bijgemengd worden. Het moet eerst worden veresterd (omzetting naar biodiesel).

### 5.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- Let op dat er met de juiste emissiefactoren wordt gerekend.
- De CO<sub>2</sub> reductiegetallen en berekeningsmethodiek staan momenteel onder druk vanwege Indirect Land-Use Change (ILUC). Dit houdt in dat de oorspronkelijke vegetatie soms verdrongen wordt om grondstoffen voor biobrandstof te produceren. Daardoor gaat er ook weer CO<sub>2</sub> opname verloren.
- Bij gebruik van sommige biobrandstoffen (met name bij hogere blends dan B7 (7% biodiesel in diesel) moet worden overlegd met de voertuigfabrikant of de brandstof geschikt is voor het voertuig. Mogelijk gelden andere/kortere garantievoorwaarden en moet het onderhoudsschema worden aangepast (vaker olie verversen).

### 5.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

- Type toegepaste biobrandstof (en evt. de bron).
- Blend- of bijmengingspercentage.
- Aantal (vracht)auto's dat gebruik gaat maken van biobrandstof en inzet van die wagens.
- Praktijkverbruik van de oude en nieuwe situatie.

### 5.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Als vuistregel geldt dat voor HVO en biodiesel de CO<sub>2</sub> emissies over de hele keten tot ca. 50% kunnen worden gereduceerd. Dit komt omdat tijdens de groei van de grondstof (oliehoudende planten zoals koolzaad en palm) CO<sub>2</sub> wordt opgenomen. De effecten van biodiesel op de CO<sub>2</sub> uitstoot hangen voornamelijk af van de gebruikte grondstoffen. Indien B100 wordt getankt dat uit gebruikt frituurvet is geproduceerd kan de CO<sub>2</sub> reductie oplopen tot zo'n 90%. Als het uit plantaardige olie zoals koolzaad-, soja- of palmolie is geproduceerd, komt de reductie gemiddeld veel lager uit (maximaal ca. 50%) en in veel gevallen kan de biodiesel dan zelfs tot meer emissies leiden dan de fossiele diesel. Deels wordt dit veroorzaakt door emissies bij de teelt van de grondstoffen, daarnaast kunnen grote hoeveelheden

broeikasgassen vrijkomen bij verandering van landgebruik, bijv. als er regenwoud of grasland tot landbouwgrond wordt omgezet om de plantaardige olie te produceren. Bij biodiesel en HVO is de energiedichtheid doorgaans lager dan bij gewone diesel. Het verbruik van de voertuigen neemt hierdoor licht toe. Wel wordt minder CO<sub>2</sub> uitgestoten. Afhankelijk van het type biobrandstof en het blendpercentage kan de NO<sub>x</sub>-uitstoot licht veranderen. De uitstoot van fijnstof neemt af. Zie hiervoor ook de factsheets brandstoffen.

Brandstof	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	fijnstof
Diesel (referentie)	350-950 g/km	4,8 g/km	0,019 g/km
B30	-15%	+10%	-20%
HVO (30% bijgemengd)	-15%	-3%	-10%
HVO (puur)	-50%	-10%	-20%

Figuur 4 Bron: Rapport BOLK

#### Referenties

- TNO/CE Delft, Factsheets Brandstoffen voor het wegverkeer.
- Rapport BOLK biofuels voor I&M.

## 6 Banden op spanning / TPMS

### 6.1 Wat houdt de maatregel in?

Door de banden op het juiste niveau te houden, vermindert de rolweerstand en daarmee het brandstofverbruik. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van een bandenspanningmonitorsysteem of tyre pressure monitoring system (TPMS). Een display in de cabine of een indicator op het ventiel laat continu zien wat de spanning van de banden is. Een plotselinge daling van druk in een van de banden kan daarmee worden opgemerkt.

### 6.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

Op duurzaammbk.nl: *Wanneer de bandenspanning 0,5 bar lager is dan aanbevolen door de leverancier, dan wordt er 2 tot 5% ongeveer ca. meer brandstof verbruikt. De bandenspanning zakt ongeveer 0,2 bar per 3 maanden.*

Reactie TNO expert: bovenstaande tekst is erg algemeen en kan niet zomaar toegepast worden voor besparingen in het goederenvervoer.

### 6.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- Volgens duurzaammbk.nl zakt over een periode van 7 maanden de bandenspanning  $\pm 0,5$  bar. Dus pas na 7 maanden verbruikt de vrachtwagen 2 tot 5% meer brandstof. Gemiddeld over die 7 maanden is het verschil dus nog lager.
- Getallen als hierboven zijn vaak erg algemeen. Let goed op of het gaat om busjes of vrachtauto's; het gaat om de relatieve afname van de druk. 0,5 bar is voor vrachtwagenbanden op gewoonlijk 8-10 bar veel minder dan voor busjes. Bovendien neemt de luchtdruk toe tijdens het rijden.
- Tegenwoordig worden banden vaak al regelmatig gecontroleerd. Het besparingspotentieel van deze maatregel is voor CO<sub>2</sub> is dan ook (vrijwel) 0%. Als er al maandelijks wordt gecontroleerd, heeft een TPMS alleen nog zin om klapbanden en dus uitval te voorkomen en is de motivatie voor aanschaf van het systeem eerder economisch van aard.

### 6.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Het moet duidelijk zijn hoe vaak de bandenspanning voorheen gecontroleerd werd en het is de vraag in hoeverre je die gegevens boven tafel krijgt; geloof je de vlooteigenaar op zijn blauwe ogen?

### 6.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

- Uit onderzoek in het kader van Truck van de Toekomst is een besparing per truck tot 2,5% bepaald, dit is echter bij een zeer hoge onderspanning. Op vlootniveau is de besparing vastgesteld op ca. 0,5%.
- Wanneer de bandenspanning 16% lager is dan aanbevolen door de leverancier, dan wordt er ca. 0,5% meer brandstof verbruikt.
- Gebruikersreviews van bandenspanningmeetsystemen zijn positief.

- Twee voordelen van een bandenspanningmonitoringsysteem naast brandstofbesparing:
  - Voorkomen van uitval van wagens. De kans op een klapband bij lage bandenspanning (>20% onderspanning) is namelijk fors groter. Uitval kost in NL zo'n 500 EUR, in buitenland boven de EUR 1000,-
  - Verminderde bandenslijtage (voor getallen zie TvdT).



## 7 Ecocombi/LZV's/Dubbeldecktrailer

### 7.1 Wat houdt de maatregel in?

Verminderen kilometers door inzetten grotere voertuigen (Langere en Zwaardere Vrachtautocombinatie (LZV), ook wel Ecocombi); een LZV is maximaal 25,25 meter lang en 60 ton zwaar, terwijl een gewone vrachtwagen maximaal 18,75 lang is en (in Nederland) maximaal 50 ton zwaar mag zijn.

### 7.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

- Van Eck Group: Met behulp van een conventionele trailer moet om dezelfde hoeveelheden te transporteren 3 keer gereden worden en met de Eckstreme Twin Deck Trailer 2 keer. Er zijn dus minder ritten nodig voor dezelfde hoeveelheid lading. De Twin Deck Trailer kan een CO<sub>2</sub> reductie behalen van 40% tot 50%.
- Rijksoverheid: 27% besparing door inzet LZV.

### 7.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- Het effect van een LZV op de grootte van het wagenpark, het aantal ritten, het aantal kilometers en het (gemiddeld) verbruik verschilt. De reductie in het aantal benodigde wagens of ritten kan veel groter zijn dan de reductie van het aantal kilometers. Het effect op het gemiddeld verbruik per kilometer is zelfs negatief. Bij het bepalen van het CO<sub>2</sub> besparingspotentieel is het van belang dat deze verschillende effecten erkend worden.
- Deze optie is vooral van toepassing in geval met name volumineuze goederen worden vervoerd (niet te hoog soortelijke gewicht vanwege beperkte belasting op assen). PostNL bijvoorbeeld vaart wel bij inzet van LZV's.
- Je kunt niet overal rijden, alleen over kernnetwerk. Het kernnetwerk wordt wel steeds groter.
- Ze moeten niet leeg rijden; voor distributie werkt het niet, je moet voldoende lange ritten hebben. Er moet op een bepaalde route meer vervoerd worden dan in een gewone vrachtwagen past, zodat het inzetten van LZV's zorgt voor minder kleinere vrachtwagens op de weg.

### 7.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

- Informatie over het werkelijke verbruik van de vrachtwagens die momenteel het transport uitvoeren en van het (werkelijke) praktijkverbruik van de in te zetten LZV's. Het verbruik per kilometer van een LZV zal hoger zijn dan dat van een gewone vrachtwagen.
- Hoeveel vrachtwagen kilometers zullen er wegvallen en hoeveel LZV kilometers komen daar voor terug?
- Onderbouwing waaruit blijkt dat er voldoende volume is om inzet van een LZV rendabel te maken.

## 7.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

- Door de inzet van LZV's neemt de CO<sub>2</sub>-emissie per ton vervoerd gewicht af met 11% (Rapport LZV's).
- Als in Nederland circa 11.000 LZV's zouden rondrijden zou de CO<sub>2</sub>-besparing ten opzichte van uitstoot van het gehele vrachtautomarkt zo'n 6% bedragen (Rapport LZV's).

### Referenties

- Rapport LZV's
- Rapport c,mm,n cargo
- Website Rijksoverheid: [www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/goederenvervoer-over-de-weg/langere-en-zwaardere-vrachtwagens](http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/goederenvervoer-over-de-weg/langere-en-zwaardere-vrachtwagens).

## 8 Horizontale samenwerking

### 8.1 Wat houdt de maatregel in?

Het kan gaan om samenwerking tussen verladers of samenwerking tussen vervoerders. Samenwerking is een zeer ruim begrip en kan variëren van bundelen en afstemmen van de planning tot fuseren. Planningsamenwerking gaat doorgaans over het realiseren van retourstromen, het uitwisselen van lading op routes die voor een andere vervoerder gunstiger zijn, het slim combineren van ladingen, etc. Een voorbeeld is TransMission, met 16 partners het grootste samenwerkingsverband van zelfstandige transport- en distributiebedrijven in Nederland en België

### 8.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

Het besparingspercentage dat in Lean and Green plannen opgenomen is voor maatregelen op het gebied van horizontale samenwerking, varieert van 1% tot 28%. Gemiddeld verwachten bedrijven 8% te kunnen besparen door horizontaal samen te werken.

### 8.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- Als je van tevoren een plan maakt voor zo zuinig mogelijk, dan is het de vraag of dat in de praktijk ook echt wordt uitgevoerd (de verleiding is groot een chauffeur, die even geen werk heeft, een rit te laten uitvoeren die volgens de samenwerkingsplannen door de samenwerkende partner moet worden uitgevoerd). De CO<sub>2</sub> besparingen kunnen in de praktijk lager uitvallen.
- Let op dubbel-tellen van besparingen.
- Globale besparingen van een samenwerking zijn in het algemeen goed te bepalen; individuele/regionale effecten zijn moeilijker te bepalen.
- Samenwerking leidt waarschijnlijk ook tot meer heen-en-weer rijden naar de plek waar ladingen worden uitgewisseld.

### 8.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Een simulatiescreendump of een 'sigarendoosberekening' van de nulsituatie, een onderbouwing van verwachte bundeling mogelijkheden en kilometerreductie.

### 8.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Omdat er zoveel verschillende vormen van samenwerking bestaan, is het haast onmogelijk daar een gefundeerde schatting voor te geven. Wel is het goed (achteraf) uit te rekenen.

Als de samenwerking door een neutrale partij [Cross Chain Control Center (4C)] wordt gecoördineerd, dan is een besparing van 25% tot 30% haalbaar.

De te behalen besparing is voornamelijk afhankelijk van de mate van integratie – dat kan variëren van samenwerken (planning in elkaar schuiven) tot fuseren.

**Referenties**

- Jaarlijkse maandkalender van TLN met diverse voorbeelden van succesvolle samenwerkingsprojecten op het gebied van distributievervoer.
- *Aan de slag met samenwerking in de logistiek: Mogelijkheden voor groothandelaren om samen te werken in de logistiek.* Door NVG en TNO, Januari 2012. [Online](#) beschikbaar.
- *Logistieke tussen de bedrijven door: de winst van samenwerking.* B. Lammers, H. van Rijswijck, P. van der Sterre, 2010.

## 9 Modal shift

### 9.1 Wat houdt de maatregel in?

Verschuiven van wegtransport naar spoor of binnenvaart

### 9.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

- Het project Circle Line: tot 80% CO<sub>2</sub> reductie per container door verschuiving van weg naar spoor.
- Er bestaan verschillende rekentools om de besparingen t.o.v. de weg te berekenen. Tools zijn o.a. ontwikkeld door Van Uden ([www.vanuden.eu/co2-module](http://www.vanuden.eu/co2-module)), EcoTransit ([www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)), Van Den Bosch ([www.vandenbosch-co2.com](http://www.vandenbosch-co2.com)) en InlandLinks ([www.inlandlinks.eu](http://www.inlandlinks.eu)). De rekenmethodes van deze tools bevatten veel aannames en zijn gebaseerd op individuele transporten.
- Onderstaande tabellen met CO<sub>2</sub> waarden zijn uit STREAM (2008).

	Gram CO <sub>2</sub> per voertuig per km	Laad- vermogen in tonnen	Gram CO <sub>2</sub> per TEUkm	Δ CO <sub>2</sub> per TEUkm t.o.v. wegvervoer.
Wegvervoer	0,7	1,7	0,43	
Binnenvaart, klein	19,5	43	0,45	+5%
Binnenvaart, middelgroot	28,8	126	0,23	-46%
Binnenvaart, groot	37,0	208	0,18	-58%
Binnenvaart, duwbakken	55,7	768	0,07	-83%
Trein	9,6	77	0,13	-77%

CE Delft (2008), STREAM Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten

### 9.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- De afstand over het water is vaak langer dan de afstand over de weg. Ook zijn er extra kilometers nodig voor het voor- en natransport.
- Andere modaliteiten zoals spoor of binnenvaart zijn alleen duurzaam of duurzamer dan wegtransport als ze goed worden benut. Een lege trein is een stuk minder duurzaam dan een lege vrachtwagen. Zie gram CO<sub>2</sub> per voertuig per km. Het daadwerkelijk besparingspotentieel is daarom zeer afhankelijk van de specifieke situatie.

### 9.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

- Type voer- en vaartuig in nul situatie en nieuwe situatie.
- Informatie met betrekking tot de kilometers van voor- en natransport.
- Info over (energieverbruik van) overslag; kranen zijn bijvoorbeeld vaak energieslurpers!
- Een simulatie/berekening van de huidige situatie en de gewenste situatie is wenselijk.
- De (gemiddelde) belading van het voertuig; dit is nodig om de CO<sub>2</sub> uitstoot toe te kunnen wijzen naar verschillende ladingen.

## 9.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Vanuit de gegevens uit STREAM kan opgemerkt worden dat binnenvaart en spoor duidelijk minder CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaken per container (zie gram CO<sub>2</sub> per TEUkm). Wel moet hierbij gezegd worden dat dit niet geldt voor een klein binnenvaartschip. Dit is een belangrijk aspect om rekening mee te houden. De grootte van het binnenvaartschip heeft in zekere zin te maken met de frequentie van diensten die aangeboden gaat worden. Door de frequentie te verhogen wordt de lading per boot kleiner, tenzij er door de vermeerdering van diensten meer vraag is voor de diensten vanuit verladers. In dat geval is er geen probleem. Maar als dat niet het geval is, kan de lading per boot dus kleiner worden en worden daardoor kleinere schepen ingezet. Dat zou kunnen betekenen dat een negatief effect op CO<sub>2</sub> uitstoot wordt gerealiseerd.

## 10 Optimalisatie transportplanning

### 10.1 Wat houdt de maatregel in?

Het optimaliseren van de (tactische route)planning zodat onnodige kilometers vermeden worden. Optimale route, minimale wachttijden (kosten), kortste-pad-algoritmen, etc. Dit is eerder een kosten-gedreven maatregel, in plaats van CO<sub>2</sub> reducerende maatregel.

### 10.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

- ORTEC: 10% minder kilometers.
- TLN planner – routeplanningssysteem: De kilometerreductie bedraagt 2 tot 3% bij kleinere zendingen (colli en lading van 1 tot 4 pallets) en 1 tot 2% bij grotere zendingen (volle lading of deellading van meer dan 4 pallets).
- Duurzaammbk.nl<sup>1</sup>: Met name bij veel en wisselende afleveradressen kan de zoek tijd aanzienlijk worden gereduceerd. Dit biedt de mogelijkheid om meer zendingen af te leveren en daarmee de beladingsgraad te verhogen. Volgens onderzoek van de ANWB wordt 5% (waarschijnlijk o.b.v. personenvervoer) van de kilometers gemaakt als gevolg van verkeerd rijden. Bij vaste adressen ligt dit percentage lager.

### 10.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- De te verwachten besparing is erg bedrijfsafhankelijk.
- Wordt de software daadwerkelijk gebruikt om de snelste/kortste routes te rijden? Want wanneer de software gebruikt wordt om zo veel mogelijk op tijd te komen, zorgt dit niet altijd voor een kilometerreductie.
- Let goed op of het gaat over een reductie van het aantal kilometers of aantal leeg gereden kilometers (van toepassing indien op de terugweg nog lading opgehaald wordt).

### 10.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Er moet goed kunnen worden beoordeeld hoeveel het bedrijf tot op heden al heeft gedaan op het gebied van optimalisatie van transportplanning. Waar zaten de inefficiënties voorheen? Werd er voorheen te veel omgereden? Wat verbetert er door de routeplanner? Indien mogelijk eerste (test) resultaten. Let op het verschil tussen kilometerreducties en CO<sub>2</sub>-reducties.

Een nulmeting in de vorm van een simulatiescreendump /excel verdient de aanbeveling: zo reken je met 'harde wiskunde' (het is een modellering) uit hoeveel CO<sub>2</sub> het bedrijf op t=0 uitstoot.

---

<sup>1</sup> <http://www.duurzaammbk.nl/tips/tip/604>

## 10.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Transportoptimalisatie is de kern van de vervoerder. Het ligt daarom voor de hand dat veel bedrijven dit soort optimalisaties al hebben doorgevoerd. Het is dan ook de vraag hoeveel daadwerkelijk kan worden gewonnen.

Het ligt voor de hand dat met een (betere) planningstool CO<sub>2</sub> kan worden bespaard. Concrete algemene getallen zijn moeilijk te geven. Als bedrijven bij transportoptimalisatie ook kijken naar verbeteringen buiten de grenzen van de planning (bijvoorbeeld nieuwe afspraken over aflevertijdstippen maken om de overall planning te verbeteren of vaste routes loslaten) zijn de te verwachten besparingen (nog) hoger.

Als binnen het bedrijf tot op heden nog weinig aan optimalisering van transportplanning heeft gedaan is het aantal kilometers met zo'n 10% tot 20% terug te brengen. Heeft het bedrijf al wel ervaring met transportoptimalisatie, dan komt het besparingspercentage eerder in de buurt van de 3% tot 5%.



## 11 Snelheidsbegrenzer

### 11.1 Wat houdt de maatregel in?

Het afstellen van de maximale snelheid dat een voertuig kan rijden.

### 11.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

- DAF in Action (juli 2009) stelt voor een snelheidsverlaging van 89 naar 80 km/u een besparing tot 13%.
- AgentschapNL (okt 2012): "Met een snelheidsbegrenzer kan gemiddeld 3% op de brandstof worden bespaard."
- De Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) stelt in een studie dat de CO<sub>2</sub> uitstoot van vrachtauto's 15% daalt bij een verlaging van de snelheid van 90 naar 80 km/u. Volgens VITO geven autofabrikanten aan dat vrachtwagens het brandstof-efficiëntst zijn bij snelheden van 80 à 85 km/u.

### 11.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

De besparing is niet lineair met de kilometers die begrensd worden. Oftewel, het begrenzen van de snelheid van 90 naar 85 km/u heeft een groter effect dan het begrenzen van de snelheid van 85 naar 80 km/u.

Er is alleen een effect op de kilometers dat de vrachtwagen de maximale snelheid rijdt. Oftewel, als een vrachtwagen enkel in de binnenstad rijdt heeft een snelheidsbegrenzer geen effect. Als bijvoorbeeld de helft van de gereden kilometers van een bedrijfsvoertuig stadsdistributie betreft, zal de maatregel maximaal voor de helft mee kunnen tellen.

### 11.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Een indicatie van het aandeel lange afstand transport op het totaal aan gereden kilometers en de snelheid waarop de wagens tot op heden zijn begrenst.

### 11.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

TNO heeft in 2012 op basis van modellering en een praktijkproef (in het kader van project MaVe) een besparing van 6-8 % voor een verlaging van de maximumsnelheid van 90 naar 80 km/h gevonden.

## 12 Training en monitoring chauffeurs

### 12.1 Wat houdt de maatregel in?

Tips en trainingen voor een zuinige rijstijl, al dan niet in combinatie met brandstofmanagementsystemen voor monitoring van verbruik per chauffeur.

### 12.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

- Het Nieuwe Rijden.nl: Tot wel 20% besparing op brandstofverbruik. De gemiddelde besparing is ongeveer 10%.
- ECOdrive: Tot wel 15% brandstofbesparing en minder CO<sub>2</sub> uitstoot met ECOdrive! (<http://www.ecodrive.eu/nl>).
- Ecodriving Nederland: Tussen de 7% en 15%. <http://www.ecodrivingnederland.nl/>

### 12.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

- De besparingspercentages die genoemd worden door Het Nieuwe Rijden zijn inclusief het op niveau houden van de bandenspanning en het gebruik van accessoires zoals toerenteller en een boardcomputer.
- De besparing is zeer afhankelijk van de huidige rijstijl van de chauffeur. Bij een slechte initiële rijstijl is het besparingspotentieel hoger.
- Let bij het toepassen van het besparingspercentage op het gehele bedrijf op zaken als ingehuurde chauffeurs die geen training krijgen, het verbruik ten gevolge van koelen van lading, etc.
- Na enkel het volgen van een training zullen de besparingen na een tijdje teruglopen. Dit resulteert in een teruglopende besparing. Voor het op peil houden van de besparingen is het belangrijk monitoring en actieve bijsturing toe te passen. Ook hier geldt dat het besparingspotentieel erg afhankelijk is van de beginsituatie.

### 12.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Resultaten van een chauffeurstraining en –monitoring die een voor- en nameting bevatten op basis waarvan een onderbouwde inschatting van de besparingspercentages gemaakt kan worden. Daarnaast een goede analyse van de beginsituatie, zoals de inzet van het wagenpark voor wat betreft lange afstand of stadsdistributie. En tot slot een beschrijving van de nieuwe/toekomstige situatie, waarin de monitoring (frequentie van feedback, bijsturing, beloning, etc.) beschreven wordt.

### 12.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Uit metingen in het programma Truck van de Toekomst is een besparing van 1-4% op vlootniveau gevonden, en een besparing tot 8% per chauffeur. De besparing is zeer afhankelijk van de mate van chauffeursaansturing. Transportbedrijven dienen hier voldoende aandacht aan te besteden.

Het inbrengen van het competitie-element leidt tot wisselende resultaten; bij het ene bedrijf werkte een competitie (evt. met incentives, zoals bonus voor beste chauffeur) erg goed, bij een ander bedrijf leidde het tot onderlinge strijd.

De chauffeurs en vlooteigenaren moeten er het belang van inzien. Actieve aansturing van de chauffeur is vereist en het verdient aanbeveling een brandstofmonitoringssysteem te combineren met een rijstijltraining. In onderzoek van TvdT is geen verschil gevonden tussen verschillende systemen. Veel belangrijker is dat de chauffeurs actief worden begeleid. Tevens is in de beginfase ondersteuning van de desbetreffende systeemleverancier belangrijk voor het boeken van goede resultaten.

De potentiële besparing die behaald kan worden op snelwegen is over het algemeen lager dan die in de stad. Dit doordat een chauffeur in de stad vaker moet optrekken en remmen. Een indicatie op chauffeursniveau:

- Lange afstand: 3% besparing
- Stadsdistributie: 7% besparing

#### **Referenties**

- Truck van de toekomst
- Cost curves for CO<sub>2</sub> emissions reduction in Heavy Duty vehicles. TNO presentatie (sheet 78, driving course), 2012.

## 13 Vernieuwen wagenpark

### 13.1 Wat houdt de maatregel in?

Overstappen op zuinigere voertuigen.

### 13.2 Wat is het besparingspotentieel dat (commerciële) bronnen vermelden?

Autofabrikanten zullen vermoedelijk soms optimistische schattingen opgeven. Het verbruik van voertuigen ligt in de praktijk (veel) hoger dan de verbruikscijfers die door fabrikanten opgegeven worden.

### 13.3 Wat zijn de struikelblokken bij het bepalen van het besparingspotentieel?

Praktijkverbruikscijfers van de huidige voertuigen moeten bij voorkeur worden vergeleken worden met praktijkverbruikscijfers van de nieuwe voertuigen. Indien het besparingspotentieel is gebaseerd op basis van fabrieksopgave van verbruik van de nieuwe voertuigen, moet er worden vergeleken met de fabrieksopgave van het verbruik van de huidige voertuigen. In het recente verleden is echter bekend geworden dat het verschil tussen praktijkverbruik en fabrieksopgave van verbruik niet gelijk blijft. De voorkeur gaat dus uit naar het vergelijken van praktijkverbruikscijfers.

Let er op dat euro VI voertuigen niet per definitie zuiniger zijn dan euro V voertuigen. Euro VI motoren zijn schoner, soms ten koste van zuinigheid.

De mate waarin voertuigen zuiniger worden hangt ook voor een groot deel af van welke extra besparingsmaatregelen wordt bijgekocht bij de wagens, zoals aerodynamische schotten, stop-startsysteem, driver assist of fuel management systemen.

### 13.4 Welke informatie is nodig voor een juiste onderbouwing?

Inzicht in het aantal vervangen auto's en praktijkverbruikscijfers van de wagens die worden vervangen en praktijkverbruikscijfers van de nieuwe vloot. Een simulatie van de voertuigfabrikant of importeur verdient daarbij de voorkeur.

### 13.5 Wat zegt de TNO expert ervan?

Mits goed wordt ingekocht is een besparing van 5-10% mogelijk. In het algemeen is het voor een significante CO<sub>2</sub>-besparing aan te bevelen kleinere motoren (zo klein als mogelijk voor de taak) te kiezen en de wagens meer toe te spitsen op de inzet (distributie of lange-afstand).

#### Referenties

- Steekproefcontroleprogramma vrachtwagens
- Truck van de Toekomst

## 14 Betrokken TNO experts

De TNO experts die, naast de auteurs, betrokken zijn geweest bij het rapport zijn:

Alternatieve brandstof: elektrisch	Mark Bolech
Alternatieve brandstof: aardgas	Ruud Verbeek
Alternatieve brandstof: biobrandstof	Ruud Verbeek
Banden op spanning / TPMS	Ruud Verbeek en Pim van Mensch
Ecocombi/LZV's	Hans Quak, Jannette de Bes
Horizontale samenwerking	Robbert Janssen en Hans Quak
Modal shift	Susanne Balm, Layla Lebesque
Optimalisatie transportplanning	Hans Quak, Jannette de Bes, Robbert Janssen en Diederik de Ree
Snelheidsbegrenzer	Pim van Mensch
Training en monitoring chauffeurs	Pim van Mensch
Vernieuwen wagenpark	Ruud Verbeek en Pim van Mensch