

**TNO-rapport****TNO 2013 R11083****VERSIT+ Emissiefactoren voor Standaard  
rekenmethode 1 en 2 – 2013 update****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	16 juli 2013
Auteur(s)	Amber Hensema (TNO) Norbert Ligterink (TNO) Gerben Geilenkirchen (PBL)
Aantal pagina's	55
Exemplaarnummer	TNO-060-DTM-2013-01871
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Milieu t.a.v. de heer A.W. Bezemer Directie Locale Milieukwaliteit en Verkeer IPC635 Postbus 30945 2500 GX Den Haag
Projectnaam	VROM light duty 2010-2013
Projectnummer	033.24444

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

## Samenvatting

TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) publiceren jaarlijks een set emissiefactoren voor het huidige en toekomstige wegverkeer in Nederland. De emissiefactoren geven voor een gemiddelde verkeersstroom de uitstoot per afgelegde voertuigkilometer van een aantal luchtverontreinigende stoffen. De emissiefactoren worden bepaald op basis van weging van een groot aantal onderliggende emissiefactoren voor allerlei typen voertuigen. Deze onderliggende emissiefactoren worden jaarlijks door TNO berekend. De weging vindt plaats op basis van voertuigkilometrages afkomstig van CBS en PBL.

De geaggregeerde emissiefactoren dienen als invoer voor verspreidingsmodellen waarmee de bijdrage kan worden berekend van het wegverkeer aan de concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 worden de emissiefactoren jaarlijks voor 15 maart openbaar gemaakt door de minister van Infrastructuur en Milieu (IenM).

Deze rapportage beschrijft de emissiefactoren die in maart 2013 zijn gepubliceerd. De methodiek voor het berekenen van de emissiefactoren wordt beschreven en relevante uitgangspunten, zoals gebruikte ritprofielen, worden nader belicht. Vervolgens worden de nieuwe inzichten beschreven die dit jaar zijn gebruikt voor het berekenen van de emissiefactoren en worden de resultaten gepresenteerd. In de set van 2013 zijn een aantal wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van 2012. Aan de hand van een verschilanalyse wordt inzichtelijk gemaakt welke factoren bijdragen aan de wijzigingen in de emissiefactoren ten opzichte van vorig jaar.

- De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 dieselpersonenauto's en bestelauto's zijn hoger ingeschat dan vorig jaar.
- De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor euro-V vrachtauto's en trekkers zijn daarentegen lager ingeschat. Beide aanpassingen komen voort uit recente meetprogramma's van TNO.

Als gevolg van deze nieuwe inzichten liggen de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer voor het jaar 2015 over het algemeen hoger dan vorig jaar, terwijl de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer in 2015 juist lager liggen.

De SRM-emissiefactoren worden gepresenteerd als puntschattingen, maar zijn omgeven met onzekerheid en moeten daarom feitelijk worden gezien met een bandbreedte. De onzekerheid waarmee de emissiefactoren zijn omgeven kan groot zijn, afhankelijk van het voertuigtype, de stof en het zichtjaar. Een belangrijke onzekere factor is de praktijkemissie van Euro-6 en Euro-VI voertuigen, die de komende jaren op de markt komen. Variatie in de lokale verkeersafwikkeling en de samenstelling van het wegverkeer kan leiden tot hogere of lagere emissies dan worden berekend op basis van de SRM-emissiefactoren.

Ten slotte wordt een beschrijving gegeven van belangrijke onzekere factoren in de berekening en wordt de procedure van de oplevering van de emissiefactor uiteengezet. Onzekerheden zijn een maat voor de verwachte bandbreedte in de resultaten. Zeker in het geval van nieuwe technologie is de verwachting dat er verdere ontwikkelingen zullen zijn. Inzicht in de details is noodzakelijk om deze bandbreedtes op waarde te schatten van geval tot geval.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Opzet berekening SRM-emissiefactoren</b> .....	<b>6</b>
2.1	Opzet van de set SRM-emissiefactoren .....	6
2.2	Effecten van beleidsmaatregelen op de SRM-emissiefactoren .....	7
<b>3</b>	<b>Methodiek emissiefactoren</b> .....	<b>9</b>
3.1	Kwantificering van de verkeerssituatie .....	9
3.2	Berekening van emissiefactoren .....	11
3.3	Weging van emissiefactoren .....	12
<b>4</b>	<b>Nieuwe inzichten detailemissiefactoren</b> .....	<b>13</b>
4.1	Hogere NO <sub>x</sub> -emissie Euro-5 dieselpersonenauto's en bestelauto's .....	13
4.2	Lagere NO <sub>x</sub> -emissie van tweede generatie Euro-V vrachtauto's .....	15
4.3	Hogere NO <sub>x</sub> - en NO <sub>2</sub> -emissie van vrachtverkeer in de file .....	17
4.4	Wijzigingen in detailemissiefactoren voor PM <sub>10</sub> en PM <sub>2.5</sub> .....	17
<b>5</b>	<b>Methodiek vaststellen voertuigkilometers</b> .....	<b>20</b>
5.1	Voertuigkilometers in het basisjaar 2010 .....	20
5.2	Voertuigkilometers in toekomstige jaren .....	21
5.3	Alternatieve aandrijftechnologie nog niet meegenomen .....	22
<b>6</b>	<b>Voertuigkilometers voor emissiefactoren 2013</b> .....	<b>24</b>
6.1	Wijzigingen in de voertuigkilometers ten opzichte van 2012 .....	24
6.2	Voertuigkilometers voor de SRM-emissiefactoren 2013 .....	27
<b>7</b>	<b>Resultaten</b> .....	<b>34</b>
7.1	Algemene emissiefactoren .....	34
7.2	Emissiefactoren voor snelwegsituaties .....	36
<b>8</b>	<b>Verschilanalyse</b> .....	<b>37</b>
8.1	Wijzigingen in de SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer .....	37
8.2	Middelzwaar en zwaar wegverkeer .....	40
<b>9</b>	<b>Onzekerheden en gevoeligheidsanalyse</b> .....	<b>42</b>
9.1	Nieuwe voertuigtechnologieën en brandstoffen .....	42
9.2	Praktijkemissies van Euro-6 en Euro-VI voertuigen .....	46
9.3	Onzekerheden rond detailemissiefactoren van bestaande voertuigtypen .....	47
9.4	Onzekerheden rond huidige en toekomstige samenstelling wegverkeer .....	48
<b>10</b>	<b>Procedure oplevering emissiefactoren</b> .....	<b>50</b>
10.1	Jaarplanning .....	50
10.2	Procedure van accorderen van wijzigingen in voertuigkilometers .....	50
10.3	Procedure van accorderen van wijzigingen in emissiefactoren .....	51
<b>11</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>Ondertekening</b> .....	<b>55</b>

# 1 Inleiding

TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) berekenen jaarlijks een set algemene emissiefactoren voor wegverkeer in Nederland. Deze emissiefactoren geven de gemiddelde uitstoot van een aantal luchtverontreinigende stoffen per afgelegde voertuigkilometer voor een gemiddelde verkeersstroom in Nederland. De emissiefactoren worden gebruikt voor het berekenen van de bijdrage van het wegverkeer aan lokale concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 worden de emissiefactoren jaarlijks voor 15 maart openbaar gemaakt door de minister van Infrastructuur en Milieu (IenM).

In deze rapportage worden de emissiefactoren beschreven die in maart 2013 zijn gepubliceerd. Het rapport geeft inzicht in de rekensystematiek, de belangrijkste nieuwe inzichten die dit jaar zijn meegenomen en de effecten daarvan op het eindresultaat: de geaggregeerde emissiefactoren. Ook worden de verschillen verklaard met de emissiefactoren van 2012, zoals beschreven in Hensema et al., (2012). De nieuwe inzichten hebben betrekking op zowel de uitstoot van verschillende typen voertuigen als de huidige en toekomstige samenstelling van het autopark in Nederland (bijvoorbeeld onder invloed van belastingmaatregelen).

De Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 bevat twee standaardrekenmethoden (SRM1 en SRM2) voor de berekening van concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Als implementatie van SRM1 en SRM2 zijn modellen ontwikkeld die de effecten berekenen van de emissie van wegverkeer op de lokale luchtkwaliteit. Deze modellen maken gebruik van de emissiefactoren van TNO en PBL.

In dit onderzoek zijn twee sets emissiefactoren voor het wegverkeer berekend aan de hand van de nieuwste inzichten in emissies, voertuigprestaties en (effecten van) beleidsmaatregelen:

1. Een algemene set SRM-emissiefactoren voor drie typen stadswegen en met een generieke emissiefactor voor buitenwegen en voor snelwegen.
2. Een set SRM-emissiefactoren specifiek voor Nederlandse snelwegen, waarin verschillende snelheidsregimes worden onderscheiden.

Voor de berekening van de SRM-emissiefactoren wordt sinds 2005 een methodiek toegepast die is gebaseerd op het emissiemodel VERSIT+ dat door TNO is ontwikkeld (Smit *et al.*, 2007; Ligterink en de Lange, 2009). Met dit empirische model is TNO in staat om gemiddelde emissiefactoren te voorspellen voor verkeerssituaties die (nog) niet aan wegvoertuigen zijn gemeten. Om tot de SRM-emissiefactoren te komen worden de detailresultaten van VERSIT+ geaggregeerd op basis van voertuigkilometrages die afkomstig zijn van het CBS en van PBL. De wijze waarop dit gebeurt wordt toegelicht in deze rapportage.

De emissiefactoren in dit rapport zijn tevens gebruikt voor de emissieberekeningen voor het wegverkeer die ten grondslag liggen aan de Grootchalige Concentratiekaarten (GCN) en Depositiekaarten (GDN) 2013, zoals beschreven in Velders et al. (2013). De GCN-rapportage 2013 bevat een beknopte beschrijving

van de emissiefactoren van TNO en PBL. In deze rapportage worden de emissiefactoren uitgebreid toegelicht.

In hoofdstuk 2 wordt de algemene methodiek uiteengezet voor het berekenen van de SRM-emissiefactoren. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de methodiek voor het berekenen van de gedetailleerde emissiefactoren met VERSIT+. In hoofdstuk 4 worden de wijzigingen beschreven in de gedetailleerde emissiefactoren ten opzichte van vorig jaar (2012). In hoofdstuk 5 wordt de methodiek voor het bepalen van de voertuigkilometrages toegelicht die worden gebruikt voor aggregatie van de gedetailleerde emissiefactoren tot de SRM-emissiefactoren. De belangrijkste wijzigingen in de kilometrages ten opzichte van vorig jaar worden gepresenteerd in hoofdstuk 6. De nieuwe SRM-emissiefactoren worden in hoofdstuk 7 gepresenteerd en in hoofdstuk 8 worden de belangrijkste verschillen geduid tussen de nieuwe SRM-emissiefactoren en de SRM-emissiefactoren uit 2012. In hoofdstuk 9 worden de onzekerheden rond de SRM-emissiefactoren beschreven en wordt aan de hand van een gevoeligheidsanalyse het effect inzichtelijk gemaakt van een aantal van deze onzekerheden op de emissiefactoren. In hoofdstuk 10 wordt ten slotte kort de procedure beschreven voor het opleveren en accorderen van de emissiefactoren.

## 2 Opzet berekening SRM-emissiefactoren

Luchtkwaliteitsmodellen, zoals het CAR II model (Calculation of Air pollution from Road traffic) en de NSL Monitoringtool, kunnen de effecten van wegverkeer op de lokale luchtkwaliteit nabij verkeerswegen berekenen. Hiervoor is informatie nodig over:

1. Wegtype
2. Wegvaklengte
3. Verkeersamenstelling
4. Verkeersintensiteit
5. Emissiefactor (gemiddelde emissie per voertuigkilometer van het wegverkeer)

De eerste vier gegevens worden door de gebruiker van luchtkwaliteitsmodellen geschat of bepaald met behulp van verkeersstellingen of verkeersmodellen. De berekening van de gemiddelde emissiefactoren is in dit rapport beschreven.

### 2.1 Opzet van de set SRM-emissiefactoren

De SRM-emissiefactoren zijn berekend voor verschillende voertuigklassen en verkeerssituaties voor de jaren 2010, 2015 en 2020. Daarnaast worden indicatieve emissiefactoren berekend voor het jaar 2030. Er worden emissiefactoren bepaald voor fijn stof ( $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ ), stikstofoxiden ( $NO_x$  en  $NO_2$ ), koolmonoxide (CO) en vluchtige organische stoffen (VOS, in deze studie aangeduid als HC). Specifiek voor snelwegsituaties worden alleen emissiefactoren bepaald voor  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_x$  en  $NO_2$ . Daarnaast worden sinds 2012 indicatieve emissiefactoren berekend voor elementair koolstof (EC).

In de algemene set SRM-emissiefactoren worden de volgende voertuigklassen onderscheiden: licht wegverkeer, middelzwaar wegverkeer, zwaar wegverkeer en autobussen. De definitie van deze categorieën is te vinden in de handleiding voor CARII (Jonkers, 2007). Voor specifieke situaties langs de Nederlandse snelweg worden emissiefactoren berekend voor licht wegverkeer, middelzwaar wegverkeer en zwaar wegverkeer. De autobussen in de verkeersstroom op snelwegen worden niet apart onderscheiden omdat het aandeel van autobussen daar over het algemeen gering is. De autobussen zijn daarom voor snelwegsituaties opgenomen in het middelzware wegverkeer.

De verkeerssituaties voor de algemene SRM-emissiefactoren zijn:

- Stad stagnerend, stad normaal en stad doorstromend
- Buitenweg (gemiddelde situatie)
- Snelweg (gemiddeld situatie)

De emissiefactoren voor snelwegsituaties maken onderscheid tussen verschillende snelheidsregimes, handavingsniveaus en verkeersafwikkeling:

- Congestie (file)
- 80 km/u met en zonder strenge handhaving

- 100 km/u met en zonder strenge handhaving
- 120 km/u
- 130 km/u

De SRM-emissiefactoren worden berekend door aggregatie van de detailemissiefactoren voor een bepaalde voertuigcategorie met behulp van de voertuigkilometers per voertuigcategorie op een bepaald wegtype in een bepaald zichtjaar. De voertuigcategorieën zijn op het niveau van bijvoorbeeld een Euro 4 personenauto op benzine in 2015 of een Euro V vrachtwagen op diesel in 2020. De detailemissiefactoren worden bepaald door TNO en de voertuigkilometers door het CBS (voor het voorafgaande kalenderjaar) en door het PBL (voor toekomstige jaren).

De indeling van basisjaren, voertuigklassen en verkeerssituaties komt overeen met de indeling die gebruikt wordt voor de berekening van de lokale luchtkwaliteit in Nederland, zoals in het screeningsmodel CAR II (Jonkers, 2007) en het verspreidingsmodel Pluim Snelweg (Wesseling, 2006).

## 2.2 Effecten van beleidsmaatregelen op de SRM-emissiefactoren

In de SRM-emissiefactoren voor de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 zijn de effecten verwerkt van nationale en Europese beleidsmaatregelen op de samenstelling van het autopark en op de uitstoot van verschillende typen voertuigen. De Europese emissienormen voor nieuwe wegvoertuigen leiden er toe dat nieuwe generaties voertuigen steeds minder luchtverontreinigende stoffen uitstoten. Zo zijn alle nieuwe dieselpersonen- en bestelauto's inmiddels uitgerust met een gesloten roetfilter om aan de emissienorm voor fijn stof te kunnen voldoen. De PM<sub>10</sub>-uitstoot van deze voertuigen ligt hierdoor tot wel een factor 100 lager dan die van dieselauto's zonder roetfilter. De gemiddelde PM<sub>10</sub>-uitstoot van het Nederlandse personenautopark zal hierdoor afnemen naarmate een groter deel van het autopark is uitgerust met een roetfilter. In paragraaf 5.2 wordt toegelicht hoe de prognoses voor de samenstelling van het autopark tot stand komen.

Naast Europese beleidsmaatregelen wordt ook op nationaal niveau beleid gevoerd om de uitstoot van het wegverkeer terug te dringen. Dit gebeurt bijvoorbeeld via belastingmaatregelen die de verkoop van schone voertuigen, zoals euro-6 personenauto's, stimuleren. Ook voor deze maatregelen wordt een inschatting gemaakt van het effect op de toekomstige samenstelling (en daarmee op de toekomstige uitstoot) van het autopark. De prognoses voor de samenstelling van Nederlandse autopark zijn afkomstig uit de Referentieraming Energie en Emissies van ECN en PBL (2012). In Hoen et al. (2010) is een overzicht gegeven van de beleidsmaatregelen die in de prognoses zijn meegenomen. In paragraaf 6.1 van deze rapportage wordt toegelicht hoe de effectiviteit is ingeschat van een aantal recente beleidsmaatregelen.

Het kabinet heeft besloten dat voor het bepalen van de SRM-emissiefactoren niet alleen de effecten van vastgestelde beleidsmaatregelen worden meegenomen, maar, net als in voorgaande jaren, ook de effecten van voorgenomen maatregelen. Dit zijn maatregelen die de Europese Commissie of het kabinet van plan zijn te nemen, maar die nog uitgewerkt en geïnstrumenteerd moeten worden. De besluitvorming rond deze maatregelen is nog niet afgerond. De minister van I&M is

verantwoordelijk voor de keuze van de voorgenomen beleidsmaatregelen die worden meegenomen in de Grootchalige Concentratie- en Depositiekaarten (GCN/GDN) en de bijbehorende SRM-emissiefactoren. Dit wordt toegelicht in de GCN-rapportage (Velders et al., 2013). De effecten van de voorgenomen (en vastgestelde) beleidsmaatregelen op de SRM-emissiefactoren worden door PBL en TNO ingeschat.

In Velders et al. (2013) wordt een overzicht gegeven van de vastgestelde en voorgenomen beleidsmaatregelen die zijn meegenomen in de GCN- en GDN-kaarten en de SRM-emissiefactoren 2013. Van de voorgenomen beleidsmaatregelen zijn de verhoging van de accijns op diesel en LPG vanaf 2014 en het afschaffen van de MRB-vrijstelling voor oldtimers ook van invloed op de SRM-emissiefactoren. In paragraaf 6.1.3 wordt beschreven hoe de effecten zijn bepaald van deze regeling op de SRM-emissiefactoren.

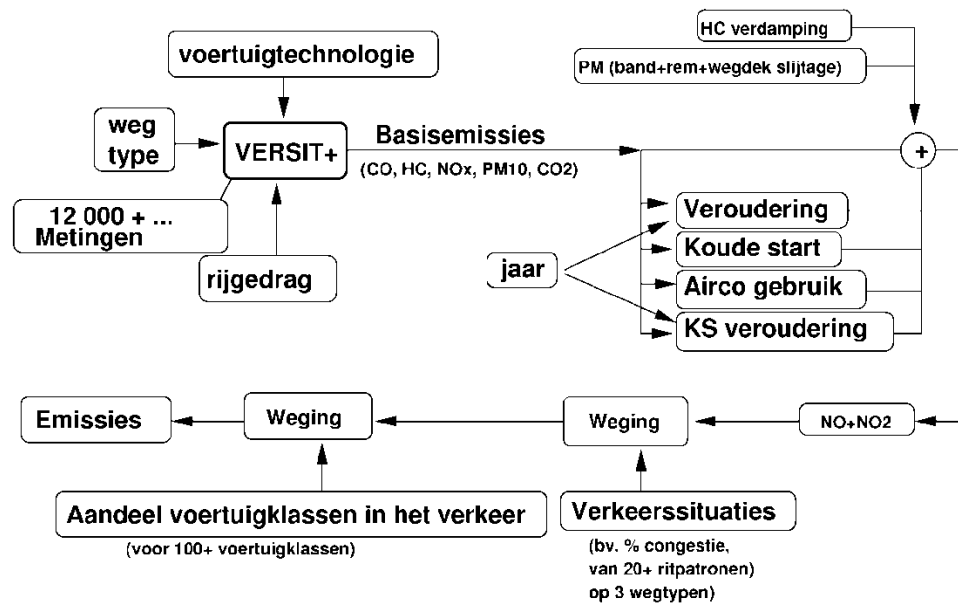
Het meenemen van voorgenomen beleidsmaatregelen in de SRM-emissiefactoren houdt een zeker risico in: als de voorgenomen maatregelen niet of niet tijdig worden gerealiseerd zal de werkelijke emissie in de zichtjaren, afhankelijk van de maatregel, hoger of lager uitvallen. Het effect van de voorgenomen maatregelen op de SRM-emissiefactoren 2013 is echter beperkt, waardoor ook de risico's beperkt zijn. Ervaringen uit het verleden leren dat er grotere onzekerheden zijn verbonden aan de (inschattingen van de) effectiviteit van vastgestelde beleidsmaatregelen. Dit betreft met name de effectiviteit van Europese emissienormen voor nieuwe dieselveertuigen (zie bijvoorbeeld Velders et al. 2011).



### 3 Methodiek emissiefactoren

Voor de berekening van de SRM-emissiefactoren is op hoofdlijnen de volgende methodiek toegepast, weergegeven in Figuur 1. Op basis van emissiemetingen aan allerlei typen wegvoertuigen onder verschillende rijomstandigheden worden gedetailleerde basisemissiefactoren berekend, afhankelijk van voertuigtechnologie, type rijgedrag en verkeerssituatie. Vervolgens worden de basisemissiefactoren gecorrigeerd voor veroudering van het voertuig, de emissies tijdens de koude start en het gebruik van air conditioning. Hierbij moet worden opgemerkt dat niet voor alle voertuigcategorieën correctiefactoren beschikbaar zijn. In sommige gevallen, zoals voor vrachtwagens, zijn de correctiefactoren niet relevant, omdat ze een relatief kleine bijdrage in te totale emissies hebben.

Om tot geaggregeerde SRM-emissiefactoren te komen worden de gedetailleerde emissiefactoren vervolgens gewogen met behulp van de voertuigkilometrages van de verschillende voertuigcategorieën.



Figuur 1 Schema van VERSIT+ model om emissiefactoren te berekenen voor SRM1 en 2

De belangrijkste stappen worden hieronder in detail besproken.

#### 3.1 Kwantificering van de verkeerssituatie

Het emissiemodel VERSIT+ vereist als invoer een ritpatroon (snelheid per tijdseenheid). Een ritpatroon kwantificeert het rijgedrag in een bepaalde verkeerssituatie, bijvoorbeeld bij een snelheidsregime van 80 km/h. De selectie van ritpatronen is op dezelfde manier gedaan als in Smit *et al.* (2007 & 2007b). Hierbij is zoveel mogelijk uitgegaan van:

- Meerdere representatieve ritpatronen per verkeerssituatie om de gewogen emissiefactoren zo betrouwbaar en robuust mogelijk te maken.
- Real-world ritpatronen die representatief zijn voor een bepaalde verkeerssituatie en tevens regelmatig voor emissiemetingen zijn gebruikt in het TNO emissielaboratorium. Dit voorkomt een mogelijk te grote extrapolatie en verhoogt dus de betrouwbaarheid.

Voor licht wegverkeer zijn de volgende verkeerssituaties gedefinieerd:

- Stagnerend stadsverkeer (CARII categorie IA) beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR F, G1 en H2 ritcycli. De ritcycli zijn door TNO in samenwerking met TRL (Verenigd Koninkrijk) ontwikkeld (Smit *et al.* 2007b). Deze situatie beschrijft stadsverkeer met een grote mate van congestie met een gemiddelde snelheid kleiner dan 15 km/h en gemiddeld circa 10 stops per kilometer.
- Normaal stadsverkeer (CARII categorie IB) beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR E en D2 ritcycli. Deze situatie beschrijft typisch stadsverkeer met een gemiddelde snelheid tussen de 15 en 30 km/h en gemiddeld circa 2 stops per kilometer.
- Doorstromend stadsverkeer (CARII categorie IC) beschreven door de ritcyclus OSCAR C. Deze situatie beschrijft stadsverkeer met minder congestie met een gemiddelde snelheid tussen de 30 en 45 km/h en met gemiddeld circa 1,5 stops per kilometer.
- Buitenweg algemeen (CARII categorie II) beschreven door de ritcyclus 'Average Dutch Rural'. Deze situatie omvat typisch buitenweg verkeer met een gemiddelde snelheid van ongeveer 60 km/h en gemiddeld circa 0,2 stops per kilometer.
- Snelweg algemeen (CARII categorie III) beschreven door een gewogen gemiddelde van de FE (2D, 2C, 2B, 2A, 1C, 1B, 1A, 1AA), Overschie 80 en Overschie 80 Medium Interactions ritcycli. De ritcycli zijn ontwikkeld in de projecten Files&Emissies, en in het kader van de introductie van de 80 km/h zones op de rondwegen van Amsterdam en Rotterdam. Deze situatie omvat typisch een gemiddelde snelheid van ongeveer 65 km/h en 0,2 stops per kilometer. Tevens is er voor deze situatie van uitgegaan dat 3% van de afstand wordt afgelegd in de file.

Meer informatie over de gebruikte ritcycli is te vinden in Smit *et al.* (2007).

Voor de emissiefactoren voor de Nederlandse snelwegen is een gedetailleerder overzicht van verkeerssituaties voor Nederlandse snelwegen gebruikt op basis van dezelfde ritcycli. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in wegen met een aantal snelheidsregimes en congestieniveaus ('file / overig'). De verschillende snelheidsregimes zijn 80km/u met strenge handhaving, 80km/u, 100km/u met strenge handhaving, 100km/u, 120km/u met strenge handhaving en, sinds 2012, 130km/u met strenge handhaving. Omdat de (dynamiek in de) rijsnelheden van invloed is op de emissies van de voertuigen, worden aparte emissiefactoren berekend voor wegvakken met en wegvakken zonder strenge handhaving.

Bovenstaande ritcycli zijn niet gebruikt voor middelzwaar en zwaar wegverkeer door een fundamenteel verschillend rijgedrag tussen licht wegverkeer en (middel)zwaar wegverkeer. Omdat er voor (middel)zwaar wegverkeer aanzienlijk minder

ritpatroondata beschikbaar is, zijn er voor de algemene set emissiefactoren, conform de methodiek van de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de EmissieRegistratie (Klein *et al.*, 2013), drie verkeerssituaties gedefinieerd:

- Stadsverkeer algemeen (IB).
- Buitenweg algemeen (II).
- Snelweg algemeen (III).

Om onderscheid te kunnen maken naar de in het CARII model gedefinieerde stadsituaties, is gebruik gemaakt van schaalfactoren die zijn bepaald met behulp van het COPERT IV model (LAT, 2006). Met deze schaalfactoren, als functie van de gemiddelde snelheid, zijn de NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> en PM10 emissies voor middelzwaar en zwaar stagnerend stadsverkeer (IA) en doorstromend stadsverkeer (IC) geschat op basis van de emissiefactoren voor normaal stadsverkeer. Wel wordt er voor vrachtverkeer onderscheid gemaakt in twee beladingscategorieën: “12 kW/ton” en “9 kW/ton”. De laatste categorie is voor vrachtverkeer met aanhanger.

Voor snelwegsituaties zijn voor (middel)zwaar wegverkeer per component en per zichtjaar twee emissiefactoren afgeleid: één voor congestiesituaties en één voor overige situaties. Congestiesituaties (file) op de snelweg zijn gedefinieerd als een situatie waarin de gemiddelde snelheid onder de 50 km/u ligt. Aangenomen is dat het rijgedrag van (middel)zwaar wegverkeer niet sterk varieert afhankelijk van het snelheidsregime. Voor overige (niet-congestie) situaties is daarom maar één emissiefactor afgeleid, zonder onderscheid naar snelheidsregimes. Het ontbreekt op dit moment aan empirische data om de juistheid van deze aanname te bepalen.

### 3.2 Berekening van emissiefactoren

Voor de berekening van de gedetailleerde emissiefactoren is gebruik gemaakt van versie 2a van het door TNO ontwikkelde VERSIT+ model. Het VERSIT+ model bestaat uit twee modules: één voor licht wegverkeer (VERSIT+ LD) en één voor zwaar wegverkeer (VERSIT+ HD).

VERSIT+ LD is een statistisch micro emissiemodel waarbij voertuigemissies voor personen- en bestelauto's worden berekend met behulp van emissie-kenvelden als functie van de momentane snelheid en versnelling. Dit is verder beschreven in Ligterink en de Lange (2009). De emissie-kenvelden zijn gebaseerd op circa 12.000 emissiemetingen aan ongeveer 700 Euro 1 t/m Euro 5 voertuigen. Daarnaast is een beperkt aantal emissiemetingen beschikbaar voor motorfietsen.

VERSIT+ HD is een emissiemodel dat is gebaseerd op het PHEM model van de TU Graz (Hausberger *et al.*, 2003). Het model is gebaseerd op meetgegevens van TNO van stationaire werkpunten van de motor, gecombineerd met meetgegevens uit Duitsland en Oostenrijk. VERSIT+ HD berekent vrachtwagenemissies op basis van ritpatronen en is gebruikt voor de gedetailleerde emissiefactoren voor vrachtauto's en trekkers tot en met Euro III. De emissiefactoren voor Euro IV en V zijn gebaseerd op de resultaten van PEMS metingen. Deze zijn meer in detail beschreven in Ligterink *et al.* (2010).

Voor Euro VI / 6 zijn nog niet voldoende metingen beschikbaar om het VERSIT+ model mee te voeden. De emissiefactoren voor de verschillende Euro VI / 6

voertuigcategorieën zijn daarom afgeleid van de Euro V / 5 emissiefactoren. Hierbij zijn zowel de limietwaardes als de verwachte praktijkprestaties van de Euro VI / 6 technologie meegenomen. Komend jaar zullen er nieuwe Euro VI / 6 emissiefactoren worden afgeleid.

Bij vrachtwagens is de Euro-VI wetgeving een grote verandering in vergelijking met Euro-V. De testprocedure is aangepast, er zijn controle mechanismen ingebouwd met sensoriek voor de praktijkemissies, en vrachtwagens kunnen in de praktijk getest worden door onafhankelijke instanties. De verwachting is dat de nieuwe regelgeving voor vrachtwagens tot een substantiële daling van de emissies leidt.

Voor licht wegverkeer en Euro-6 zijn de verwachtingen niet zo hoog. Drie prototypen zijn in 2010 doorgemeten en doen het in de praktijk redelijk goed. Het is de verwachting dat de Euro 6 productiemodellen (2014 en later) slechter zullen presteren.

Dit leidt uiteindelijk tot een groot aantal gedetailleerde emissiefactoren voor specifieke voertuigklassen die te onderscheiden zijn naar:

- Voertuigtype (personenauto, bestelauto, tweewieler, vrachtauto, trekker-oplegger, autobus)
- Gewichtsklasse
- Brandstofsoort (benzine, diesel, LPG)
- Emissiestandaard (Euroklasse)
- Emissiereductietechnologie (bv. roetfilter)

### **3.3 Weging van emissiefactoren**

Om tot geaggregeerde emissiefactoren voor de vier gewenste voertuigklassen en zes verkeerssituaties te komen, worden de gedetailleerde emissiefactoren gewogen naar de relatieve verkeersprestatie binnen een bepaalde voertuigklasse en verkeerssituatie.

Om tot zes verkeerssituaties te komen is een weging over de representatieve ritcycli uitgevoerd met behulp van data uit het INWEVA II project. De precieze weging voor de set algemene emissiefactoren is te vinden in Smit *et al.* (2007).

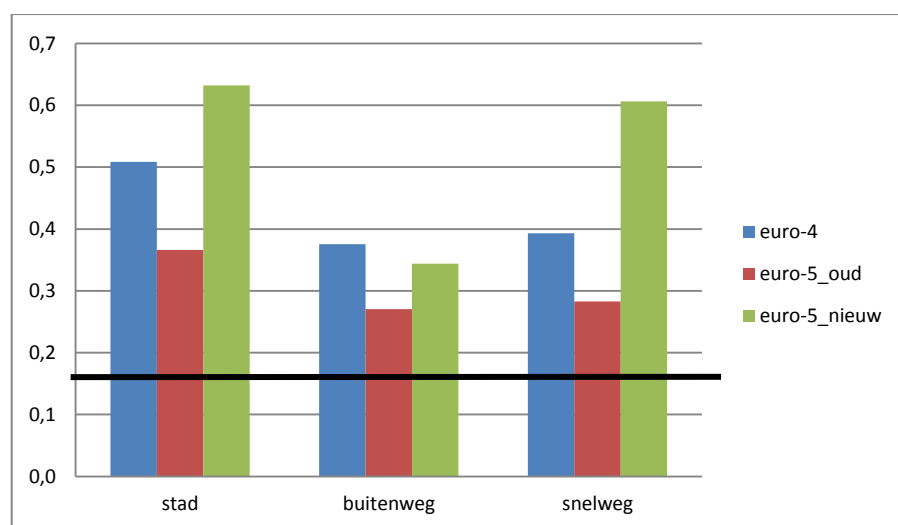
## 4 Nieuwe inzichten detailemissiefactoren

De gedetailleerde emissiefactoren worden regelmatig geactualiseerd op basis van nieuwe metingen en nieuwe inzichten uit de literatuur. In dit hoofdstuk wordt beschreven welke wijzigingen er voor de oplevering van emissiefactoren van 2013 zijn doorgevoerd en welke consequenties dit heeft voor de beide sets SRM-emissiefactoren.

### 4.1 Hogere NO<sub>x</sub>-emissie Euro-5 dieselpersonenauto's en bestelauto's

TNO heeft in 2012 in opdracht van het Ministerie van IenM een meetprogramma uitgevoerd aan Euro-5 dieselpersonenauto's (Ligterink et al., 2012). Hieruit bleek dat de NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-5 auto's in de praktijk aanzienlijk hoger ligt dan eerder was ingeschat. Bij gebrek aan metingen werden de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 dieselauto's tot vorig jaar ingeschat op basis van de aanscherping van de Europese emissienorm. De Euro-5 norm voor NO<sub>x</sub> ligt voor dieselauto's 28% lager dan de Euro-4 norm. Tot vorig jaar werd een evenredige reductie verwacht van de praktijkemissies van Euro-5 dieselauto's ten opzichte van de praktijkemissies van Euro-4. De metingen van afgelopen jaar geven echter een ander beeld: de NO<sub>x</sub>-uitstoot van Euro-5 dieselauto's ligt aanzienlijk hoger dan de Europese emissienorm en op stadswegen en snelwegen ligt de NO<sub>x</sub>-uitstoot per kilometer zelfs hoger dan die van Euro-4, ondanks de aanscherping van de emissienorm.

Op basis van de meetresultaten zijn nieuwe NO<sub>x</sub>-emissiefactoren berekend voor Euro-5 dieselpersonenauto's. Op stadswegen (wegtype 1; WT1) liggen de nieuwe emissiefactoren gemiddeld zo'n 70% hoger dan die van vorig jaar, zie Figuur 2. Op buitenwegen (WT2) bedraagt de toename 26% en op de snelweg (WT3) is gemiddeld genomen sprake van meer dan een verdubbeling (118%) ten opzichte van de Euro-5 NO<sub>x</sub>-emissiefactoren die vorig jaar zijn gebruikt voor het berekenen van de SRM-emissiefactoren (de toename varieert afhankelijk van het snelheidsregime).



Figuur 2: NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor dieselpersonenauto's (in gram per voertuigkilometer); WT1 = stadsweg, WT2 = buitenweg, WT3 = snelweg

De zwarte lijn in Figuur 2 geeft de emissienorm voor de NO<sub>x</sub>-uitstoot van Euro-5 dieselauto's. Die bedraagt 0,18 gram per kilometer (g/km). Alle Euro-5 dieselauto's voldoen tijdens de Europese typegoedkeuringstest aan deze norm. In de praktijk liggen de NO<sub>x</sub>-emissies echter een factor 2 tot 3 hoger dan tijdens de test, zo blijkt uit de praktijkmetingen. Tot vorig jaar werd verondersteld dat de praktijkemissies zo'n 1,5 tot 2 keer hoger zouden zijn dan tijdens de test, zie Figuur 2.

Ondanks een forse aanscherping van de Europese emissienormen sinds begin jaren 90 zijn de NO<sub>x</sub>-emissies van dieselauto's in de praktijk niet of nauwelijks afgenomen: de NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-5 ligt in de stad gemiddeld maar zo'n 14% lager dan die van de Euro-1 auto's die in de eerste helft van de jaren 90 zijn verkocht. Op de snelweg ligt de NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-5 auto's gemiddeld zo'n 8% hoger dan die van Euro-1 auto's.

Dit jaar zijn tevens nieuwe NO<sub>2</sub>-emissiefactoren vastgesteld voor Euro-5 dieselauto's. De NO<sub>2</sub>-fractie in de totale NO<sub>x</sub>-uitstoot ligt lager dan eerder is ingeschat: tot vorig jaar werd op basis van metingen aan Euro-4 auto's een fractie van 55% verondersteld maar in de recente metingen aan Euro-5 auto's lag de NO<sub>2</sub>-fractie rond de 30%. Per saldo is op stadswegen echter nog steeds sprake van hogere NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 dieselauto's dan vorig jaar zijn gebruikt: de toename bedraagt gemiddeld circa 12%. De NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor buitenwegen liggen daarentegen circa 30% lager dan vorig jaar: de totale NO<sub>x</sub>-uitstoot ligt weliswaar iets hoger maar dat wordt meer dan gecompenseerd door de lagere NO<sub>2</sub>-fractie. Op snelwegen liggen de nieuwe NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 auto's gemiddeld zo'n 25% hoger dan vorig jaar: de NO<sub>2</sub>-fractie in de totale NO<sub>x</sub>-emissie ligt weliswaar substantieel lager (30% in plaats van 55%), maar de totale NO<sub>x</sub>-emissie is meer dan verdubbeld ten opzichte van de oude inschatting (zie ook Figuur 2) waardoor ook voor de snelweg per saldo sprake is van een toename van de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 dieselauto's.

Op basis van de metingen zijn tevens nieuwe NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren berekend voor Euro-5 dieselbestelauto's. De nieuwe emissiefactoren voor bestelauto's zijn afgeleid van die voor personenauto's omdat bestelauto's gebruik maken van vergelijkbare technologie. De NO<sub>x</sub>-emissienormen voor zware bestelauto's (>1350 kilogram leeggewicht) liggen echter hoger dan die voor personenauto's en voor lichte bestelauto's. Voor zware bestelauto's is daarom een opslagfactor gebruikt waarmee de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor dieselpersonenauto's zijn opgehoogd. Dit wordt toegelicht in Ligterink *et al.* (2012). In die rapportage worden tevens het meetprogramma en de resulterende NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor Euro-5 dieselauto's in meer detail beschreven.

Metingen aan Euro-5 dieselauto's in andere EU-landen geven een vergelijkbaar beeld als de metingen in Nederland. Weiss *et al.* (2011) concluderen bijvoorbeeld dat de NO<sub>x</sub>-emissies van Euro-3, -4 en -5 dieselauto's in de praktijk gemiddeld 320% hoger liggen dan de emissienormen. Voor Euro-5 dieselauto's vinden ze een gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissiefactor van 0,62 g/km. De NO<sub>x</sub>-emissie ligt vooral hoog bij een hoge motorbelasting en bij hoge rijsnelheden. Tijdens de Europese typegoedkeuring is de motorbelasting juist relatief laag en wordt maar kort met hoge snelheden gereden. Dit verklaart mede het grote verschil tussen test en praktijk.

Kousoulidou et al. (2013) concluderen op basis van metingen dat de NO<sub>x</sub>-emissies van Euro-5 dieselauto's in de praktijk tot een factor 4 hoger liggen dan de emissienorm en komen tot een gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissiefactor van 0,6 g/km. De NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-5 dieselauto's in beide studies ligt goed in lijn met de nieuwe emissiefactoren uit Figuur 2.

De Euro-5 emissienormen gelden sinds begin 2011 voor alle nieuwe personenauto's die worden verkocht in de EU. Vanaf september 2009 golden ze al voor nieuwe autotypen die voor het eerst op de Europese markt werden geïntroduceerd. In Nederland zijn de eerste Euro-5 dieselpersonenauto's al in 2008 verkocht. Het marktaandeel was toen nog minimaal (1%), maar is in de jaren daarna snel toegenomen tot 28% in 2009 en 78% in 2010. Voor zware bestelauto's traden de Euro-5 normen een jaar later in werking dan voor personenauto's. Het aandeel van Euro-5 in het huidige bestelautopark is dus nog klein maar neemt de komende jaren ook snel toe.

De nieuwe inzichten in de NO<sub>x</sub>-uitstoot van Euro-5 dieselpersonenauto's en bestelauto's zijn van grote invloed op de SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer, met name voor de zichtjaren 2015 en 2020. De Euro-6 normen treden pas vanaf 2015 in werking. Tot die tijd worden er hoofdzakelijk Euro-5 auto's verkocht in Nederland. Het aandeel van Euro-5 auto's in het autopark neemt dus toe richting 2015. In 2015 bestaat naar verwachting tussen de 35 en 50% van het lichte dieselverkeer uit Euro-5 voertuigen, waarbij het aandeel op snelwegen hoger ligt dan op stadswegen. In 2020 bedraagt het aandeel van Euro-5 in de voertuigkilometrages van lichte dieselauto's nog zo'n 25 à 30%. De SRM-emissiefactoren voor NO<sub>x</sub> door licht wegverkeer in 2015 liggen voor stadswegen zo'n 25-35% hoger dan vorig jaar. Voor snelwegen varieert de toename tussen 10 en 50%, afhankelijk van het snelheidsregime. Deze toename wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de nieuwe inzichten in de praktijkemissies van Euro-5 dieselauto's, maar ook een aantal andere wijzigingen spelen hierin mee. Dit wordt toegelicht in paragraaf 8.1.

#### **4.2 Lagere NO<sub>x</sub>-emissie van tweede generatie Euro-V vrachtauto's**

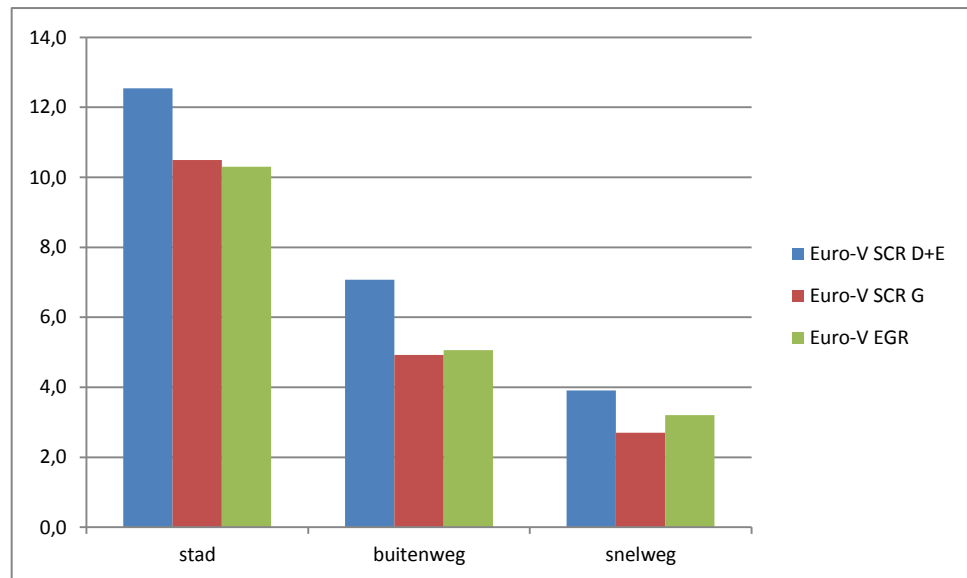
TNO heeft in 2012 eveneens nieuwe metingen uitgevoerd aan Euro-V vrachtauto's en trekker-opleggers (kortweg trekkers). Uit deze metingen blijkt dat de NO<sub>x</sub>-emissie van de tweede generatie Euro-V vrachtauto's (en trekkers) lager ligt dan van de eerste generatie (Vermeulen et al., 2012). Eerdere metingen in 2009 en 2010 lieten zien dat de NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-V vrachtauto's in de praktijk aanzienlijk hoger lag dan op basis van de Europese emissienormen werd verondersteld. De SCR-katalysator waarmee deze vrachtauto's waren uitgerust, bleek onder bepaalde omstandigheden niet of onvoldoende te werken, met als gevolg een hoge NO<sub>x</sub>-emissie. Dit leidde in de GCN2011 tot een forse verhoging van de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer.

De Euro-V emissienormen gelden vanaf oktober 2005 voor nieuwe typen vrachtauto's en vanaf oktober 2006 voor alle nieuwe vrachtauto's die in de EU worden verkocht. De Euro-V wetgeving bevat regels die het goed functioneren van de uitlaatgasnabehandeling in de praktijk moeten garanderen. Vrachtauto's moeten zijn voorzien van een zogenaamd 'boorddiagnosesysteem' (OBD, on-board diagnostics) dat elke verslechtering of verstoring van de emissiebehandelingsystemen moet detecteren. Omdat deze OBD-systemen destijds nog in de kinderschoenen stonden, is de OBD-regelgeving voor vrachtauto's in twee fasen geïntroduceerd. De

eerste fase gold meteen bij de inwerkingtreding van de Euro-V normen in 2005. De tweede fase is in oktober 2008 van start gegaan voor nieuwe typen vrachtauto's en gold vanaf oktober 2009 voor alle nieuwverkopen.

De Euro-V vrachtauto's die in 2009 zijn gemeten voldeden aan de eerste fase van de OBD-regelgeving. Afgelopen jaar zijn een aantal Euro-V vrachtauto's gemeten die op basis van de nieuwe OBD-regels zijn gekeurd. De NO<sub>x</sub>-emissie van deze vrachtauto's blijkt lager dan die van de eerste generatie Euro-V vrachtauto's. De aanscherping van de OBD-regelgeving lijkt dus succesvol. Op basis van de metingen zijn daarom nieuwe Euro-V emissiefactoren afgeleid voor de tweede generatie Euro-V vrachtauto's en trekkers, die rond 2009 op de markt zijn gekomen. Vanwege deze inzichten is de Euro-V voertuigcategorie in de VERSIT+ systematiek uitgesplitst in twee wetgevingsklassen: D+E (eerste generatie) en G (tweede generatie). De voertuigkilometrages voor Euro-V vrachtauto's en trekkers zijn ook uitgesplitst in die categorieën, zie ook hoofdstuk 6.

In Figuur 3 zijn de nieuwe NO<sub>x</sub>-emissiefactoren weergegeven voor Euro-V trekkers (het merendeel van de vrachtvoertuigen in Nederland bestaat uit trekkers). De NO<sub>x</sub>-emissiefactor voor de tweede generatie Euro-V trekkers met SCR-katalysator (wetgevingsklasse G) ligt in de stad zo'n 15% lager en op de buitenweg en snelweg zo'n 30% lager dan die voor de eerste generatie Euro-V trekkers met SCR (wetgevingsklasse D+E). In de figuur zijn voor de volledigheid ook de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren weergegeven voor Euro-V trekkers met EGR (uitlaatgasrecirculatie). Deze liggen op vergelijkbaar niveau als die voor de tweede generatie Euro-V vrachtauto's met SCR. Er zijn geen nieuwe inzichten in de praktijkemissies van EGR-vrachtauto's en trekkers. Het merendeel van de vrachtauto's en trekkers (>90%) is voorzien van een SCR-katalysator om aan de Euro-V normen te voldoen.



Figuur 3: NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-V trekkers (in gram per voertuigkilometer); D+E = eerste generatie, G = tweede generatie



De NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor Euro-V vrachtauto's zijn eveneens opnieuw bepaald. De NO<sub>2</sub>-fractie in de totale NO<sub>x</sub>-emissie van vrachtauto's is laag. Dit jaar is voor alle Euro-V vrachtauto's een NO<sub>2</sub>-fractie gebruikt van 2.7%. De NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor middelzware Euro-V vrachtauto's liggen iets hoger dan vorig jaar (10-25%), terwijl de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor zware Euro-V vrachtauto's en Euro-V trekkers juist zijn gedaald ten opzichte van vorig jaar (20-40% lager).

De Euro-VI emissienormen voor vrachtauto's zijn begin 2013 in werking getreden voor nieuwe typen vrachtauto's die voor het eerst op de Europese markt zijn geïntroduceerd. Vanaf begin 2014 gelden ze voor alle nieuwe vrachtauto's die in de EU worden verkocht. Het merendeel van het huidige vrachtautopark bestaat uit Euro-V vrachtauto's. Ook in de prognoses voor 2015 is Euro-V nog dominant in de voertuigkilometers van vrachtauto's en trekkers (zie ook hoofdstuk 6). De aanpassing van de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-V vrachtauto's werkt daarom sterk door in de SRM-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer. De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor zwaar wegverkeer dalen met zo'n 15 à 20% in 2015. In 2020 bedraagt de daling zo'n 10 à 15%. Voor middelzwaar wegverkeer bedraagt de daling zo'n 10 à 15% in zowel 2015 als 2020.

#### **4.3 Hogere NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissie van vrachtverkeer in de file**

De NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer voor files op de snelweg zijn aangepast. Voorheen werd aangenomen dat de SCR-katalysator tijdens filerijden op de snelweg bleef functioneren, maar tijdens metingen is gebleken dat de SCR wordt uitgeschakeld door de lage uitlaatgastemperatuur tijdens filerijden. De emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer tijdens congestie op de snelweg zijn daarom gelijk gesteld aan de emissiefactoren voor doorstromend stadsverkeer. Het rijgedrag is dynamischer ingeschat dan voorheen en is daarmee waarschijnlijk meer representatief voor de praktijk. De emissiefactoren gaan hierdoor omhoog, vooral voor NO<sub>x</sub> en NO<sub>2</sub>.

Het inzicht in het rijgedrag van vrachtauto's is overigens beperkt. Voor het rijden in de stad heeft TNO conversiefactoren afgeleid om het effect van hogere en lagere doorstroming op de emissies te bepalen, zoals beschreven in paragraaf 3.1. Het rijgedrag in de file op de snelweg blijft een onbekende factor, maar komt waarschijnlijk het meest overeen met doorstromend verkeer in de stad.

Daarnaast heeft TNO op basis van de metingen aan de tweede generatie Euro-V vrachtauto's een model gemaakt om de NO<sub>x</sub>-emissie te berekenen voor elk van de nieuwe categorieën vrachtauto's. In dit nieuwe model worden de emissies niet geschaald aan de hand van de CO<sub>2</sub>-emissies, zoals voorheen het geval was, maar zijn de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren gebaseerd op het type voertuig en het type nabehandelingssysteem (bijvoorbeeld SCR of EGR).

#### **4.4 Wijzigingen in detailemissiefactoren voor PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>**

De detailemissiefactoren voor PM zijn dit jaar op drie punten gewijzigd. Ten eerste is afgelopen jaar gebleken dat in de database met detailemissiefactoren die in 2012 is gebruikt voor het afleiden van de SRM-emissiefactoren voor snelwegen een aantal PM-verbrandingsemissiefactoren ontbrak voor niet-dieselvoertuigen. Als gevolg daarvan waren de snelwegemissiefactoren voor PM<sub>2.5</sub> en PM<sub>10</sub> vorig jaar te laag.

Dit is gecorrigeerd in de oplevering van 2013. De  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer op snelwegen in 2015 liggen hierdoor ongeveer 10% hoger dan vorig jaar. Op langere termijn is het effect van deze correctie iets groter. Door de introductie van het gesloten roetfilter neemt de  $PM_{10}$ -uitstoot van dieselauto's namelijk af. Het belang van benzineauto's in de SRM-emissiefactoren voor  $PM_{2.5}$  en  $PM_{10}$  wordt hierdoor groter. In 2020 en 2030 bedraagt de toename van de  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer daarom ongeveer 15%.

Ten tweede zijn de  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren voor slijtage voor een aantal voertuigcategorieën aangepast. De slijtage-emissiefactoren voor  $PM_{2.5}$  worden als vaste fractie berekend van de slijtage-emissiefactoren voor  $PM_{10}$  (zie ook Klein et al., 2013). Wijzigingen in de  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor slijtage leiden daarom de facto tot wijzigingen van de  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren. De afgelopen jaren zijn een aantal wijzigingen doorgevoerd in de  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor slijtage voor filerijden op de snelweg, maar die bleken niet correct verwerkt te zijn in de  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren. Dit is gecorrigeerd in de levering voor 2013. Daarnaast bleken in de database met detailemissiefactoren de  $PM_{2.5}$ -slijtage-emissiefactoren voor bestelauto's deels te ontbreken. Dit is eveneens gecorrigeerd. Beide wijzigingen leiden tot hogere  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren voor licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer in de file op de snelweg. In 2015 bedraagt de toename ongeveer 25-35% en in 2020 ongeveer 40-50%.

Ten derde heeft een correctie plaatsgevonden bij de PM-emissiefactoren voor autobussen. De detailemissiefactoren voor  $PM_{10}$  en  $PM_{2.5}$  van autobussen bleken onderling niet consistent. Ook waren ze niet consistent met de emissiefactoren die worden gebruikt voor de zogenaamde 'bussenknop', waarmee het effect kan worden bepaald van het lokale autobussenpark op de SRM-emissiefactoren voor autobussen.<sup>1</sup> Voor stadswegen zijn daarom de volgende aanpassingen doorgevoerd:

- Voor Euro-I t/m Euro-V bussen zijn de  $PM_{10}$ - en  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren voor verbranding overgenomen uit de bussenknop. Deze emissiefactoren zijn tot 26% lager dan de emissiefactoren die vorig jaar zijn gebruikt voor de SRM.
- Voor Euro-VI bussen zijn de  $PM_{10}$ - en  $PM_{2.5}$ -verbrandingsemissiefactoren naar beneden bijgesteld om ze te harmoniseren met de (gewijzigde) emissiefactoren voor de oudere euroklassen.

Op snelwegen is een aanpassing gedaan als gevolg van het niet correct toekennen van de verbrandingsemissies van PM:

- Voor Euro-II en Euro-III bussen met roetfilter is dezelfde reductiefactor toegepast als de reductiefactor voor dezelfde bussen op de buitenwegen.
- Voor Euro-IV en Euro-V bussen zijn de  $PM_{10}$ - en  $PM_{2.5}$ -emissiefactoren voor verbranding gelijkgesteld aan die voor buitenwegen.
- Voor Euro-VI bussen zijn de PM-verbrandingsemissiefactoren voor CNG bussen overgenomen. Deze liggen iets lager dan de voormalige PM-emissiefactoren voor Euro-VI bussen. Op basis van de emissienormen en de technologie die wordt toegepast is het echter niet logisch dat de  $PM_{10}$ -uitstoot van (Euro-V) CNG-bussen lager is dan die van Euro-VI bussen. De PM-emissiefactoren zijn daarom aan elkaar gelijk gesteld. De impact hiervan is gering omdat de  $PM_{10}$ -uitstoot van Euro-VI al op een laag niveau ligt.

<sup>1</sup> Zie ook: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/rekenen-meten/bussenknop>

Als gevolg van deze aanpassingen nemen de  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor stadswegen in 2015 met circa 4-7% af. In 2020 bedraagt de afname circa 5-9%. De  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor autobussen op buitenwegen nemen met circa 14% (2015) tot 25% (2030) toe. Voor snelwegsituaties worden geen aparte emissiefactoren bepaald voor autobussen. De autobussen maken onderdeel uit van het middelzware wegverkeer. Als gevolg van de wijzigingen zijn de  $PM_{10}$ -emissiefactoren voor middelzwaar wegverkeer op de snelweg met ongeveer 6 à 7% toegenomen in de zichtjaren 2015, 2020 en 2030.

## 5 Methodiek vaststellen voertuigkilometers

Om tot geaggregeerde emissiefactoren te komen voor licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer en voor autobussen worden de gedetailleerde emissiefactoren uit VERSIT+ gewogen op basis van voertuigkilometrages. Deze kilometrages geven inzicht in de samenstelling van de gemiddelde verkeersstroom in Nederland op drie typen wegen: stadswegen, buitenwegen en snelwegen. De kilometrages voor het basisjaar 2010 zijn afkomstig uit de EmissieRegistratie en zijn afgeleid van data van het CBS. De voertuigkilometrages voor de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 zijn afkomstig uit de Referentieraming Energie en Emissies van ECN en PBL (2012).

### 5.1 Voertuigkilometers in het basisjaar 2010

De voertuigkilometrages voor het basisjaar 2010 zijn afkomstig van de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de EmissieRegistratie. De Taakgroep Verkeer en Vervoer berekent jaarlijks de totale uitstoot van schadelijke stoffen door het wegverkeer in Nederland. Deze berekeningen zijn gebaseerd op emissiefactoren uit VERSIT+ en kilometrages per voertuigtype afkomstig van het CBS. De kilometrages geven het totale aantal kilometers dat door de verschillende typen voertuigen in Nederland wordt afgelegd en worden berekend op basis van gegevens over:

1. De omvang en samenstelling van het Nederlands park van wegvoertuigen;
2. De gemiddelde jaarkilometrages van verschillende typen wegvoertuigen (het gemiddelde aantal kilometers dat de voertuigen per jaar afleggen in Nederland).

De gegevens over de omvang en samenstelling van het Nederlandse autopark (1) zijn afkomstig uit de Statistiek van het Motorvoertuigenpark van het CBS. Het CBS betreft haar gegevens van de RDW die van alle in Nederland geregistreerde wegvoertuigen informatie heeft over onder andere voertuiggewicht, brandstofsoort en bouwjaar. Deze informatie is beschikbaar via Statline ([statline.cbs.nl](http://statline.cbs.nl)).

De gemiddelde jaarkilometrages van de verschillende typen voertuigen (2) worden berekend op basis van kilometerstanden van de Stichting Nationale Autopas (NAP). Het CBS ontvangt jaarlijks een uitsnede van de database van de Stichting NAP met standen van kilometertellers van allerlei typen voertuigen. Op basis van het verschil in de kilometerstand tussen twee peildata kan worden bepaald hoeveel het voertuig in een bepaalde periode heeft gereden. CBS rekent dat kilometrage om tot een gemiddeld jaarkilometrage. Dit wordt gedaan voor een groot aantal voertuigen (de steekproef bestaat voor personenauto's bijvoorbeeld uit zo'n 600 à 700 duizend kentekens). Hiermee ontstaat een nauwkeurig beeld van de jaarkilometrages. In de berekening maakt CBS onderscheid naar type voertuig (personenauto, bestelauto, etc.), brandstofsoort (diesel, benzine, etc.), leeftijd van het voertuig en voertuiggewicht (in verschillende klassen).

Door vermenigvuldiging van de jaarkilometrages per voertuigtype met het aantal voertuigen ontstaat inzicht in het totale aantal kilometers dat door Nederlandse wegvoertuigen is afgelegd in een statistiekjaar. Op basis van een aantal andere statistieken maakt het CBS vervolgens een inschatting van het aandeel dat binnen Nederland wordt afgelegd. Ook doet het CBS een schatting van het aantal

voertuigkilometers dat door buitenlandse voertuigen in Nederland wordt afgelegd. Dit resulteert in een schatting van het totale aantal voertuigkilometers van verschillende typen voertuigen in Nederland. Ook deze informatie is beschikbaar via Statline.

De kilometrages van het CBS per voertuigtype worden door de Taakgroep Verkeer ten behoeve van de emissieberekeningen verder uitgesplitst naar 1) milieuklasse en 2) wegtype. De uitsplitsing naar milieuklassen is gebaseerd op het bouwjaar van het voertuig en de milieuwetgeving die op dat moment van kracht was. Door de steeds strengere Europese emissiewetgeving zijn nieuwe wegvoertuigen in de loop der jaren steeds schoner geworden. Bij de uitsplitsing naar milieuklassen wordt rekening gehouden met de vervroegde introductie van bepaalde technologieën op de Nederlandse markt. Zo waren veel nieuwe dieselauto's onder invloed van een stimuleringsregeling al vanaf 2008 standaard uitgerust met een gesloten roetfilter, ondanks dat dit op basis van de Europese regelgeving pas sinds begin 2011 onvermijdelijk was.

De uitsplitsing naar wegtypen wordt gemaakt omdat in de emissieberekening voor het wegverkeer drie typen wegen worden onderscheiden: stadswegen, snelwegen en overige wegen buiten de bebouwde kom (buitenwegen). De uitsplitsing van de kilometrages naar deze drie wegtypen is gebaseerd op onderzoek van Goudappel Coffeng (2010). In dit onderzoek is op basis van kentekenregistraties en modelanalyses met een nationaal verkeersmodel voor verschillende typen voertuigen een inschatting gedaan van de verdeling van de kilometrages over de drie wegtypen. Deze zogenaamde wegtypeverdelingen variëren naar voertuigtype, brandstofsoort en leeftijd van het voertuig.

Het onderzoek van Goudappel Coffeng laat onder meer zien dat nieuwe auto's gemiddeld een hoger aandeel van hun kilometrages op de snelweg afleggen dan oudere auto's. Ook rijden bestelauto's en vrachtauto's gemiddeld meer op de snelweg dan personenauto's. In de stad rijden juist gemiddeld wat oudere auto's (met een hogere uitstoot per kilometer). Tegelijkertijd is het aandeel vrachtverkeer op de gemiddelde stadsweg juist lager dan op de snelweg. Deze inzichten worden meegenomen in de emissieberekeningen.

In Klein et al. (2013) en op de website van het CBS ([www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)) staan de methoden en uitgangspunten voor de berekening van de jaarkilometrages en de uitsplitsing daarvan naar milieuklasse en wegtype uitgebreid beschreven.

## 5.2 Voertuigkilometers in toekomstige jaren

De voertuigkilometrages voor de jaren 2015, 2020 en 2030 zijn afkomstig uit de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020 van ECN en PBL (2012). De referentieraming geeft prognoses van de toekomstige emissies van het wegverkeer. Deze prognoses worden op vergelijkbare wijze berekend als de historische emissies in de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de EmissieRegistratie: de emissiefactoren uit VERSIT+ worden vermenigvuldigd met kilometrages per voertuigtype om tot totale emissies te komen.

Het PBL gebruikt verschillende modellen om tot prognoses te komen voor de jaarkilometrages van de verschillende typen voertuigen. Prognoses voor de groei

van het personenautoverkeer zijn gebaseerd op modelanalyses met het Landelijk Modelsysteem verkeer en vervoer (LMS). De omvang en samenstelling van het personenautopark worden berekend met het automarktmodel Dynamo (MuConsult 2010). Bij deze prognoses wordt rekening gehouden met verwachte ontwikkelingen van de economie en van de bevolking. Ook worden inschattingen gedaan van de toekomstige olie- en brandstofprijzen en het effect daarvan op autobezit en – gebruik.

Het toekomstige autobezit en –gebruik wordt ook door beleidsmaatregelen beïnvloed. Wijzigingen in het Nederlandse belastingregime voor personenauto's leiden bijvoorbeeld tot veranderingen in de samenstelling van de nieuwverkopen. Zo zijn afgelopen jaar relatief veel nieuwe dieselauto's verkocht door de belastingvrijstellingen die golden voor zeer zuinige dieselauto's. De effecten van dergelijke belastingmaatregelen op de omvang en samenstelling van het personenautopark worden eveneens bepaald met Dynamo. Ten slotte wordt ook rekening gehouden met de introductie van nieuwe Europese emissiewetgeving en het effect daarop van stimuleringsregelingen, zie ook hoofdstuk 6.

De prognoses voor de groei van het bestelauto- en vrachtautoverkeer in Nederland uit de Referentieraming zijn door TNO bepaald met het goederenvervoermodel TRANSTOOLS (Van Meijeren et al., 2009). Deze prognoses zijn gebaseerd op verwachte economische en prijsontwikkelingen en verwachte ontwikkelingen in de transportmarkt. De toekomstige samenstelling van het bestelauto- en vrachtautopark in Nederland en het effect daarop van beleidsmaatregelen worden door PBL bepaald op basis van eigen modelinstrumentarium dat hoofdzakelijk is gebaseerd op historische ontwikkelingen.

In Hoen et al. (2010) worden de prognoses voor de toekomstige samenstelling van het autopark nader toegelicht. Ten opzichte van de uitgangspunten in Hoen et al. zijn een aantal wijzigingen doorgevoerd voor de berekening van de emissiefactoren in dit rapport. Deze worden toegelicht in hoofdstuk 6.

### **5.3 Alternatieve aandrijftechnologie nog niet meegenomen**

Bij de berekeningen van de algemene emissiefactoren in dit rapport is geen rekening gehouden met de introductie van alternatieve aandrijftechnologieën als plug-in hybrides, volledig elektrisch aangedreven auto's en waterstofauto's. De afgelopen jaren zijn de eerste plug-in hybrides en elektrische auto's echter al op de markt gekomen in Nederland. Het marktaandeel is echter nog minimaal, maar de verwachting is dat het aanbod en de verkopen de komende jaren langzaam gaan toenemen. Hoe snel dit zal gaan is hoogst onzeker.

In de Referentieraming hebben ECN en PBL eerste inschattingen gedaan van de marktpenetratie van nieuwe technologieën in de periode tot 2030. In de periode tot 2020 is het aandeel van deze technologieën in het autopark in Nederland naar verwachting nog klein, maar als de nieuwverkopen ook na 2020 blijven toenemen dan kan in 2030 wel sprake zijn van een substantieel aandeel in het park en in de voertuigkilometrages (Hoen et al. 2010). Vanwege de onzekerheden rond de introductie van deze autotypen en de naar verwachting nog geringe impact in de periode tot 2020 is in overleg met het Ministerie van IenM besloten om nog geen rekening te houden met deze ontwikkelingen bij het vaststellen van de

geaggregeerde emissiefactoren in dit rapport. Dit kan met name voor het jaar 2030 tot een lichte overschatting leiden van de emissiefactoren: de nieuwe voertuigtypen zijn over het algemeen schoner dan de conventioneel aangedreven voertuigen (de elektrische auto produceert bijvoorbeeld helemaal geen uitlaatgassen).

In hoofdstuk 9 wordt aan de hand van een gevoeligheidsanalyse inzichtelijk gemaakt welke impact de alternatieve voertuigtechnologie heeft op de SRM-emissiefactoren.

## 6 Voertuigkilometers voor emissiefactoren 2013

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste nieuwe inzichten beschreven in de kilometrages die zijn gebruikt voor de SRM-emissiefactoren 2013. De samenstelling van het personenautopark in 2015 is opnieuw berekend met een korte termijn prognosemodel dat door PBL is ontwikkeld. Daarnaast zijn een aantal nieuwe beleidsmaatregelen meegenomen die van invloed zijn op de samenstelling van het toekomstige autopark. Dit wordt toegelicht in paragraaf 6.1. In paragraaf 6.2 wordt vervolgens een beschrijving gegeven van de resulterende samenstellingen van het lichte, middelzware en zware wegverkeer op de verschillende wegtypen.

### 6.1 Wijzigingen in de voertuigkilometers ten opzichte van 2012

De prognoses voor de voertuigkilometers van de verschillende voertuigtypen in 2015, 2020 en 2030 zijn op een aantal punten gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. Deze wijzigingen zijn het gevolg van nieuwe (voorgenomen) beleidsmaatregelen en nieuwe inzichten in de effectiviteit van bestaande beleidsmaatregelen. Daarnaast is dit jaar een nieuw model gebruikt voor de korte termijn ontwikkeling van het personenautopark in Nederland.

#### 6.1.1 *Actualisatie van de Referentieraming energie en emissies*

De voertuigkilometrages voor het wegverkeer in de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 zijn gebaseerd op de Referentieraming energie en emissies van PBL en ECN (2012) en, voor personenauto's, op de studie van PBL en TNO naar het bezit en gebruik van oldtimers in Nederland (Hoen et al., 2012). PBL en ECN hebben medio 2012 een actualisatie uitgebracht van de Referentieraming. Bij de actualisatie zijn een aantal wijzigingen doorgevoerd in de uitgangspunten voor de raming:

- De economische groei is lager ingeschat voor de komende jaren, conform de verwachtingen van het CPB van maart 2012;
- De groei van de bevolking is gebaseerd op nieuwe prognoses van CBS en PBL;
- De ontwikkeling van de energieprijzen is opnieuw bepaald op basis van een recente studie van de IEA

De belangrijkste wijziging in de nieuwe Referentieraming voor verkeer en vervoer is de nieuwe prognose voor de olieprijsontwikkeling. In de Referentieraming 2012 zijn recente prognoses gebruikt van het Internationaal Energie Agentschap (IEA). De IEA verwacht een olieprijs van 118 dollar per vat in 2020 en 135 dollar per vat in 2030 (IEA, 2012). In de vorige Referentieraming lag de olieprijs in beide zichtjaren nog op 70 dollar per vat. De hogere olieprijsen leiden tot hogere brandstofprijzen voor het wegverkeer. De groei van het wegverkeer valt hierdoor lager uit. Op korte termijn (tot 2015) wordt dit effect versterkt door de lagere economische groeiverwachtingen. De omvang van het wegverkeer in 2015 en 2020 ligt ongeveer 4 à 5 procent lager dan in de oude raming (PBL en ECN, 2012). Dit leidt tot een navenante daling van de uitstoot van schadelijke stoffen.

De lagere economische groei is ook van invloed op de verjonging van het autopark: de verkopen van nieuwe voertuigen liggen lager dan in de oude raming waardoor



de verjonging en daarmee het schoner worden van het autopark langzamer gaat. Het resulterende autopark in de verschillende zichtjaren is gemiddeld iets ouder en dus iets vervuilerder per voertuigkilometer.

De uitgangspunten voor de nieuwe raming en de resulterende emissies zijn in meer detail beschreven in PBL en ECN (2012).

6.1.2 *Nieuwe prognose voor korte termijn ontwikkeling van het personenautopark*  
PBL en TNO hebben medio 2012 op verzoek van IenM onderzoek gedaan naar de trends en ontwikkelingen in het bezit, het gebruik en de emissies van oldtimers in Nederland (Hoen et al., 2012). Het onderzoek is gebaseerd op gegevens van de RDW over de ontwikkeling van het oldtimerpark en van de Stichting Nationale AutoPas (NAP) over de kilometrages van oldtimers. Uit het onderzoek blijkt dat de import van relatief jonge oldtimers (bouwjaren 1985 en 1986) sterk is toegenomen tussen 2008 en 2011. Vooral dieselauto's uit 1985 en 1986, die sinds kort onder de oldtimerregeling vallen en dus waren vrijgesteld van de wegenbelasting (MRB), zijn in korte tijd erg populair geworden. Met deze oldtimers wordt bovendien relatief veel gereden: het gemiddelde jaarkilometrage van dieselauto's van de leeftijden 25 t/m 29 jaar bedroeg in 2011 zo'n 12.600 kilometer, zo blijkt uit de data van de Stichting NAP. Met benzineauto's van dezelfde leeftijd werd gemiddeld zo'n 5.100 kilometer gereden. Dit in tegenstelling tot de oudste groep oldtimers (>45 jaar), waarmee gemiddeld nog geen 2.000 kilometer per jaar wordt gereden. Deze verschillen in het kilometrage van oldtimers van verschillende leeftijdsklassen waren voorheen niet goed bekend.

De nieuwe inzichten in het bezit en gebruik van oldtimers in de afgelopen jaren zijn door PBL en TNO tevens vertaald naar nieuwe prognoses voor 2015, rekening houdend met recente ontwikkelingen in de importaantallen en met de verschillen in kilometrages binnen de oldtimers. Omdat de recente ontwikkelingen in bezit en gebruik nog niet zijn verwerkt in het Dynamo automarktmiddel van PBL en DVS, heeft PBL een nieuw korte termijn autoparkmodel ontwikkeld waarmee de omvang en het gebruik van het Nederlandse personenautopark in de komende jaren is bepaald (Traa et al., 2013).

Het nieuwe automarktmiddel is gebaseerd op recente trends in de nieuwverkoop, import, export en sloop van personenauto's naar leeftijd en brandstofsoort. Het model is gevalideerd door de resultaten te vergelijken met historische trends en met bestaande prognoses uit Dynamo. Daarnaast is ter validatie gekeken of het model in staat is de historische ontwikkeling van het autopark 'terug te voorspellen'. Het model bleek hiertoe goed in staat (dit wordt nader toegelicht in de rapportage, zie ook Traa et al., 2013). Het nieuwe parkmodel is daarom toegepast voor de prognoses van de voertuigkilotrages van personenauto's in 2015.

In vergelijking met de prognoses van Dynamo die voor de SRM-emissiefactoren 2012 zijn gebruikt, berekent het nieuwe parkmodel een iets ouder park van benzineauto's in 2015. Benzineauto's blijven langer in Nederland rondrijden dan in Dynamo werd berekend, zo blijkt uit recente data van CBS over export en sloop van benzineauto's. Voor dieselauto's geldt het omgekeerde: de data van CBS laat zien dat dieselauto's in grotere aantallen al op relatief jonge leeftijd worden geëxporteerd. De vraag naar dieselauto's op de tweedehands privéautomarkt ligt lager dan het aanbod dat (hoofdzakelijk) vanuit de leasemarkt beschikbaar komt. Dit leidt tot een relatief grote export van jonge dieselauto's (leeftijden 3-5 jaar). Het nieuwe parkmodel berekent een iets jonger dieselpark in 2015 dan Dynamo.

De brandstofmix in het personenautopark van 2015 is eveneens licht gewijzigd: het aandeel diesel licht iets hoger dan in de oude prognoses van Dynamo. Dit komt

omdat in 2011 en 2012 relatief veel dieselauto's zijn verkocht. Onder invloed van de fiscale voordelen voor zeer zuinige dieselauto's is het aandeel diesel in de verkopen van nieuwe personenauto's in Nederland gestegen van 20% in 2009 en 2010 naar 28% in 2011 en 2012. Dynamo berekent in alle jaren een aandeel diesel in de nieuwverkopen van circa 20% en onderschat daarmee de dieselverkopen in de afgelopen twee jaar. In het nieuwe model zijn de werkelijke verkopen tot en met 2012 meegenomen. Het aantal dieselauto's licht hierdoor ook in 2015 iets hoger dan in de oude prognose.

Het nieuwe personenautoparkmodel is alleen geschikt voor korte termijn prognoses. Voor de kilometrages in 2020 en 2030 is vooralsnog gebruik gemaakt van het Dynamo automarktmodel. De nieuwe inzichten in de leeftijdsopbouw van het benzine- en dieselautopark zijn hierin nog niet verwerkt. Wel heeft een correctie plaatsgevonden op de kilometrages van de oldtimers om rekening te houden met de inzichten uit de studie van PBL en TNO. Momenteel wordt gewerkt aan een update van Dynamo waarbij de recente ontwikkelingen in de nieuwverkopen, import en export van personenauto's in het model worden opgenomen.

### 6.1.3 *Nieuwe voorgenomen beleidsmaatregelen uit het Regeerakkoord 2012*

De toekomstige samenstelling van het wegverkeer in Nederland wordt beïnvloed door beleidsmaatregelen. In paragraaf 2.2 is toegelicht dat bij het bepalen van de SRM-emissiefactoren voor de jaren 2015, 2020 en 2030 de effecten van zowel de reeds vastgestelde als de voorgenomen beleidsmaatregelen worden meegenomen. De effecten van reeds vastgestelde beleidsmaatregelen zijn verwerkt in de Referentieraming en worden beschreven in PBL en ECN (2012).

Het Ministerie van IenM bepaalt jaarlijks welke voorgenomen beleidsmaatregelen worden meegenomen bij het berekenen van de GCN-kaarten en de SRM-emissiefactoren. Dit jaar zijn twee voorgenomen beleidsmaatregelen meegenomen uit het Regeerakkoord van VVD en PvdA uit november 2012:

1. Verhogen van de accijns op diesel en LPG vanaf 2014
2. Afschaffen van de MRB-vrijstelling voor oldtimers

Het PBL heeft in 2012 een eerste effectschatting gemaakt voor beide maatregelen (PBL, 2012). Deze inschattingen zijn in de GCN2013 gebruikt voor zowel de emissietotalen die ten grondslag liggen aan de concentratie- en depositiekaarten als de voertuigkilometrages voor de SRM-emissiefactoren 2013.

De accijnsverhoging voor diesel en LPG leidt tot een lichte verschuiving van het personenautoverkeer van diesel en LPG naar benzine. Het effect op de totale verkeersvolumes is minimaal. Het goederenwegvervoer over de weg neemt licht af.

Het afschaffen van de MRB-vrijstelling voor oldtimers leidt tot een daling van het bezit en gebruik van oldtimers. De import van oldtimers, die de afgelopen jaren sterk is toegenomen, zal de komende jaren weer sterk afnemen, met name van diesel- en LPG-oldtimers. Recent geïmporteerde diesel- en LPG-oldtimers zullen waarschijnlijk nog enige tijd blijven rondrijden maar zullen het autopark door deze maatregel ook versneld weer verlaten. Benzine-oldtimers zijn waarschijnlijk in grote mate in bezit van liefhebbers die sneller bereid zullen zijn om de MRB te betalen in plaats van hun auto van de hand te doen of het kenteken te schorsen. Het effect van de maatregel op het aantal benzineauto's is daarom lager ingeschat.

Op basis van deze inschattingen is het milieueffect van de oldtimermaatregel door PBL (2012) berekend op 0,7 kiloton  $\text{NO}_x$ -emissiereductie en 0,05 kiloton  $\text{PM}_{10}$ -

emissiereductie in 2015. Daarbij is aangenomen dat de MRB-vrijstelling volledig komt te vervallen voor alle oldtimers. Momenteel wordt beleidsmatig gezocht naar mogelijkheden om weinigrijders en/of liefhebbers (deels) te ontzien. Het effect van de maatregel zal hierdoor ook wat lager uitvallen dan eerder is ingeschat. Het effect van de regeling is daarom voor de GCN2013 ingeschat op 0,5 kiloton  $\text{NO}_x$ - en 0,03 kiloton  $\text{PM}_{10}$ -emissiereductie in 2015. In de SRM-emissiefactoren komt de maatregel tot uiting door een reductie van de voertuigkilometers van oldtimers in de zichtjaren (ten opzichte van het referentiep pad dat in de studie van PBL en TNO is bepaald).

De effectschatting van de oldtimermaatregel moet als indicatief worden beschouwd. Het was ten tijde van de berekeningen van de SRM-emissiefactoren nog onduidelijk hoe de regeling er uit zou komen te zien, waardoor de effectschatting ook onzeker is. Daarnaast ontbreekt het aan inzicht in de gedragsreacties van oldtimerbezitters. Het is niet bekend welk deel bereid is om de MRB te betalen en welk deel hun auto (versneld) van de hand zal doen dan wel het kenteken zal schorsen. Om tot betere inschattingen te komen is nader onderzoek nodig naar de gedragsreacties van oldtimerbezitters.

#### 6.1.4 *Subsidieregeling emissiearme taxi's en bestelauto's*

De Subsidieregeling emissiearme taxi's en bestelauto's, die vorig jaar als voorgenomen beleidsmaatregel is meegenomen, is in oktober 2012 ingevoerd en behoort daarom dit jaar tot het vastgestelde beleid. De subsidieregeling is bedoeld voor nieuwe voertuigen waarvoor geen aanschafbelasting (Belasting Personenauto's en Motorrijtuigen, BPM) hoeft te worden afgedragen. Deze voertuigen profiteren niet van de bestaande fiscale prikkels tot aanschaf van schone (Euro-6) auto's. Tot eind 2014 is een subsidiebudget beschikbaar van 20 miljoen euro. De effectschatting van deze maatregel is niet gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. Omdat de maatregel vorig jaar al was aangeduid als voorgenomen beleid en dus al was meegenomen in de SRM-emissiefactoren 2012, leidt de inwerkingtreding van de regeling niet tot wijzigingen in de SRM-emissiefactoren 2013.

## 6.2 Voertuigkilometers voor de SRM-emissiefactoren 2013

Door bovengenoemde wijzigingen zijn de voertuigkilometrages die dit jaar zijn gebruikt voor weging van de emissiefactoren licht gewijzigd ten opzichte van die van vorig jaar. Deze wijzigingen worden hieronder toegelicht aan de hand van figuren waarin de aandelen worden gepresenteerd van de verschillende typen voertuigen in de gemiddelde verkeersstroom op stadswegen, buitenwegen en snelwegen.

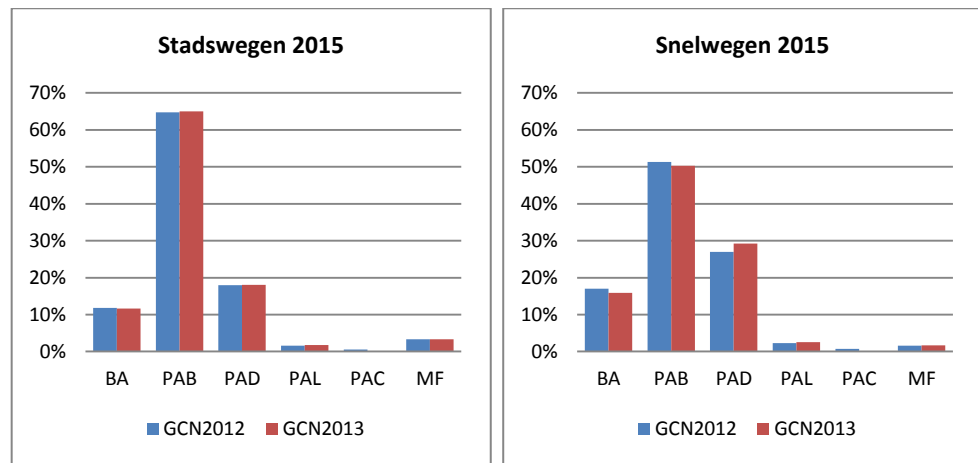
### 6.2.1 *Voertuigkilometers voor licht wegverkeer*

In Figuur 4 zijn de aandelen weergegeven van de verschillende voertuigtypen (personenauto's per brandstofsoort, bestelauto's en motorfietsen) binnen het lichte wegverkeer op een gemiddelde stadsweg en op een gemiddelde snelweg in 2015. De prognose voor de samenstelling van het stadsverkeer is nauwelijks gewijzigd ten opzichte van vorig jaar: meer dan 60% van het binnenstedelijke verkeer bestaat uit benzinepersonenauto's. Op de snelweg is het aandeel dieselauto's in de verkeersstroom gemiddeld hoger dan in de stad. De figuur laat zien dat het aandeel benzineauto's op de snelweg in de nieuwe prognose iets lager ligt dan vorig jaar. Het aandeel van dieselauto's ligt juist iets hoger. Dit is het gevolg van het nieuwe

parkmodel voor personenauto's, waarin de recent toegenomen nieuwverkopen van dieselauto's zijn verwerkt.

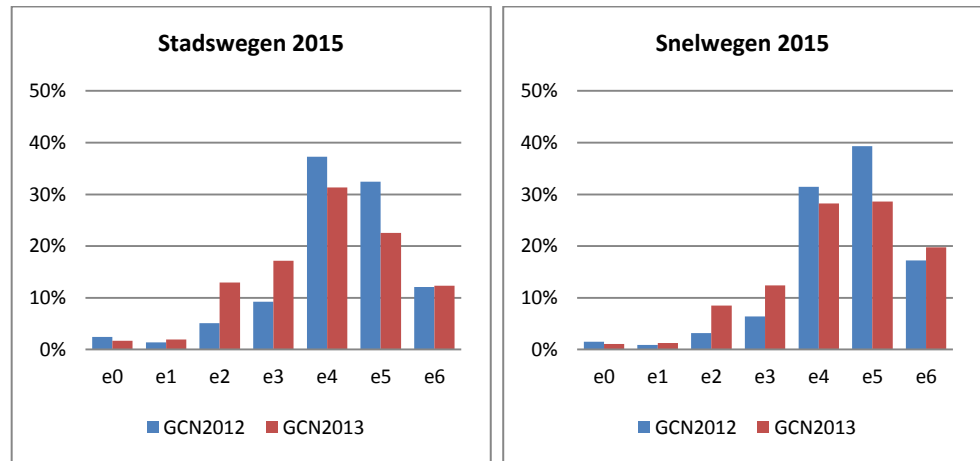
Het aandeel van bestelauto's in de kilometrages van het lichte wegverkeer is licht gedaald ten opzichte van vorig jaar. Dit komt door een bijstelling van de historische kilometrages van bestelauto's in Nederland, zoals door het CBS worden berekend. De historische kilometrages zijn recent met circa 5% verlaagd. Dit werkt door in de kilometrages voor de zichtjaren, die hierdoor ook iets lager uitvallen. De kilometrages voor motorfietsen zijn niet gewijzigd ten opzichte van vorig jaar.

De kilometrages voor licht wegverkeer in 2020 en 2030 geven een soortgelijk beeld als in Figuur 4: het aandeel van dieselpersonenauto's is iets toegenomen terwijl het aandeel van bestelauto's en van benzinepersonenauto's iets lager ligt dan vorig jaar. Deze wijzigingen zijn afkomstig uit de nieuwe Referentieraming van ECN en PBL (2012).



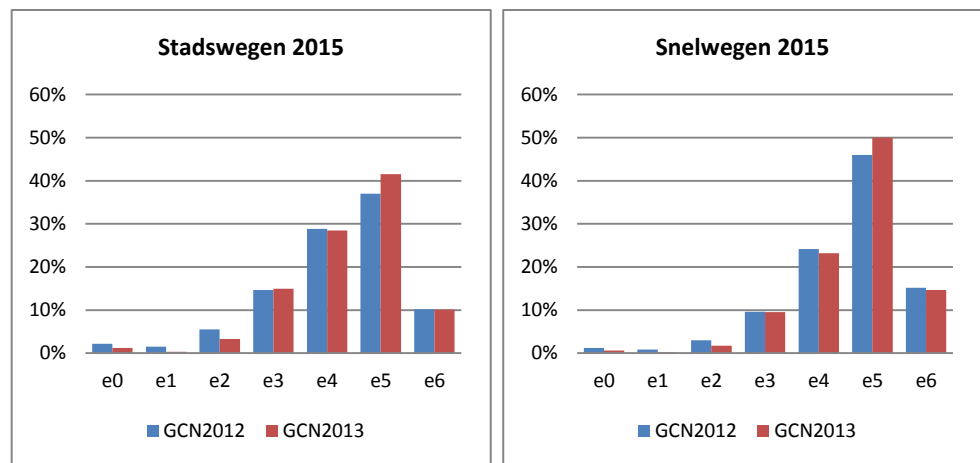
Figuur 4: Aandeel voertuigtypen in de kilometrages voor licht wegverkeer (BA = bestelauto; PAB, PAD, PAL en PAC = personenauto benzine, diesel, LPG en CNG; MF = motorfiets)

Voor het berekenen van de SRM-emissiefactoren wordt binnen ieder van de voertuigtypen uit Figuur 4 nader onderscheid gemaakt naar milieuklassen (Euroklassen). De samenstelling van het personenautopark naar milieuklassen in 2015 is dit jaar bepaald met het nieuwe autoparkmodel van PBL. In Figuur 5 en 6 zijn de oude en nieuwe aandelen weergegeven van de Euroklassen in de kilometrages van benzine- en dieselpersonenauto's in 2015. Figuur 5 laat zien dat het aandeel van Euro-4 en Euro-5 in het totale kilometrage van benzinepersonenauto's dit jaar lager ligt dan vorig jaar, terwijl het aandeel van Euro-2 en Euro-3 is toegenomen. Voor dieselpersonenauto's (Figuur 6) geldt het omgekeerde: het aandeel van relatief jonge Euro-5 dieselauto's ligt iets hoger dan vorig jaar, terwijl het aandeel van de oudste voertuigtypen juist is afgenomen. Deze wijzigingen in de leeftijdsopbouw van het personenautopark in 2015 zijn het gevolg van betere inzichten in de uitval van benzineauto's en dieselauto's naar leeftijdsklassen, zoals beschreven in paragraaf 1.5.



Figuur 5: Aandelen Euroklassen in de voertuigkilometrages van benzinepersonenauto's in 2015

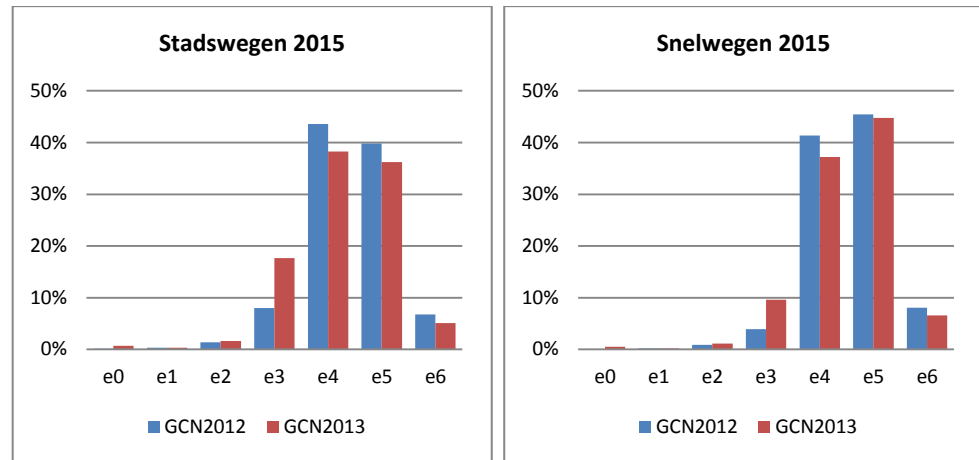
De gewijzigde leeftijdsopbouw voor benzinepersonenauto's in 2015 heeft nauwelijks invloed op de SRM-emissiefactoren omdat de  $\text{NO}_x$ -,  $\text{NO}_2$ - en PM-emissiefactoren van Euro-1 en later laag zijn. De gewijzigde leeftijdsopbouw van het dieselautopark in 2015 heeft wel impact op de SRM-emissiefactoren. De SRM-emissiefactoren voor  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2.5}$  dalen licht omdat alle Euro-5 auto's zijn uitgerust met een gesloten roetfilter. De  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren veranderen niet substantieel omdat de  $\text{NO}_x$ -uitstoot van Euro-5 auto's niet of nauwelijks lager ligt dan die van Euro-1 en Euro-2 auto's.



Figuur 6: Aandelen Euroklassen in de voertuigkilometrages van dieselpersonenauto's in 2015

Figuur 7 geeft de samenstelling van het bestelautokilometrage in 2015 naar Euroklassen. In de actualisatie van de Referentieraming gaat de verjonging van het autopark minder snel dan in de oude raming vanwege de lagere economische groeiverwachting tot 2015. Dit is in lijn met de ontwikkeling van de leeftijdsopbouw in recente jaren en leidt tot een gemiddeld iets ouder bestelautopark in 2015: het aandeel van de Euroklassen 4 t/m 6 ligt iets lager dan vorig jaar terwijl het aandeel van Euro-3 in de verkeersstroom juist is toegenomen. Het oudere bestelautopark leidt tot iets hogere PM-emissiefactoren voor licht wegverkeer omdat Euro-3 bestelauto's nog niet zijn uitgerust met gesloten roetfilters. De impact op  $\text{NO}_x$  is beperkt

vanwege de tegenvallende praktijkemissies van Euro-4 en Euro-5 dieselbestelauto's.



Figuur 7: Aandelen Euroklassen in de voertuigkilometrages van bestelauto's in 2015

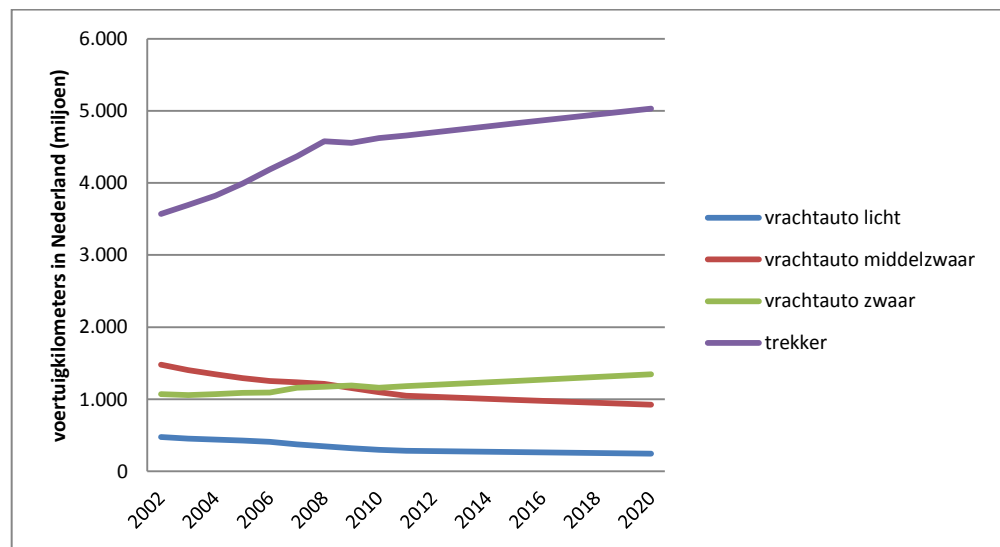
De nieuwe kilometrages voor de zichtjaren 2020 en 2030 laten een op hoofdlijnen vergelijkbaar beeld zien als die voor 2015. Voor benzinepersonenauto's en dieselbestelauto's ligt het aandeel van de oudere leeftijdsklassen wat hoger dan vorig jaar, terwijl het kilometrage van dieselpersonenauto's juist wat jonger is qua leeftijdsopbouw dan vorig jaar.

#### 6.2.2 Voertuigkilometers middelzwaar en zwaar wegverkeer

De voertuigkilometrages voor middelzwaar en zwaar wegverkeer zijn eveneens op een aantal punten gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. In de actualisatie van de Referentieraming is de groei van het vrachtvervoer lager ingeschat, vooral als gevolg van de lagere economische groeiverwachtingen voor de komende jaren (PBL en ECN, 2012). De lagere economische groei leidt er tevens toe dat de verjonging van het vrachtautopark minder snel gaat dan eerder was ingeschat, met als gevolg een ouder en daarmee vervuilender park in de zichtjaren.

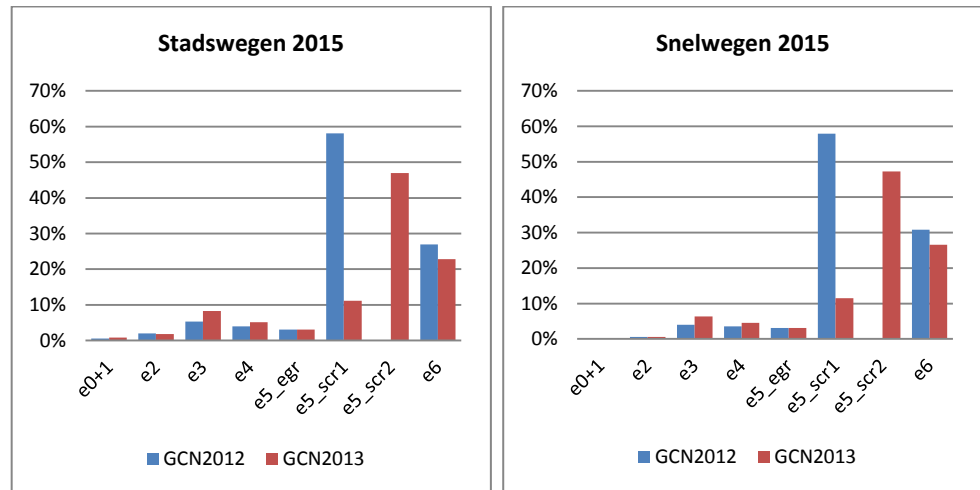
De verdeling van het wegvervoer over de verschillende typen vrachtvoertuigen is ook gewijzigd in de nieuwe raming. De afgelopen tien jaar is in het wegvervoer een trend van vrachtauto's richting trekker-opleggers (kortweg trekkers) gaande. Het totale kilometrage van met name de lichtere vrachtautotypen (gewicht volle wagen < 20 ton) neemt al enige tijd af, terwijl het kilometrage van zware vrachtauto's en van trekkers juist groeit. In de oude Referentieraming werd voor alle typen vrachtauto's en trekkers naar de toekomst toe nog een groei verondersteld van de kilometrages. Wel werd destijds al onderkend dat dit niet in lijn lag met historische ontwikkelingen (Hoen et al., 2010). Vanwege de aanhoudende trend naar trekkers zijn de groeiprognozes in de nieuwe raming aangepast zodat ze meer in lijn liggen met de historische ontwikkeling. Bij deze correctie is totale groei van het wegvervoer (in tonnen) niet gewijzigd, enkel de verdeling naar vrachtautotypen is aangepast. Daarbij is rekening gehouden met de hogere beladingsgraad van zware vrachtauto's en trekkers (waardoor er minder voertuigkilometers nodig zijn om dezelfde hoeveelheid goederen te vervoeren).

In figuur 8 zijn voor de periode 2002 tot 2020 de kilometrages weergegeven van de vier typen vrachtoertuigen die in de emissieberekeningen worden onderscheiden. De figuur laat voor de periode 2002-2008 een sterke groei zien van het kilometrage van trekkers, terwijl het kilometrage van lichte (<10 ton GVW) en middelzware (10-20 ton GVW) vrachtauto's daalt. Tussen 2008 en 2010 stabiliseert het kilometrage van trekkers en zware vrachtauto's als gevolg van de economische crisis. Naar de toekomst toe wordt een verdere groei van het trekkerkilotrage verwacht, maar de groei ligt lager dan in de jaren voor de crisis. Ook het kilometrage van zware vrachtauto's groeit nog licht, maar het kilometrage van middelzware vrachtauto's blijft naar verwachting dalen.



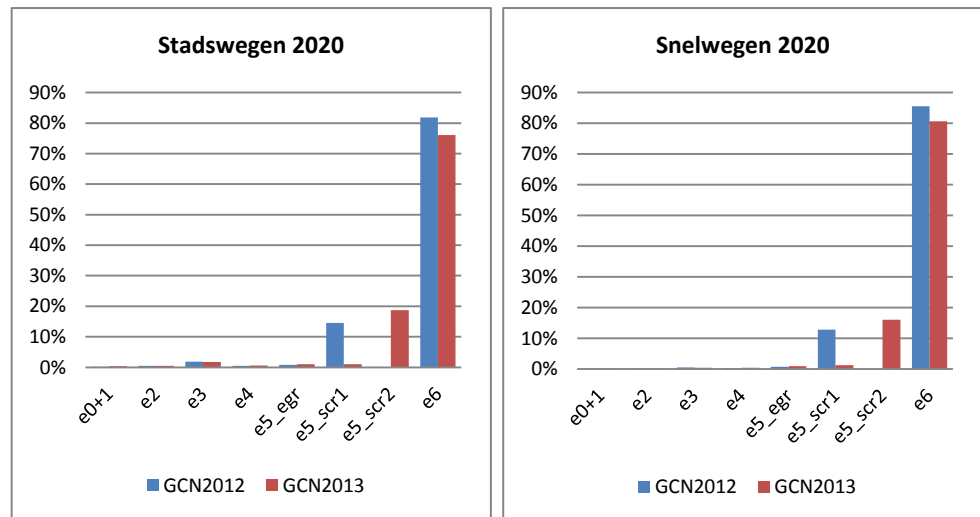
Figuur 8: Voertuigkilometrage (miljoen kilometers) van verschillende typen vrachtoertuigen in Nederland

De leeftijdsopbouw van de vrachtautokilometrages in Nederland is eveneens opnieuw bepaald, rekening houdend met recente inzichten in enerzijds de verjonging van het Nederlandse park van vrachtauto's en trekkers en anderzijds de jaarkilometrages van vrachtauto's en trekkers van verschillende leeftijden, zoals jaarlijks door CBS worden berekend op basis van kilometerstanden van de Stichting NAP. Sinds het begin van de economische crisis zijn de nieuwverkopen van vrachtauto's en trekkers fors gedaald. In de periode 2009-2012 werden jaarlijks gemiddeld zo'n 30% minder nieuwe vrachtauto's verkocht dan in de tien jaar daarvoor. Deze recente ontwikkelingen zijn meegenomen in de actualisatie van de Referentieraming. Het autopark in de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 is mede op basis daarvan iets ouder en dus iets vervuilender ingeschat.



Figuur 9: Aandelen Euroklassen in voertuigkilometrage van trekker-opleggers in 2015<sup>2</sup>

In figuur 9 zijn ter illustratie de aandelen weergegeven van de Euroklassen in het voertuigkilometrage van trekkers in 2015. Het belangrijkste verschil in de kilometrages ten opzichte van vorig jaar is de uitsplitsing van de voertuigklasse Euro-V met SCR-katalysator in twee wetgevingsklassen. Zoals in paragraaf 1.2 is toegelicht liggen de NOx-emissies van de tweede generatie Euro-V vrachtauto's (en trekkers) lager dan die van de eerste generatie. De tweede generatie Euro-V vrachtauto's is rond 2009 op de markt gekomen. Het merendeel van de Euro-V vrachtauto's in het park in 2015 is daarom van de tweede generatie. Dit blijkt ook uit de figuur. De figuur laat verder zien dat het park gemiddeld iets ouder is in 2015 dan vorig jaar is ingeschat: het aandeel van Euro-VI in de kilometrages is iets lager, terwijl het aandeel van Euro-III en Euro-IV iets hoger ligt dan vorig jaar.



Figuur 10: Aandelen Euroklassen in voertuigkilometrage van trekker-opleggers in 2020

<sup>2</sup> Ten behoeve van de leesbaarheid zijn de emissieklassen van het vrachtverkeer in de figuren niet aangeduid met Romeinse cijfers (Euro-I t/m Euro-VI) maar in alfanumerieke cijfers (Euro-1 t/m Euro-6). In de lopende tekst worden de emissieklassen van vrachtverkeer, zoals gebruikelijk voor het vrachtverkeer, wel aangeduid met Romeinse cijfers.



Figuur 10 geeft de aandelen van de Euroklassen in de kilometrages van trekkers in 2020. Het park bestaat in 2020 grotendeels uit Euro-VI vrachtauto's, waardoor deze vrachtauto's ook dominant zijn in de kilometrages in 2020. Wel laat figuur 10 een soortgelijk beeld zijn als in figuur 9: het aandeel van Euro-VI ligt iets lager dan vorig jaar. Voor 2020 betekent dat een iets hoger aandeel Euro-V, de oudere Euroklassen komen in 2020 nauwelijks nog voor in het park.

De nieuwe leeftijdsopbouw van het kilometrage van lichte, middelzware en zware vrachtauto's laat ongeveer hetzelfde beeld zien als die voor trekkers: het aandeel van jonge Euro-VI vrachtauto's ligt iets lager in 2015 en 2020 en het aandeel van de oudere vrachtauto's in de kilometrages is licht toegenomen ten opzichte van vorig jaar.

## 7 Resultaten

Hieronder staan de emissiefactoren voor verschillende verkeerssituaties en voertuigcategorieën.

### 7.1 Algemene emissiefactoren

Tabel 1 geeft de algemene SRM-emissiefactoren voor koolmonoxide (CO) en koolwaterstoffen (HC). Tabel 2 geeft de algemene SRM-emissiefactoren voor stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>). De afkortingen die in de tabellen worden gebruikt zijn toegelicht in Tabel 3.

De emissiefactoren voor 2030 moeten als indicatief worden beschouwd.

Tabel 1: Algemene emissiefactoren voor CO en HC

zichtjaar	wegtype	CO (g/km)				HC (g/km) <sup>3</sup>			
		L	M	Z	A	L	M	Z	A
2010	IA	8,53	3,50	5,86	1,40	0,69	0,70	0,43	0,44
	IB	5,93	2,92	4,61	1,40	0,56	0,69	0,43	0,44
	IC	5,69	2,64	4,01	1,40	0,54	0,69	0,42	0,44
	II	2,38	1,62	2,52	0,70	0,20	0,24	0,22	0,19
	III	1,38	0,98	1,44	0,47	0,06	0,15	0,14	0,18
2015	IA	6,74	4,48	8,67	0,98	0,58	0,41	0,20	0,36
	IB	4,91	3,60	6,53	0,98	0,53	0,40	0,18	0,36
	IC	4,81	3,17	5,50	0,98	0,52	0,40	0,18	0,36
	II	1,88	1,70	2,87	0,51	0,16	0,12	0,09	0,13
	III	1,18	0,93	1,40	0,36	0,04	0,08	0,06	0,13
2020	IA	5,35	4,47	9,13	0,72	0,49	0,22	0,16	0,25
	IB	3,97	3,88	8,21	0,72	0,47	0,21	0,15	0,25
	IC	3,94	3,60	7,76	0,72	0,46	0,21	0,15	0,25
	II	1,61	1,65	3,35	0,37	0,14	0,07	0,08	0,09
	III	1,07	0,83	1,58	0,27	0,03	0,04	0,04	0,09
2030 <sup>4</sup>	IA	4,99	4,09	9,01	0,52	0,47	0,07	0,16	0,15
	IB	3,74	4,02	8,98	0,52	0,46	0,07	0,16	0,15
	IC	3,73	3,98	8,96	0,52	0,45	0,07	0,16	0,15
	II	1,54	1,58	3,57	0,26	0,14	0,04	0,08	0,05
	III	1,14	0,74	1,66	0,20	0,03	0,02	0,04	0,06

<sup>3</sup> Verbrandings- en verdampingsemissies

<sup>4</sup> Indicatieve emissiefactoren

Tabel 2: Algemene emissiefactoren voor NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>

zichtjaar	wegtype	NO <sub>x</sub> (g/km)				NO <sub>2</sub> (g/km)				PM <sub>10</sub> (mg/km) <sup>5</sup>				PM <sub>2.5</sub> (mg/km) <sup>7</sup>			
		L	M	Z	A	L	M	Z	A	L	M	Z	A	L	M	Z	A
2010	IA	0,75	14,76	23,70	14,05	0,15	1,00	1,30	1,29	60	371	452	403	38	269	355	326
	IB	0,47	8,86	14,14	8,78	0,10	0,59	0,76	0,80	51	260	302	253	30	159	206	176
	IC	0,53	5,99	9,50	6,29	0,10	0,38	0,50	0,58	50	207	229	186	29	105	133	109
	II	0,28	5,52	8,15	5,32	0,08	0,37	0,44	0,49	27	150	166	180	16	95	115	137
	III	0,35	4,44	5,96	3,79	0,12	0,43	0,35	0,24	43	127	132	150	31	65	76	103
2015	IA	0,50	11,82	16,09	9,49	0,12	0,56	0,63	0,90	41	250	272	372	20	148	177	295
	IB	0,29	7,21	9,84	5,93	0,08	0,33	0,38	0,56	37	193	202	236	16	91	107	159
	IC	0,34	4,98	6,81	4,25	0,08	0,22	0,25	0,40	37	165	168	176	16	64	72	98
	II	0,22	4,22	5,19	3,77	0,07	0,20	0,20	0,38	20	110	108	161	9	54	57	119
	III	0,30	3,01	3,08	2,52	0,10	0,21	0,13	0,16	28	102	96	143	16	40	39	96
2020	IA	0,31	7,34	8,30	5,18	0,09	0,27	0,27	0,42	36	196	197	275	14	94	102	198
	IB	0,18	4,53	5,15	3,24	0,05	0,16	0,17	0,26	33	163	160	184	12	61	65	107
	IC	0,21	3,17	3,63	2,31	0,05	0,11	0,12	0,19	33	147	143	144	12	45	47	66
	II	0,14	2,47	2,62	2,06	0,05	0,10	0,08	0,18	17	91	85	126	6	35	34	84
	III	0,18	1,51	1,34	1,46	0,06	0,07	0,04	0,09	22	90	83	120	11	28	25	73
2030 <sup>6</sup>	IA	0,17	3,79	4,77	2,67	0,05	0,08	0,15	0,13	32	162	170	204	11	61	74	127
	IB	0,11	2,36	2,98	1,67	0,03	0,05	0,09	0,08	31	145	145	146	10	43	50	69
	IC	0,12	1,67	2,11	1,19	0,03	0,04	0,07	0,06	31	136	133	120	10	34	38	43
	II	0,09	1,28	1,57	1,02	0,03	0,03	0,04	0,05	16	79	77	102	5	23	26	59
	III	0,10	0,67	0,84	0,82	0,04	0,02	0,02	0,05	20	83	79	103	9	21	22	56

Tabel 3: Gebruikte afkortingen

Voertuigcategorieën		Wegtypen	
L	Licht wegverkeer	IA	Stad stagnerend
M	Middelzwaar wegverkeer	IB	Stad normaal
Z	Zwaar wegverkeer	IC	Stad doorstromend
A	Autobussen	II	Buiteweg algemeen
MA	Middelzwaar wegverkeer inclusief autobussen	III	Snelweg algemeen
		MSH	Met strenge handhaving

<sup>5</sup> Verbrandings- en slijtage-emissies<sup>6</sup> Indicatieve emissiefactoren

## 7.2 Emissiefactoren voor snelwegsituaties

De emissiefactoren voor snelwegsituaties zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4: Snelwegemissiefactoren voor NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>

zichtjaar	wegtype	NO <sub>x</sub> (g/km)			NO <sub>2</sub> (g/km)			PM <sub>10</sub> (mg/km) <sup>7</sup>			PM <sub>2.5</sub> (mg/km) <sup>7</sup>		
		L	MA	Z	L	MA	Z	L	MA	Z	L	MA	Z
2010	File	0,51	7,76	12,92	0,18	0,66	0,74	50	277	363	29	190	270
	80 km/h MSH	0,25	4,27	5,96	0,08	0,38	0,35	33	133	132	21	75	76
	80 km/h	0,26			0,08			36			24		
	100 km/h MSH	0,27			0,09			40			28		
	100 km/h	0,32			0,11			39			28		
	120 km/h	0,44			0,16			42			30		
	130 km/h	0,53			0,19			43			31		
File	0,47	5,89			8,57			0,15			0,37		
2015	80 km/h MSH	0,22	2,91	3,08	0,06	0,20	0,13	23	110	96	12	51	39
	80 km/h	0,23			0,07			25			13		
	100 km/h MSH	0,25			0,08			26			14		
	100 km/h	0,27			0,09			26			14		
	120 km/h	0,34			0,11			27			15		
	130 km/h	0,39			0,13			27			16		
	File	0,28			3,03			2,98			0,10		
2020	80 km/h MSH	0,13	1,50	1,34	0,04	0,08	0,04	20	96	83	8	38	25
	80 km/h	0,14			0,05			21			9		
	100 km/h MSH	0,15			0,05			21			10		
	100 km/h	0,16			0,06			21			10		
	120 km/h	0,21			0,07			22			10		
	130 km/h	0,24			0,09			22			10		
	File	0,14			0,91			0,87			0,06		
2030 <sup>8</sup>	80 km/h MSH	0,07	0,70	0,84	0,03	0,02	0,02	19	88	79	7	29	22
	80 km/h	0,08			0,03			19			8		
	100 km/h MSH	0,08			0,03			20			8		
	100 km/h	0,09			0,04			20			8		
	120 km/h	0,13			0,05			20,01			8,32		
	130 km/h	0,15			0,07			20,20			8,55		

<sup>7</sup> Verbrandings- en slijtage-emissies

<sup>8</sup> Indicatieve emissiefactoren

## 8 Verschilanalyse

In dit hoofdstuk worden de nieuwe emissiefactoren voor 2013 vergeleken met de emissiefactoren die maart 2012 zijn gepubliceerd. De verschillen zijn weergegeven in vier tabellen. De percentages in de tabellen geven de verhouding weer tussen de emissiefactoren van dit jaar (2013) en die van vorig jaar. Een waarde van bijvoorbeeld 95% betekent dus dat de nieuwe emissiefactor 5% lager ligt dan die van vorig jaar. De wijzigingen in de emissiefactoren zijn te verklaren uit de nieuwe inzichten die zijn beschreven in de voorgaande hoofdstukken. De tabellen in dit hoofdstuk beperken zich tot  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2.5}$  vanwege de beleidsmatige relevantie van deze stoffen.

In Tabel 5 worden de huidige (2013) SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2.5}$  vergeleken met die van 2012. In de Tabellen 6 t/m 8 worden de oude en nieuwe snelwegemissiefactoren vergeleken voor licht wegverkeer (Tabel 6), middelzwaar wegverkeer (Tabel 7) en zwaar wegverkeer (Tabel 8).

### 8.1 Wijzigingen in de SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer

Uit de Tabellen 5 en 6 blijkt dat de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer op stadswegen en snelwegen dit jaar hoger liggen dan vorig jaar. Dit komt vooral door de hogere  $\text{NO}_x$ -emissie van Euro-5 dieselauto's, zoals beschreven in paragraaf 4.1. In 2015 dragen ook de nieuwe prognoses voor het personenautopark licht bij aan de verhoging van de emissiefactoren. Het effect van de bijstelling van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor Euro-5 dieselauto's heeft in 2015 de grootste impact, omdat het aandeel van Euro-5 in het autopark dan maximaal is. Ook in 2020 is de impact echter nog fors omdat de  $\text{NO}_x$ -emissie van Euro-6 auto's laag is ingeschat. Euro-5 levert hierdoor een forse bijdrage aan de SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  in 2020. In 2030 treden nauwelijks wijzigingen op omdat de Euro-5 dieselauto's dan vrijwel volledig uit het Nederlandse autopark zijn verdwenen.

De toename van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer ten opzichte van 2012 varieert afhankelijk van de verkeersafwikkeling en het snelheidsregime. De (relatieve) toename van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren is het grootst bij lage rijsnelheden. Bij de SRM-emissiefactoren voor de snelweg is de (relatieve) toename het grootst voor de snelheidsregimes 80 en 100 km/u (met en zonder strenge handhaving) en voor filerijden. De toename van de emissiefactoren voor 120 km/u en 130 km/u wegen is aanzienlijk kleiner. Voor stadswegen is de toename van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren het grootst voor stagnerend verkeer.

De  $\text{PM}_{2.5}$ - en  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer op stadswegen zijn niet significant gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. De snelwegemissiefactoren voor  $\text{PM}_{2.5}$  en  $\text{PM}_{10}$  zijn wel toegenomen: door het ontbreken van de detailemissiefactoren voor de verbrandingsemissies van  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2.5}$  voor niet-dieselauto's in de weging van vorig jaar waren de snelwegfactoren vorig jaar te laag. Dit jaar zijn de emissiefactoren correct meegenomen, met als gevolg een toename van de SRM-emissiefactoren voor de snelweg. Voor  $\text{PM}_{10}$  bedraagt de toename in de jaren 2015, 2020 en 2030 zo'n 15%. Voor  $\text{PM}_{2.5}$  loopt de toename op van zo'n 30% in 2015 tot 40-50% in 2030.

Tabel 5: Verschillen tussen de algemene emissiefactoren voor NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> in 2013 versus 2012

		licht					middelzwaar					zwaar					autobussen				
		IA	IB	IC	II	III	IA	IB	IC	II	III	IA	IB	IC	II	III	IA	IB	IC	II	III
NO <sub>x</sub> (g/km)	2010	115%	114%	122%	95%	113%	93%	92%	92%	94%	101%	94%	94%	93%	94%	96%	100%	100%	101%	101%	101%
	2015	135%	124%	126%	99%	142%	91%	90%	89%	87%	96%	88%	88%	87%	83%	87%	100%	100%	101%	100%	100%
	2020	129%	116%	121%	101%	133%	99%	99%	98%	94%	93%	95%	95%	95%	91%	92%	100%	100%	101%	100%	100%
	2030	101%	100%	101%	92%	99%	102%	102%	102%	101%	100%	89%	89%	89%	89%	94%	100%	100%	100%	100%	100%
NO <sub>2</sub> (g/km)	2010	102%	102%	101%	99%	102%	102%	102%	102%	103%	116%	95%	95%	94%	97%	97%	98%	98%	99%	98%	101%
	2015	105%	106%	97%	87%	106%	120%	119%	118%	114%	120%	90%	89%	88%	90%	93%	100%	100%	101%	100%	100%
	2020	110%	111%	101%	91%	106%	119%	119%	119%	108%	100%	90%	90%	90%	90%	89%	100%	100%	101%	100%	100%
	2030	103%	103%	101%	100%	100%	119%	118%	116%	121%	99%	89%	89%	89%	89%	94%	100%	100%	100%	100%	100%
PM <sub>10</sub> (mg/km)	2010	100%	100%	101%	105%	108%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	95%	94%	114%	116%
	2015	100%	100%	101%	102%	114%	105%	103%	102%	101%	99%	106%	104%	103%	103%	102%	96%	94%	93%	114%	132%
	2020	101%	101%	101%	100%	116%	103%	102%	101%	98%	98%	102%	101%	100%	100%	100%	95%	93%	91%	119%	132%
	2030	99%	99%	99%	99%	114%	101%	101%	101%	101%	101%	99%	99%	99%	99%	99%	94%	91%	89%	125%	135%
PM <sub>2.5</sub> (mg/km)	2010	100%	100%	101%	108%	112%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	98%	125%	136%
	2015	99%	101%	101%	105%	126%	108%	107%	106%	101%	95%	111%	110%	108%	107%	106%	98%	97%	95%	126%	171%
	2020	104%	103%	103%	101%	141%	106%	105%	104%	96%	90%	106%	105%	104%	103%	101%	95%	91%	86%	135%	176%
	2030	97%	98%	97%	96%	140%	103%	103%	102%	103%	97%	99%	99%	99%	98%	99%	90%	83%	76%	154%	193%



Tabel 8: Verschillen tussen 2012 en 2013 oplevering van snelwegemissiefactoren voor NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> voor zwaar wegverkeer

	wegtype	File	80 km/h MSH	80 km/h	100 km/h MSH	100 km/h	120 km/h	130 km/h
	zichtjaar	zwaar						
NO <sub>x</sub> (g/km)	2010	131,9%	95,8%	95,8%	95,8%	95,8%	95,8%	95,8%
	2015	208,4%	86,5%	86,5%	86,5%	86,5%	86,5%	86,5%
	2020	192,4%	92,3%	92,3%	92,3%	92,3%	92,3%	92,3%
	2030	96,8%	94,1%	94,1%	94,1%	94,1%	94,1%	94,1%
NO <sub>2</sub> (g/km)	2010	112,2%	96,9%	96,9%	96,9%	96,9%	96,9%	96,9%
	2015	172,7%	93,1%	93,1%	93,1%	93,1%	93,1%	93,1%
	2020	163,5%	88,9%	88,9%	88,9%	88,9%	88,9%	88,9%
	2030	97,1%	94,4%	94,4%	94,4%	94,4%	94,4%	94,4%
PM <sub>10</sub> (mg/km)	2010	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	2015	104,0%	101,6%	101,6%	101,6%	101,6%	101,6%	101,6%
	2020	101,0%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%
	2030	99,2%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%
PM <sub>2.5</sub> (mg/km)	2010	102,6%	100,1%	100,1%	100,1%	100,1%	100,1%	100,1%
	2015	114,3%	105,7%	105,7%	105,7%	105,7%	105,7%	105,7%
	2020	113,5%	101,3%	101,3%	101,3%	101,3%	101,3%	101,3%
	2030	111,0%	98,7%	98,7%	98,7%	98,7%	98,7%	98,7%

## 8.2 Middelzwaar en zwaar wegverkeer

De belangrijkste wijzigingen in de SRM-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer zijn:

1. De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren liggen over het algemeen lager dan die van vorig jaar vanwege de lagere NO<sub>x</sub>-emissies van de tweede generatie Euro-V vrachtauto's en trekkers. Dit heeft vooral effect in 2015 en in mindere mate in 2020. Het effect van de lagere Euro-V emissies wordt deels gecompenseerd door een ouder voertuigpark in de nieuwe Referentieraming.
2. De NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor congestiesituaties op de snelweg liggen hoger dan vorig jaar door een aanpassing in het veronderstelde rijgedrag.
3. De PM<sub>2.5</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar wegverkeer liggen hoger dan vorig jaar door het oudere autopark.
4. De PM<sub>2.5</sub>- en PM<sub>10</sub>-emissiefactoren voor snelwegverkeer liggen hoger dan vorig jaar door de correctie van de detailemissiefactoren voor autobussen.

De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor de tweede generatie Euro-V vrachtauto's liggen zo'n 20-30% lager dan die voor de eerste generatie. Dit leidt tot lagere NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer in 2010, 2015 en 2020. Dit wordt deels gecompenseerd door het oudere vrachtautopark in de actualisatie van de Referentieraming. Het oudere park leidt tot een verhoging van de SRM-emissiefactoren voor NO<sub>x</sub> van 5-10%. Per saldo is sprake van een daling van de SRM-emissiefactoren voor NO<sub>x</sub> van middelzwaar en zwaar wegverkeer. De afname is het grootst in 2015 (7-14%) vanwege het hoge aandeel van Euro-V in de kilometers van vrachtauto's en trekkers in dat jaar, zie ook Figuur 9.



De  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer voor filerijden op snelwegen liggen fors hoger dan vorig jaar (20-100%) door de aanpassing van het rijgedrag voor snelwegverkeer. Dit is toegelicht in paragraaf 4.3.

Het oudere vrachtauto- en trekkerpark in de zichtjaren leidt ook tot een verhoging van de SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2.5}$ . De  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren voor stadswegen liggen hierdoor in 2015 zo'n 2-5% hoger dan vorig jaar en de  $\text{PM}_{2.5}$ -emissiefactoren zo'n 5-10%. De verhoging van de  $\text{PM}_{2.5}$ -emissiefactoren is iets groter dan voor  $\text{PM}_{10}$  omdat slijtage een grotere bijdrage levert aan  $\text{PM}_{10}$  dan aan  $\text{PM}_{2.5}$ . De slijtage-emissiefactoren zijn niet leeftijdsafhankelijk, het oudere park leidt dus niet tot hogere slijtage-emissies.

De impact van de gewijzigde leeftijdsopbouw op de snelwegemissiefactoren voor  $\text{PM}_{2.5}$  en  $\text{PM}_{10}$  is minimaal. De  $\text{PM}_{2.5}$ - en  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren voor middelzwaar wegverkeer op snelwegen zijn desalniettemin toegenomen ten opzichte van vorig jaar door de gecorrigeerde detailemissiefactoren voor autobussen, zoals is beschreven in paragraaf 1.4. De  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren liggen circa 5-10% hoger in alle zichtjaren, terwijl de toename van de  $\text{PM}_{2.5}$ -emissiefactoren oploopt van 10% in 2010 tot 35% in 2030.

De nieuwe  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren voor middelzwaar wegverkeer liggen hoger dan vorig jaar. Dit komt door de combinatie van het oudere vrachtautopark (5-10% toename) en de hogere  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren voor middelzware Euro-V vrachtauto's (5-10% toename). Per saldo liggen de SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_2$  voor middelzwaar wegverkeer in de zichtjaren hierdoor circa 15-20% hoger dan vorig jaar. Voor zwaar wegverkeer wordt de toename van de  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren door het oudere park juist gecompenseerd door de lagere  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren voor zware Euro-V vrachtauto's en voor Euro-V trekkers. Per saldo dalen de SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_2$  van zwaar wegverkeer met circa 10% ten opzichte van vorig jaar voor zowel stadswegen als snelwegen.

Bij gebrek aan recente data over de aandelen van de Euroklassen in het autobussenpark in Nederland zijn er geen wijzigingen aangebracht in de voertuigkilometrages voor autobussen in de zichtjaren. De enige wijziging in de SRM-emissiefactoren voor autobussen is de correctie van de detailemissiefactoren voor  $\text{PM}_{2.5}$  en  $\text{PM}_{10}$ . Dit leidt in de stad tot lagere  $\text{PM}_{2.5}$ - en  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren en op buitenwegen en snelwegen tot hogere emissiefactoren.

## 9 Onzekerheden en gevoeligheidsanalyse

De SRM-emissiefactoren worden gepresenteerd als puntschattingen, maar zijn omgeven met onzekerheid en moeten daarom feitelijk worden gezien met een bandbreedte. De onzekerheid waarmee de emissiefactoren zijn omgeven kan groot zijn, afhankelijk van het voertuigtype, de stof en het zichtjaar. Het ontbreekt echter aan kennis over de omvang van deze onzekerheden. Kwantitatieve inschattingen van de onzekerheden zijn niet beschikbaar. TNO doet momenteel in opdracht van de EmissieRegistratie onderzoek naar de onzekerheden rond de detailemissiefactoren voor NO<sub>x</sub>. De resultaten worden in de loop van 2013 verwacht. Hieronder wordt een beschrijving gegeven van een aantal belangrijke onzekere factoren in de totstandkoming van de SRM-emissiefactoren.

### 9.1 Nieuwe voertuigtechnologieën en brandstoffen

Net als afgelopen jaar is ook dit jaar bij de berekening van de SRM-emissiefactoren geen rekening gehouden met de introductie van alternatieve aandrijftechnologieën als plug-in hybrides, volledig elektrisch aangedreven auto's en waterstofauto's. Alleen de veronderstelde marktpenetratie van aardgasvoertuigen (CNG) is meegenomen bij de weging van de SRM-emissiefactoren. De afgelopen jaren zijn de eerste plug-in hybrides en elektrische auto's echter al op de markt gekomen in Nederland. Het marktaandeel is nog minimaal, maar de verwachting is dat het aanbod en de verkopen de komende jaren langzaam gaan toenemen. Hoe snel dit zal gaan is onzeker.

In de Referentieraming 2010 hebben PBL en ECN inschattingen gedaan van de marktpenetratie van nieuwe aandrijftechnologieën en alternatieve brandstoffen voor personenauto's en bestelauto's in de periode tot 2030. Tot 2020 is het aandeel van deze technologieën in het autopark naar verwachting nog klein, maar als de verkopen na 2020 blijven toenemen dan kan in 2030 wel sprake zijn van een substantieel aandeel in het park en in de voertuigkilometrages (Hoen et al. 2010). Vanwege de onzekerheden rond de marktpenetratie van deze technologieën en de naar verwachting nog geringe impact op de SRM-emissiefactoren voor 2015 en 2020 is in overleg met het Ministerie van IenM besloten om de marktpenetratie van nieuwe voertuigtechnologieën nog niet mee te nemen bij het berekenen van de SRM-emissiefactoren. Als gevolg hiervan worden de emissiefactoren voor licht wegverkeer in 2020 en 2030 licht overschat.

Om inzicht te geven in de impact van de marktpenetratie van nieuwe voertuigtechnologieën op de SRM-emissiefactoren is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Als uitgangspunt daarvoor zijn de aannames gebruikt van PBL en ECN over de marktpenetratie van de verschillende technologieën en brandstoffen. Tabel 9 geeft de veronderstelde aandelen van aardgas (CNG), plug-in hybride (PHEV) en volledig elektrische auto's (FEV) in de nieuwverkopen van personenauto's en bestelauto's zoals die zijn gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse. De detailemissiefactoren voor de nieuwe voertuigtypen zijn ingeschat door TNO. Dit wordt toegelicht in de tekstbox.

Uit de tabel blijkt dat het aandeel van zowel de plug-ins als de elektrische auto's in de nieuwverkopen naar verwachting nog klein is in de periode tot 2020. Omdat de

nieuwverkopende maar een klein deel uitmaken van het gehele autopark, is het aandeel van deze technologieën in het autopark (en daarmee in de voertuigkilometrages) aanvankelijk nog een stuk lager dan het aandeel in de nieuwverkopende. Na 2020 wordt, mede onder invloed van Europees beleid, een toename verwacht van de verkopen van plug-in hybrides en elektrische auto's. De inschattingen zijn echter onzeker en sterk afhankelijk van zowel technologische ontwikkelingen van de voertuigen als beleidsmatige ontwikkelingen rond CO<sub>2</sub>-normering en autobelastingen.

Tabel 9: aandelen van alternatieve voertuigtechnologie in nieuwverkopende zoals gebruikt in de gevoeligheidsanalyse

	Personenauto's			Bestelauto's		
	CNG*	PHEV	FEV	CNG*	PHEV	FEV
2011-2015	0,3%	1%	0,2%	1,5%	0%	0,3%
2016-2020	1%	4%	3%	4%	1%	3%
2021-2030	2%	8%	8%	4,5%	2%	7,5%

\*) CNG is al wel meegenomen bij het berekenen van de SRM-emissiefactoren

Verdere aannames, die voor de gevoeligheidsanalyse rondom nieuwe voertuigtechnologieën en alternatieve brandstoffen zijn gemaakt worden hieronder beschreven. Er zijn twee scenario's uitgewerkt voor de gevoeligheidsanalyse. Bedacht moet worden dat beide scenario's voor 2030 vooral zijn gebaseerd op emissiefactoren voor Euro-6 voertuigen. Dit zijn voorlopige inschattingen. Het is op dit moment onbekend wat het licht wegverkeer, en in bijzonder de Euro-6 dieselvoertuigen voor emissies gaan hebben.

#### Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse alternatieve voertuigtechnologie

##### Scenario 1: SRM-emissiefactoren exclusief CNG, elektrische en hybride voertuigen

- In dit scenario zijn alleen conventionele technologieën verondersteld, i.e. benzine, diesel en LPG.
- De voertuigkilometers van de CNG-personenauto's en -bestelauto's, zoals zijn gebruikt voor de weging van de SRM-emissiefactoren, zijn overgeheveld naar vergelijkbare conventionele auto's met dezelfde Euroklasse. In het geval van personenauto's zijn dit de dieselvoertuigen van dezelfde Euroklasse. Euro-6 CNG kilometrages zijn dus overgeheveld naar Euro-5 dieselauto's.
- Voor bestelauto's geldt hetzelfde als voor personenauto's met als kanttekening dat de voertuigkilometers naar de zware dieselbestelauto's gaan.

##### Scenario 2: SRM-emissiefactoren inclusief CNG, elektrische en hybride voertuigen

- In dit scenario zijn alle alternatieve voertuigtechnologieën en brandstoffen uit Tabel 9 meegenomen in de weging van de SRM-emissiefactoren.
- Voor de volledig elektrische voertuigen en benzine plug-in hybrides zijn door PBL voertuigkilometers berekend op basis van de aannames uit Tabel 9. Voor diesel plug-in hybrides en 'full' hybrides (zonder stekker) heeft PBL geen voertuigkilometers berekend. Voor beide categorieën zijn daarom separaat ten behoeve van deze gevoeligheidsanalyse voertuigkilometers geschat voor de zichtjaren.
- Het aandeel van hybride technologie binnen de voertuigkilometrages van Euro-4 en Euro-5 benzineauto's is geschat op basis van data van de RDW over de nieuwe inschrijvingen van personenauto's in de afgelopen 9 jaar. Uit deze data

is voor ieder jaar bepaald wat de verhouding was tussen hybride en conventionele technologie. Op basis hiervan is een schatting gemaakt van het aandeel hybride binnen de Euro-4 en Euro-5 benzineauto's. Hierbij zijn ruwe grenzen gehanteerd voor het jaartal van toelating per Euroklasse: van 2004-2009 voor Euro-4 en 2009 en later voor Euro-5.

- Het aandeel van hybride binnen de Euro-6 auto's is bepaald door extrapolatie van de historische verkoopaantallen naar het jaar 2030. Voor conventionele technologie is lineair geëxtrapoliseerd, voor hybride technologie is een kwadratische polynoom gebruikt. Op basis van de extrapolatie van de verkoopaantallen is vervolgens per zichtjaar het marktaandeel bepaald van hybride technologie binnen de verkopen. Dit marktaandeel is in 2015, 2020 en 2030 respectievelijk berekend op 5%, 7% en 10%.
- De extrapolaties zijn gedaan voor benzine en diesel tezamen. Full diesel hybrides zijn namelijk pas in 2011 op de markt gekomen in Nederland, waardoor er geen realistische extrapolatie uitgevoerd kan worden om toekomstige fracties te bepalen. De onderlinge verhouding tussen reguliere diesel en benzine personenauto's is daarom ook toegepast op de full hybrides. De reguliere personenauto's worden met dezelfde hoeveelheid VTKs in mindering gebracht als voor de full hybride voertuigen bepaald worden.
- De kilometrages voor diesel plug-in hybrides zijn afgeleid van het marktaandeel van benzine plug-in hybrides uit de prognoses van PBL. Het aandeel plug-in binnen de totale verkopen van dieselauto's is gelijk verondersteld aan het aandeel plug-in binnen de totale verkopen van benzineauto's. Hierbij is dus verondersteld dat de vraag naar en het aanbod van diesel plug-in hybrides equivalent zal zijn aan benzine plug-in hybrides.
- De aandelen van hybride technologie in de kilometrages zijn gelijk verondersteld aan de aandelen in het park.
- Het totale kilometrage is niet gewijzigd in de gevoeligheidsanalyse. De kilometrages zijn enkel overgeheveld van conventionele technologie naar alternatieve aandrijftechnologie.
- Aangenomen is dat het gebruik van hybride auto's niet verschilt van het gebruik van equivalente voertuigen met conventionele brandstoffen. Het aandeel hybride binnen de Euro-4 en Euro-5 benzineauto's is voor alle wegtypen gelijk verondersteld.
- Naarmate de elektrificering van een voertuig toeneemt nemen de emissiefactoren af. Volledig elektrische auto's hebben uiteraard geen uitlaatemissies. Enkel is nog sprake van  $PM_{10}$ -emissies uit slijtage van banden, remmen en wegdek. Door regeneratief remmen ligt ook de slijtage-emissie echter lager dan die van een conventionele auto.
- Voor personenauto's zijn de  $NO_x$  emissies van plug-in hybride (PHEVs) geschat op 30% en 60% van de reguliere diesel resp. benzineauto's. Recent onderzoek naar plug-in hybrides in Nederland laat zien dat ze 24% van hun kilometers elektrisch rijden en dan geen uitstoot hebben. De verwachting is dat dit aandeel elektrisch rijden in de komende jaren toe zal nemen.
- Bij de introductie van de eerste hybride voertuigen is onderzoek gedaan naar de emissies van deze voertuigen. De emissies waren vergelijkbaar met andere benzinevoertuigen, en daarom nauwelijks relevant voor de totale emissie-uitstoot.

Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse rond de nieuwe voertuigtechnologieën en alternatieve brandstoffen wordt weergegeven in Tabel 10 en 11. De tabellen laten de impact zien van de twee scenario's op de SRM1-emissiefactoren voor het lichte wegverkeer in de zichtjaren 2015, 2020 en 2030. In beide scenario's zijn de verschillen met de referentie in 2015 en 2020 klein. Pas in 2030 kunnen er grotere verschillen optreden. De impact van beide scenario's op de SRM2-emissiefactoren is niet weergegeven maar is qua orde grootte vergelijkbaar.

Tabel 10 geeft de resultaten van scenario 1, waarin de CNG-voertuigen niet zijn meegenomen in de weging van de SRM-emissiefactoren. De tabel geeft de impact op de SRM1-emissiefactoren voor licht wegverkeer. Die impact is gering. Uit de tabel blijkt dat het meenemen van de CNG-voertuigen in de weging van de SRM-emissiefactoren, zoals dit jaar is gedaan, heeft geleid tot een lichte daling van de NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren: als we de CNG-voertuigen niet meenemen (scenario 1) nemen de NO<sub>x</sub>- en NO<sub>2</sub>-emissiefactoren licht toe in 2020 (0-1%) en 2030 (1-4%). Het meenemen van de CNG-voertuigen leidt voor CO en HC juist tot iets hogere emissiefactoren. Ook hier is de impact echter gering. Overigens moet worden bedacht dat de veronderstelde marktaandeelen van CNG-voertuigen ook laag zijn, zoals is te zien in Tabel 9. Dit verklaart mede de kleine impact.

Tabel 10: toename SRM1-emissiefactoren voor licht wegverkeer in scenario 1

	2015	2020	2030
<b>CO</b>	0%	0 tot -1%	0 tot -1%
<b>HC</b>	0%	0 tot -1%	0 tot -4%
<b>NO<sub>x</sub></b>	0%	0 tot 1%	1 tot 3%
<b>NO<sub>2</sub></b>	0%	1%	4%
<b>PM<sub>10</sub></b>	0%	0%	0%
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0%	0%	0 tot 1%

Tabel 11 geeft de impact op de SRM1-emissiefactoren voor licht wegverkeer van het meenemen van elektrische auto's en plug-in hybrides (scenario 2). In 2015 is de invloed nog minimaal, de emissiefactoren dalen met maximaal 1%. In 2020 neemt de impact al iets toe: de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren dalen met 2-3%. Door de veronderstelde verdergaande marktpenetratie van deze technologieën na 2020 (Tabel 9), neemt de impact op de emissiefactoren ook verder toe: in 2030 dalen de emissiefactoren grofweg met 5 à 10%. Enige uitzondering is PM<sub>10</sub>, waar de daling lager uitvalt in 2030. Dit komt omdat in 2030 het merendeel van de PM<sub>10</sub>-emissie door licht wegverkeer bestaat uit slijtage-emissies en die liggen maar beperkt lager voor de alternatieve voertuigtechnologieën in vergelijking met conventioneel.

Tabel 11: SRM 1 verschillen voor licht wegverkeer tussen de referentie en scenario 2

	2015	2020	2030
<b>CO</b>	0%	-2%	-7 tot -8%
<b>HC</b>	0%	-2%	-7 tot -9%
<b>NO<sub>x</sub></b>	-1%	-2 tot -3%	-7 tot -10%
<b>NO<sub>2</sub></b>	-1%	-1 tot -2%	-4 tot -9%
<b>PM<sub>10</sub></b>	0%	-1%	-1 tot -3%
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0 tot -1%	-2%	-5 tot -8%

## 9.2 Praktijkemissies van Euro-6 en Euro-VI voertuigen

In 2030 bestaat verreweg het grootste deel van het autopark in Nederland uit Euro-6 (personenauto's en bestelauto's) en Euro-VI (vracht) voertuigen. Momenteel zijn deze voertuigtypen nog nauwelijks op de markt. De emissiefactoren voor deze voertuigen zijn daarom door TNO geschat op basis van enerzijds de aanscherping van de emissienormen (ten opzichte van Euro-5 en Euro-V) en anderzijds de huidige kennis over de technologieën die worden gebruikt om aan de Euro-6 en Euro-VI normen te voldoen, zoals is beschreven in paragraaf 3.2. Deze inschattingen zijn onzeker: als de nieuwe normen in de praktijk minder effectief blijken dan verwacht, zullen de SRM-emissiefactoren navenant toenemen (en vice versa).

De afgelopen jaren is meerdere malen gebleken dat met name de NO<sub>x</sub>-emissies van dieselveertuigen in de praktijk aanzienlijk hoger kunnen uitvallen dan tijdens de Europese typegoedkeuring. Het is dus de vraag of de Euro-6 normen voor personenauto's en bestelauto's en de Euro-VI normen voor vrachtauto's, trekkers en autobussen in de praktijk wel tot de gewenste daling van de (NO<sub>x</sub>-)emissies leiden.

### 9.2.1 *NO<sub>x</sub>-emissie Euro-6 personenauto's en bestelauto's*

Momenteel zijn er nog nauwelijks meetgegevens beschikbaar voor Euro-6 voertuigen. TNO heeft in 2010 een verkennend onderzoek gedaan naar de emissies van Euro-6 dieselpersonenauto's. In het onderzoek wordt op basis van metingen aan drie testvoertuigen geconcludeerd dat de Euro-6 technologie voor dieselauto's waarschijnlijk in staat is om de NO<sub>x</sub>-uitstoot van Euro-6 auto's in de praktijk aanzienlijk te verlagen ten opzichte van de huidige (Euro-5) technologie. De NO<sub>x</sub>-emissie van de testauto's lag ook bij praktijkomstandigheden beduidend lager dan de NO<sub>x</sub>-emissie van Euro-5 auto's (Vonk en Verbeek, 2010) (Ligterink, Kadijk en Mensch, 2012).

Eerste metingen aan Euro-6 dieselpersonenauto's in het buitenland bevestigen dit beeld: NO<sub>x</sub>-emissies van de eerste Euro-6 dieselauto's liggen ook in de praktijk substantieel (circa 70%) lager dan die van Euro-5 auto's (Weiss et al., 2012). Het is echter de vraag of deze eerste meetresultaten representatief zullen blijken voor de grootschalige uitrol van Euro-6 technologie in personenauto's en bestelauto's, die vanaf 2014 wordt verwacht. In de loop van 2013 gaat TNO onderzoeken welke hoogte de emissiefactoren voor Euro 6 in de praktijk zullen hebben.

### 9.2.2 *NO<sub>x</sub>-emissie Euro-VI vrachtauto's*

Eerste metingen aan Euro-VI vrachtauto's laten een vergelijkbaar beeld zien als de eerste metingen voor Euro-6 personenauto's: de Euro-VI technologie heeft de potentie om de NO<sub>x</sub>-uitstoot van vrachtauto's significant te verminderen in vergelijking met de huidige Euro-V vrachtauto's (Vermeulen et al., 2012). Ook hier geldt echter dat nog moet blijken of deze eerste meetresultaten representatief zijn voor de grootschalige uitrol van Euro-VI technologie en in de toepassing van deze technologie in andersoortige vrachtauto's (distributievrachtauto's) en autobussen. In de loop van 2013 gaat TNO onderzoeken welke hoogte de emissiefactoren voor Euro VI in de praktijk zullen hebben.

### 9.3 Onzekerheden rond detailemissiefactoren van bestaande voertuigtypen

Ook de detailemissiefactoren voor bestaande voertuigtypen zijn onzeker. De onnauwkeurigheid van individuele categorieën en emissiefactoren kan substantieel zijn. Voor een groot deel ligt de basis daarvan in de onderliggende meetgegevens: de variatie in meetresultaten tussen voertuigen is groot en er is bovendien maar beperkt inzicht in het werkelijke rijgedrag op de openbare weg en hoe dit in de loop van de tijd is veranderd. Ook is er onvoldoende bekend over de emissies en het voorkomen van voertuigen die substantieel hogere emissies hebben als gevolg van een technisch defect of ouderdom (zogenaamde 'high-emitters'). Het lopende onderzoek van TNO naar de onzekerheden van de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor het wegverkeer probeert hier beter inzicht in te verschaffen. De gevolgde methodiek is veelal een "bootstrap methode": wat zijn de variaties ten gevolge van de variatie in de datasets en tussen de ritcycli. De resultaten van dit onderzoek worden in de loop van 2013 verwacht.

Een aantal onzekere factoren verdient specifiek aandacht:

1. De slijtage-emissies van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>
2. Het rijgedrag op verschillende typen wegen in Nederland
3. De belading van vrachtauto's

De empirische data over slijtage-emissies van verschillende typen wegvoertuigen onder verschillende rijomstandigheden is gering. Ook de kennis over de fractie van PM<sub>10</sub> en met name van PM<sub>2.5</sub> in de totale slijtage-emissies van PM is beperkt. De emissiefactoren voor PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> uit slijtage van banden, remmen en wegdek zijn hierdoor onzeker. Het belang van slijtage neemt echter snel toe naarmate de verbrandingsemissies van PM verder dalen, bijvoorbeeld door de gesloten roetfilters in nieuwe dieselauto's. Op basis van de huidige inzichten bestaat in 2015 meer dan de helft van de PM<sub>10</sub>-emissies van het wegverkeer uit slijtage-emissies. In 2020 is het aandeel van slijtage in PM<sub>10</sub> opgelopen tot 70%. Dit maakt ook de SRM-emissiefactoren voor PM<sub>10</sub> (verbranding plus slijtage) onzeker. Voor PM<sub>2.5</sub> is het belang van slijtage op basis van de huidige inzichten kleiner, maar ook daar neemt het toe (17% in 2015, 25% in 2020). Het verdient aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de slijtage-emissies van het wegverkeer.

De inzichten in het (gemiddelde) rijgedrag op het Nederlandse wegennet zijn eveneens onzeker. Recente gegevens over het rijgedrag ontbreken. Het VERSIT+ model maakt gebruik van zogenaamde ritprofielen om emissiefactoren te berekenen voor verschillende typen wegen in Nederland. Deze ritprofielen geven een beeld van de rijomstandigheden op de wegtypen en snelheidsregimes in Nederland. De huidige profielen zijn recent niet meer geactualiseerd, terwijl er aanwijzingen zijn dat het rijgedrag wel is gewijzigd. Zo bleek uit de proefprojecten rond de invoering van 130 km/u dat de gemiddelde rijsnelheid op de 120 km/u trajecten hoger is dan nu wordt verondersteld op basis van het huidige ritprofiel. Voor een actueel beeld van de gemiddelde verkeersafwikkeling op het Nederlandse wegennet is nader onderzoek nodig.

Ten slotte is er weinig bekend over de belading van vrachtauto's. Het gewicht van vrachtauto's is van grote invloed op het brandstofverbruik en op de uitstoot van schadelijke stoffen. De huidige inschattingen van de belading en het gewicht van de

verschillende typen vrachtvoertuigen dateren nog uit de jaren 90 en moeten worden geactualiseerd.

#### 9.4 Onzekerheden rond huidige en toekomstige samenstelling wegverkeer

De samenstelling van het huidige en toekomstige wegverkeer in de stad, op de buitenweg en op de snelweg is eveneens onzeker. Omdat de uitstoot per type voertuig sterk kan variëren, kunnen verschillen in de samenstelling van het wegverkeer, bijvoorbeeld in de vorm van een hoger aandeel oude auto's of een hoger aandeel dieselveertuigen in de verkeersstroom, tot hogere (of juist lagere) emissies leiden dan op basis van de SRM-emissiefactoren wordt berekend. De onzekerheid rond de huidige samenstelling van het wegverkeer heeft enerzijds te maken met de beperkte gegevensbasis voor de huidige inschattingen en anderzijds met de inherente variatie in de samenstelling van het wegverkeer van weg tot weg.

De gemiddelde samenstelling van het wegverkeer per wegtype is afgeleid uit een aantal databronnen. Op basis van de kilometerstanden van de Stichting Nationale Autopas (NAP) berekent het CBS jaarlijks relatief nauwkeurig hoeveel kilometers er met verschillende typen Nederlandse voertuigen worden gereden. Om tot de gemiddelde samenstelling per wegtype te komen moeten echter nog een aantal nabewerkingen worden gedaan op deze totale kilometrages:

1. De kilometrages moeten worden uitgesplitst naar binnenland en buitenland. CBS schat deze verdeling op basis van toerismestatistieken. Het is echter niet bekend in hoeverre de verdeling tussen binnenland en buitenland varieert naar bijvoorbeeld leeftijd of brandstofsoort van de auto.
2. De resulterende binnenlandse kilometrages per voertuigtype worden uitgesplitst naar drie wegtypen: stadswegen, autosnelwegen en overige wegen buiten de bebouwde kom. Deze uitsplitsing is gebaseerd op onderzoek van Goudappel Coffeng (2010). Hieruit blijkt dat in de stad gemiddeld oudere auto's rijden dan op de snelweg. Op de snelweg rijden weer meer dieselauto's dan in de stad. Deze inzichten zijn afkomstig uit kentekenonderzoek, maar de onderliggende hoeveelheid data is beperkt. Dat maakt de resultaten van het onderzoek ook onzeker.

Naast deze onzekerheden rond het bepalen van de gemiddelde samenstelling van het wegverkeer in Nederland geldt dat de werkelijke samenstelling van stad tot stad en van straat tot straat zal variëren. Ook de verkeersafwikkeling zal niet identiek zijn aan de ritpatronen die zijn gebruikt voor het berekenen van de gedetailleerde emissiefactoren. Uit kentekenonderzoek dat TNO heeft uitgevoerd in verschillende steden komt een zekere variatie in de opbouw van het wegverkeer naar brandstofsoort en leeftijd. Naarmate de afwijking ten opzichte van het gemiddelde groter is, zal ook de emissie van de verkeersstroom verder afwijken van de SRM-emissiefactoren. Om dit inzichtelijk te maken is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De uitgangspunten hiervoor zijn beschreven in de tekstbox.

In Tabel 12 is de variatie in de SRM-emissiefactoren voor de stad weergegeven bij gebruik van de lokale verkeerssamenstelling zoals waargenomen in Amsterdam. Uit de tabel blijkt dat de variatie relatief groot kan zijn. De oorzaak hiervoor ligt grotendeels in de variatie van enerzijds het aandeel dieselauto's en anderzijds het aandeel bestelauto's binnen het lichte wegverkeer. Een hoger aandeel dieselauto's en



een hoger aandeel bestelauto's leidt over het algemeen tot hogere emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  en PM, hoewel de impact ook afhankelijk is van de leeftijd van de voertuigen.

#### Gevoeligheidsanalyse samenstelling wegverkeer

In Amsterdam is medio 2011 een wagenparkscan uitgevoerd met als doel inzicht te krijgen in de samenstelling van het wegverkeer op verschillende locaties in de stad. Door de kentekendata te koppelen aan data van de RDW kunnen de voertuigen gekarakteriseerd worden en worden toegedeeld in de voertuigklassen die in de SRM worden gebruikt. Zo kunnen SRM-emissiefactoren worden berekend voor de verschillende wegen in Amsterdam.

In veel gevallen kunnen de voertuigen uit de wagenparkscan direct gelinkt worden aan de SRM voertuigklassen. Echter, er zijn enkele uitzonderingen waarbij het niet mogelijk is om een specifieke SRM voertuigklasse te herkennen. In die gevallen wordt uitgegaan van dezelfde uitgangspunten als worden gebruikt voor de standaard weging van de SRM emissiefactoren. Vrachtwagens met aanhangers kunnen bijvoorbeeld niet worden geïdentificeerd in kentekenonderzoek. Het aandeel vrachtauto's met aanhanger is daarom gelijk verondersteld aan het aandeel dat standaard wordt gebruikt in de kilometrages voor de SRM.

Tabel 12: Variatie in de SRM1-emissiefactoren voor licht wegverkeer bij gebruik van de lokale verkeerssamenstelling uit kentekenonderzoek in Amsterdam

	2010
CO	-25 tot +33%
HC	-51 tot +74%
$\text{NO}_x$	-4 tot +24%
$\text{NO}_2$	-65 tot +66%
$\text{PM}_{10}$	-3 tot +30%
$\text{PM}_{2,5}$	-4 tot +42%

De onzekerheid rond de emissiefactoren voor de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 is groter omdat uitspraken worden gedaan over (onzekere) ontwikkelingen in het toekomstige autobezit en –gebruik en effecten van beleid daarop. Over de toekomstige samenstelling van het wegverkeer per wegtype (stad, buitenweg en snelweg) is geen informatie bekend. De wegtypeverdelingen die door Goudappel Coffeng zijn afgeleid per voertuigtype, brandstofsoort en leeftijdsklasse worden daarom ook voor de zichtjaren toegepast.

Ten slotte worden de speciale voertuigen niet meegenomen in de weging van de SRM-emissiefactoren. Deze voertuigcategorie bestaat uit een mengelmoes van voertuigtypen, van kampers tot brandweerauto's en vuilniswagens. Over de aantallen speciale voertuigen per type, de jaarkilometrages en de wegtypeverdelingen van speciale voertuigen is weinig bekend. CBS doet momenteel onderzoek naar de kilometrages van speciale voertuigen in Nederland. De resultaten van dit onderzoek worden eind 2013 verwacht.

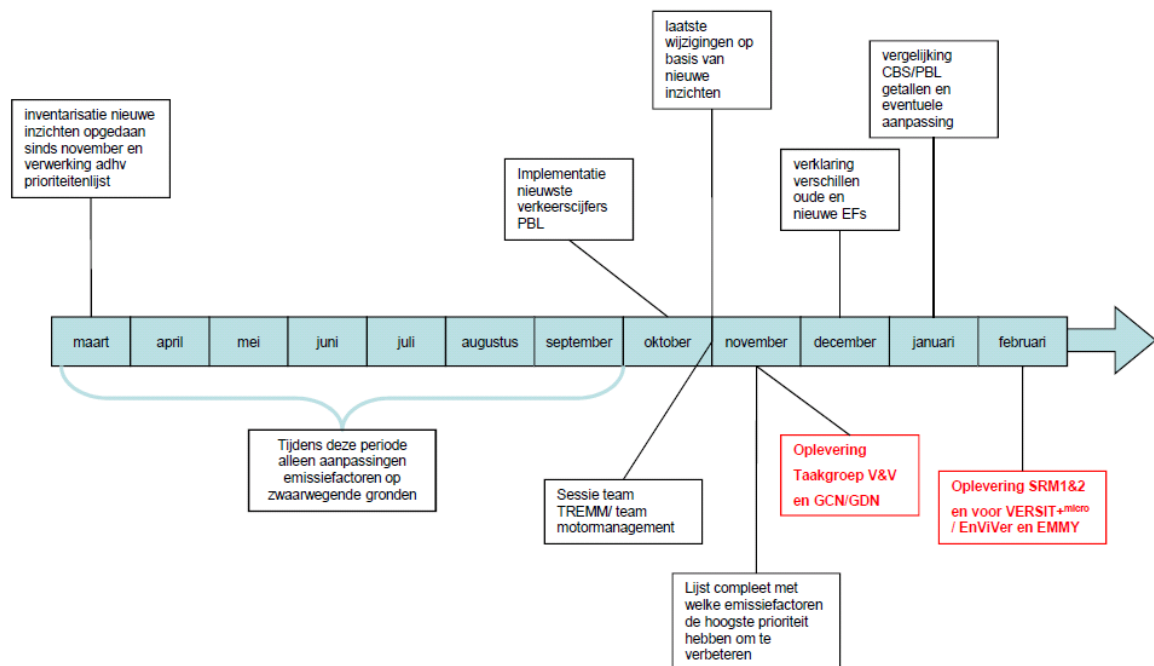
## 10 Procedure oplevering emissiefactoren

Om de kwaliteit van de actualisatie en van de op te leveren emissiefactoren te waarborgen is er een procedure voor de actualisatie en oplevering van de emissiefactoren vastgesteld. De volgende onderdelen zitten in die procedure:

1. Jaarplanning
2. Procedure van accorderen van wijzigingen in voertuigkilometers
3. Procedure van accorderen van wijzigingen in emissiefactoren

### 10.1 Jaarplanning

De jaarplanning voor de oplevering van de gedetailleerde emissiefactoren op basis van VERSIT+ voor onder andere de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de Nederlandse EmissieRegistratie en voor de berekeningen van de GCN/GDN-kaarten (Velders et al. 2012) is als volgt:



Figuur 11: Jaarplanning oplevering emissiefactoren

De uitgangspunten voor de SRM-emissiefactoren die jaarlijks in maart worden gepubliceerd zijn dus in november van het jaar daarvoor vastgesteld.

### 10.2 Procedure van accorderen van wijzigingen in voertuigkilometers

De nieuwe voertuigkilometers voor het basisjaar zijn afkomstig uit de Nederlandse EmissieRegistratie (ER) en zijn begin januari beschikbaar. Deze voertuigkilometers worden door het CBS vastgesteld en gepubliceerd op Statline. Nieuwe inzichten worden besproken en indien voldoende onderbouwd geaccordeerd in de

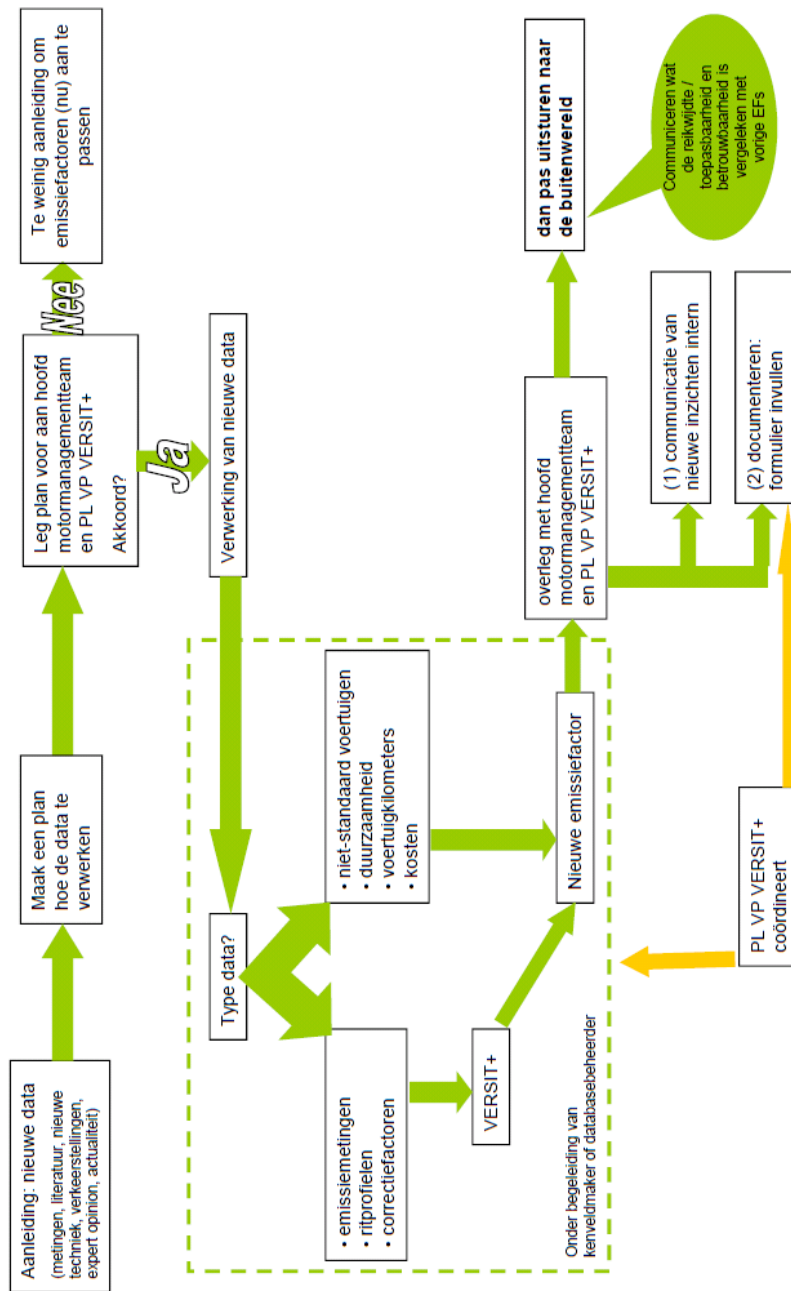
Taakgroep verkeer van de ER alvorens ze worden gebruikt voor de emissieberekeningen. In de ER is een systeem ingericht voor kwaliteitscontrole. Voor een toelichting op de systematiek wordt verwezen naar de website van de ER ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)).

Wijzigingen in de prognoses voor de voertuigkilometers van PBL komen veelal voort uit 1) wijzigingen in of het modelinstrumentarium, 2) wijzigingen in de verwachtingen rond economische en demografische ontwikkelingen, olieprijs, etc. of 3) wijzigingen in beleidsuitgangspunten of in de (verwachte) effectiviteit van beleidsmaatregelen. De uitgangspunten voor de prognoses, inclusief het gebruikte modelinstrumentarium en de wijze waarop de effectiviteit van beleidsmaatregelen is ingeschat, zijn beschreven in Hoen et al. (2010).

Veranderingen in de voertuigkilometrages voor de SRM-emissiefactoren, zoals bijvoorbeeld beschreven in hoofdstuk 6, worden eerst voorgelegd aan de stuurgroep GCN alvorens ze worden gebruikt voor de SRM-emissiefactoren.

### **10.3 Procedure van accorderen van wijzigingen in emissiefactoren**

TNO heeft intern een procedure afgesproken voor de oplevering van de gedetailleerde emissiefactoren. In onderstaand schema worden de te doorlopen stappen voorgespiegeld.



Figuur 12: Procedure voor het doorvoeren van nieuwe inzichten in de emissiefactoren

Er zijn diverse kwaliteitscontroles in de procedure ingebouwd. De belangrijkste kwaliteitscontrole is of de emissiefactoren die uit de modellering naar voren komen te verwachten zijn op basis van voertuigtechnische theorie.

## 11 Referenties

- Goudappel Coffeng (2010) *Onderzoek naar de wegtypeverdeling en samenstelling van het wegverkeer*, RPB004/Bkr/0035, Goudappel Coffeng, Deventer
- Hausberger, S., Engler, D., Ivanisin, M., Rexeis, M. (2003) *Emission Functions for Heavy-Duty Vehicles*, report BE-223 of TUG, Switzerland
- Hensema, A., Ligterink, N. & Geilenkirchen, G. (2012) VERSIT+ emissiefactoren voor standaard rekenmethode 1 en 2 – 2012 update, TNO, Delft.
- Hoën, A., Kieboom, S.F., Geilenkirchen, G.P., Hanschke, C.B. (2010) *Verkeer en vervoer in de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020*, PBL 500161003 / ECN ECN-O-10-029, Den Haag/Bilthoven,
- Hoën, A., Traa, M., Geilenkirchen, G.P., Hilbers, H., Ligterink, N. en Kuiper, E. (2012) *Milieueffecten van oldtimers*, PBL 500005001, Den Haag
- International Energy Agency (2011) *World Energy Outlook 2011*, IEA, Parijs.
- Jonkers, S. (2007) *Handleiding CARII, versie 6.1*, TNO-rapport 2007-A-R0788/B
- Klein, J., Geilenkirchen, G., Hulskotte, J., Hensema, A., Fortuin, P., Molnár-in 't Veld, H. (2013) *Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. April 2013*.
- Kousoulidou, M., Fontaras, G., Ntziachristos, L., Bonnel, P., Samaras, Z. & Dilara, P. (2013) Use of portable emissions measurement system (PEMS) for the development and validation of passenger car emission factors, *Atmospheric Environment* 64, p. 329-338.
- LAT (2006), *Emissions Inventory Guidebook*, Report B710-1
- Ligterink, N.E., Lange, R. de (2009) Refined vehicle and driving behavior dependencies in the VERSIT+3 emission model, *ETTAP Symposium 2009*
- Ligterink, N.E., Lange, R. de, Vermeulen, R., Dekker, H.J. (2010) *On-road NO<sub>x</sub> emissions of Euro V trucks*, TNO-report MON-RPT-033-DTS-2009-03840
- Ligterink, N., Kadijk, G. & Mensch, P. van (2012) Determination of Dutch NO<sub>x</sub> emission factors for Euro-5 diesel passenger cars, TNO-060-DTM-2012-03610, TNO, Delft.
- Meijeren, J. van, Groen, T. en Vanherle, K. (2009) Scenarioberekeningen goederenvervoer ten behoeve van emissieramingen, TNO-034-DTM-2009-05057, TNO, Delft.
- MuConsult (2010) *Dynamo 2.2, technische eindrapportage*, MuConsult, Amersfoort.
- PBL (2012) *Analyse van de milieu- en natuureffecten van 'Bruggen slaan – Regeerakkoord VVD-PvdA d.d. 29 oktober 2012'*, een quick-scan, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag,  
[http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL\\_2012\\_Analyse%20Regeerakkoord\\_500285002.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2012_Analyse%20Regeerakkoord_500285002.pdf)
- PBL en ECN (2012) *Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012, energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven,  
[http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL\\_2012\\_Referentieraming-energie-en-emissies-2012\\_500278001.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2012_Referentieraming-energie-en-emissies-2012_500278001.pdf)
- Smit, R., Smokers, R., Rabé, E. (2007) A new modeling approach for road traffic emissions: VERSIT+, *Journal of Transportation Research Part D* 12, p.414-422
- TNO rapport: MON-RPT-033-DTS-2007-0070 (2007b): Robin Smit, Robert van Mieghem, Amber Hensema, Elke Rabé, en Arjan Eijk, VERSIT+ Emissiefactoren voor Standaardrekenmethode 1 (CAR II)

- Traa, M., Geilenkirchen, G.P. & Hilbers, H. (2013, in voorbereiding) Korte termijn prognosemodel voor het Nederlandse personenautopark, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Velders, G.J.M., Geilenkirchen, G.P., Lange, R. de (2011) Higher than expected NO<sub>x</sub> emission from trucks may affect the attainability of NO<sub>2</sub> limit values in the Netherlands, *Atmospheric Environment* 45, p. 3025-3033.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Jimmink, B.A., Swaluw, E. van der, Zanten, M.C. van, Vries, W.J. de (2013) *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland: Rapportage 2013*, RIVM, Bilthoven.
- Vermeulen, R., Dekker, H. & Vonk, W. (2012) Real-world NO<sub>x</sub> emissions of Euro V and Euro VI heavy-duty vehicles, TNO, Delft.
- Vonk, W., & Verbeek, R.P. (2010) Verkennende metingen van schadelijke uitlaatgasemissie van personenvoertuigen met Euro-6 dieseltechnologie, TNO, Delft.
- Weiss, M., Bonnel, P., Hummel, R., Provenza, A. & Manfredi, U. (2011) On-road emissions of light-duty vehicles in Europe, *Environmental Science & Technology* 45, p. 8575-8581.
- Weiss, M., Bonnel, P., Kühlwein, J., et al. (2012) Will Euro 6 reduce the NO<sub>x</sub> emissions of new diesel cars? – Insights from on-road tests with Portable Emissions Measurement Systems (PEMS), *Atmospheric Environment* 62, p. 657-665.
- Wesseling, J.P., Zandveld, P.Y.J. (2006) *Pluim Snelweg*, TNO rapport 2006/A/R/00675/A
- Ligterink, N.E., Kadijk, G., Mensch, P van, Determination of Dutch NO<sub>x</sub> emission factors for Euro-5 diesel passenger cars (2012)

## 12 Ondertekening

Delft, 16 juli 2013



Gerrit Kadijk  
Projectleider



Amber Hensema  
Nortbert Ligterink  
Auteurs

