

TNO report**TNO 2013 R12138****Voertuigcategorieën en gewichten van
voertuigcombinaties op de Nederlandse
snelweg op basis van assen-combinaties en
as-lasten****Sustainable Transport and
Logistics**

Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00
F +31 88 866 30 10
infodesk@tno.nl

Date	5 December 2013
Author(s)	E. Kuiper, Dr. N.E. Ligterink
Number of pages	26
Number of appendices	-
Sponsor	RIVM
Project name	Emissieregistratie
Project number	060.03100

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

Summary

The Weigh-in-Motion system on the Dutch motorways measures the weight on each axle as the vehicle passes by. In this manner the axle configuration and the total weight of the vehicle can be determined for a large, representative group of vehicles on the Dutch roads. This information can be used for emission modelling, as the emission of a heavy-goods vehicle depends foremost on its weight.

In this study data from 4 weeks of measurements across the Netherlands is used to derive the average weight of the relevant vehicle categories. One important question was to determine the actual weight of tractor-trailer combinations. Currently, these are estimated to be roughly 22.7 ton. This report shows that in reality the actual weight of tractor-trailer combinations are on average 28.2 ton. Figure 1 shows the actual weight as determined in this study for all vehicles categories.

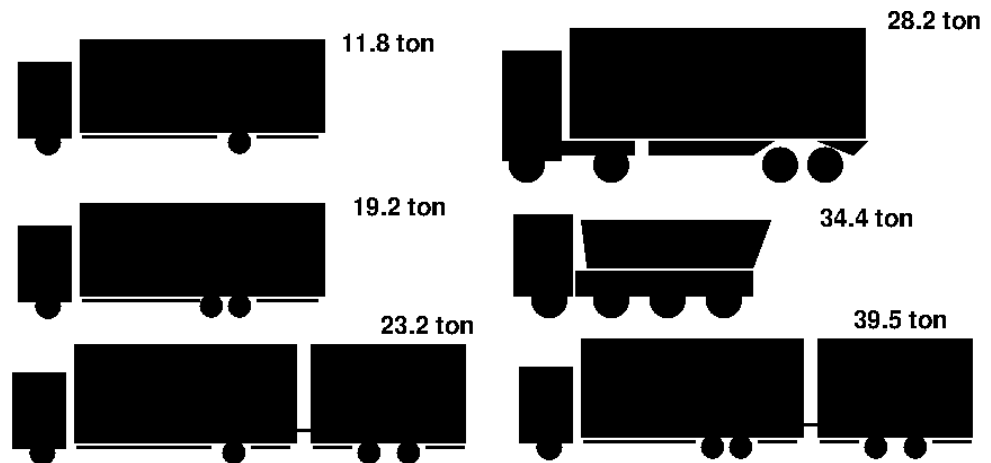


Figure 1 The main results from this study: the average total weights of different heavy-duty vehicle classes. The number of axles determine approximately the gross vehicle weight. As a rule of thumb 10 ton is allowed per axle.

Since tractor-trailer are the dominant heavy-duty vehicle category on Dutch roads with large variations in weights, the category is split in two separate categories, each with its own weight and fraction of the total. The lighter category weighs 19 ton and represents 65% of the total tractor-trailer passages, the heavier category weighs 42.75 ton with a fraction of 35%.

With the lack of license plate data the combination of the weight on the first axle with the distance between the first and the second axle is used to distinguish the different vehicle categories. Two important additional results from this study are the large fraction of trailers behind rigid trucks. While initially estimated at 25%, this study states that this the fraction is at least 33%. It may be even higher in the case of heavy rigid trucks with a gross vehicle weight above 20 ton.

The study also shows that there is a large number of light-duty vehicles which are classified as heavy-duty on the basis of the length by the use of induction loops. In the Weigh-in-Motion systems they are properly identified as light-duty by the weight.

However, in many cases induction loops are the sole source of the vehicle intensities, which may lead to an overestimation of the amount of heavy-duty vehicles.

Licence plate data is difficult to obtain due to privacy constraints, both from the front and the back to cover both the vehicle and possible trailers. This puts some strain of the proper classification of light heavy-duty vehicles. Especially, the separation of rigid trucks above and below 10-12 ton has not been possible. This group is not very important for the total annual mileage and total emissions. However, the smaller trucks are usually the older trucks and they may be important for urban air-quality.

Samenvatting

De Weigh-in-Motion (WiM) data van de gewichten van zwaar wegverkeer op de Nederlandse snelwegen is een goede bron om de juiste gewichten te bepalen bij de voertuigcategorieën in de emissiemodellen. De totale emissies zijn afhankelijk van deze gewichten. Voor dit onderzoek waren de as-drukken en as-afstanden van de verschillende voertuigcombinaties beschikbaar. Uit de afstand tussen de eerste en de tweede as, en de as-druk op de eerste as kunnen de verschillende categorieën goed onderscheiden worden. Vooral trekker-opleggers hebben speciale aandacht, omdat ze een grote groep van het zwaar wegverkeer vormen, en er aanwijzingen bestonden dat het gewicht onderschat was. Het gewicht moet bijgesteld worden van 22.7 ton naar een gemiddelde van 28.2 ton. Maar omdat er een duidelijke bimodale gewichtsverdeling is, is dit in de uiteindelijke aanbeveling meegenomen, en worden er twee trekker-oplegger categorieën onderscheiden, met bijbehorende aandelen op de weg.

Uit dit onderzoek volgt ook dat het aandeel aanhangers bij vrachtwagens hoger is dan voorheen verondersteld. Vooral in de categorie zware vrachtwagens is het aandeel hoog. Maar omdat er geen kentekengegevens beschikbaar zijn, is het niet duidelijk of zware vrachtwagens met weinig lading verkeerd geïdentificeerd worden als binnen de categorie middelzware vrachtwagens. Daarom is er een conservatieve aanbeveling voor de ophoging van het aandeel aanhangers gemaakt.

Het Weigh-in-Motion systeem is de combinatie van lussen, een weegsysteem, en camera's. Daardoor is het mogelijk om de kwaliteit van lusdata te analyseren voor het bepalen van de relevante voertuigcategorieën. Het blijkt dat op basis van lengte er een substantieel aandeel personenauto's en bestelauto's met aanhangers, en verlengde bestelauto's geïdentificeerd worden als zwaar wegverkeer, wat tot een mogelijk overschatting van de emissies kan leiden als verkeersintensiteiten op lusdata worden gebaseerd.

Contents

	Summary	2
	Samenvatting	4
1	Introductie	6
2	Weigh-in-Motion.....	8
2.1	Beschrijving van het systeem	8
2.2	Beschrijving van de data	8
2.3	Supplementaire data.....	9
2.4	Representativiteit van de data	9
3	Selectie van voertuigtypes	12
3.1	Onderverdeling licht wegverkeer	13
3.2	Onderverdeling zwaar wegverkeer	14
4	Resultaten	16
4.1	Overzicht passages	16
4.2	Licht wegverkeer.....	17
4.3	Zwaar wegverkeer	18
4.4	Overzicht gewichten	24
5	Conclusies.....	25
6	Ondertekening	26

1 Introductie

Voor het verbeteren van de inzichten in de emissies van vrachtverkeer op de Nederlandse wegen heeft TNO in opdracht van de Nederlandse EmissieRegistratie onderzoek gedaan naar de gewichten van vrachtauto's. Hiervoor zijn gegevens gebruikt uit Weigh-in-Motion op de snelweg. De EmissieRegistratie (ER) berekent jaarlijks de historische emissies van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen in Nederland, onder meer ten behoeve van internationale emissierapportages. De hoofddoelstelling van dit onderzoek is het bepalen van de totaalgewichten van de verschillende typen vrachtvoertuigen op de weg. Daarnaast levert dit onderzoek inzicht in de aandelen van de verschillende voertuigcategorieën op de snelweg, en bij benadering voor het landelijke beeld.

Zwaar wegverkeer neemt een relatief klein aandeel in binnen het Nederlandse wagenpark, maar is door de relatief grote uitstoot van vervuilende stoffen toch een aandachtspunt voor de luchtkwaliteit in het algemeen. Om de bijdrage van deze groep voertuigen aan de luchtkwaliteit correct in beschouwing te nemen speelt de samenstelling in voertuigcategorieën van het zwaar wegverkeer een belangrijke rol. Binnen zwaar wegverkeer, vanwege de grote spreiding in gewichten, van 3.5 ton tot 50 ton, is niet alleen de voertuigcategorie van belang, maar ook de gewichten binnen de categorieën. Er kan gesteld worden dat de schadelijke uitstoot min-of-meer proportioneel is met het gewicht. De belangrijkste aspecten in de samenstelling van zwaar wegverkeer zijn daarom het totaalgewicht en de leeftijd van het voertuig. De eerste bepaald grofweg het brandstofverbruik en de arbeid van de motor per kilometer. De leeftijd is gerelateerd aan de milieueisen aan het voertuig, en de emissies per arbeid.

De huidige samenstelling van het wegverkeer is op basis van het wagenpark en de jaarkilometrages van de verschillende voertuigen binnen een categorie berekend. De weging over de wegtypes is aan de hand van lusmetingen en een aantal aannames betreffende de lengte van verschillende types voertuigen doorgevoerd. Deze aannames geven echter mogelijk een incorrect beeld van de daadwerkelijke situatie op de weg. Daarnaast speelt voor vrachtverkeer de massa van het (beladen) voertuig een bepalende rol in hoeveel er uitgestoten wordt. De belading van vrachtverkeer op de weg is echter tot op heden slecht in kaart gebracht.

Er waren reeds meerdere aanwijzingen dat de gewichten van de trekker-opleggers op dit moment onderschat worden in de ER. De branchevereniging van vervoerders TLN geven vaak hogere gewichten en beladingsgraden in haar rapportages op basis van informatie van haar leden. Een eerdere steekproef uit WiM, met een beperkt aantal meetpunten, in het kader van een roetfilter onderzoek in 2008, gaf gemiddeld ook hogere gewichten voor trekker-opleggers, en het grote meetprogramma Truck van de Toekomst, waaraan veel bedrijven meededen, leidde tot een gemiddeld trekker-oplegger gewicht bij professionele vervoerders van ongeveer 30 ton. Tot nu toe wordt in de ER met een trekker-oplegger gewicht van 22.7 ton gerekend. De huidige WiM dataset levert van de data die tot nu toe beschikbaar is veruit de beste inzichten. Zowel qua voertuigen als qua verdeling over Nederland geeft dit de minste bias. Het onderliggende aantal voertuigen is een orde groter dan voorheen beschikbaar was.

Met behulp van het Weigh-in-Motion systeem (WiM) is het mogelijk om een beter beeld te krijgen van het zwaar wegverkeer in Nederland. WiM is onder andere ontwikkeld om overbeladen vrachtvervoer op de weg te detecteren. Overbelading kan leiden tot schade aan het wegdek en onveilige verkeerssituaties. Het WiM systeem kan als hulpmiddel dienen om overbelading terug te dringen door gewichten van vrachtverkeer in combinatie met kentekengegevens vast te leggen. Echter, de geregistreerde data van het WiM systeem kan ook gebruikt worden als een steekproef om te bepalen wat de samenstelling van het zwaar wegverkeer is. Daarnaast kan met data vanuit het WiM systeem betere indicaties worden afgeleid voor gemiddelde voertuiggewichten.

In dit rapport wordt met behulp van een uitgebreide WiM dataset de samenstelling van het Nederlandse vrachtvervoer op de weg afgeleid. Aandelen van verschillende voertuigcategorieën worden gepresenteerd samen met gemiddelde voertuiggewichten. Op basis hiervan worden nieuwe voertuigklassen voorgesteld zoals deze door de verschillende partijen en rapportages, zoals de Emissie Registratie en het CBS gebruikt kunnen worden voor emissieberekeningen. Ook zullen deze gewichten in de emissiemodellering van TNO meegenomen worden, en zo in de Standaard Rekenmethode voor voertuigemissies kunnen worden opgenomen.

2 Weigh-in-Motion

2.1 Beschrijving van het systeem

Het WiM netwerk bestaat uit een serie van *inwin* stations. Deze inwin stations staan op 10 locaties verspreid in Nederland zoals is te zien in Figuur 1. Een inwin station bestaat uit de volgende onderdelen:

- Voertuigdetectiesysteem.
- Aslast meetsysteem.
- Identificatiesysteem.

Bij passage van een voertuig wordt met behulp van inductielussen in het wegdek de lengte en snelheid van het voertuig gemeten. Als het voertuig vervolgens het aslast meetsysteem passeert, worden de afstanden tussen de individuele assen en de asdruk op de individuele assen gemeten. Tevens wordt door het identificatiesysteem een foto van de voor- en achterkant van het voertuig genomen. Op basis van deze foto's wordt het kenteken van het voertuig geïdentificeerd en geregistreerd. Het WiM systeem heeft een ondergrens voor de voertuiglengte. Alleen voor voertuigen langer dan 7 meter worden de gegevens geregistreerd.

2.2 Beschrijving van de data

Het WiM systeem registreert gegevens van alle passerende voertuigen langer dan 7 meter. Deze gegevens zijn onder andere:

- datum van passage,
- passage ID,
- snelheid van het voertuig,
- lengte van het voertuig,
- afstand tussen assen,
- asdruk op de individuele assen,
- kentekengegevens.

De kentekengegevens kunnen met behulp van een RDW database gekoppeld worden aan voertuigkenmerken zoals vermogen, aantal assen, leeggewicht voertuig, maximaal gewicht voertuig, etc.

De beperkte dataset beschreven in deze rapportage bevat enkel datum passage, afstanden tussen de assen en de asdruk op individuele assen. Snelheden en totale lengte van de voertuigen zijn niet bekend en vanwege privacyredenen zijn er geen kentekengegevens geleverd. Het is dus niet mogelijk om diep in te gaan op voertuigkenmerken.

De dataset geanalyseerd in dit rapport bestaat uit 4 afzonderlijke sets die data bevatten van ruim 1 miljoen passages gedurende vier weken, in twee periodes.

2.3 Supplementaire data

In dit rapport zal ook gebruik gemaakt worden van een database met voertuigattributen afkomstig van de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW). Deze database bevat enkel gegevens over het in Nederland actieve zwaar wegverkeer en bevat de volgende voertuigcategorieën:

- M2: personenvervoer vanaf 9 personen, GVW \leq 5000 kg,
- M3: personenvervoer vanaf 9 personen, GVW $>$ 5000 kg,
- N2: vrachtovervoer, $3500 <$ GVW \leq 12000 kg,
- N3: vrachtovervoer, GVW $>$ 12000 kg.

Enkel voertuigen die op 22 maart 2013 in Nederland als actief geregistreerd stonden zijn in de database opgenomen. In dit rapport zullen de gegevens over vermogen en leeggewicht van het voertuig gebruikt worden om een beter beeld te krijgen van de verschillende groepen voertuigen op de weg. Omdat er geen kentekengegevens beschikbaar zijn, zullen dit algemene populatiegemiddeldes zijn die niet op individueel voertuigniveau aan de WiM data gekoppeld kunnen worden.

In de EmissieRegistratie en door het CBS wordt er een andere indeling gehanteerd. De grens van 10000 kg in GVW wordt gebruikt, wat afwijkt van de Europese klasse-indeling. Dit kan een kleine mismatch leveren tussen de aantallen in de verschillende categorieën. Vanuit de WiM data is het moeilijk, zonder kentekens, deze grens te trekken. Alle twee-assige vrachtwagens worden als één groep behandeld in deze analyse.

2.4 Representativiteit van de data

De representativiteit van de gegevens heeft vijf mogelijke problemen.

Ten eerste, de meetpunten ten opzichte van het landelijk snelwegennet zijn mogelijk niet representatief voor een landelijke dekking. In Figuur 1 is de dekking te zien. Er zijn voldoende meetpunten buiten de randstad, en weg van de Rotterdamse haven om het als representatief te beschouwen voor Nederland. Ten tweede de periode, er is in de zomer gemeten, zodat er meer vakantieverkeer op de weg is, en mogelijk minder economische activiteit. Er is gemeten in de periodes van 22 juni tot 8 juli 2012 en 21 juli tot 6 augustus 2012. In de laatste periode valt de bouwvakvakantie (16 juli tot 17 augustus). Maar er is tussen beide periodes nauwelijks onderscheid in de data, dat maakt een bias ten gevolge van de vakantieperiode onwaarschijnlijk. Over het algemeen rijden zware voertuigen langere afstanden, zodat een voertuig dat een meetpunt passeert ook op andere locaties komt.

Weight in Motion Network Rijkswaterstaat



Figuur 1 De tien meetpunten van het WiM netwerk dekt een groot deel van de doorgaande snelwegen in Nederland. (bron WVL).

Ten derde, is de snelweg niet representatief voor het zwaar wegverkeer op alle wegen. Van trekker-opleggers en vrachtwagens met aanhangers is bekend dat ze vooral langere afstanden afleggen en zo naar verhouding meer snelwegkilometers maken dan kleinere vrachtwagens. Dit onderzoek dient er niet toe om daar een uitspraak over te doen. In principe zijn de CBS NAP (Nationale Auto-Pas) gegevens een betere bron van de totaalkilometers per voertuigcategorie. De beladingsgraad kan mogelijk iets lager zijn voor het stadsverkeer. Maar op de totalen, waarbij de hoofdmoot van de kilometers op de snelweg wordt afgelegd kan dit effect verwaarloosd worden.

Ten vierde, wordt in dit geval al het verkeer meegenomen op de Nederlandse snelweg. Daarin zit ook een substantieel aandeel internationaal transport. Dat is een complicerende factor die het koppelen van het Nederlandse wagenpark bemoeilijkt. Internationaal transport betreft vaak de grotere, zwaardere voertuigen, zodat de jaarkilometrages van Nederlandse trekker-opleggers een groot deel in het buitenland gereden worden.

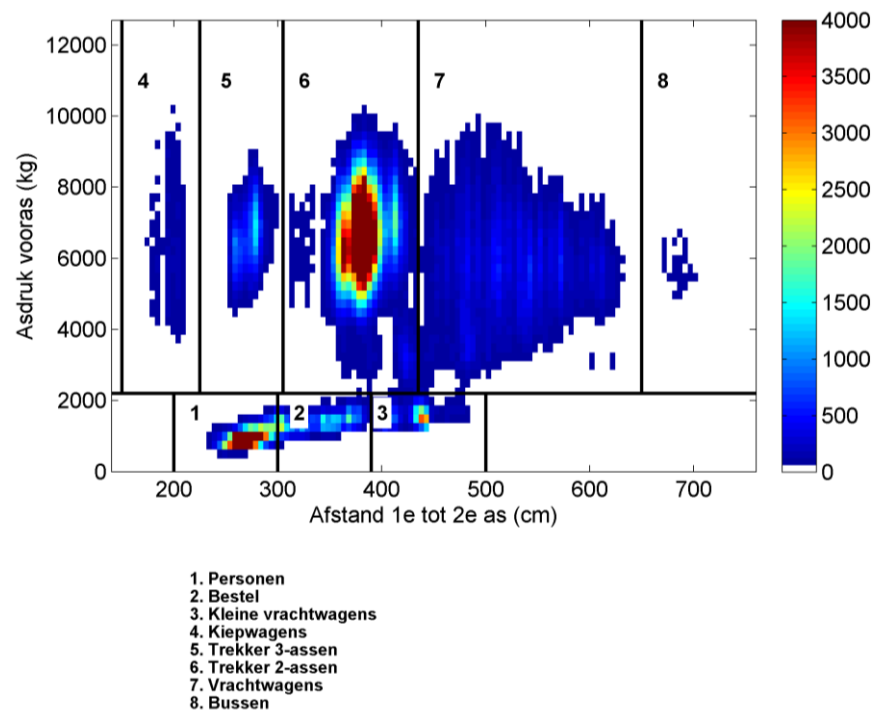
Vergelijkbaar rijden buitenlandse trekker-opleggers naar Nederland. Zonder kentekens is er geen inzicht of daardoor de buitenlandse vrachtwagens de buitenlandse kilometers van Nederlandse volledig compenseren.

Ten vijfde, hebben zowel 3-assige trekkers als meer-assige opleggers in veel gevallen liftbare assen. Afhankelijk van het meegevoerde gewicht kunnen wielen van de grond gehaald worden. Dus hetzelfde voertuig kan in verschillende categorieën op basis van assen voorkomen. Met de in deze analyse gevolgde methodiek levert dat geen probleem. Omdat het onderscheid naar aantal assen slechts beperkt gemaakt wordt. Alleen het onderscheid tussen middelzware vrachtwagens en zware vrachtwagens is moeilijk te maken op basis van het aantal assen dat de weg raakt. De zware vrachtwagens met drie assen, kunnen deels in de categorie van middelzware terecht komen als het liften van de as door de beperkte belading mogelijk is. Daarnaast is data over liftbare assen slechts beperkt beschikbaar van de voertuigen.

3 Selectie van voertuigtypes

Doordat het WiM systeem zowel informatie levert over asdruk op de verschillende assen als afstand tussen opeenvolgende assen, is het beter mogelijk om verschillende typen voertuigen te identificeren. In dit hoofdstuk wordt een algemene onderverdeling geïntroduceerd op basis van de WiM data die in het vervolg van de rapportage gebruikt zal worden.

In Figuur 2 wordt de verdeling van de data weergegeven als functie van asdruk of de vooras en de afstand tussen de 1^e en 2^e as (d_{12}). Door de grote hoeveelheid data leidt een weergave met individuele meetpunten tot een puntenwolk waarbij het identificeren van verschillende populaties lastig is. Door het weergegeven van de verdeling van de data wordt dit vereenvoudigd. De kleuren in de figuur geven aan hoeveel voertuigen er in de dataset aanwezig zijn met een specifieke combinatie van meetwaarden. Wit of donkerblauw geeft een klein aantal voertuigen aan, terwijl rode gebieden aangeven dat er veel passages zijn met dergelijke parameters. Door de data op deze manier weer te geven ontstaat er automatisch een onderverdeling in verschillende groepen.



Figuur 2 Verdeling van data als functie van asdruk op de vooras en de afstand tussen de 1e en 2e as. De kleuren geven aan hoeveel meetpunten er zijn voor een specifieke combinatie van meetwaarden.

In Figuur 2 kan ten eerste een tweedeling gemaakt worden in licht en zwaar wegverkeer. Er is een duidelijke groep met een relatief kleine asdruk op de vooras en meerdere groepen met over het algemeen significant grotere asdrukken. De grens tussen de twee groepen wordt hier neergelegd op 2200 kg. In de volgende secties worden deze twee groepen verder opgesplitst in relevante voertuigcategorieën.

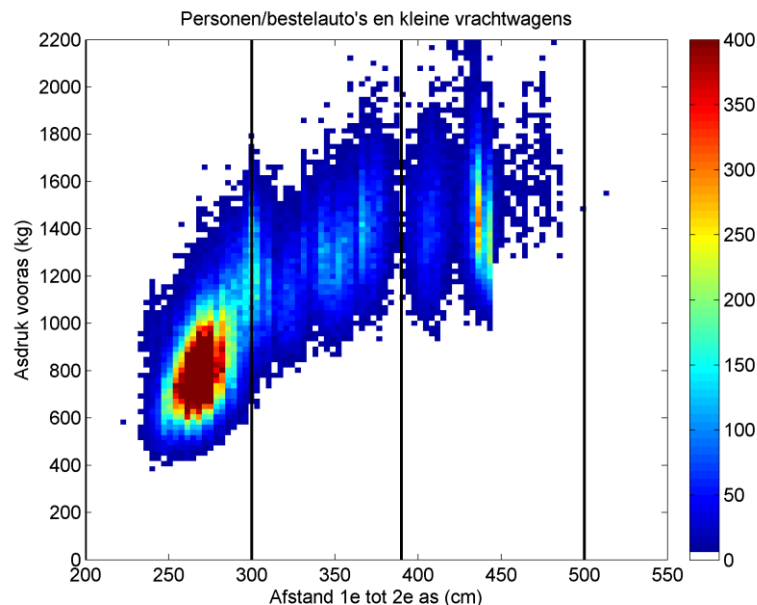
Mogelijk is er een kleine verkeerde identificatie van kleine vrachtwagens bij trekker-opleggers, in de rechtsonder hoek van regio 6 in Figuur 2. Maar alle voertuigen in regio 6, met een voorasdruk van minder dan 4 ton is al minder dan 2% van de hele groep in regio-6 van Figuur 2. De mogelijk verkeerde classificatie van kleinere vrachtwagens met een korte wielbasis als een trekker is daarom minder dan 1%.

3.1 Onderverdeling licht wegverkeer

In Figuur 3 wordt de groep licht wegverkeer in meer detail weergegeven. Uit de figuur blijkt dat deze groep verder onder te verdelen is in 3 subgroepen:

- 1) Personenauto's: $2 < d_{12} < 3$ meter
- 2) Bestelauto's: $3 \leq d_{12} < 3,9$ meter
- 3) Kleine vrachtwagens: $3,9 \leq d_{12} < 5$ meter.

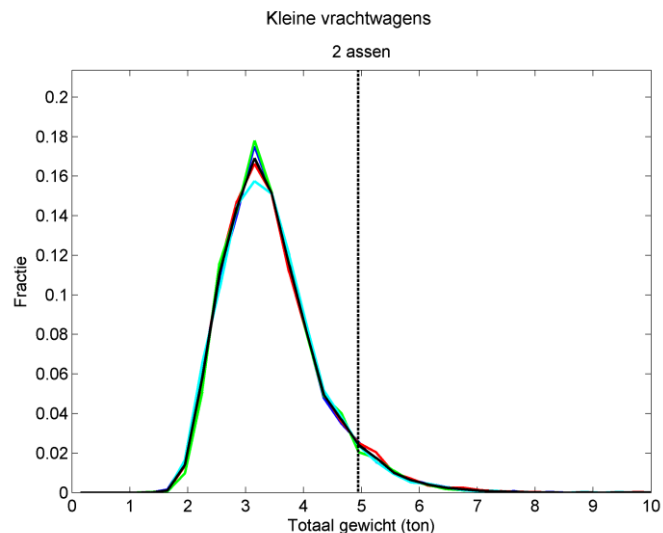
De grenswaarde van 3 meter tussen de personen- en bestelauto's lijkt op basis van Figuur 3 niet de meest optimale scheiding tussen de groepen te geven. Een waarde van 3,2 meter lijkt adequater. Echter, er zijn zowel personen- als bestelauto's op de markt met een wielbasis van 3 meter. Het is dus niet mogelijk om beide groepen exact te scheiden doordat er overlap is. De grenswaarde van 3 meter is dan ook een benadering waarbij de meerderheid van de voertuigen in de juiste categorie zal vallen.



Figuur 3 Verdeling van data voor de groep licht wegverkeer.

De derde groep binnen het licht wegverkeer staat aangeduid als 'kleine vrachtwagens'. Deze groep is duidelijk gescheiden van de bestelauto's in Figuur 3 door de significant langere wielbasis. Het is echter niet geheel duidelijk wat voor voertuigen zich binnen deze categorie bevinden. In Figuur 4 wordt de verdeling van de totale massa getoond van alle passages van dit voertuigtype met in totaal 2 assen. Ook is de gemiddelde leegmassa uit RDW bestand van de voertuigcategorie N2 aangegeven.

De N2 categorie bevat voertuigen bestemd voor vrachtverkeer met een Gross Vehicle Weight (GVW) tussen de 3500 en 12.000 kg. De verdeling van de totale massa's ligt voor de meerderheid van de voertuigen beduidend lager dan de gemiddelde leegmassa van N2 voertuigen. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat de hier gedefinieerde categorie van 'kleine vrachtwagens' exact overeenkomt met de N2 categorie uit het kentekenregister van de RDW. Het is wel mogelijk dat deze groep een onderdeel is van de N2 categorie. Deze voertuigen zijn dan mogelijk lichte trucks die veel in stedelijke distributie gebruikt worden. Dit kunnen we echter door het ontbreken van kentekengegevens in de WiM-data niet verifiëren.



Figuur 4 Verdeling van totaal gewicht voor alle passages met een totaal aantal assen van 2 binnen de categorie 'kleine vrachtwagens'. De verschillende gekleurde lijnen geven resultaten voor de verschillende individuele datasets, terwijl de zwarte curve het resultaat geeft voor alle datasets tezamen. De verticale gestreepte lijn geeft de gemiddelde leegmassa van een N2 voertuig aan.

3.2 Onderverdeling zwaar wegverkeer

In de categorie zwaar wegverkeer, met asdruk op de vooras groter dan 2200 kg, zijn een vijftal duidelijke categorieën te herkennen:

- 4) Kiepwagens: $1,5 < d_{12} \leq 2,25$ meter.
- 5) Trekkers met 3 assen: $2,25 < d_{12} \leq 3,05$ meter.
- 6) Trekkers met 2 assen: $3,05 < d_{12} \leq 4,35$ meter.
- 7) Vrachtwagens: $4,35 < d_{12} \leq 6,5$ meter.
- 8) Bussen: $d_{12} > 6,5$ meter.

Binnen WVL voor het gebruik van WiM data wordt er alleen onderscheid gemaakt in as-afstanden groter en kleiner dan 1.8 meter. Dit onderscheid is van belang voor de maximale asdruk, omdat assen die kort op elkaar staan samen minder last mogen dragen, dan gescheiden assen. WVL gebruikt combinaties: trekker, vrachtwagen, en aanhangers met assengroepen: bijvoorbeeld: T12O3 is een drie-assige trekker met een drie-assige oplegger, waarvan de drie assen dicht op elkaar liggen.

De categorie kiepwagens bestaat uit voertuigen met meerdere voorassen. Deze voertuigen worden voornamelijk gebruikt in de bouw en zijn over het algemeen bedoeld voor het vervoeren van grote hoeveelheden bouw materiaal.

De categorie trekkers is in Figuur 2 onderverdeeld in twee aparte groepen. De kleinere groep heeft kortere afstanden tussen de 1^e en 2^e as. De afstand tussen de 2^e en 3^e as is vervolgens voor vrijwel de gehele groep zeer klein (< 2 meter). Deze groep voertuigen heeft dus een dubbele achteras en wordt daarom aangeduid als trekkers met 3 assen. De grotere groep bestaat voornamelijk uit voertuigen waarbij de afstand tussen de 2^e en 3^e as (waar beschikbaar) tussen de 4 en 8 meter ligt. Dergelijke grote afstanden geven aan dat er in deze gevallen een oplegger aanwezig is. Omdat de groep trekkers met 3 assen relatief klein is worden de aparte categorieën in veel gevallen in dit rapport samengevoegd.

De categorie vrachtwagens beslaat een groot oppervlak in Figuur 2, wat aangeeft dat er een grote verscheidenheid bestaat binnen deze categorie. Een significant deel van de voertuigen in deze categorie heeft meerdere achterassen en ook aanhangers komen regelmatig voor. De exacte verdeling van deze configuraties worden in Sectie 4.3.2 in meer detail bekeken.

Ten slotte worden voertuigen met $d_{12} > 6,5$ meter geïdentificeerd als bussen en touringcars. Deze groep voertuigen is de kleinste groep binnen de WiM data en bestaat vrijwel geheel uit voertuigen met 2 of 3 assen. In het geval van 3 assen is het een dubbele achteras.

4 Resultaten

4.1 Overzicht passages

In Tabel 1 staat voor de gehele dataset weergegeven hoeveel voertuigen per voertuigtype zijn waargenomen. Dit is vervolgens ook nog uitgesplitst naar het totaal aantal assen per passage. In Tabel 2 staan voor alle voertuigtypes de fracties van het totaal per totaal aantal assen. Ten slotte worden in Tabel 3 de gemiddelde massa's gegeven per categorie en totaal aantal assen per passage. Een klein aantal ongeïdentificeerde doorgangen is weggelaten. Enkele tientallen in een combinatie van type en assen zijn misidentificaties, waarvoor uiteindelijk geen gemiddeld gewicht is bepaald.

Tabel 1 Aantallen voertuigen per type voertuig en per totaal aantal assen per passage.

Type/aantal assen	2	3	4	5	6+	Totaal
Personenauto	14.890	77.288	12.507	759	35	105.479
Bestelauto	5429	16.974	17.256	1559	54	41.272
Distributietrucks	23.414	2693	3877	806	12	30.802
Kiepwagens	8	1616	8130	4105	5236	19.095
Trekkers, 3 assen	15	655	1198	4262	44.239	50.369
Trekkers, 2 assen	12.403	36.136	178.066	380.293	16.365	623.263
Vrachtwagens	79.815	16.958	32.980	29.090	11.307	170.148
Bussen	4375	3780	247	45	3	8450
Totaal	140.926	156.227	254.570	421.106	77.488	1.050.317

Tabel 2 Fracties van totaal aantal passages voor ieder voertuigtype, uitgesplitst naar het aantal gedetecteerde assen per passage.

Type/aantal assen	2	3	4	5	6+	Totaal
Personenauto	10.6%	49.5%	4.9%	0.2%	0.0%	10.1%
Bestelauto	3.9%	10.9%	6.8%	0.4%	0.1%	3.9%
Distributietrucks	16.6%	1.7%	1.5%	0.2%	0.0%	2.9%
Kiepwagens	0.0%	1.0%	3.2%	1.0%	6.8%	1.8%
Trekkers, 3 assen	0.0%	0.4%	0.5%	1.0%	57.3%	4.8%
Trekkers, 2 assen	8.8%	23.1%	69.9%	90.3%	21.2%	59.4%
Vrachtwagens	56.6%	10.9%	13.0%	6.9%	14.6%	16.2%
Bussen	3.1%	2.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.8%

Tabel 3 Gemiddelde massa in kg per voertuigtype en per totaal aantal assen per passage. Overall waar onvoldoende data voor beschikbaar is wordt geen gewicht afgeleid.

Type/aantal assen	2	3	4	5	6+
Personenauto	1530	2607	3673	-	-
Bestelauto	2596	3784	4934	-	-
Distributietrucks	3432	4894	5542	-	-
Kiepwagens	23.947	22.723	26.436	40.844	45.454
Trekkers, 3 assen	17.059	29.918	31.186	32.082	44.098
Trekkers, 2 assen	8782	19.195	21.549	30.227	44.930
Vrachtwagens	11.821	19.232	22.568	31.449	44.081
Bussen	23.947	22.723	-	-	-

In de Monitoringstool van het NSL (Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) worden de aandelen van de verschillende voertuigcategorieën gebaseerd op tellussen. Deze tellussen werken enkel op basis van voertuiglengte, waarbij voertuigen langer dan 5,60 meter geïdentificeerd worden als zwaar wegverkeer. Omdat het WiM systeem alleen voertuigen langer dan 7 meter registreert geeft Tabel 1 aan dat bij een dergelijke identificatie op basis van voertuiglengte een significant aantal personen- en bestelauto's met aanhanger foutief als 'zwaar wegverkeer' wordt geïdentificeerd. Dit is vooral het geval bij een totaal van 3 assen per passage, waar ruim 60% onder licht wegverkeer valt. In totaal is licht wegverkeer verantwoordelijk voor 17% van alle passages en dus wordt het aandeel zwaar wegverkeer in de Monitoringstool met een dergelijk percentage overschat.

4.2 Licht wegverkeer

Naast een overzicht van het totaalgewicht, inclusief de aanhangers, is het ook interessant te weten wat de gewichten zijn van personenauto's en bestelauto's. Dit is de som van de eerste en tweede as:

	Gewicht 1 ^e as	Gewicht 2 ^e as	Totaal
1. Personen	849 kg	857 kg	1706
2. Bestel	1299 kg	1492 kg	2791
3. 'Lichte vrachtwagens'	1485 kg	1997 kg	3482

Het totaalgewicht van personenauto's komt uit op 1706 kg. Dit zijn natuurlijk vooral voertuigen geschikt voor het trekken van een aanhanger, en niet het gemiddelde van alle personenauto's. Voor bestelauto's zal er minder bias zijn, en is de 2791 kg (of 2751 kg, na aftrek kogeldruk) voor bestelauto's een goede inschatting van het daadwerkelijke totaalgewicht.

Tot nu toe wordt er geen rekening gehouden met belading van bestelauto's, zowel in het meetprogramma als de emissieberekeningen. Maar een dergelijk gemiddeld voertuiggewicht geeft aanleiding om dat mogelijk te herzien. Ook de nieuwe WLTP testprocedure heeft een 28% beladingsgraad als eis: 28% van het verschil tussen het leeggewicht en het maximaal gewicht moet als testmassa meegenomen worden.

4.3 Zwaar wegverkeer

Om emissies voor zware voertuigen te berekenen zijn waarden voor de massa en vermogen van het voertuig nodig. In Tabel 4 staan de voertuigklassen die op het moment gebruikt worden voor de emissieberekeningen van het zware vrachtverkeer met de bijbehorende massa's en vermogens. Dit zijn de representatieve voertuigen in de klassen van de ER. Hierbij komen de lichte vrachtwagens overeen met de N2 EEG voertuigcategorie. De overige klassen zijn subgroepen van de N3 voertuigcategorie. Ter referentie worden in Tabel 5 ook het gemiddelde vermogen en het gemiddelde leeggewicht gegeven op basis van de RDW data.

Tabel 4 De huidig gebruikte voertuigklassen binnen het vrachtverkeer met de bijbehorende massa en vermogens.

	Vermogen (kW)	Massa (kg)
Lichte vrachtwagen	126	5210
Middelzware vrachtwagen	239	11.400
Middelzware vrachtwagen + ANH	239	21.600
Zware vrachtwagen	302	19.600
Zware vrachtwagen + ANH	302	30.300
Trekker + oplegger	290	22.700

Tabel 5 Gemiddelde vermogens en leegmassa's voor verschillende types vrachtverkeer (Euro-V).

	Gemiddeld vermogen	Gemiddelde leegmassa
Vrachtwagen (N2)	113 kW	4945 kg
Vrachtwagen (N3)	234 kW	12.790 kg
Trekker (N3)	300 kW	7470 kg

In deze sectie wordt in detail gekeken naar het zware wegverkeer en wordt er een nieuwe indeling voor het vrachtverkeer voorgesteld die beter overeenkomt met de situatie op de weg zoals door de WiM data weergegeven.

4.3.1 Verdeling tussen vrachtwagens en trekkers

De twee meest prominente voertuigen in het zwaar wegverkeer zijn vrachtwagens en trekker-oplegger combinaties. Uit Tabel 1 volgt dat over de gehele dataset genomen de verdeling tussen deze twee categorieën als volgt is:

Tabel 6 Onderverdeling van vrachtverkeer op basis van WiM data.

Categorie	Aandeel
Vrachtwagens	20,2%
Trekker-opleggers	79,8%

Trekker-opleggers domineren dus het zwaar wegverkeer op de snelweg. In de stad is het aandeel lager, maar nog steeds groot. Bij deze verdeling zijn de overige categorieën, zoals bussen en kiepwagens, niet meegenomen. Ook is er geen rekening gehouden met de passages die geïdentificeerd zijn als 'lichte vrachtwagens'. Mogelijk behoren deze voertuigen ook bij de categorie vrachtwagens, maar dit is zonder kentekens moeilijk te bevestigen.

Voor 2011 is de CBS berekening (Statline) van alle vrachtvoertuigen op de Nederlandse weg in tabel 7 weergegeven. Deze getallen zijn gebaseerd op de jaarkilometrages uit het NAP bestand, in combinatie met inschattingen van het aandeel buitenlandse kilometers in deze jaarkilometrages. Het aandeel trekker oplegger is beduidend lager. Mogelijk is er een kleine mismatch omdat de lichte vrachtwagens van CBS door WiM als licht wegverkeer worden beoordeeld. Maar gezien het kleine aantal lichte vrachtwagens kan dat het verschil niet verklaren. Ook het solo rijden van trekkers is te beperkt om de verhouding scheef te trekken. De verwachting is dat deze goed door WiM gedetecteerd worden, omdat de as-afstand al tot een voertuig van 7 meter leidt.

Tabel 7 De inschattingen van CBS voor de aandelen van alle vrachtverkeer op alle wegen.

	aandeel op de weg
trekker-opleggers	64.9%
lichte vrachtwagens (< 10 ton max)	4.0%
middelzware vrachtwagens (10-20 ton max)	14.6%
zware vrachtwagens (> 20 ton max)	16.5%

4.3.2 *Onderverdeling vrachtwagens*

Zoals aangegeven in Tabel 4 wordt de categorie vrachtwagen opgedeeld in licht, middelzwaar en zwaar, waarbij de laatste twee ook een aanhanger kunnen hebben. Deze opdeling is gedefinieerd als volgt:

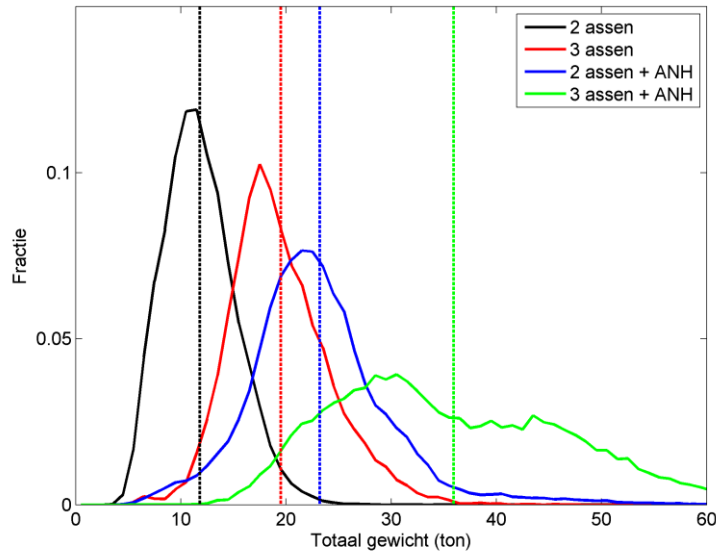
- Licht: 3500 kg < GVW < 12.000 kg (N2),
- Middelzwaar: 12.000 kg < GVW < 20.000 kg (N3),
- Zwaar: GVW > 20.000 kg (N3).

Dit is de verdeling op basis van de Europese wetgeving (klasse N2 en N3). CBS en de ER hanteren een iets andere indeling. De scheiding ligt bij het CBS tussen licht en middelzwaar bij 10 ton GVW.

Hierbij is het Gross Vehicle Weight (GVW) ongeveer gelijk te stellen aan de maximum massa van het voertuig zonder aanhanger. Door het ontbreken van kentekengegevens is de maximale massa van de voertuigen in de WiM data niet te achterhalen. Het is daarom niet mogelijk om de WiM data eenvoudig volgens deze definitie te selecteren.

Als alternatief wordt een indeling gemaakt op basis van het aantal en de configuratie van de assen. In Figuur 5 wordt de verdeling van het totale gewicht getoond voor een viertal subcategorieën van de groep vrachtwagens. Er wordt onderscheid gemaakt tussen voertuigen met 2 of 3 assen, waarbij een voertuig met 3 assen een dubbele achteras heeft.

Omdat bij een dubbele achteras een grotere belading kan worden meegenomen zal dit over het algemeen zwaardere voertuigen betreffen. De hypothese is dat dit ongeveer zal resulteren in de tweedeling licht+middelzwaar en zwaar. Op basis van het totaal aantal assen per passage wordt vervolgens afgeleid of er een aanhanger aanwezig is.



Figuur 5 Verdelingen van het totale gewicht, voor 4 subcategorieën van de vrachtwagens. De verticale lijnen geven de gemiddeldes weer voor de verschillende subcategorieën.

Uit de figuur blijkt dat de 4 subcategorieën duidelijk verschillende gewichtsverdelingen volgen. De resulterende gemiddelde totale massa's en de aandelen van de verschillende subcategorieën binnen de groep vrachtwagens staan in Tabel 8. De gemiddelde massa's van vrachtwagens met 2 of 3 assen zonder aanhanger komen goed overeen met de massa's van een middelzware of zware vrachtwagen, zoals gegeven in Tabel 4. Dit geeft aan dat een selectie op basis van assenconfiguratie mogelijk een goed onderscheid maakt tussen middelzwaar en zwaar vrachtverkeer.

Voor de varianten met aanhanger zijn gemiddelde gewichten ongeveer 10-20% hoger dan oorspronkelijk aangenomen. Deze moeten in de toekomst mogelijk bijgesteld worden.

Tabel 8 Onderverdeling van de categorie vrachtwagens met aantal passages en gemiddelde massa.

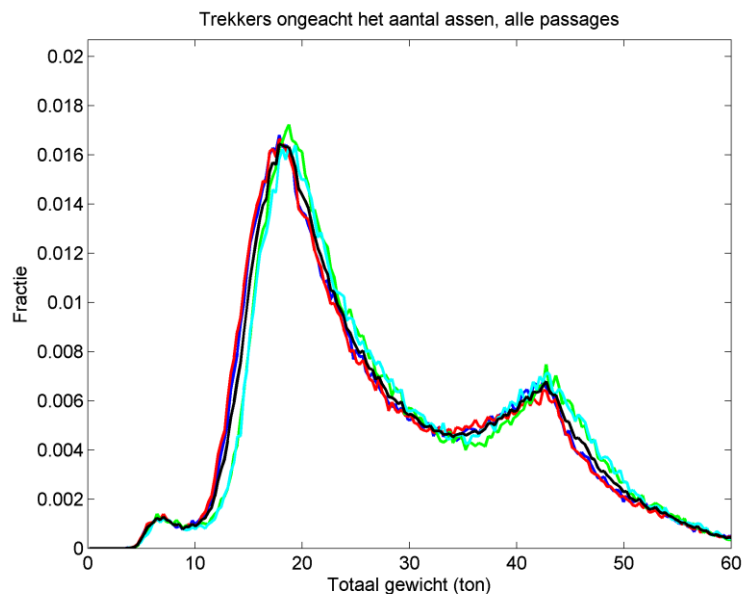
	Aantal passages	Aandeel	Gemiddelde massa (kg)
Vrachtwagen, 2 assen	79.815	46,9%	11.821
Vrachtwagen, 3 assen	15.484	9,1%	19.507
Vrachtwagen, 2 assen + ANH	40.041	23,5%	23.229
Vrachtwagen, 3 assen + ANH	34.808	20,5%	35.942
Totaal	170.150	100%	20.136

4.3.3 Onderverdeling trekker-oplegger combinaties

Tot op heden wordt voor emissieberekeningen 1 gemiddelde trekker-oplegger combinatie gebruikt. In deze sectie wordt op basis van de WiM data bepaald of dit een accurate beschrijving is van de situatie op de weg.

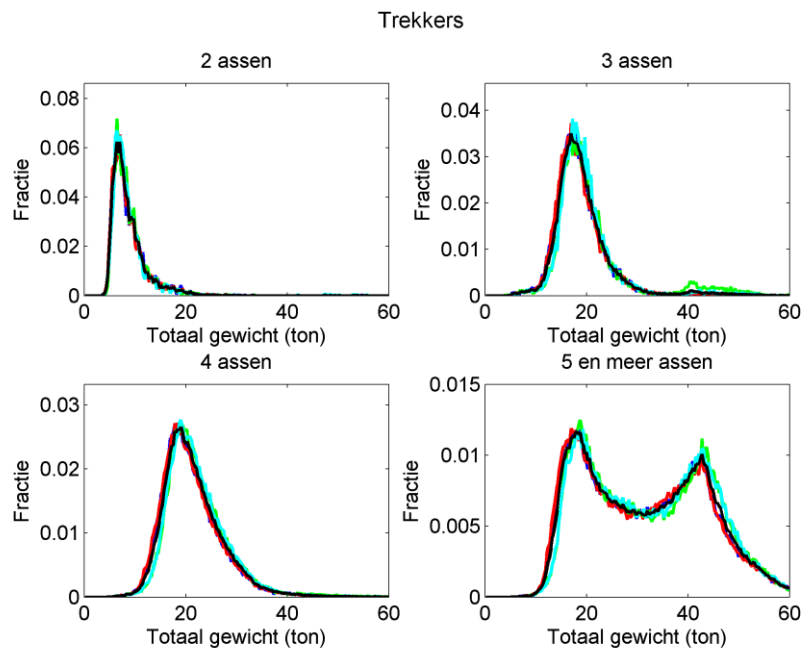
In Figuur 6 wordt de verdeling van de totale massa's weergegeven voor alle trekkers in de data. Omdat de groep van trekkers met 3 assen relatief klein is vergeleken met de groep van trekker met 2 assen, worden deze twee groepen bij elkaar gevoegd. Ook wordt er geen onderscheid gemaakt naar het totaal aantal assen per passage.

Wat Figuur 6 toont is dat de groep van trekkers op de weg niet goed beschreven kan worden met 1 gemiddeld voertuig. Er zijn twee duidelijke groepen zichtbaar in de verdeling. De meest prominente groep heeft totale gewichten rond 18-20 ton en de secundaire piek ligt rond 43 ton. Ook is er een kleine onderscheidbare groep trekkers met een significant lager totaal gewicht van 8 ton.



Figuur 6 Verdeling van het totale gewicht voor alle passages van trekkers met 2 of 3 assen. De gekleurde lijnen geven de resultaten voor de 4 individuele datasets terwijl de zwarte lijn de verdeling geeft voor alle datasets tezamen.

Om de verdeling beter te begrijpen wordt deze uitgesplitst in verschillende verdelingen op basis van het totaal aantal assen tijdens de passage. Deze verdelingen worden getoond in Figuur 7. Hierbij zijn de passages waarbij 5 of meer assen zijn gedetecteerd samengenomen in het 4^e paneel.



Figuur 7 Verdeling van het totale gewicht van trekkers met 2 of 3 assen, uitgesplitst naar het totaal aantal assen per passage.

Uit Figuur 7 blijkt dat de kleine groep met zeer kleine massa's vrijwel geheel bestaat uit passages waarbij slechts 2 assen zijn gedetecteerd (paneel links boven). Dit zijn daarom waarschijnlijk trekkers die zonder oplegger rondrijden. Omdat de wielbasis van trekkers volgens het in dit rapport gehanteerde criterium kleiner is dan 4,35 meter, zal de totale lengte van het voertuig mogelijk niet boven de 7 meter komen. De kans bestaat daarom dat de gedetecteerde trekkers zonder oplegger slechts een kleine subgroep is van de daadwerkelijke populatie en dat de aantallen hier gerapporteerd onderschat zijn.

De overige panelen geven de situatie weer met oplegger. Bij een totaal van 3 en 4 assen tijdens de passage zijn de verdelingen goed vergelijkbaar en ligt de piek rond de 20 ton. Deze piek is ook zichtbaar in het paneel rechtsonder voor 5 of meer assen tijdens de passage. Echter zodra er een oplegger met 3 of meer assen gebruikt wordt, dan verschijnt ook de groep met grotere totale voertuigmassa's. De secundaire piek in Figuur 6 wordt dus vrijwel geheel veroorzaakt door trekkers met 3-assige opleggers.

Op basis van deze gegevens worden de volgende 3 trekker-oplegger klassen gedefinieerd:

- 1) Trekker solo
- 2) Trekker-oplegger licht
- 3) Trekker-oplegger zwaar

Voor deze 3 klassen gelden de parameters zoals vermeld in Tabel 9. Hier zijn de individuele gemiddelde massa's bepaald door de verschillende pieken in Figuur 6 te benaderen met een normale verdeling.

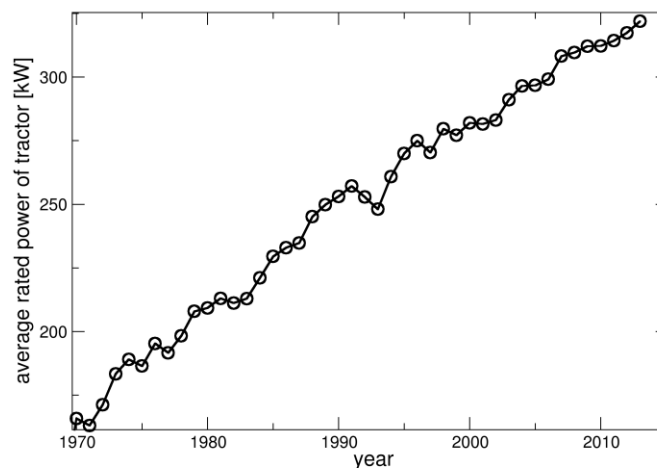
De gemiddelde massa van de gehele populatie trekker-opleggers is een eenvoudig gemiddelde en komt goed overeen met het gewogen gemiddelde van de 3 afzonderlijke klassen. Omdat er geen kentekengegevens bekend zijn is aangenomen dat er tussen de 3 klassen geen verschil is in vermogen en dat dit overeenkomt met het gemiddelde vermogen zoals afgeleid uit de RDW database.

Ook zijn in Tabel 9 de parameters gegeven die worden gebruikt voor de huidige trekker-oplegger klasse. Uit de WiM data blijkt een duidelijke zware component in het trekker-oplegger gebruik. De massa van deze oude definitie lijkt hier geen rekening mee te houden waardoor de massa van de gemiddelde trekker-oplegger flink werd onderschat.

Tabel 9 Overzicht van de gemiddelde eigenschappen van de 3 groepen trekker-opleggers geïdentificeerd in de WiM data. De laatste regel geeft de parameters voor de trekker-oplegger klasse die op het moment in gebruik is.

	Vermogen (kW)	Gemiddelde massa (kg)	Aandeel
Trekker solo	300	7200	1%
TO licht	300	19.000	64%
TO zwaar	300	42.750	35%
Totaal	300	28.239	-
TO oud	290	22.700	-

De motorvermogens van trekker-opleggers nemen van jaar-op-jaar toe. Zie Figuur 8.



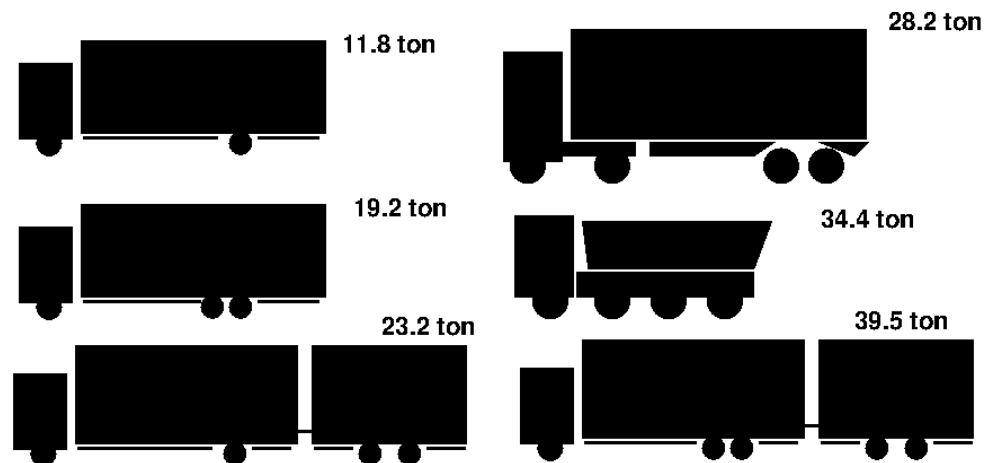
Figuur 8 Het motorvermogen van de huidige Nederlandse trekkers, in de RDW database, uitgesplitst naar bouwjaar.

In VERSIT+ emissieberekeningen wordt van Euro-0 tot Euro-V met een oplopend vermogen 250 kW in 1990 tot 290 kW in 2008 gerekend.

Omdat het grootste aandeel van trekker-opleggers op de weg recente voertuigen zijn, is het in eerste instantie niet noodzakelijk daar voor te corrigeren, ook omdat door het ontbreken van kentekens niet duidelijk is of het totaalgewicht met het motorvermogen is toegenomen.

4.4 Overzicht gewichten

Op de weg zien we nu globaal de voertuigen met de gewichten zoals in Figuur 9.



Figuur 9 De belangrijkste categorieën zware voertuigen op de weg met de bijbehorende gemiddelde gewichten.

5 Conclusies

De huidige WiM (Weigh-in-Motion) metingen bevestigen de eerdere resultaten dat de gewichten van trekker-opleggers systematisch onderschat zijn in het verleden. Gezien het grote aandeel van trekker-opleggers in het zwaar wegverkeer op de snelweg, is er gekozen om onderscheid te maken in twee soorten trekker-opleggers, die veel voorkomen:

- 65% met een totaalgewicht van 19.0 ton
- 35% met een totaalgewicht van 42.75 ton

Het gemiddelde gewicht is daardoor 27.3 ton, ten opzichte van het oude gewicht van 22.7 ton. Deze gewichten worden alleen toegepast voor de moderne en toekomstige trekker-oplegger combinaties: de Euro-V en Euro-VI voertuigen. Door het ontbreken van voertuiggegevens en kentekengegevens, is het niet mogelijk het mogelijke verloop van het totaalgewicht met leeftijd in te schatten. Mogelijk zullen oudere voertuigen minder zwaar beladen zijn.

Ook geven de gemeten totaalgewichten niet voldoende aanleiding om de gewichten van vrachtwagens bij te stellen. De gewichten zijn in dezelfde orde als nu wordt verondersteld. De gewichten van vrachtwagens met aanhanger zijn 10%-20% hoger dan eerder verondersteld.

Wel zijn de WiM metingen aanleiding om de aandelen aanhangers achter vrachtwagens bij te stellen. Voorheen was de veronderstelling dat een kwart van de vrachtwagens met een aanhanger rijdt. Dit percentage moet hoger zijn. Omdat zware vrachtwagens met drie assen, vaak een optrekbare as hebben, zo is het moeilijk het percentage aanhangers van deze groep goed te onderscheiden. Bijvoorbeeld, bij een lege rit zal de as opgetrokken zijn. Dat beeld wordt ook bevestigd door het hoge totaalgewicht van zware vrachtwagens met aanhanger. Een conservatieve aanname is dat alle vrachtwagens voor 33% met aanhanger rijden. Dit is het resultaat voor de twee-assige vrachtwagens. Ook hier geldt weer dezelfde beperking vanwege het ontbreken van voertuiggegevens en kentekens. De aanname is robuust voor de dominante en toekomstige voertuigen: Euro-V en Euro-VI. Voor oudere voertuigen is de bijdrage te klein om een bias uit te sluiten.

6 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

RIVM

T.a.v. de heer W. van der Maas

Postbus 1

3720 BA Bilthoven

Namen van de projectmedewerkers:

E. Kuiper,

Dr. N.E. Ligterink

Naam en paraaf tweede lezer:



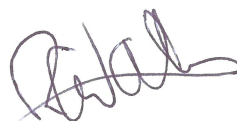
Dipl. -Ing. P.S. (Stephan) van Zyl

Ondertekening:



Ir. R. Dröge
Projectleider

Autorisatie vrijgave:



Ir. R.A.W. Albers MPA
Research Manager