

Anna van Buerenplein 1  
2595 DA Den Haag  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 00 00

## TNO-rapport

**TNO 2018 R11237v3**

# EnViVer voor Vlaanderen Ontwikkeling van Vlaamse EnViVer emissiemodellen

Datum	31 oktober 2018
Auteur(s)	Arjan Eijk, Uilke Stelwagen
Exemplaarnummer	2018-STL-RAP-0100318240
Oplage	
Aantal pagina's	41 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid
Projectnaam	Vlaanderen emissieberekeningen
Projectnummer	060.25415/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, 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 belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

## Samenvatting

Op aanvraag van de Vlaamse Overheid [1] heeft TNO in samenwerking met PTV offerte, [2] en [3], uitgebracht voor het ontwikkelen van een Vlaamse versie van EnViVer. Dit rapport documenteert de uitvoering van deze opdracht.

TNO heeft in samenwerking met PTV software ontwikkeld om emissieberekeningen op basis van verkeersmicrosimulaties te kunnen uitvoeren. Deze software, genaamd EnViVer, is direct afgeleid van het TNO voertuig emissiemodel VERSIT+. EnViVer bevat geaggregeerde<sup>1</sup> modellen gebaseerd op de Nederlandse wagenparksamenstelling. Door het inlezen van verkeersmicrosimulatie, snelheidsprofielen van voertuigen uit de simulatie, kan EnViVer de emissies van ieder voertuig uit de verkeersmicrosimulatie berekenen. Op deze manier kunnen effecten van maatregelen op verkeersemissies onderzocht worden.

De samenstelling van het Vlaamse wagenpark wijkt aanzienlijk af van het Nederlands wagenpark. De resultaten, berekend met de standaard beschikbare (Nederlandse) EnViVer emissiemodellen, zijn daarom beperkt geschikt voor de Vlaamse situatie. Voor het uitvoeren van Vlaamse case studies moeten de standaard beschikbare EnViVer modellen aangepast worden aan het Vlaamse wagenpark.

In dit rapport wordt uitvoerig beschreven hoe de Vlaamse EnViVer emissiemodellen afgeleid en gecontroleerd zijn en hoe deze met behulp van EnViVer toegepast kunnen worden.

De Vlaamse EnViVer emissiemodellen zijn afgeleid voor:

- de zichtjaren 2015, 2018, 2020, 2025 en 2030;
- de Vlaamse wagenpark scenario's S0 en S2;
- de Vlaamse EnViVer voertuigklassen, bijvoorbeeld voor (weg)samenstelling stad (City), zichtjaar 2018 (y18) en scenario S0 (s0):
  - personenauto's, i.e. in EnViVer klasse VL\_LD\_Car\_City\_y18v18s0;
  - bestelauto's, i.e. VL\_LD\_Van\_City\_y18v18s0;
  - personen- en bestelauto's samen, i.e. VL\_Light\_Duty\_City\_y18v18s0;
  - middelzware vrachtwagens (< 20 ton, 2 assen), i.e. VL\_HD\_Medium\_City\_y18v18s0;
  - bussen en middelzware vrachtwagens samen, i.e. VL\_HD\_Bus\_Medium\_City\_y18v18s0
  - zware vrachtwagens (> 20 ton, >= 2 assen), i.e. VL\_HD\_Heavy\_City\_y18v18s0;
  - bussen, i.e. VL\_Bus\_City\_y18v18s0.
- (weg)samenstellingen stad (City) en snelweg (Highway)
- de emissiecomponenten CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM10

---

<sup>1</sup> VERSIT+ bevat ruim 350 detail emissiemodellen, of kenveldsets, voor een overeenkomstig aantal gedetailleerde voertuigklassen. In EnViVer zitten een beperkt aantal globale emissiemodellen, gemaakt door het aggregeren (middels voertuigkilometer gebaseerde weging) van groepen van VERSIT+ detail emissiemodellen, voor een overeenkomstig aantal globale voertuigklassen (momenteel 14 per zichtjaar).

Deze modellen zijn exclusief beschikbaar gesteld aan de Vlaamse Overheid (OV) via het software pakket EnViVer, i.e. de Vlaamse versie van EnViVer.

Ter controle van de afgeleide Vlaamse emissiemodellen is een vergelijkende analyse uitgevoerd door emissiefactoren, berekend met de Vlaamse EnViVer emissiemodellen voor verschillende Nederlandse wegtypen (met bijbehorend verschillend gemiddeld rijgedrag), te vergelijken met overeenkomstige (qua voertuigklasse en wegtype) emissiefactoren, berekend met de Nederlandse EnViVer emissiemodellen.

Uit deze vergelijking volgde allereerst dat de Vlaamse en Nederlandse EnViVer emissiemodellen met name voor de emissies CO<sub>2</sub> en PM10 zeer vergelijkbare resultaten, in termen van de berekende emissiefactoren, opleverden. Hierbij kwamen ook trends voor veranderend zichtjaar en veranderende verkeersdoorstroming goed overeen.

Grote verschillen traden wel op voor de emissie NO<sub>x</sub>, waarbij de Vlaamse NO<sub>x</sub> emissiefactoren voor met name lichte voertuigen, i.e. personen- en bestelauto's, tot wel 50 % hoger waren dan de overeenkomstige Nederlandse. Deze grote verschillen in NO<sub>x</sub> emissie laten zich goed verklaren door het hogere aandeel diesel personenvoertuigen in het Vlaamse wagenpark.

Het Vlaamse wagenpark scenario S2 tenslotte, een scenario waarbij ten opzichte van het meer conservatieve wagenpark scenario S0 uitgegaan wordt van een snellere instroom van schonere en zuinigere voertuigen, laat voor toenemend zichtjaar inderdaad een snellere afname van de emissies zien dan het S0 scenario.

Algemeen kan gesteld worden dat uit analyse volgt dat de Vlaamse EnViVer emissiemodellen met EnViVer betrouwbare resultaten leveren.

# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Ontwikkeling Vlaamse EnViVer emissiemodellen</b> .....	<b>6</b>
2.1	Update Nederlandse EnViVer kenvel sets .....	6
2.2	Afleiding Vlaamse EnViVer kenvel sets .....	8
2.3	Vlaamse wagenpark scenario's .....	11
2.4	Vlaamse EnViVer kenvel sets.....	12
<b>3</b>	<b>Handleiding Vlaamse EnViVer</b> .....	<b>14</b>
3.1	Installatie software .....	14
3.2	Gebruik.....	15
3.3	Rapportage.....	23
3.4	Versiebeheer .....	24
3.5	Updates .....	25
<b>4</b>	<b>Resultaten EnViVer emissiemodellen</b> .....	<b>27</b>
4.1	Nederlandse emissiefactoren 2016 en 2018.....	27
4.2	Vlaamse en Nederlandse emissiefactoren.....	28
4.3	Vlaamse EnViVer en COPERT emissiefactoren .....	29
<b>5</b>	<b>Discussie en conclusies</b> .....	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>Ondertekening</b> .....	<b>36</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Tijdsverloop VL en NL Light_Duty_City emissiefactoren	

# 1 Inleiding

Op aanvraag van de Vlaamse Overheid [1] heeft TNO in samenwerking met PTV offerte, [2] en [3], uitgebracht voor het ontwikkelen van een Vlaamse versie van EnViVer. Dit rapport documenteert de uitvoering van deze opdracht.

TNO heeft sinds de jaren tachtig in de vorige eeuw vele duizenden emissiemetingen aan personen-, bestel-, en vrachtwagens uitgevoerd. Jaarlijks worden hier nog vele nieuwe emissiemetingen aan toegevoegd. Deze metingen worden uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de daadwerkelijke uitstoot van voertuigen onder praktijkomstandigheden. De metingen zijn vastgelegd in een grote database en vormen de basis voor het Nederlandse voertuig emissiemodel VERSIT+. VERSIT+ is een emissiemodel dat voor een zeer groot aantal voertuigcategorieën afhankelijk van snelheid en dynamiek voertuigemissies berekent. VERSIT+ wordt door TNO onder meer gebruikt voor het vaststellen van de officiële Nederlandse emissiefactoren. Deze emissiefactoren worden weer gebruikt voor bijvoorbeeld luchtkwaliteitsberekeningen en de Nederlandse emissie inventarisaties.

TNO heeft in samenwerking met PTV software ontwikkeld om emissieberekeningen op basis van verkeersmicrosimulaties te kunnen uitvoeren. Deze software, genaamd EnViVer, is direct afgeleid van het TNO emissiemodel VERSIT+. EnViVer bevat geaggregeerde<sup>2</sup> modellen gebaseerd op de Nederlandse wagenparksamenstelling. Door het inlezen van verkeersmicrosimulatie, snelheidsprofielen van voertuigen uit de simulatie, kan EnViVer de emissies van ieder voertuig uit de verkeersmicrosimulatie berekenen. Op deze manier kunnen effecten van maatregelen op verkeersemmissies onderzocht worden.

De samenstelling van het Vlaamse wagenpark wijkt aanzienlijk af van het Nederlands wagenpark. De resultaten, berekend met de standaard beschikbare (Nederlandse) EnViVer emissiemodellen, zijn daarom beperkt geschikt voor de Vlaamse situatie. Voor het uitvoeren van Vlaamse case studies moeten de standaard beschikbare EnViVer modellen aangepast worden aan het Vlaamse wagenpark. In dit rapport wordt beschreven hoe de Vlaamse emissiemodellen afgeleid en gecontroleerd zijn en hoe deze met behulp van EnViVer toegepast kunnen worden.

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe de specifieke Vlaamse EnViVer emissie modellen afgeleid zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 toegelicht op welke wijze berekeningen met deze modellen in EnViVer uitgevoerd kunnen worden. In hoofdstuk 4 worden resultaten van de diverse Vlaamse emissiemodellen geanalyseerd. Tenslotte worden in hoofdstuk 5 conclusies op basis van resultaten van de Vlaamse modellen besproken.

---

<sup>2</sup> VERSIT+ bevat ruim 350 detail emissiemodellen, of kenveldsets, voor een overeenkomstig aantal gedetailleerde voertuigklassen. In EnViVer zitten een beperkt aantal globale emissiemodellen, gemaakt door het aggregeren (middels voertuigkilometer gebaseerde wegging) van groepen van VERSIT+ detail emissiemodellen, voor een overeenkomstig aantal globale voertuigklassen (momenteel 14 per zichtjaar).

## 2 Ontwikkeling Vlaamse EnViVer emissiemodellen

Het TNO VERSIT+ voertuig emissiemodel [5] is gebaseerd op metingen aan vele duizenden voertuigen. Met het model kunnen emissies van een voertuig, dat qua voertuigkenmerken binnen een van de ruim 350 VERSIT+ voertuigklassen valt, voor een gegeven snelheidsprofiel<sup>3</sup> voorspeld worden. De met VERSIT+ berekende emissies voor bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> zijn tijdreeksen (bemonstering 1 Hz) die het verloop van een emissie (in g/s) gedurende een rit nauwkeurig weergeven. De zogenoemde VERSIT+ kenvel sets vormen de kern van het VERSIT+ model en bestaan per emissie(component) uit 10 of 11 kentallen (u0 t/m u10), de kenvel set<sup>4</sup>, waarmee uit de momentane snelheid (in km/u) en versnelling (in m/s<sup>2</sup>) van het voertuig de momentane emissie (in g/s) berekend kan worden.

Het TNO EnViVer software pakket [6] is gebaseerd op VERSIT+, i.e. de berekeningen worden uitgevoerd met EnViVer kenvel sets afgeleid van VERSIT+. EnViVer is bedoeld om de voertuigemissies voor een beperkt aantal globale voertuigklassen, bijvoorbeeld personen- en bestelauto's als gemiddeld in de stad, te berekenen uit de snelheidsprofielen van grote aantallen voertuigen. De profielen kunnen gemeten of gesimuleerd zijn, zoals bijv. met het verkeersmicrosimulatie programma VISSIM.

Qua samenstelling van het voertuigpark en bijbehorende voertuigkilometers per voertuigklasse, is EnViVer gebaseerd op de situatie in Nederland, die niet dezelfde is als in Vlaanderen. Om de resultaten van de emissieberekeningen met EnViVer beter op de het Vlaamse wagenpark te laten aansluiten zijn daarom Vlaamse EnViVer kenvel sets nodig, welke afgeleid zijn voor de specifieke samenstelling en voertuigkilometers van het Vlaamse wagenpark.

### 2.1 Update Nederlandse EnViVer kenvel sets

Navolgend worden de stappen besproken voor de update van de Nederlandse (NL) EnViVer kenvel sets, noodzakelijk voor vergelijking met en afleiding van de Vlaamse (VL) EnViVer kenvel sets. De meest recente beschikbare emissiemodellen in EnViVer dateerden namelijk nog uit 2016 en waren enigszins verouderd. De updates zorgen ervoor dat ook de Vlaamse modellen gebaseerd zijn op de meest actuele inzichten.

#### 2.1.1 Update detail NL VERSIT+ kenvel sets 2016 naar 2018

In totaal zijn er momenteel 1767 detail NL VERSIT+ kenvel sets, waarvan 223 daadwerkelijke updates, die onder meer voor de afleiding van NL en VL EnViVer kenvel sets gebruikt worden. Dit gaat bijvoorbeeld van een Euro 0 bus op diesel

<sup>3</sup> Met een snelheidsprofiel wordt in dit verband een met 1 Herz bemonsterd tijdsverloop van de snelheid van een voertuig bedoeld.

<sup>4</sup> Een VERSIT+ kenvel set bestaat uit 10 (u1 t/m u10) of 11 (u0 t/m u10) kentallen (u0 is de koude start bijdrage) en moet niet verward worden met een rijgedrag vector die ook uit 10 of 11 kentallen bestaat (q0 t/m q11). Waar een VERSIT+ kenvel set de snelheids- en versnellingsafhankelijke emissie (van een bepaalde stof, bijv. CO<sub>2</sub>) beschrijft, representeert een rijgedrag vector het rijgedrag, i.e. de snelheids- en versnellingsprofielen, voor een bepaalde rit of een zeker wegtype. Uit een VERSIT+ kenvel set en een rijgedrag vector samen kan de emissie, totaal of als emissiefactor, berekend worden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	VERSIT+ class	Year-of-Si	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	MkMy15v	MkMy18v	MkMy20v	MkMy25v	MkMy30v
22	BABDEURO	2015		CO		0	0.01886	0.006244	0.073433	0.017406	0	0.045379	0.163589	0	0.004093	3.039866	0.6	0.415531	0.292552	0.146276	0
23	BABDEURO	2015		CO2		0	3.698511	0	16.05267	17.90615	0	10.22224	44.16281	0	24.32619	128.3435	0.6	0.415531	0.292552	0.146276	0
24	BABDEURO	2015		Hc <sup>e</sup>		0	0.0209	0.015414	0.026923	-0.09279	0	0.030085	-0.06233	0.030646	0.004688	-0.87074	0.6	0.415531	0.292552	0.146276	0
25	BABDEURO	2015		NOx		0	0.038639	0	0.219372	0.327185	0	0.153813	0.770788	0	0.372916	1.407975	0.6	0.415531	0.292552	0.146276	0
26	BABDEURO	2015		PM		0	0.003784	0.001937	0.011956	0.00773	0	0.008372	0.031404	0	0.017592	0.432315	0.6	0.415531	0.292552	0.146276	0

Figuur 1 De vijf detail NL VERSIT+ kenvel sets voor een Euro 0 bus op diesel alias BABDEURO.

tot een zware Euro 6 vrachtwagen met aanhanger op diesel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	VERSIT+ class	Year-of-Si	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	MkMy15v	MkMy18v	MkMy20v	MkMy25v	MkMy30v
1755	ZVAEURANHZWA	2017	WT1	CO		0	0.007482	0.008218	0.017504	0.01173	0.005695	0.014548	0.042397	0.010379	0.01525	-0.00074	12.2	21.01006	26.88344	28.02092	29.1584
1756	ZVAEURANHZWA	2017	WT1	CO2		0	1.139377	0	25.74541	44.74799	0	18.9466	42.55508	5.560522	18.7123	5.477513	12.2	21.01006	26.88344	28.02092	29.1584
1757	ZVAEURANHZWA	2017	WT1	Hc <sup>e</sup>		0	0.000101	6.24E-05	0.000828	0.005907	0.000105	0.000799	0.004617	0.001046	0.000616	-0.00062	12.2	21.01006	26.88344	28.02092	29.1584
1758	ZVAEURANHZWA	2017	WT1	NOx		0	0.000457	0.002229	0.005902	0.004608	0.001666	0.003319	0.018583	0.002639	0.001883	-0.00188	12.2	21.01006	26.88344	28.02092	29.1584
1759	ZVAEURANHZWA	2015		PM		0	0.000125	0	0.002403	0.004177	0	0.002216	0.004976	0.000523	0.001762	0.000516	12.2	21.01006	26.88344	28.02092	29.1584

Figuur 2 De vijf detail NL VERSIT+ kenvel sets voor een zware Euro 6 vrachtwagen met aanhanger op diesel alias ZVAEURANHZWA.

De 1767 detail NL VERSIT+ kenvel sets zijn verdeeld over vijf emissies, i.e. CO, CO<sub>2</sub>, Hc<sup>e</sup>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>, en 359 unieke detail NL VERSIT+ voertuigklassen<sup>6</sup>. Zie ook *Sheet1* van 'NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018.xlsx' [13].

### 2.1.2 NL MKM weging tot NL EnViVer kenvel sets 2018

Door voertuigkilometer gewogen middeling (per zichtjaar) van de detail NL VERSIT+ kenvel sets voor VERSIT+ voertuigklassen die binnen een specifieke Nederlandse (NL) EnViVer voertuigklasse vallen, ontstaan uit de 1767 detail NL VERSIT+ kenvel sets 70 NL EnViVer kenvel sets (per zichtjaar) verdeeld over vijf emissies<sup>7</sup> en 14 NL EnViVer voertuigklassen. Zie ook *Sheet2* van 'NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018.xlsx' [13], waarin overigens alleen de kenvel sets voor zicht- en versiejaar 2018 zijn weergegeven. De 70 NL EnViVer kenvel sets zijn berekend voor vijf zichtjaren, i.e. voor 2015, 2018, 2020, 2025 en 2030, i.e. in totaal 350 kenvel sets.

Voor bijvoorbeeld zicht- en versiejaar 2018 (i.e. ~\_y18v18) gaat dit van NL personenauto's met stad samenstelling alias NL\_LD\_Car\_City\_y18v18

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P					
1	NL_LD_Car_City_y18v18	emission maps																			
2	EnViVer class	Year-of-Si	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10					
3	NL_LD_Car_City_y18v18	2018	2018	WT1	CO	11.74444	0.005236	0.01221	0.01738	0.02831	0.033333	-0.01082	0.042839	0.057992	-0.02878	0.067292					
4	NL_LD_Car_City_y18v18	2018	2018	WT1	CO2	97.64051	0.119757	0.534658	1.071277	3.751947	0.517448	1.926028	2.237325	0.276863	3.848974	2.415809					
5	NL_LD_Car_City_y18v18	2018	2018	WT1	Hc <sup>e</sup>	1.875832	0.000236	0.000284	0.000192	0.000622	0.000293	3.8E-05	0.001298	0.000564	-0.00024	0.005857					
6	NL_LD_Car_City_y18v18	2018	2018	WT1	NOx	0.170861	0.00029	0.000383	0.001622	0.002844	0.00081	0.000855	0.008558	0.001147	0.002069	0.013742					
7	NL_LD_Car_City_y18v18	2018	2018	WT1	PM	0.042828	2.09E-05	8.57E-05	0.000184	0.000586	8.86E-05	0.000325	0.000367	4.76E-05	0.000719	0.000411					

Figuur 3 De vijf NL EnViVer kenvel sets voor NL personenauto's met stad samenstelling voor zicht- en versiejaar 2018 alias NL\_LD\_Car\_City\_y18v18.

tot NL bussen met snelweg samenstelling alias NL\_Bus\_Highway\_y18v18.

<sup>5</sup> Met Hc<sup>e</sup> worden de emissies van vluchtige koolwaterstoffen aangeduid.

<sup>6</sup> Op basis van vijf unieke emissies en 359 unieke voertuigklassen zouden 5x359 = 1795 kenvel sets verwacht mogen worden maar voor een beperkt aantal (28) emissie/voertuigklasse combinaties zijn geen voertuigkilometers en/of kenvel set beschikbaar. Vandaar dat er 1795-28 = 1767 detail NL VERSIT+ kenvel sets resulteren, die meegewogen kunnen worden tot NL EnViVer kenvel sets.

<sup>7</sup> Waarvan drie emissies momenteel beschikbaar zijn in EnViVer, i.e. voor CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
105	NL_Bus_Highway_y18v18, emission maps															
106	EnViVer class	Year-of-Sij	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10
107	NL_Bus_Highway_y18v18	2018	2018	WT3	CO	0	0.002461	0.001152	0.013983	-0.00557	0	0.007782	0.006477	0.005331	0.00541	0.060398
108	NL_Bus_Highway_y18v18	2018	2018	WT3	CO2	0	2.407799	0	12.84174	17.22604	0	7.18267	33.62849	0	17.05496	51.44859
109	NL_Bus_Highway_y18v18	2018	2018	WT3	HCe	0	0.000811	0.000669	0.001174	-0.00321	0	0.001648	-0.00243	0.001855	0.000227	-0.01322
110	NL_Bus_Highway_y18v18	2018	2018	WT3	NOx	0	0.009672	0.000338	0.042724	0.051976	0	0.022285	0.09514	0	0.045516	0.163926
111	NL_Bus_Highway_y18v18	2018	2018	WT3	PM	0	0.000411	9.86E-05	0.001922	0.002066	0	0.001249	0.004585	0.000145	0.002636	0.014647

Figuur 4 De vijf NL EnViVer kenveld sets voor NL bussen met snelweg samenstelling voor zicht- en versiejaar 2018 alias NL\_Bus\_Highway\_y18v18.

De huidige 14 NL EnViVer voertuigklassen, inclusief zicht- en versiejaar 2018 aanduiding (i.e. ~\_y18v18), zijn hieronder weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 De 14 NL EnViVer voertuigklassen alias kenveld set namen, zicht- en versiejaar 2018.

nr	NL EnViVer voertuigklassen alias kenveld set namen incl. zicht- en versiejaar	voertuigtypen	wagenpark samenstelling
1	NL_LD_Car_City_y18v18	personenauto's	stad
2	NL_LD_Van_City_y18v18	bestelauto's	stad
3	NL_Light_Duty_City_y18v18	personen- en bestelauto's	stad
4	NL_HD_Medium_City_y18v18	vrachtwagens medium	stad
5	NL_HD_Bus_Medium_City_y18v18	bussen en vrachtw. med.	stad
6	NL_HD_Heavy_City_y18v18	vrachtwagens zwaar	stad
7	NL_Bus_City_y18v18	bussen	stad
8	NL_LD_Car_Highway_y18v18	personenauto's	snelweg
9	NL_LD_Van_Highway_y18v18	bestelauto's	snelweg
10	NL_Light_Duty_Highway_y18v18	personen- en bestelauto's	snelweg
11	NL_HD_Medium_Highway_y18v18	vrachtwagens medium	snelweg
12	NL_HD_Bus_Medium_Highway_y18v18	bussen en vrachtw. med.	snelweg
13	NL_HD_Heavy_Highway_y18v18	vrachtwagens zwaar	snelweg
14	NL_Bus_Highway_y18v18	bussen	snelweg

## 2.2 Afleiding Vlaamse EnViVer kenveld sets

Navolgend worden de stappen besproken voor de afleiding van de Vlaamse (VL) EnViVer kenveld sets.

### 2.2.1 Koppeling Vlaamse voertuigklassen aan generieke VERSIT+ voertuigklassen

Voor het afleiden van Vlaamse EnViVer kenveld sets was het nodig de Vlaamse voertuigklassen te koppelen aan de VERSIT+ voertuigklassen. Voor een directe '1-op-1' koppeling waren echter meer voertuigkenmerken nodig dan op dat moment beschikbaar. Bijvoorbeeld omdat bepaalde VERSIT+ voertuigklassen op basis van bepaalde technische kenmerken verder onderverdeeld zijn in "subgroepen" en deze kenmerken voor de Vlaamse voertuigklassen nog niet beschikbaar waren. Derhalve is gekozen voor een aanpak waarbij het grote aantal (359) detail VERSIT+ voertuigklassen eerst gereduceerd werd tot een kleiner aantal (102) meer generieke VERSIT+ voertuigklassen en bijbehorende generieke VERSIT+ kenveld sets (via voertuigkilometer gewogen middeling). Omdat deze 102 generieke VERSIT+ voertuigklassen op minder unieke voertuigkenmerken gebaseerd zijn, werd hiermee de koppeling met de Vlaamse voertuigklassen en bijbehorende kilometrages mogelijk.



De Vlaamse voertuigklassen en bijbehorende voertuigkilometers per zichtjaar zijn door de Vlaamse Overheid aangeleverd aan TNO in het bestand 'ENVIVER - data aanlevering 01032018.xlsx' [11]. Aan een kopie van dit bestand, i.e. 'VL\_Vehicle\_Class\_VKM\_20180301.xlsx' [12], zijn op de tabbladen 'Scenario S0-REF wagenpark'<sup>8</sup> en 'Scenario S2-CPT2017-wagenpark'<sup>8</sup> ten behoeve van de koppeling een tweetal kolommen toegevoegd. De eerste kolom (A) is gebruikt voor handmatige toekenning van de generieke VERSIT+ voertuigklassen op basis van de voertuigkenmerken in de kolommen C t/m I. Hiermee was de koppeling van de Vlaamse voertuigklassen, en bijbehorende voertuigkilometers, aan de generieke VERSIT+ voertuigklassen een feit, zoals in Figuur 5 geïllustreerd is voor een beperkt deel van het tabblad 'Scenario S0-REF wagenpark'.

VERSIT+ class (j)	opmerkingen	catego	GP	type1	brandsto1	brandstof2	brandst	euronor	2015	2020	2025	2030
BARDEUR1	Het recept is:	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	1	287471.9	52337.34	7790.01	6716.839
BARDEUR2	de NL 2018 kv sets per	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	2	2965044	393844	61822.69	10712.77
BARDEUR3	detail VERSIT+ klasse	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	3	120521596	3645107	512274.2	80516.34
BARDEUR4	vooraf met NL MKM	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	4	7207710	4783713	1223929	174065.6
BARDEUR5	pre aggregeren naar	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	5	14914876	11421023	6061458	1327908
BARDEUR6	generieke VERSIT+	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	6	4157869	18432145	28295366	33118990
BARDEUR0	klassen als hiernaast	BUS	P	COACH <=18T	DIESEL	DIESEL	DIESEL	PRE	343502.5	271736	285479.9	246043.9
BARDEUR5		BUS	P	COACH <=18T	DIESEL HYBRID	DIESEL HYBRID CS	DIESEL	5	100102.9	73776.01	28942.16	4591.386
BARDEUR6		BUS	P	COACH <=18T	DIESEL HYBRID	DIESEL HYBRID CS	DIESEL	6	296104.1	4917807	8150682	10044371
BARDEEUV	en dan vervolgens	BUS	P	COACH <=18T	ELECTRIC	ELECTRIC	ZEV	5	14293.11	9386.296	3473.612	519.5338
BARDEEUV	de Vlaamse vkm	BUS	P	COACH <=18T	ELECTRIC	ELECTRIC	ZEV	PRE	50512.02	34701.08	25237.59	7961.938
BARDEUR1	gebruiken om verder	BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	1	625.8242	135.6295	183.1672	267.6623
BARDEUR2	te aggregeren naar	BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	2	386610.7	72868.25	17430.55	21289.38
BARDEUR3	EnViVer globale	BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	3	4328119	680606.7	134424.1	17475.81
BARDEUR4	voertuigklasse	BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	4	11572616	5345880	873075.3	161130.8
BARDEUR5		BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	5	4441398	2365171	833116.7	110211.2
BARDEUR6		BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	6	22878092	13738659	6241193	1625622
BARDEUR0		BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	PRE	9277229	25758332	34210199	37193085
BARDEUR0		BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL	DIESEL	DIESEL	PRE	155916.8	44686.07	38665.88	44135.74
BARDEUR0		BUS	P	COACH 3-AXES	DIESEL HYBRID	DIESEL HYBRID CS	DIESEL	5	707038.2	422133.8	175909.8	29266.91

Figuur 5 De handmatige koppeling van de Vlaamse voertuigklassen en voertuigkilometers aan de generieke VERSIT+ voertuigklassen.

### 2.2.2 NL MKM weging detail VERSIT+ kenvelde sets tot generieke VERSIT+ kenvelde sets

Door voertuigkilometer gewogen middeling van de detail VERSIT+ voertuigklassen per generieke VERSIT+ voertuigklasse, werden de 1767 detail NL VERSIT+ kenvelde sets gereduceerd tot 508 generieke NL VERSIT+ kenvelde sets. Zie ook Sheet1 van 'VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018\_S0-REF.xlsx' [14]. Dit gaat bijvoorbeeld van een Euro 0 bus op diesel

VERSIT+ class (generic)	Year-of-St	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	VL VKM y18-180 (Urban)
BARDEURO	2018	2018	Urban	CO	0	0.01806	0.006244	0.073433	0.017406	0	0.045379	0.161589	0	0.094093	0.039866	191101.6226
BARDEURO	2018	2018	Urban	CO2	0	3.698511	0	16.05267	17.99615	0	10.22224	44.16281	0	24.32619	128.3435	191101.6226
BARDEURO	2018	2018	Urban	HcE	0	0.0209	0.015414	0.026923	-0.09279	0	0.030085	-0.06233	0.030046	0.004088	-0.87074	191101.6226
BARDEURO	2018	2018	Urban	NOx	0	0.038639	0	0.219372	0.327185	0	0.153813	0.770788	0	0.372916	1.407975	191101.6226
BARDEURO	2018	2018	Urban	PM	0	0.003784	0.001937	0.011956	0.00773	0	0.008372	0.031404	0	0.017592	0.432315	191101.6226

Figuur 6 De vijf generieke NL VERSIT+ kenvelde sets voor een Euro 0 bus op diesel alias BABDEURO.

tot een zware Euro 6 vrachtwagen op diesel.

<sup>8</sup> Het tabblad 'Scenario S0-REF wagenpark' bevat een conservatief ingeschatte samenstelling en voertuigkilometerverdeling, terwijl het tabblad 'Scenario S2-CPT2017-wagenpark' een meer ambitieus scenario, gericht op emissiereductie, bevat.

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	VERSIT+ class (generic)	Year-of-Sij	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	VL VKM y18v18s0 (Urban)
500	ZVADEUR6	2018	2018	Urban	CO	0	0.006353	0.007142	0.015022	0.01695	0.005369	0.011961	0.035658	0.009156	0.014104	0.006603	58581144.02
501	ZVADEUR6	2018	2018	Urban	CO2	0	1.258886	0.035529	21.21181	38.07734	0	18.03594	35.72214	4.032732	18.48441	17.33178	58581144.02
502	ZVADEUR6	2018	2018	Urban	HcE	0	0.000219	0.000296	0.000749	0.003716	0.000246	0.000812	0.0052933	0.000834	0.001119	0.002566	58581144.02
503	ZVADEUR6	2018	2018	Urban	NOx	0	0.000319	0.001416	0.005759	0.010731	0.001113	0.003554	0.017327	0.001965	0.002506	0.026647	58581144.02
504	ZVADEUR6	2018	2018	Urban	PM	0	0.00014	4.71E-06	0.002291	0.004142	0	0.002064	0.004594	0.000423	0.00207	0.002171	58581144.02

Figuur 7 De vijf generieke NL VERSIT+ kenvel sets voor een zware Euro 6 vrachtwagen op diesel alias ZVADEUR6.

De 508 generieke NL VERSIT+ kenvel sets zijn verdeeld over vijf emissies en 102 unieke generieke NL VERSIT+ voertuigklassen<sup>9</sup>.

Merk op dat de Vlaamse voertuigkilometers (VKM) nodig voor de voertuigkilometer gewogen middeling tot Vlaamse (VL) EnViVer kenvel sets en hierboven zichtbaar voor zicht- en versiejaar 2018 en wagenparksamenstelling stad volgens scenario S0, al na de generieke NL VERSIT+ kenvel sets toegevoegd zijn op *Sheet1* van 'VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelsden\_2018\_S0-REF.xlsx' [14].

### 2.2.3 VL VKM weging generieke VERSIT+ kenvel sets tot VL EnViVer kenvel sets

Door voertuigkilometer gewogen middeling (per zichtjaar) met de Vlaamse voertuigkilometers (VKM) van de generieke NL VERSIT+ kenvel sets voor VERSIT+ voertuigklassen die binnen een specifieke Vlaamse (VL) EnViVer voertuigklasse vallen, ontstaan uit de 508 generieke NL VERSIT+ kenvel sets 70 VL EnViVer kenvel sets (per zichtjaar) verdeeld over vijf emissies<sup>10</sup> en 14 VL EnViVer voertuigklassen. Zie ook *Sheet2* van 'VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelsden\_2018\_S0-REF.xlsx' [14], waarin overigens alleen de kenvel sets voor zicht- en versiejaar 2018 zijn weergegeven. De 70 VL EnViVer kenvel sets zijn berekend voor vijf zichtjaren, i.e. voor 2015, 2018, 2020, 2025 en 2030, en twee scenario's voor het Vlaamse wagenpark, i.e. in totaal 700 kenvel sets.

Voor bijvoorbeeld zicht- en versiejaar 2018 en wagenparkscenario S0 (i.e. ~\_y18v18s0) gaat dit van VL personenauto's met stad samenstelling alias VL\_LD\_Car\_City\_y18v18s0

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	VL_LD_Car_City_y18v18s0, emission maps															
2	EnViVer class	Year-of-Sij	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10
3	VL_LD_Car_City_y18v18s0	2018	2018	Urban	CO	4.102562	0.00176	0.004187	0.007121	0.014246	0.011189	-0.0029	0.016	0.018989	-0.00885	0.023161
4	VL_LD_Car_City_y18v18s0	2018	2018	Urban	CO2	61.2477	0.199192	0.506091	1.45753	2.230303	0.404555	1.836111	2.63227	0.39764	3.610798	2.683824
5	VL_LD_Car_City_y18v18s0	2018	2018	Urban	HcE	0.658181	8.59E-05	0.000128	0.000125	0.00022	0.000137	5.18E-05	0.00048	0.000245	-1.2E-05	0.002181
6	VL_LD_Car_City_y18v18s0	2018	2018	Urban	NOx	0.088179	0.000554	0.001256	0.00283	0.006938	0.001992	0.001503	0.023361	0.004076	0.002696	0.037523
7	VL_LD_Car_City_y18v18s0	2018	2018	Urban	PM	0.029213	3.58E-05	8.61E-05	0.000268	0.000375	7.22E-05	0.000342	0.000467	6.8E-05	0.000769	0.000439

Figuur 8 De vijf VL EnViVer kenvel sets voor VL personenauto's met stad samenstelling voor zicht- en versiejaar 2018 en wagenparkscenario S0 alias VL\_LD\_Car\_City\_y18v18s0. tot VL bussen met snelweg samenstelling alias VL\_Bus\_Highway\_y18v18s0.

<sup>9</sup> Op basis van vijf unieke emissies en 102 unieke generieke voertuigklassen zouden  $5 \times 102 = 510$  kenvel sets verwacht mogen worden maar voor twee emissie/voertuigklasse combinaties zijn geen voertuigkilometers en/of kenvel set beschikbaar. Vandaar dat er  $510 - 2 = 508$  generieke NL VERSIT+ kenvel sets resulteren, die meegewogen kunnen worden tot VL EnViVer kenvel sets.

<sup>10</sup> Waarvan drie emissies momenteel beschikbaar zijn in EnViVer, i.e. voor CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
105	VL_Bus_Highway_y18v18s0	emission maps														
106	EnViVer class	Year-of-Sij	Version	Road	Emission	u0	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10
107	VL_Bus_Highway_y18v18s0	2018	2018	Highway	CO	0	0.002044	0.000975	0.013671	-0.00358	0	0.006783	0.005272	0.00385	0.005334	0.035582
108	VL_Bus_Highway_y18v18s0	2018	2018	Highway	CO2	0	2.269967	0	13.10185	17.84813	0	7.409943	35.04071	0	17.66516	52.10929
109	VL_Bus_Highway_y18v18s0	2018	2018	Highway	HCE	0	0.000532	0.000475	0.000942	-0.00206	0	0.001156	-0.00123	0.001033	0.00054	-0.0044
110	VL_Bus_Highway_y18v18s0	2018	2018	Highway	NOx	0	0.012362	0.000534	0.059577	0.069264	0	0.029675	0.124795	0	0.05942	0.225046
111	VL_Bus_Highway_y18v18s0	2018	2018	Highway	PM	0	0.000412	0.000151	0.001991	0.001825	0	0.001463	0.004209	0.000343	0.002686	0.011787

Figuur 9 De vijf VL EnViVer kenvel sets voor VL bussen met snelweg samenstelling voor zicht- en versiejaar 2018 en wagenparkscenario S0 alias VL\_Bus\_Highway\_y18v18s0.

De huidige 14 VL EnViVer voertuigklassen, inclusief aanduidingen voor zicht- en versiejaar 2018 en Vlaams wagenparkscenario S0 (i.e. ~\_y18v18s0), zijn hieronder weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 De 14 VL EnViVer voertuigklassen alias kenvel set namen, zicht- en versiejaar 2018 en Vlaams wagenparkscenario S0.

nr	VL EnViVer voertuigklassen alias kenvel set namen incl. zicht- en versiejaar en Vlaams wagenparkscenario	voertuigtypen	wagenpark samenstelling
1	VL_LD_Car_City_y18v18s0	personenauto's	stad
2	VL_LD_Van_City_y18v18s0	bestelauto's	stad
3	VL_Light_Duty_City_y18v18s0	personen- en bestelauto's	stad
4	VL_HD_Medium_City_y18v18s0	vrachtwagens medium	stad
5	VL_HD_Bus_Medium_City_y18v18s0	bussen en vrachtw. med.	stad
6	VL_HD_Heavy_City_y18v18s0	vrachtwagens zwaar	stad
7	VL_Bus_City_y18v18s0	bussen	stad
8	VL_LD_Car_Highway_y18v18s0	personenauto's	snelweg
9	VL_LD_Van_Highway_y18v18s0	bestelauto's	snelweg
10	VL_Light_Duty_Highway_y18v18s0	personen- en bestelauto's	snelweg
11	VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0	vrachtwagens medium	snelweg
12	VL_HD_Bus_Medium_Highway_y18v18s0	bussen en vrachtw. med.	snelweg
13	VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0	vrachtwagens zwaar	snelweg
14	VL_Bus_Highway_y18v18s0	bussen	snelweg

### 2.3 Vlaamse wagenpark scenario's

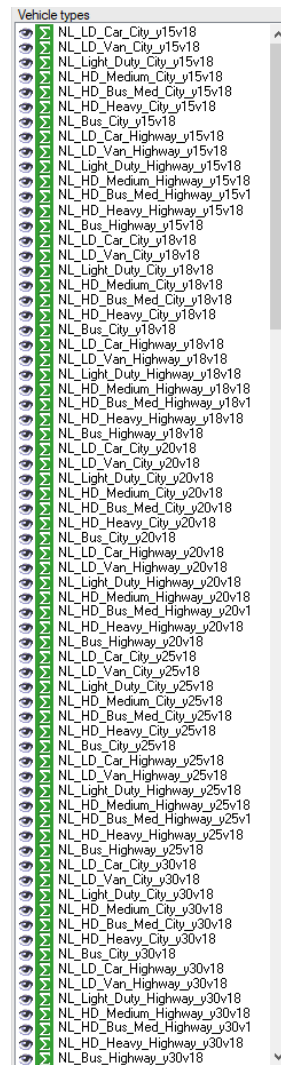
Informatie over het Vlaamse wagenpark, in termen van de samenstellende voertuigklassen en voertuigkilometers, is door de Vlaamse Overheid aangeleverd aan TNO in de vorm van het bestand 'ENVIVER - data aanlevering 01032018.xlsx' [11]. In dit bestand zijn daarvoor twee scenario's opgenomen, te vinden op de tabbladen 'Scenario S0-REF wagenpark' en 'Scenario S2-CPT2017-wagenpark'.

'Scenario S0-REF wagenpark' bevat een voor toekomstige zichtjaren conservatief ingeschatte samenstelling en voertuigkilometerverdeling, terwijl het tabblad 'Scenario S2-CPT2017-wagenpark' een meer ambitieus scenario, gericht op emissiereductie, bevat.

## 2.4 Vlaamse EnViVer kenvelde sets

Vanzelfsprekend zijn de Vlaamse EnViVer kenvelde sets 2018 exclusief voor de Vlaamse Overheid ontsloten via het programma EnViVer. Dit betreft dit de kenvelde sets voor de zichtjaren 2015, 2018<sup>11</sup>, 2020, 2025 en 2030 voor de Vlaamse wagenparkscenario's S0 en S2<sup>12</sup>. Tevens kunnen ook de Nederlandse EnViVer kenvelde sets 2018 (en ouder) door de Vlaamse Overheid gebruikt worden.

In Figuur 10 en Figuur 11 is dit geïllustreerd met snapshots van het EnViVer voertuigklasse selectie venster voor bovengenoemde EnViVer kenvelde sets.



Figuur 10 Het EnViVer voertuigklasse selectievenster met alle NL EnViVer 2018 voertuigklassen en bijbehorende kenvelde sets.

<sup>11</sup> Zie Sheet2 van referenties [14] en [15] voor de Vlaamse EnViVer kenvelde sets voor zichtjaar 2018.

<sup>12</sup> Zie referentie [11] voor de Vlaamse wagenparkscenario's S0 en S2.

Vehicle types	Vehicle types
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y15v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y15v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y18v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y18v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y20v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y20v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y25v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y25v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_City_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Car_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_LD_Van_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Light_Duty_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Medium_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Bus_Med_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_HD_Heavy_Highway_y30v18s2
<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y30v18s0	<input checked="" type="checkbox"/> VL_Bus_Highway_y30v18s2

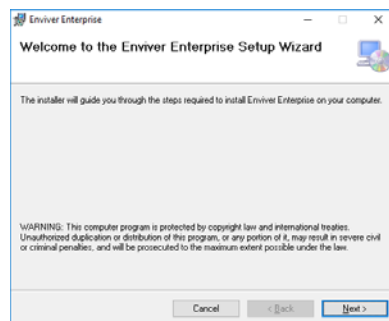
Figuur 11 De EnViVer voertuigklasse selectievensters met alle VL EnViVer 2018 voertuigklassen en bijbehorende kenvel sets voor de Vlaamse wagenparkscenario's S0 en S2.

## 3 Handleiding Vlaamse EnViVer

TNO en PTV hebben EnViVer ontwikkeld om op basis van verkeersmicrosimulaties verkeersemissies te kunnen berekenen. Verkeersmicrosimulatie studies leveren namelijk gedetailleerd inzicht in het rijgedrag, snelheid en versnelling en bijbehorende dynamiek, van voertuigen in een bepaald netwerk. EnViVer bevat emissiemodellen die in staat zijn het rijgedrag, en veranderingen daarin, te vertalen naar voertuigemissies. Om deze emissieberekeningen te kunnen uitvoeren moet EnViVer eerst op een PC geïnstalleerd worden.

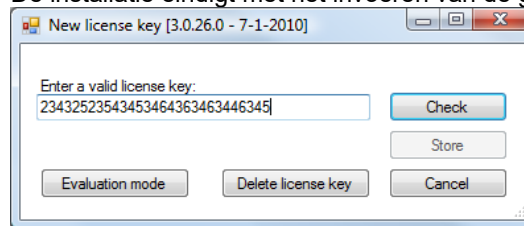
### 3.1 Installatie software

De installatie van EnViVer gaat automatisch en een installatie wizard helpt u door het installatie proces. De installatie start bij het activeren van de door PTV geleverde “setup-EnViVer.msi” file.



Figuur 12 De EnViVer installatie Wizard

De installatie eindigt met het invoeren van de geleverde licentie code.



Figuur 13 Invoerscherm voor invoeren van licentie code

Na het invoeren van een licentie code kan, eventueel na controle, de licentie code opgeslagen worden en is EnViVer klaar voor gebruik. Op het bureaublad is een EnViVer snelkoppeling geïnstalleerd:



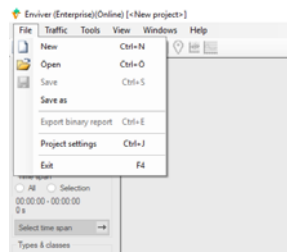
Figuur 14 EnViVer snelkoppeling op het bureaublad

### 3.2 Gebruik

Na installatie van EnViVer kan het programma in gebruik genomen worden. De eerste stap is het openen van het programma en het aanmaken van een nieuw project. Na openen van de software verschijnt het onderstaande scherm:



Figuur 15 Openingsscherm van EnViVer

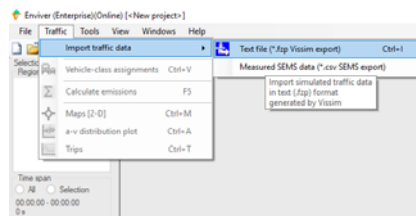


Figuur 16 Openen van een nieuw project, selecteer "file" en vervolgens "new"

#### 3.2.1 Inlezen verkeersdata

EnViVer heeft als input data uit verkeersmicrosimulatie files nodig. Belangrijk is dat bij de uitvoering van de verkeersmicrosimulatie files de juiste data met de goede frequentie (bij voorkeur 1 [Hz]) opgeslagen wordt. Lees daarvoor ook de handleiding van EnViVer! Het meest handig en snel werken zogenaamde \*.fzp output files.

Inlezen van de verkeersmicrosimulatie data is mogelijk via het menu Traffic, Import traffic data, en vervolgens de optie "Tekst file(\*.fzp Vissim export)"

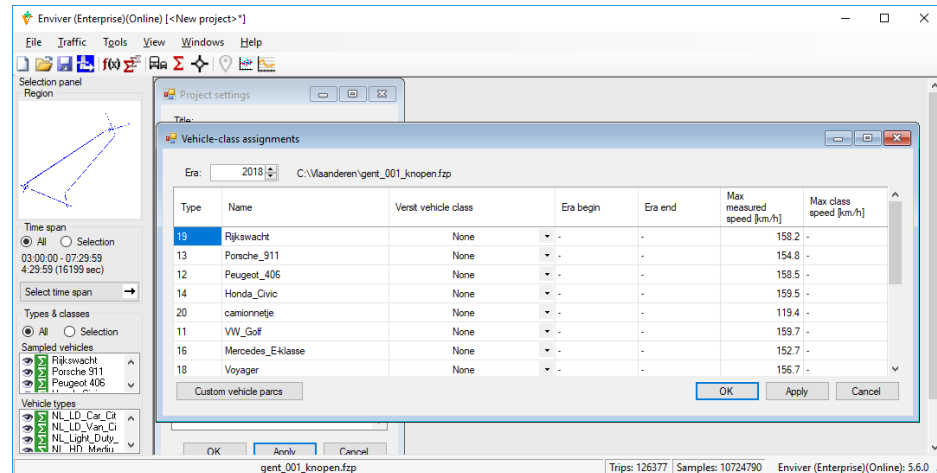


Figuur 17: Importeren van verkeersmicrosimulatie data in EnViVer

Kies vervolgens de gewenste (\*.FZP) file en importeer de microsimulatie data in EnViVer. Afhankelijk van de file grootte kan dit enkele minuten duren.

#### 3.2.2 Koppelen voertuigklassen en kenveld sets

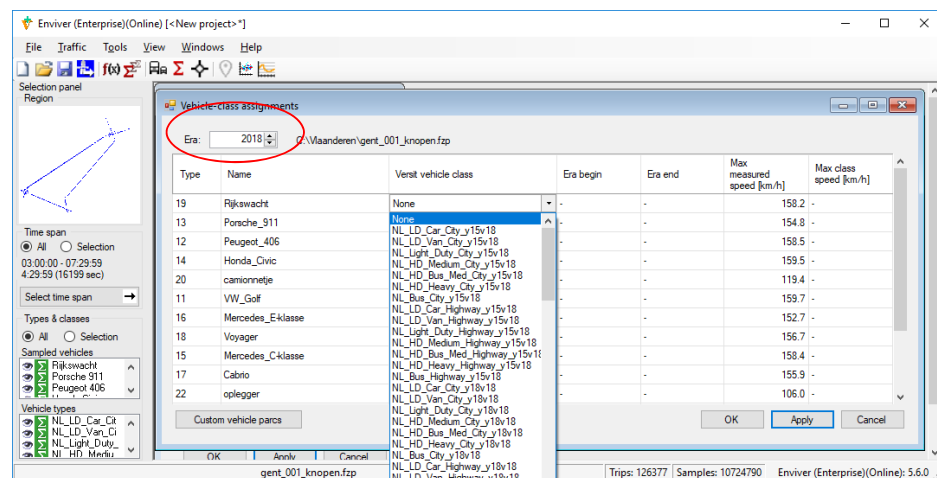
Nadat de verkeersmicrosimulatie ingelezen is, verschijnt het onderstaande scherm.



Figuur 18: EnViVer scherm na importeren van verkeersmicrosimulatie data

Na importeren van de microsimulatie data verschijnt bovenstaande scherm waarbij alle in de microsimulatie waargenomen voertuigtypen weergegeven worden. Aangezien gebruikers van Vissim vrij zijn om namen voor de diverse voertuigtypen te creëren, kunnen de gedetecteerde voertuigtypen niet automatisch aan geschikte emissiemodellen gekoppeld worden. Het koppelen van de voertuigklassen aan de juiste emissiemodellen moet daarom handmatig plaatsvinden.

- 1) Allereerst moet het gewenste jaar van de modellen gekozen worden, het gaat hier om het jaar waarin de modellen gecreëerd en opgeleverd zijn. Dit kan door selectie van het gewenste jaartal achter "Era". In één jaar kunnen overigens modellen voor diverse zichtjaren en beleidsscenario's opgenomen zijn. Beleid en zichtjaar hebben namelijk effect op de samenstelling van het wagenpark en daarmee op de emissies.



Figuur 19: selectie van jaar waarin modellen samengesteld zijn

- 2) Na selectie van het zichtjaar kan ieder voertuigtype (zie de typen in de kolom "Name") aan het gewenste emissiemodel gekoppeld worden (onder



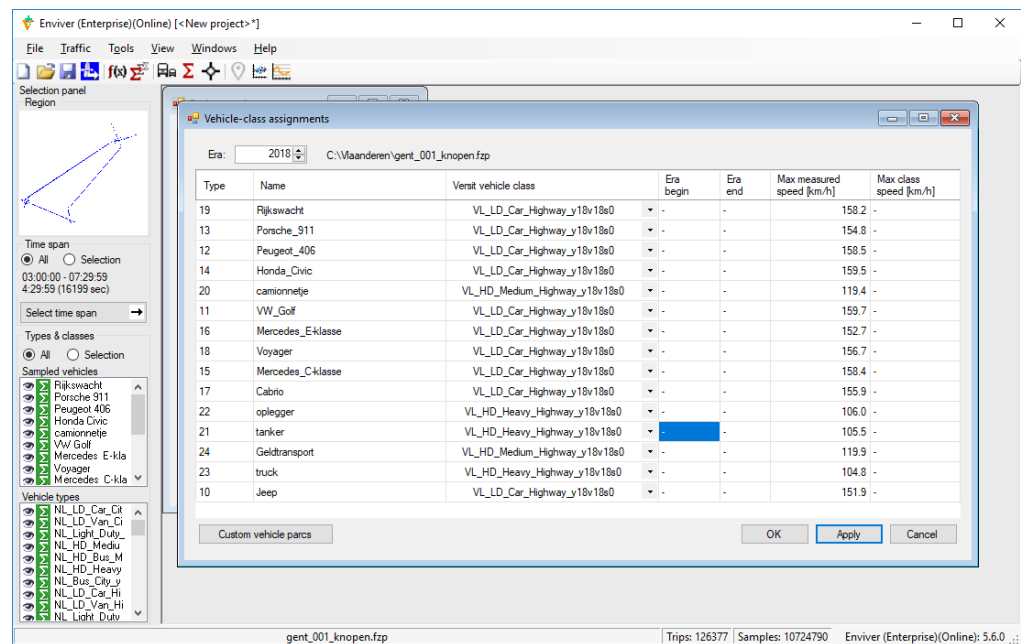
Versit vehicle class). De beschikbare emissiemodellen worden weergegeven door selectie van het keuze menu:

- a) Allereerst bestaat een onderverdeling naar emissiemodellen voor het Nederlandse en Vlaamse wagenpark, de Nederlandse modellen beginnen met de letters NL, de Vlaamse modellen beginnen met VL.
- b) De standaard beschikbare voertuigcategorien zijn onderverdeeld naar:
  - Personervoertuigen (categorie M), genaamd "CAR"
  - Bestelwagens (categorie N1) tot 3500 kg, genaamd "VAN"
  - Lichte voertuigen, personen- en bestelvoertuigen samen, genaamd "light duty", alle lichte voertuigen < 3500 kg
  - Lichte en middelzware vrachtwagens tussen de 3500 kg en 20.000 kg, genaamd "HD medium"
  - Zware vrachtwagens boven de 20.000 kg, genaamd HD zwaar
  - Bussen zoals touringcars, openbaar vervoer bussen, genaamd "Bus".
  - Bussen en middelzware vracht samen, genaamd "BUS\_MED".Deze laatste categorie is een categorie van middelzware vrachtwagens en bussen, gemaakt omdat bussen en middelzware vrachtwagens bij gebruik van lusdata niet goed van elkaar gescheiden kunnen worden.
- c) Omdat de wagenparksamenstelling in steden verschilt van de samenstelling op snelwegen, is de uitstoot van een gemiddelde personenwagen in de stad anders dan van een gemiddelde personenwagen op de snelweg. Daarom wordt onderscheid gemaakt naar "city" en "highway".
- d) Het laatste deel van de emissiemodel naam geeft aan voor welk zichtjaar het model gemaakt is én in welk jaar het model ontwikkeld is. Bijvoorbeeld "\_y15v18" wil zeggen, het betreffende emissiemodel levert emissies voor het zichtjaar 2015, en is gemaakt in 2018. De modellen worden met enige regelmaat geupdate, dit om nieuwe inzichten in voertuigemissies en veranderingen in het wagenpark te verwerken.
- e) De wagenparksamenstelling zal in de toekomst veranderen, deels door autonome verschoning, maar deels ook door aanvullende Europese, Nationale en regionale maatregelen. Voor het afleiden van emissiemodellen voor toekomstige zichtjaren moeten aannames over de vernieuwing van het wagenpark gemaakt worden. Voor Vlaanderen zijn voor de toekomstige zichtjaren voor 2 scenario's emissiemodellen afgeleid. De toevoeging S0 en S2 bij de Vlaamse modellen hebben betrekking op de keuze van de scenario's. Het scenario S0 staat voor een conservatieve schatting van de verschoning van het wagenpark. S2 staat voor een meer positieve verschoning van het wagenpark.

Emissiemodelnaam	voertuigklasse	wegtype	zichtjaar	Gecreëerd	scenario
VL_LD_Car_city_y25v18_S0	personenvoertuigen	stad	2025	2018	S0
VL_LD_Van_city_y25v18_S0	bestelwagens	stad	2025	2018	S0
VL_Light_Duty_city_y25v18_So	Weging van Personen & bestelwagens	stad	2025	2018	S0
VL_HD_medium_city_y25v18	Middelzware vrachtwagen	stad	2025	2018	S0
VL_HD_heavy_city_y25v18	Zware vrachtwagens	stad	2025	2018	S0
VL_HD_Bus_Med_city_y25v18	Weging van Bus & middelzware vrachtwagens		2025	2018	S0
VL_Bus_city_y25v18	Bus (openbaar vervoer of touring car bussen)		2025	2018	S0

Figuur 20: toelichting op de naamgeving van een deel van de beschikbare modellen

In Figuur 20 staat een beschrijving van een deel van de Vlaamse set emissiekenvelden, beschikbaar in EnViVer, namelijk voor het zichtjaar 2025, beleidscenario S0.

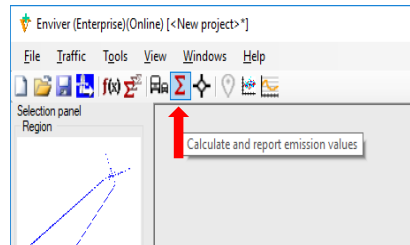


Figuur 21: Voorbeeld van een koppeling van voertuigen uit een verkeersmicrosimulatie aan EnViVer emissiekenvelden

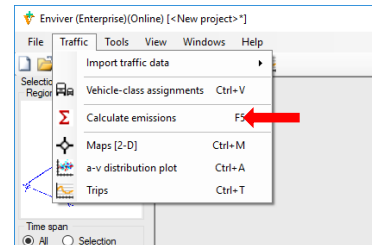
Bovenstaande Figuur toont een voorbeeld van toewijzing van emissiekenvelden aan voertuigklassen uit een verkeersmicrosimulatie, uitgaande van zichtjaar 2018, ontwikkeld in 2018 voor een verkeerssimulatie op de snelweg.

### 3.2.3 Berekenen en opslaan emissies

Nadat de verkeersmicrosimulatie data zijn geïmporteerd en alle voertuigtypen zijn gekoppeld aan het juiste emissiemodel, kan met EnViVer de emissie berekening gestart worden. Dit kan met behulp van het “reken” icoon, of via het menu zoals hieronder weergegeven:



Figuur 22: Start berekening met “reken” icoon



Figuur 23: Start berekeningen via menu

EnViVer start vervolgens met het berekenen van de voertuigemissies van ieder individueel voertuig in het gesimuleerde netwerk. Iedere seconde wordt voor ieder voertuig de emissie berekend en samen met de locatie van het betreffende voertuig in het netwerk opgeslagen. Door de emissies van alle voertuigen bij elkaar op te tellen is uiteindelijk bekend hoeveel CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> in totaal uitgestoten is, maar ook wáár. Nadat EnViVer de berekeningen uitgevoerd heeft verschijnt het volgende scherm:

Onderzoek Gent		
emissie berekening test 1		
Total emission:		
CO2	NOx	PM10
1.412e+08 g	3.554e+05 g	2.347e+04 g
3.139e+07 g/h	7.898e+04 g/h	5216 g/h
234.3 g/km	0.5896 g/km	0.03894 g/km

Figuur 24 Na afronding van de berekeningen volgt een overzicht van de resultaten.

Dit scherm geeft de som van alle voertuigemissies in het netwerk weer, inclusief een vertaling naar grammen per uur en grammen per kilometer. Deze resultaten leveren nog weinig detail informatie.

EnViVer biedt een aantal opties die meer inzicht in de voertuigemissies geven:

- 1) Eenvoudig emissie rapport, hierin worden de emissies per voertuigcategorie weergegeven. Dit rapport wordt gegenereerd door selectie van de “create report” functie links onder in het results menu.



```

test file.V3Emissions - Notepad
File Edit Format View Help
17 Cabrio VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 All VL Euro Car Highway y18v18s0
22 oplegger VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0 All VL Euro Heavy Highway y18v18s0
21 tanker VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0 All VL Euro Heavy Highway y18v18s0
24 Geldtransport VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0 All VL Euro Middle Heavy Highway y18v18s0
23 truck VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0 All VL Euro Heavy Highway y18v18s0
18 Jeep VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 All VL Euro Car Highway y18v18s0

-----

Emission totals per data set:
CO2_g_km NOx_g_km PM10_g_km CO2g_Total NOxg_Total PM10g_Total
234.300135300754 0.589569418506776 0.0389366777807111 141232473.715168 355383.266405897 23470.4231568686

-----

Emission totals per Versit vehicle class:
Versit3Class TripCount Distance_km Duration_sec CO2g_Total NOxg_Total PM10g_Total
VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 113743 518756.958462952 16199 71945089.3412322 172431.732499168
VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0 4461 23461.1962598512 16199 11850136.7570762 74622.1996291983 2843.40835781134
VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0 8173 60566.2761691314 16199 57437247.6168604 108329.334277522 6165.47388343217

Emission per km per Versit vehicle class:
Versit3Class TripCount Distance_km Duration_sec CO2_g_km NOx_g_km PM10_g_km
VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 113743 518756.958462952 16199 138.687468510112 0.332394061778128 0.0278771217999153
VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0 4461 23461.1962598512 16199 505.095163342339 3.18066473689998 0.121200058441921
VL_HD_Heavy_Highway_y18v18s0 8173 60566.2761691314 16199 948.337115137587 1.78860813524366 0.101797143119961

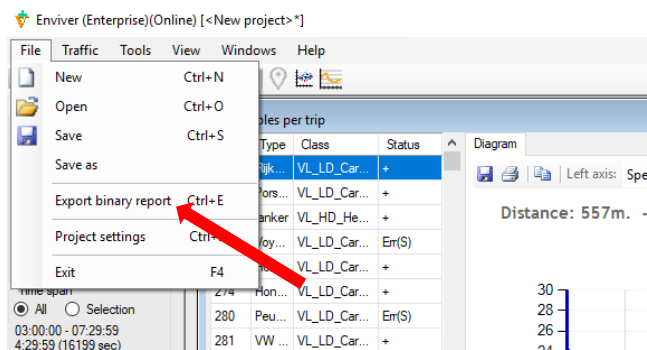
-----

Emission totals per trip:
TripID Type Class Distance_km Duration_sec CO2_g_km NOx_g_km PM10_g_km CO2g_Total NOxg_Total PM10g_Total InputCheck
268 Rijkswacht VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.5574722442626095 52 215.692574147578 0.810087318421281 0.8411495492130063 120.2426
261 Porsche 911 VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.791400020414063 70 130.92164740887 0.391664772103682 0.0253959624280996 103.611394955700
289 Peugeot 406 VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.271102785110474 26 207.527229930297 0.708653341288008 0.0394538953672425 56.26121
290 Honda Civic VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.314225006103516 30 209.0423621466834 0.742017698976085 0.0390356797723506 65.68633
308 Peugeot 406 VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.0172138900756836 2 115.662673151699 0.186266230227766 0.0212279279258807 1.991004
309 Peugeot 406 VL_LD_Car_Highway_y18v18s0 0.4915282113037 618 130.100778957455 0.243524174826571 0.026640208540393 1104.754
310 camionnetje VL_HD_Medium_Highway_y18v18s0 8.67248593139648 710 495.328685162929 2.97811448497741 0.117587417649103 4295.731

```

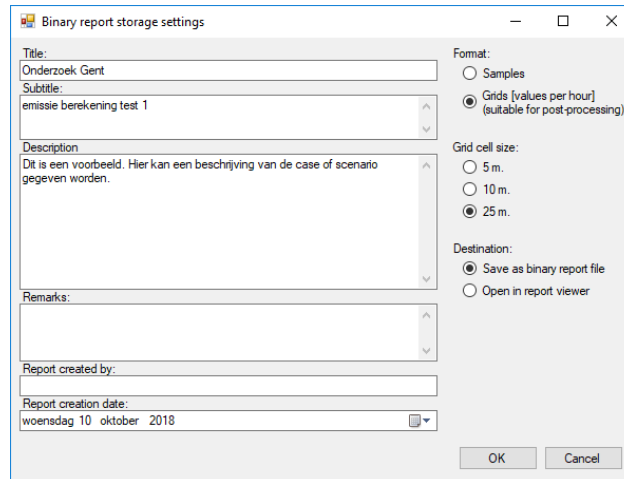
Figuur 26 De \*.V3Emissions file, aangemaakt door de functie “export emissions”

- 3) Een derde optie om data te exporteren is de functie “export binary report” in het hoofdmenu onder “File”. Deze functie slaat een file op die later met behulp van de Versit Report viewer geanalyseerd kan worden.



Figuur 27 exporteren van binary files

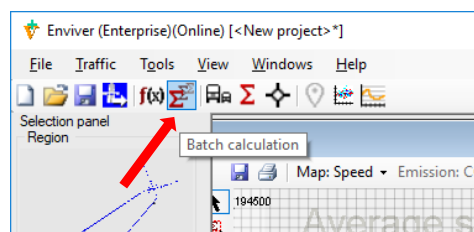
Deze optie maakt het mogelijk de berekende emissies als “grid” uit te voeren. EnviVer legt na berekening van alle voertuigemissies een raster over het netwerk en berekent per cel de totaal uitgestoten emissies. Op deze manier ontstaat een gedetailleerde ruimtelijk inzicht van de verdeling van de emissies over het netwerk. De geporteerde file kan naderhand ingelezen worden in een daarvoor ontwikkelde viewer, de Versit Report Viewer. Selectie van “Export binary report” levert het volgende menu:



Figuur 28 Menu voor het exporteren van emissiedata files

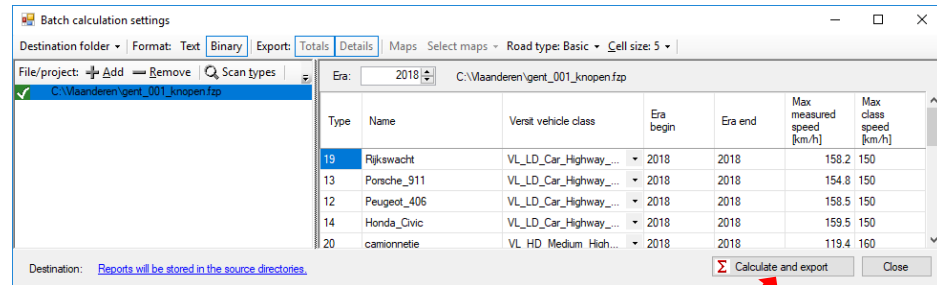
In het export menu kan een beschrijving van de export file gegeven worden, zodat achteraf duidelijk is bij welke simulatie de resultaten horen. Ook kan de grid cel grootte ingesteld worden. Hoe kleiner de grid cel gekozen wordt, hoe gedetailleerder de emissies over het netwerk verdeeld worden. Afhankelijk van het doel kan het bij grote netwerken (> 1km \* 1 km) in verband met de filegrootte en rekentijd overwogen worden een grotere grid cel te selecteren (25 meter). Na keuze van de gewenste instellingen wordt de data in een \*.Versit3report file opgeslagen. Deze file kan achteraf met behulp van de zogenaamde Versit Report Viewer ingelezen en bekeken worden.

- 4) De emissie resultaten kunnen ook met de “Batch Calculation” functie geëxporteerd worden. Deze functie van EnViVer wordt gestart door het activeren van het “Batch Calculation” menu:



Figuur 29 Start van de Batch calculation function

De Batch Calculation functie is ontwikkeld om automatisch een set verkeersmicrosimulatie files te kunnen processen. De \*.FZP files worden dan automatisch achter elkaar ingelezen, de emissies per verkeerssimulatie worden berekend en de resultaten worden automatisch opgeslagen.



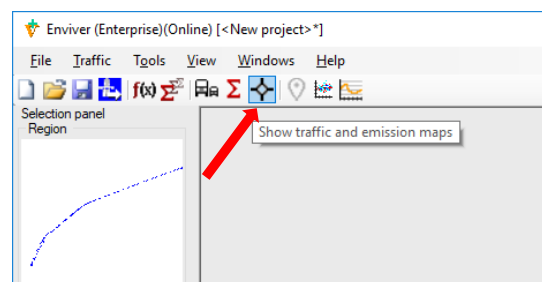
Figuur 30 Batch calculation menu

In het Batch calculation menu kunnen de te processen microsimulatie files geselecteerd worden. Vervolgens kan met de functie “scan types” alle in de simulaties voorkomende voertuigtypen gescand en aan de juiste emissiemodellen gekoppeld worden. De functie “calculate and export” start de berekeningen en zorgt ervoor dat de resultaten van iedere berekening opgeslagen worden.

In het bovenste gedeelte van het menu kan ingesteld worden op welke wijze de berekende emissiewaarden opgeslagen worden. Wordt de optie “Maps” geselecteerd, dan worden de emissies per grid cel opgeslagen. Deze files bevatten ook een beschrijving van het totale grid, zodat de resultaten in bijvoorbeeld GIS pakketten ingelezen kan worden. Dit kan aantrekkelijk zijn voor koppeling van de emissies aan kaarten óf in verband met het koppelen van verkeersemissies aan wegen voor de berekening van luchtkwaliteit met aparte dispersie modellen. Belangrijk is wel dat het gekozen coördinaten systeem van de verkeersmicrosimulatie overeenkomt met het coördinaten systeem van de kaarten waarop de verkeersemissies op geplot moeten worden.

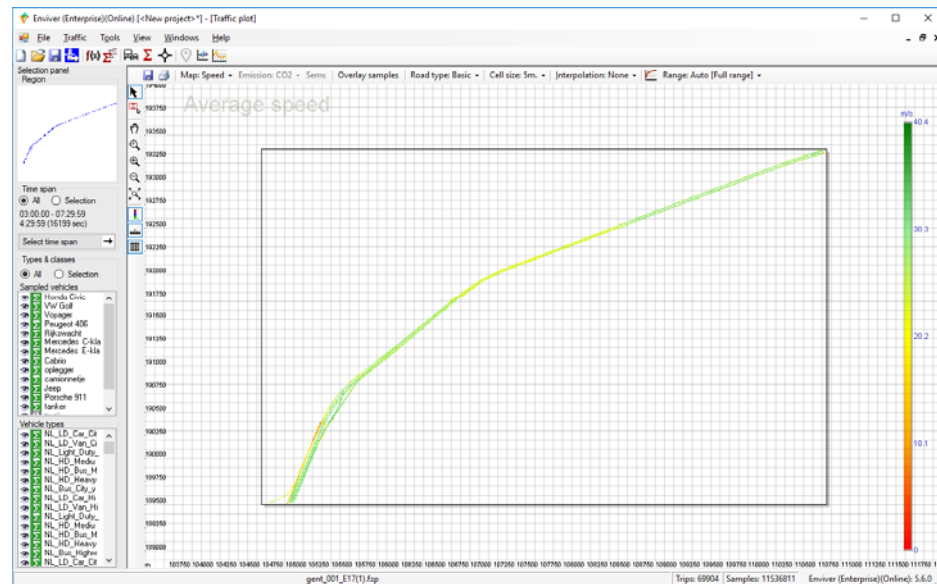
### 3.3 Rapportage

In de vorige paragraaf is uitgelegd hoe de voertuigemissies op basis van een verkeersmicrosimulatie uitgerekend kunnen worden. Ook is beschreven hoe de resultaten opgeslagen kunnen worden. De resultaten kunnen ook direct in EnViver weergegeven worden. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van een functie die het gesimuleerde netwerk inclusief gemiddelde snelheden en emissies weergeeft.



Figuur 31 Selecteren weergave van resultaten in de vorm van een netwerk kaart

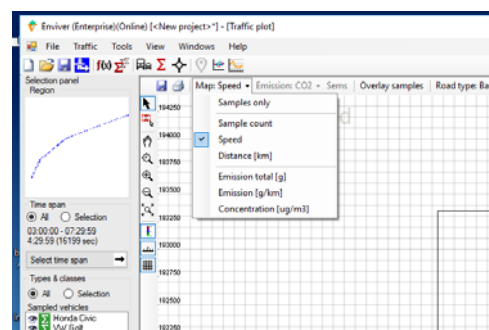
De functie “show traffic and emission maps” open teen nieuw scherm waarin het gesimuleerde netwerk weergegeven wordt.



Figuur 32 Weergave van een deel van een verkeersmicrosimulatie.

In het scherm kunnen de volgende zaken weergegeven worden:

- Aantal samples per grid cel
- Gemiddelde snelheid per grid cel
- Emissies (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) in gram per grid cel
- Emissies (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) in gram/km per grid cel
- Indicatie van de verkeersbijdrage aan de lokale concentratie. Deze waarden moeten vooral als INDICATIEF gezien worden en hebben alleen betrekking op de verkeersbijdrage. Aangezien géén rekening met de meteorologie, achtergrond concentraties en (gedetailleerde) bebouwing, bomen etc. rekening gehouden wordt kunnen deze concentratie waarden niet voor berekening van exacte lokale concentraties gebruikt worden, maar zijn met name geschikt voor visualisatie.



Figuur 33 In het menu "traffic and emission maps" kunnen diverse parameters geselecteerd en weergegeven worden

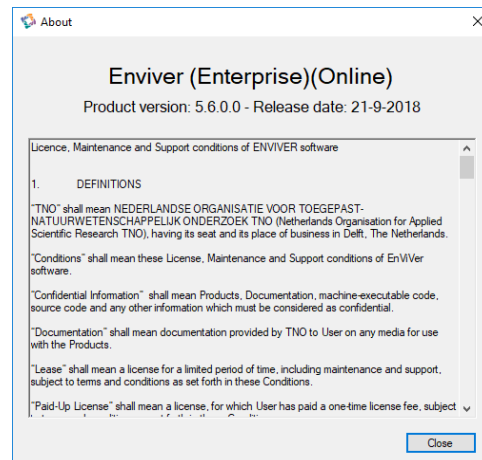
### 3.4 Versiebeheer

EnViver wordt door de loop van de jaren aangepast, functies worden uitgebreid en nieuwe functie worden toegevoegd. Naast veranderingen in de software zelf worden ook nieuwe emissiemodellen beschikbaar gesteld. Iedere nieuwe versie



van EnViVer krijgt een uniek nummer. Om achteraf resultaten van verschillende analyses met elkaar te kunnen vergelijken is het belangrijk om de versie nummer van EnViVer én de voor de berekeningen toegepaste emissiemodellen te kunnen achterhalen.

Het versie nummer van EnViVer is eenvoudig te achterhalen via de help functie, onder de optie “about”. Na selectie van deze optie verschijnt onderstaande scherm. Bovenin dit scherm staat het versie nummer van de geïnstalleerde EnViVer versie.



Figuur 34 Informatie menu van de geïnstalleerde EnViVer versie

Bij export van het emissie rapport en ook bij de export van de data worden in de files het versie nummer van EnViVer én de namen van de toegepaste modellen opgeslagen.

Nieuwe versies van EnViVer worden via de website van PTV beschikbaar gesteld. In specifieke gevallen worden updates voor bepaalde problemen ook direct geleverd.

### 3.5 Updates

Door de jaren heen veranderd de samenstelling van het wagenpark continu. Er komen steeds nieuwe voertuigen op de weg, oudere voertuigen verdwijnen. Daarnaast zijn er veel andere invloedsfactoren die de wagenparksamenstelling beïnvloeden, bijvoorbeeld Europees, Nationaal en lokaal beleid, verandering van de vraag van de markt etc. etc.

Ook voert TNO ieder jaar opnieuw veel emissiemetingen aan voertuigen uit. De data van deze metingen wordt gebruikt om jaarlijks bestaande modellen te valideren en nieuwe modellen voor nieuwe voertuigen te creëren.

Deze ontwikkelingen zorgen er voor dat de emissiemodellen, ook de modellen die de gemiddelde emissies voor een geaggregeerde categorie zoals “personenvoertuigen” of “bestelwagens” berekenen, op regelmatige basis geactualiseerd moeten worden.

Om EnViVer emissiemodellen voor Vlaanderen te actualiseren, moet het meest actuele inzicht in de wagenparksamenstelling én de voertuigkilometrages per voertuigklasse in Vlaanderen gecombineerd worden met de actuele VERSIT+ detail modellen van TNO. Zo kan een nieuwe weging van de VERSIT+ emissiemodellen

met voertuigkilometrages van het Vlaamse park uitgevoerd worden. Op basis van deze weging worden de gewenste nieuwe geaggregeerde emissiemodellen voor Vlaanderen afgeleid. De nieuwe modellen worden voorzien van een beschrijving voor het zichtjaar waarvoor ze afgeleid zijn, bijvoorbeeld 2020 of 2030. Daarnaast wordt in de naam het jaar waarin de modellen gecreëerd zijn opgenomen. Zo blijft door de jaren heen duidelijk welke modellen in diverse simulaties toegepast zijn.

Het update van modellen, of het afleiden van specifiek gewenste modellen vereist toegang tot de VERSIT+ detail kenvelen (>500). Deze detail kenvelen zijn alleen binnen TNO beschikbaar. Om EnViVer gebruikers ook zelf in de gelegenheid te stellen variaties in het wagenpark aan te brengen en zo de gemiddelde emissies per klasse te veranderen, werkt TNO momenteel aan een nieuwe "Wagenpark" functie. Met deze functie kan de gebruiker zelf, binnen bepaalde grenzen, de samenstelling van het wagenpark, binnen bepaalde grenzen, aanpassen. Deze nieuwe functie zal naar verwachting in 2019 beschikbaar komen.

## 4 Resultaten EnViVer emissiemodellen

### 4.1 Nederlandse emissiefactoren 2016 en 2018

Na de update van de NL EnViVer 2016 kenvel sets tot de 2018 versie was er vanzelfsprekend de wens deze met elkaar te vergelijken. Kenvel sets<sup>13</sup> laten zich echter wat moeizaam vergelijken met 11 kentallen (u0 t/m u10) waarvan niet direct duidelijk is wat een veranderde waarde betekent op emissieniveau. De meest voor de hand liggende vergelijkingsmethode is het berekenen van emissies of emissiefactoren voor een aantal representatieve snelheidsprofielen met de oude en de nieuwe kenvel sets en de uitkomsten te vergelijken.

Voor het rijgedrag behorend bij de Nederlandse standaard wegtypen, zie het overzicht in Tabel 3, kan dat heel snel en gemakkelijk door gebruik te maken van de speciaal daarvoor ontwikkelde rijgedrag vectoren (ook uit 11 elementen) die het gemiddelde rijgedrag, qua snelheid en versnelling, op die wegtypen voor licht (personen- en bestelauto's) en zwaar (vrachtauto's) verkeer representeren. Berekening van het inwendig product van een kenvel set met een dergelijke rijgedrag vector levert dan direct de emissiefactor in g/km voor de betreffende combinatie van voertuigklasse, emissie en wegtype.

Tabel 3 Overzicht NL standaard wegtypen met gemiddelde snelheden.

wegtype	locatie/samenstelling, verkeersintensiteit	V gemiddeld in km/u	
		licht (LD)	zwaar (HD)
<b>WS1</b>	stad (urban/city), stagnerend	12.0	5.6
<b>WM1</b>	stad, tussen stagnerend en vrij stromend	24.6	16.0
<b>WF1</b>	stad, vrij stromend (free flow)	43.6	46.4
<b>WT1</b>	stad, gemiddeld (WT1 ≈ WM1)	25.9	24.6
<b>WT2</b>	buitenweg (rural), gemiddeld	52.9	70.6
<b>WT3</b>	snelweg (highway), gemiddeld	87.1	71.6

Dergelijke emissiefactor berekeningen zijn uitgevoerd voor de NL EnViVer y16v16 kenvel sets, i.e. zicht- en versie jaar 2016 (~\_y16v16) en de NL EnViVer yXXv18 (XX = 15, 18, 20, 25 of 30) kenvel sets, i.e. versiejaar 2018 en de zichtjaren 2015, 2018, 2020, 2025 of 2030. Daarnaast zijn ter vergelijking tevens voertuigkilometer gewogen emissiefactoren berekend uit de 'TNO basislijst emissiefactoren', welke resultaten hierna worden aangeduid als NL yXXv18 (XX = 15, 18, 20, 25 of 30).

Een drietal voorbeelden van deze vergelijking, namelijk voor de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> emissiefactoren van de voertuigklasse NL\_Light\_Duty\_City, of te wel NL personen- en bestelauto's (samen) van samenstelling stad (voor zichtjaar 2018), zijn weergegeven in Figuur 36 tot en met Figuur 38 (blz. 31).

<sup>13</sup> Een VERSIT+ kenvel set bestaat 10 (u1 t/m u10) of 11 (u0 t/m u10) kentallen (u0 is de koude start bijdrage) en moet niet verward worden met een rijgedrag vector die ook uit 10 of 11 kentallen bestaat (q0 t/m q11). Waar een VERSIT+ kenvel set de snelheids- en versnellingsafhankelijke emissie (van een bepaalde stof, bijv. CO<sub>2</sub>) beschrijft, representeert een rijgedrag vector het rijgedrag, i.e. de snelheids- en versnellingsprofielen, voor een bepaalde rit of een zeker wegtype. Uit een VERSIT+ kenvel set en een rijgedrag vector samen kan de emissie, totaal of als emissiefactor, berekend worden.

In deze figuren zijn de berekende emissiefactoren als staafdiagrammen weergegeven, gegroepeerd per wegtype. Binnen een wegtype groepje is het relatieve verschil ten opzichte van NL EnViVer y18v18, i.e. de oranje staafjes, als percentage aangegeven voor NL EnViVer y16v16 (blauw) en NL y18v18 (geel).

Voor de voertuigklassen met wagenpark samenstelling stad, i.e. met 'City' in de naam, zijn natuurlijk vooral de emissiefactoren voor de stadse wegtypen (WF1, WM1, WS1 en WT1) van praktisch belang en voor de overige wegtypen (WT2 en WT3) niet of meer van theoretisch belang.

Voor de voertuigklassen met wagenparksamenstelling, i.e. met 'Highway' in de naam, is vooral de emissiefactor voor wegtype snelweg (WT3) van praktisch belang en de overige niet of meer van theoretisch belang. Van deze emissiefactoren staan in dit rapport geen voorbeeld figuren. Deze figuren staan uiteraard wel in de hierna genoemde pdf-bestanden.

Voor de vijf complete sets van 42<sup>14</sup> figuren per zichtjaar zij hier verwezen naar de referenties in hoofdstuk 6, waar de namen van de vijf pdf-bestanden met NL EnViVer emissiefactor resultaten opgesomd staan ([16] t/m [20]).

Vergelijking van de emissiefactoren NL EnViVer y16v16 en NL EnViVer yXXv18 aan de hand van de figuren in de pdf-bestanden leert dat de verschillen meestal klein (< 15 %) zijn, soms groot (~50 %) en meestal goed verklaarbaar zijn, bijvoorbeeld t.g.v. zichtjaar verandering (klein effect), of t.g.v. update VERSIT+ kenveld sets en/of basis emissiefactoren (soms groot effect).

Vergelijking van de emissiefactoren NL EnViVer yXXv18 en NL yXXv18 leert dat die verschillen ook meestal klein (< 15 %) zijn, soms onverwacht groot (~50 %) en niet altijd duidelijk verklaarbaar, mogelijk als gevolg van verschillen in update strategie en/of de realisatie van de onderliggende VERSIT+ kenveld en emissiefactoren databases. Dit is een punt van aandacht voor TNO.

Tenslotte past hier een relativerende opmerking bij de waargenomen verschillen. Voor de emissie effectstudies waarvoor EnViVer bedoeld is zijn vooral de relatieve emissie effecten bij variatie van rijgedrag en verkeerssamenstelling van belang. Hiermee wordt bepaald of maatregelen een positief dan wel negatief effect op emissies hebben, en ook wáár deze effecten in het netwerk optreden.

## 4.2 Vlaamse en Nederlandse emissiefactoren

De eerder genoemde emissiefactor berekeningen zijn uiteraard ook uitgevoerd voor de VL EnViVer yXXv18sx (XX = 15, 18, 20, 25 of 30, sx = s0 of s2) kenveld sets, i.e. versiejaar 2018, de zichtjaren 2015, 2018, 2020, 2025 of 2030 en de wagenparkscenario's S0 en S2.

Een drietal voorbeelden, namelijk voor de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM10 emissiefactoren van de voertuigklasse VL en NL Light\_Duty\_City, of te wel VL en NL personen- en bestelauto's (samen) van samenstelling stad (voor zichtjaar 2018 en scenario S0

---

<sup>14</sup> Met drie emissies en 14 EnViVer voertuigklassen is het aantal figuren met emissiefactor resultaten  $3 \times 14 = 42$  per zichtjaar (NL resultaten) of per zichtjaar/wagenparkscenario combinatie (VL resultaten).

(alleen VL)), zijn weergegeven in Figuur 39 tot en met Figuur 41 (blz. 32). De blauwe staafjes zijn nu de emissiefactoren voor VL EnViVer y18v18s0.

Voor de tien complete sets van 42<sup>14</sup> figuren per zichtjaar/wagenparkscenario combinatie zij ook hier verwezen naar de referenties in hoofdstuk 6, waar de namen van de tien pdf-bestanden met VL EnViVer emissiefactor resultaten opgesomd staan ([21] t/m [30]).

Vergelijking van de emissiefactoren VL EnViVer yXXv18s0 en NL EnViVer yXXv18 aan de hand van de figuren in de pdf-bestanden leert dat de Vlaamse emissiefactoren vaak ongeveer gelijk zijn aan Nederlandse (abs < 5 %) of hoger (+15 %), soms verklaarbaar flink hoger zoals bijvoorbeeld voor Light Duty NO<sub>x</sub> (> +50 %), hetgeen zo goed als zeker veroorzaakt wordt door het grotere aandeel diesels in het Vlaamse wagenpark.

Om het voorspelde verloop van de emissiefactoren in de tijd (2015 t/m 2030) beter te kunnen volgen zijn, naast de hiervoor genoemde tien pdf-bestanden, ook nog 28 pdf-bestanden gemaakt met dezelfde figuren maar dan gegroepeerd per voertuigklasse in plaats van per zichtjaar. In de referenties in hoofdstuk 6 zijn de namen van deze bestanden opgesomd ([31] t/m [58]). En in Bijlage A staan de 15 figuren voor de voertuigklassen VL en NL Light\_Duty\_City, voor de vijf zichtjaren 2015 tot en met 2030 en het wagenparkscenario S0 (VL), als voorbeeld van deze visualisering.

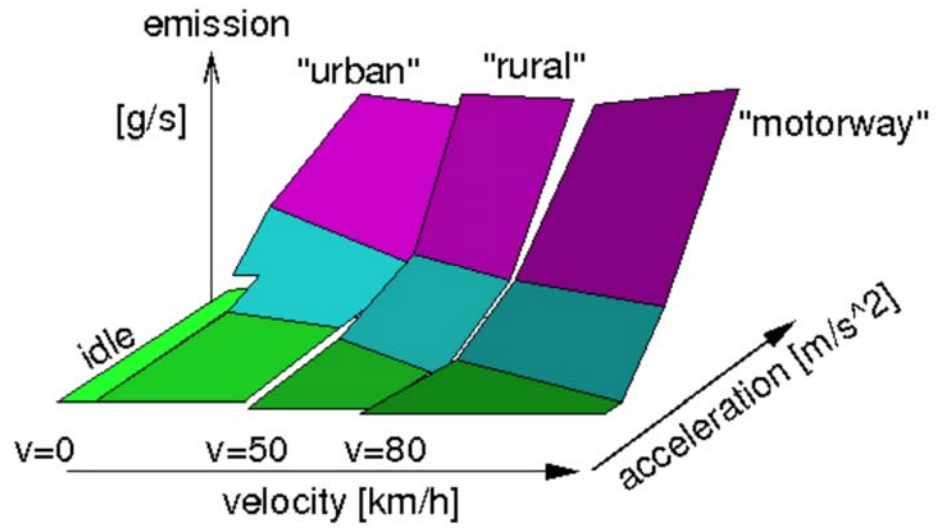
#### 4.3 Vlaamse EnViVer en COPERT emissiefactoren

Oorspronkelijk was het idee om ook een vergelijking te maken tussen de hiervoor besproken Vlaamse EnViVer 2018 emissiefactoren<sup>15</sup> en overeenkomstige Vlaamse emissiefactoren op basis van COPERT<sup>16</sup>. Deze vergelijking is niet uitgevoerd omdat het onderliggende rijgedrag, i.e. de snelheidsdynamiek, voor de COPERT emissiefactoren onbekend is en de betekenis van een vergelijking daardoor onduidelijk is.

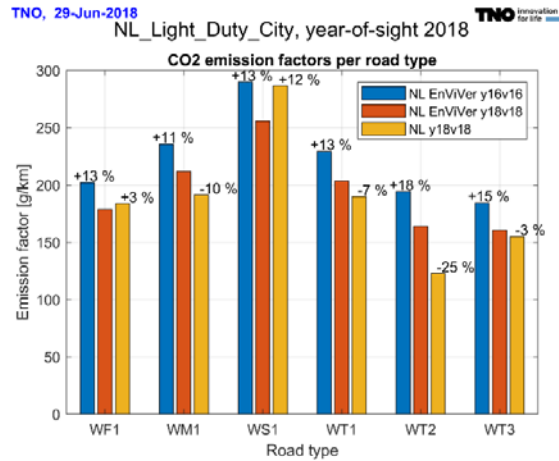
Dat de snelheidsdynamiek van voertuigen cruciaal is voor realistische emissieberekeningen wordt geïllustreerd met een grafische voorstelling van het VERSIT+ voertuig emissiemodel, op basis van een VERSIT+ kenveldset, zoals weergegeven in Figuur 35 (zie blz. 30). In deze driedimensionale figuur zijn de voertuig snelheid en versnelling langs de beide horizontale assen uitgezet en de emissie langs de verticale as. Ieder punt van het gekleurde oppervlak representeert de emissie per seconde, volgens het VERSIT+ voertuigmodel, voor iedere combinatie van snelheid en versnelling. Duidelijk is dat de emissie vooral toeneemt voor toenemende versnelling. Om die reden kunnen ritten met dezelfde gemiddelde snelheid, maar verschillende onderliggende dynamiek, tot zeer verschillende totale emissies leiden.

<sup>15</sup> Zie tabblad *Sheet3* van 'VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018\_S0-REF.xlsx' [14], voor het wagenpark scenario S0, en idem van 'VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018\_S2-CPT2017.xlsx' [15] voor scenario S2.

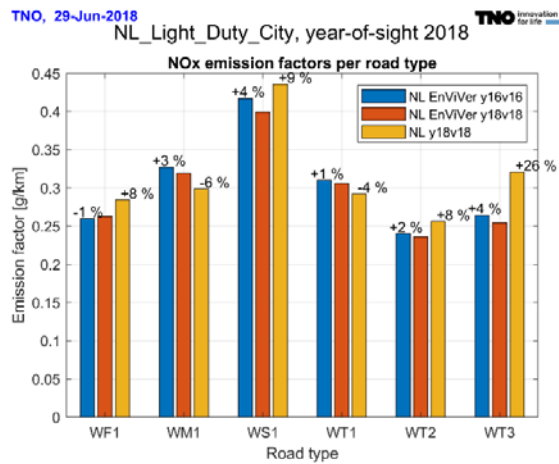
<sup>16</sup> Deze kunnen middels voertuigkilometer gewogen middeling berekend worden uit de COPERT emissiefactoren op de tabbladen 'Scenario S0-REF - EF g\_km' en 'Scenario S2-CPT2017 - EF g\_km' van 'ENVIVER - data aanlevering 01032018.xlsx' [11].



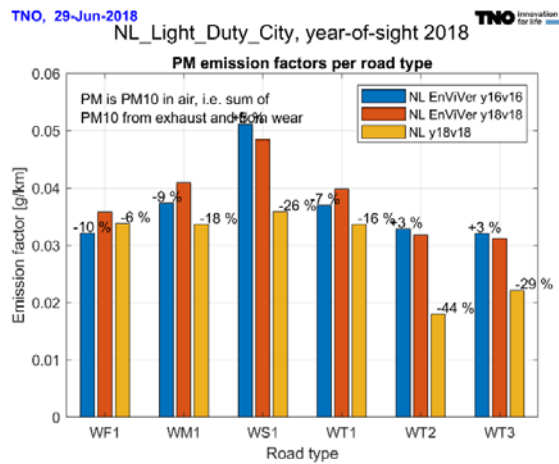
Figuur 35 Grafische weergave een VERSIT+ voertuig emissiemodel op basis van een VERSIT+ kenveldset, zoals ook toegepast in EnViVer. Zie ook [5].



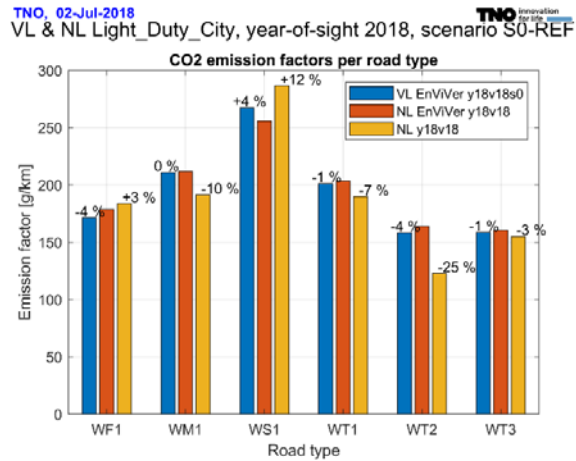
Figuur 36 CO<sub>2</sub> emissiefactoren voor NL EnViVer y16v16, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



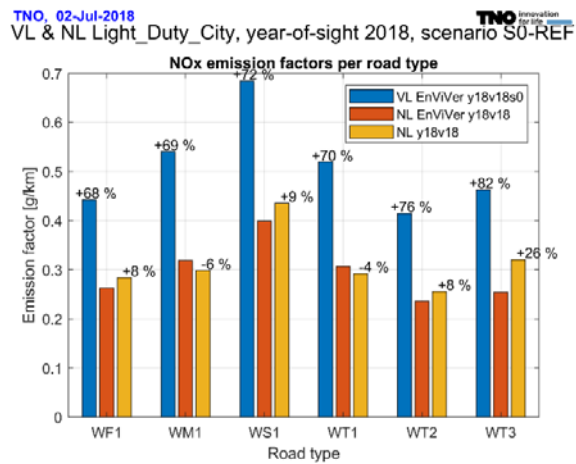
Figuur 37 NO<sub>x</sub> emissiefactoren voor NL EnViVer y16v16, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



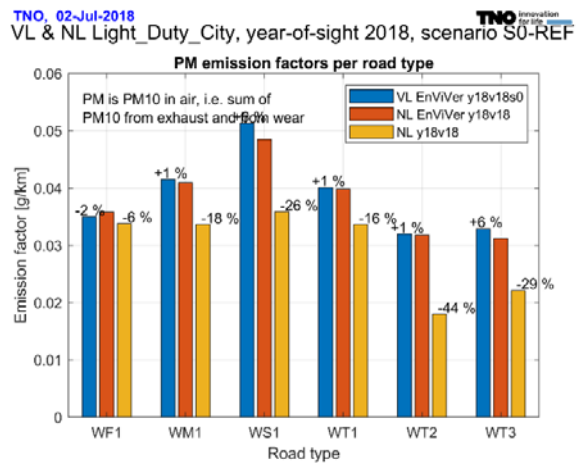
Figuur 38 PM<sub>10</sub> emissiefactoren voor NL EnViVer y16v16, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



Figuur 39 CO<sub>2</sub> emissiefactoren voor VL EnViVer y18v18s0, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



Figuur 40 NO<sub>x</sub> emissiefactoren voor VL EnViVer y18v18s0, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



Figuur 41 PM10 emissiefactoren voor VL EnViVer y18v18s0, NL EnViVer y18v18 en NL y18v18.



## 5 Discussie en conclusies

In deze studie zijn Vlaamse EnViVer emissiemodellen, voor de diverse zichtjaren (2015, 2018, 2020, 2025 en 2030), de Vlaamse wagenpark scenario's S0 en S2 en de emissiecomponenten CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM10, afgeleid en gecontroleerd. Deze modellen zijn exclusief beschikbaar gesteld aan de Vlaamse Overheid (OV) via het software pakket EnViVer, i.e. de Vlaamse versie van EnViVer.

In dit rapport is allereerst uitvoerig beschreven hoe de Vlaamse EnViVer emissiemodellen afgeleid zijn van de Nederlandse VERSIT+ emissiemodellen.

Vervolgens is uitvoerig beschreven hoe de Vlaamse EnViVer emissiemodellen met EnViVer gebruikt kunnen worden.

Daarnaast is een vergelijkende analyse uitgevoerd om de plausibiliteit van de Vlaamse EnViVer emissiemodellen te controleren.

Deze analyse is uitgevoerd door emissiefactoren, berekend met de Vlaamse EnViVer emissiemodellen voor verschillende Nederlandse wegtypen (met bijbehorend verschillend gemiddeld rijgedrag), te vergelijken met overeenkomstige (qua voertuigklasse en wegtype) emissiefactoren, berekend met de Nederlandse EnViVer emissiemodellen.

Uit deze vergelijking volgde allereerst dat de Vlaamse en Nederlandse EnViVer emissiemodellen met name voor de emissies CO<sub>2</sub> en PM10 zeer vergelijkbare resultaten, in termen van de berekende emissiefactoren, opleverden. Hierbij kwamen ook trends voor veranderend zichtjaar en veranderende verkeersdoorstroming goed overeen.

Grote verschillen traden wel op voor de emissie NO<sub>x</sub>, waarbij de Vlaamse NO<sub>x</sub> emissiefactoren voor met name lichte voertuigen, i.e. personen- en bestelauto's, tot wel 50 % hoger waren dan de overeenkomstige Nederlandse. Deze grote verschillen in NO<sub>x</sub> emissie laten zich goed verklaren door het hogere aandeel diesel personenvoertuigen in het Vlaamse wagenpark.

Het Vlaamse wagenpark scenario S2 tenslotte, een scenario waarbij ten opzichte van het meer conservatieve Vlaamse wagenpark scenario S0 uitgegaan wordt van een snellere instroom van schonere en zuinigere voertuigen, laat voor toenemend zichtjaar inderdaad een snellere afname van de emissies, in termen van de berekende emissiefactoren, zien dan het S0 scenario.

Algemeen kan gesteld worden dat uit analyse volgt dat de Vlaamse EnViVer emissiemodellen met EnViVer betrouwbare resultaten leveren.

## 6 Referenties

- [1] Vlaamse Overheid, 2017, *Aanpassing van de EnViVer module naar de Vlaamse situatie en validatie via een concrete case*, Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving, Departement Omgeving, Afdeling Energie Klimaat en Groene Economie, Onderhandelingsprocedure zonder voorafgaande bekendmaking voor diensten, Bestek nr. OMG/EKG/MOB2017\_01, pp. 33. Bestand *bestek\_OPZB\_EnViVer\_171017.pdf*.
- [2] PTV, 2017, *Aanpassing van de EnViVer module naar de Vlaamse situatie en validatie via een concrete case*, Offerteformulier OMG/EKG/MOB2017\_01, pp 27. Bestand *Offerte\_OMG\_EKG\_MOB2017\_01.pdf*.
- [3] TNO, 2018, *Vlaams verkeersemissiemodel EnViVer*, TNO offerte 2018-STL-OFF-0100309656v2, Project 060.25415, 18 januari 2018, pp. 17. Bestand *Vlaams\_verkeersemissiemodel\_EnViVer\_TNO\_PTV.pdf*.
- [4] Eijk, A.R.A. & U. Stelwagen, 2018, *Case Study Gent, Resultaten met EnViVer voor Vlaanderen*, TNO rapport TNO 2018 R11241, 31 oktober 2018, pp 35. Bestand *'TNO 2018 R11241 Case Study Gent.docx/pdf'*.
- [5] Ligterink, N.E. & R. de Lange, 2009, *Refined vehicle and driving-behaviour dependencies in the VERSIT+ emission model*, Actes Inrets, 122, pp. 8. <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid:b79baf31-d368-4759-b98b-425fa6beb0fc>  
Bestand *'Ligterink, 2009, Refined vehicle and driving-behaviour dependencies in the VERSIT+ emission model, Actes Inrets 122, pp 1-8.pdf'*.
- [6] Voor informatie over het TNO EnViVer voertuigemissie modelleringspakket zie <https://www.tno.nl/en/focus-areas/traffic-transport/roadmaps/mobility-logistics-digitalisation/sustainable-mobility/improving-air-quality-by-monitoring-real-world-emissions/enviver-model-traffic-flow-and-emissions/> en <http://vision-traffic.ptvgroup.com/nl/products/ptv-vissim/use-cases/emissions-modelling/>
- [7-10] niet gebruikt
- [11] *ENVIVER - data aanlevering 01032018.xlsx*
- [12] *VL\_Vehicle\_Class\_VKM\_20180301.xlsx*
- [13] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018.xlsx*
- [14] *VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018\_S0-REF.xlsx*
- [15] *VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_2018\_S2-CPT2017.xlsx*
- [16] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y15v18.pdf*
- [17] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y18v18.pdf*
- [18] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y20v18.pdf*
- [19] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y25v18.pdf*
- [20] *NL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y30v18.pdf*

- [21] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y15v18s0.pdf
- [22] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y18v18s0.pdf
- [23] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y20v18s0.pdf
- [24] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y25v18s0.pdf
- [25] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y30v18s0.pdf
  
- [26] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y15v18s2.pdf
- [27] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y18v18s2.pdf
- [28] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y20v18s2.pdf
- [29] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y25v18s2.pdf
- [30] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_y30v18s2.pdf
  
- [31] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Car\_City\_S0.pdf
- [32] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Van\_City\_S0.pdf
- [33] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Light\_Duty\_City\_S0.pdf
- [34] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Medium\_City\_S0.pdf
- [35] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Bus\_Med\_City\_S0.pdf
- [36] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Heavy\_City\_S0.pdf
- [37] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Bus\_City\_S0.pdf
  
- [38] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Car\_Highway\_S0.pdf
- [39] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Van\_Highway\_S0.pdf
- [40] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Light\_Duty\_Highway\_S0.pdf
- [41] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Medium\_Highway\_S0.pdf
- [42] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Bus\_Med\_Highway\_S0.pdf
- [43] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Heavy\_Highway\_S0.pdf
- [44] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Bus\_Highway\_S0.pdf
  
- [45] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Car\_City\_S2.pdf
- [46] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Van\_City\_S2.pdf
- [47] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Light\_Duty\_City\_S2.pdf
- [48] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Medium\_City\_S2.pdf
- [49] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Bus\_Med\_City\_S2.pdf
- [50] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Heavy\_City\_S2.pdf
- [51] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Bus\_City\_S2.pdf
  
- [52] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Car\_Highway\_S2.pdf
- [53] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_LD\_Van\_Highway\_S2.pdf
- [54] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Light\_Duty\_Highway\_S2.pdf
- [55] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Medium\_Highway\_S2.pdf
- [56] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Bus\_Med\_Highway\_S2.pdf
- [57] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_HD\_Heavy\_Highway\_S2.pdf
- [58] VL\_VERSIT\_EnViVer\_kenvelden\_VL\_NL\_Bus\_Highway\_S2.pdf

## 7 Ondertekening

Den Haag, 31 oktober 2018

TNO

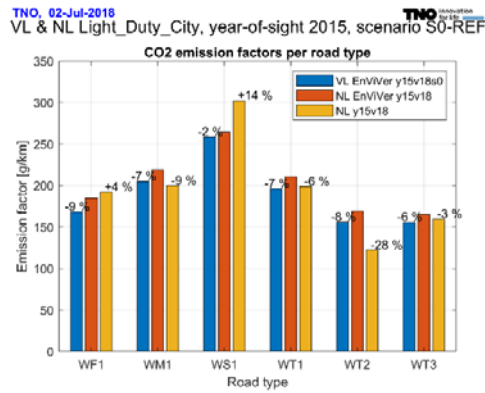


Arjan Eijk  
Projectleider

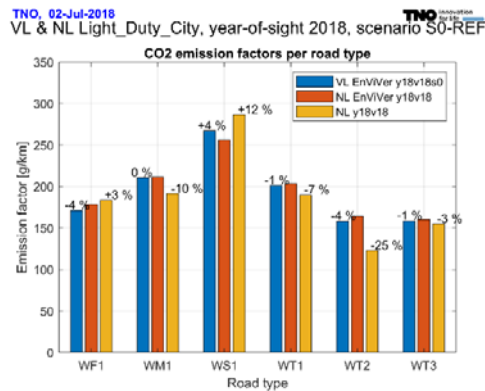


Uilke Stelwagen  
Auteur

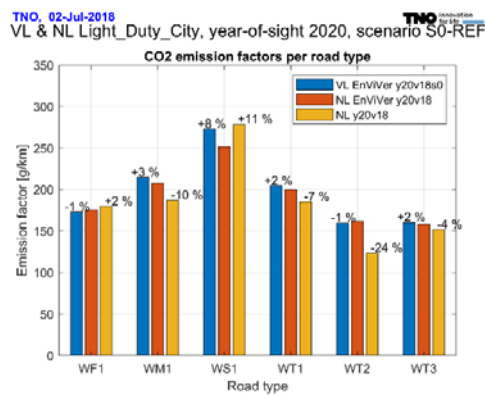
## A Tijdsverloop VL en NL Light\_Duty\_City emissiefactoren



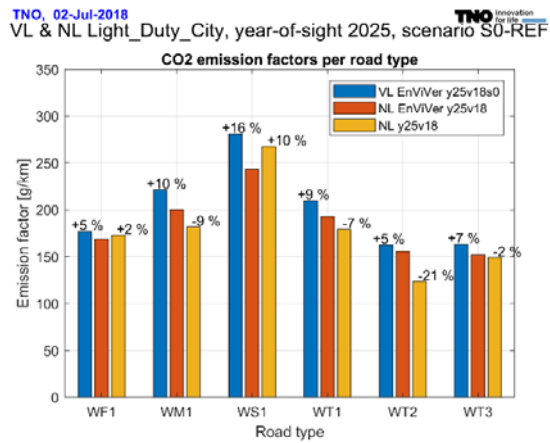
Figuur 42 Emissiefactoren CO<sub>2</sub> zichtjaar 2015.



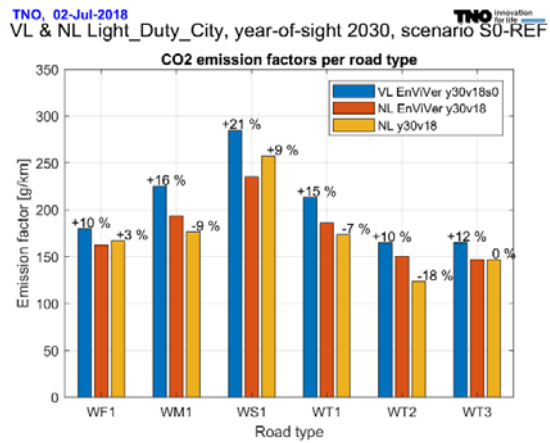
Figuur 43 Emissiefactoren CO<sub>2</sub> zichtjaar 2018.



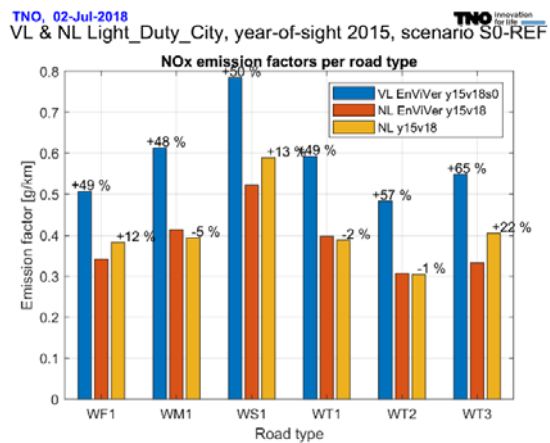
Figuur 44 Emissiefactoren CO<sub>2</sub> zichtjaar 2020.



Figuur 45 Emissiefactoren CO<sub>2</sub> zichtjaar 2025.

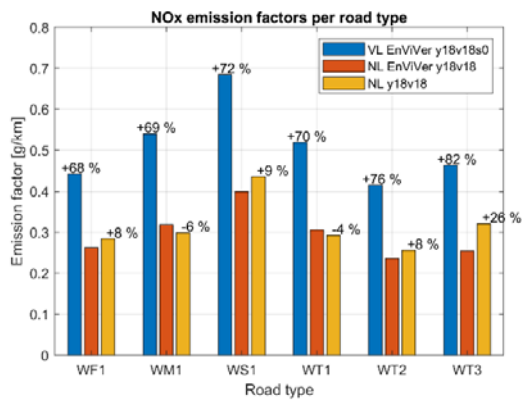


Figuur 46 Emissiefactoren CO<sub>2</sub> zichtjaar 2030.



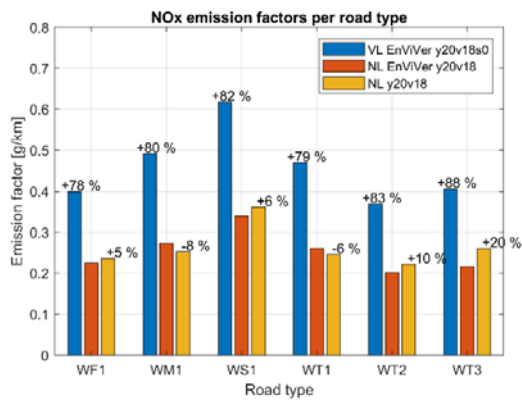
Figuur 47 Emissiefactoren NO<sub>x</sub> zichtjaar 2015.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2018, scenario S0-REF



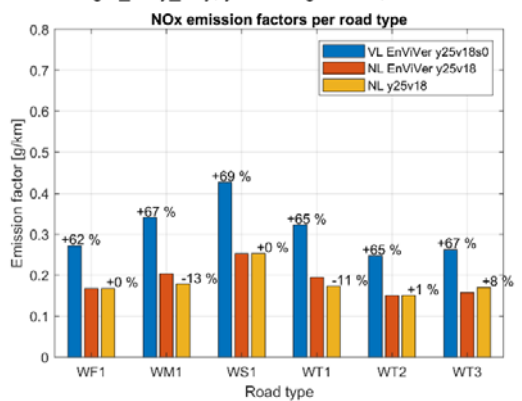
Figuur 48 Emissiefactoren NO<sub>x</sub> zichtjaar 2018.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2020, scenario S0-REF



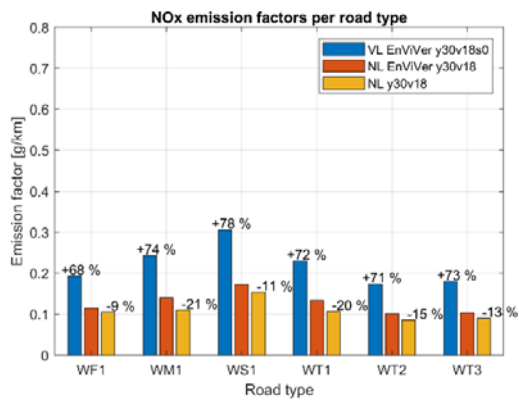
Figuur 49 Emissiefactoren NO<sub>x</sub> zichtjaar 2020.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2025, scenario S0-REF



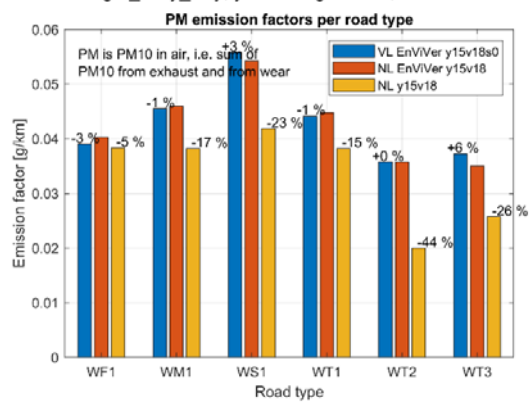
Figuur 50 Emissiefactoren NO<sub>x</sub> zichtjaar 2025.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2030, scenario S0-REF



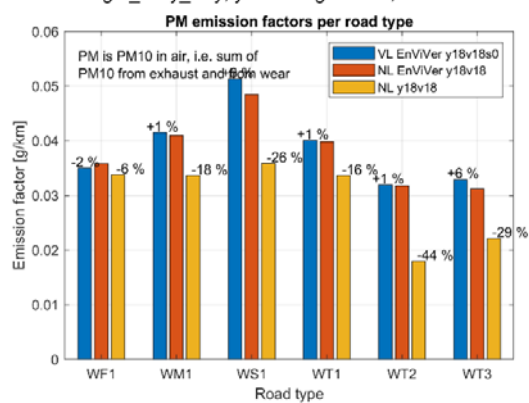
Figuur 51 Emissiefactoren NO<sub>x</sub> zichtjaar 2030.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2015, scenario S0-REF



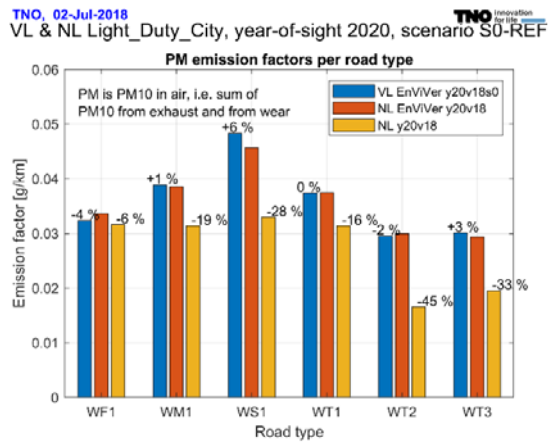
Figuur 52 Emissiefactoren PM<sub>10</sub> zichtjaar 2015.

TNO, 02-Jul-2018  
VL & NL Light\_Duty\_City, year-of-sight 2018, scenario S0-REF

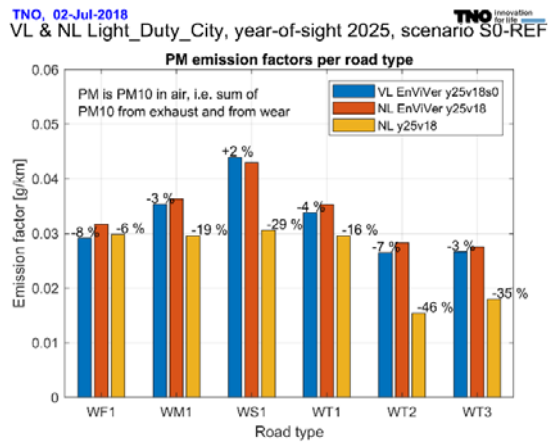


Figuur 53 Emissiefactoren PM<sub>10</sub> zichtjaar 2018.

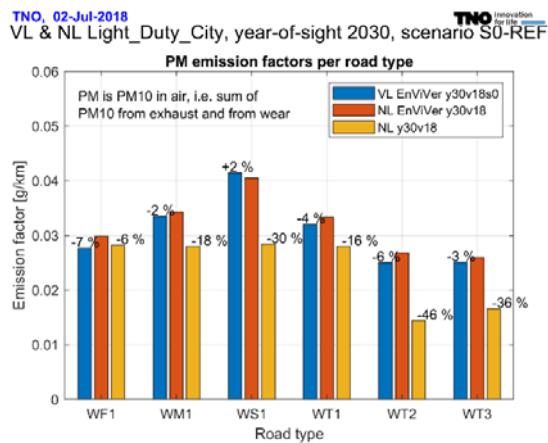




Figuur 54 Emissiefactoren **PM10** zichtjaar 2020.



Figuur 55 Emissiefactoren **PM10** zichtjaar 2025.



Figuur 56 Emissiefactoren **PM10** zichtjaar 2030.