

①

DI 217367

**transpute**

Oosthaven 13  
2801 PC Gouda  
Tel: 01820-80242  
Fax: 01820-23406

Bureau voor onderzoek en systeemontwikkeling op het gebied van verkeer, vervoer en informatica

VOERTUIGDICHTHEID EN SAMENSTELLING VAN  
HET VERKEER TEN BEHOEVE VAN  
EMISSIEBEREKENINGEN

Onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de Bouwdienst  
van de Rijkswaterstaat

oktober 1991

C 5346

BIBLIOTHEEK  
Bouwdienst Rijkswaterstaat  
Postbus 20.000  
3502 LA Utrecht

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT  
NR. .... C 5346 BDU .....

**Separate bijlage bij rapport 'Voertuigdichtheid en samenstelling van het  
verkeer ten behoeve van emissieberekeningen'**

---

Emissies van CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, NO<sub>2</sub> en deeltjes bij de snelheden  
0, 10 en 50 km/uur en bij 0%, 10% en 100% vrachtverkeer.

Transpute, Gouda

oktober 1991

Emissie bij: Snelheid 0 km/uur, Percentage vrachtverkeer 0 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE In gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 103,15	25786,77	206,29	0,00	0,00	25786,77	206,29	25,79	0,00	25786,77	180,51	0,00	0,00
pa benz+cata 8,78	351,29	1,76	0,00	0,00	351,29	1,76	0,04	0,00	351,29	1,76	0,00	0,00
pa diesel 28,34	1133,48	5,67	35,42	56,67	1133,48	5,67	35,42	56,67	1133,48	5,67	28,34	85,01
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 1,38	516,52	4,13	0,00	0,00	516,52	4,13	0,52	0,00	516,52	3,62	0,00	0,00
best benz+cat 0,12	7,16	0,04	0,00	0,00	7,16	0,04	0,00	0,00	7,16	0,04	0,00	0,00
bestel diesel 3,44	206,53	1,03	6,45	10,33	206,53	1,03	6,45	10,33	206,53	1,03	5,16	15,49
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto middelzwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto zwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totaal: 145,21</b>	<b>28001,76</b>	<b>218,92</b>	<b>41,88</b>	<b>67,00</b>	<b>28001,76</b>	<b>218,92</b>	<b>68,22</b>	<b>67,00</b>	<b>28001,76</b>	<b>192,62</b>	<b>33,50</b>	<b>100,50</b>

Emissie bij: Snelheid 0 km/uur, Percentage vrachtverkeer 10 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE In gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 82,03	20507,48	164,06	0,00	0,00	20507,48	164,06	20,51	0,00	20507,48	143,55	0,00	0,00
pa benz+cata 6,98	279,37	1,40	0,00	0,00	279,37	1,40	0,03	0,00	279,37	1,40	0,00	0,00
pa diesel 22,54	901,42	4,51	28,17	45,07	901,42	4,51	28,17	45,07	901,42	4,51	22,54	67,61
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 1,10	410,77	3,29	0,00	0,00	410,77	3,29	0,41	0,00	410,77	2,88	0,00	0,00
best benz+cat 0,09	5,69	0,03	0,00	0,00	5,69	0,03	0,00	0,00	5,69	0,03	0,00	0,00
bestel diesel 2,74	164,25	0,82	5,13	8,21	164,25	0,82	5,13	8,21	164,25	0,82	4,11	12,32
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 2,57	89,82	1,92	38,49	20,53	89,82	1,54	38,49	15,40	89,82	1,28	38,49	20,53
vrachtauto middelzwaar: 2,29	137,29	3,43	57,20	34,32	137,29	2,86	57,20	22,88	137,29	2,29	57,20	34,32
vrachtauto zwaar: 7,98	518,47	27,92	319,06	199,41	518,47	19,94	319,06	119,65	518,47	19,94	319,06	199,41
<b>Totaal: 128,31</b>	<b>23014,57</b>	<b>207,37</b>	<b>448,06</b>	<b>307,55</b>	<b>23014,57</b>	<b>198,44</b>	<b>469,01</b>	<b>211,21</b>	<b>23014,57</b>	<b>176,69</b>	<b>441,40</b>	<b>334,19</b>

Emissie bij: Snelheid 0 km/uur, Percentage vrachtverkeer 100 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE in gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa benz+cata 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zware bestel:</b>												
<i>(emissie 1,5 x die van personenauto)</i>												
best benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
best benz+cat 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bestel diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 12,53	438,71	9,40	188,02	100,28	438,71	7,52	188,02	75,21	438,71	6,27	188,02	100,28
vrachtauto middelzwaar: 11,18	670,59	16,76	279,41	167,65	670,59	13,97	279,41	111,77	670,59	11,18	279,41	167,65
vrachtauto zwaar: 38,96	2532,49	136,36	1558,45	974,03	2532,49	97,40	1558,45	584,42	2532,49	97,40	1558,45	974,03
<b>Totaal: 62,67</b>	<b>3641,79</b>	<b>162,53</b>	<b>2025,88</b>	<b>1241,96</b>	<b>3641,79</b>	<b>118,89</b>	<b>2025,88</b>	<b>771,39</b>	<b>3641,79</b>	<b>114,85</b>	<b>2025,88</b>	<b>1241,96</b>

**Emissie bij: Snelheid 10 km/uur, Percentage vrachtverkeer 0 %**

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE in gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 69,06	17264,75	138,12	331,48	0,00	17264,75	138,12	17,26	0,00	19336,52	127,76	207,18	0,00
pa benz+cata 5,88	235,20	1,18	0,88	0,00	235,20	1,18	0,03	0,00	235,20	1,18	2,94	0,00
pa diesel 18,97	758,89	3,79	38,89	56,92	758,89	3,79	23,72	37,94	758,89	3,79	56,92	94,86
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 0,92	345,82	2,77	6,64	0,00	345,82	2,77	0,35	0,00	387,32	2,56	4,15	0,00
best benz+cat 0,08	4,79	0,02	0,02	0,00	4,79	0,02	0,00	0,00	4,79	0,02	0,06	0,00
bestel diesel 2,30	138,28	0,69	7,09	10,37	138,28	0,69	4,32	6,91	138,28	0,69	10,37	17,28
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto middelzwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto zwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totaal: 97,22</b>	<b>18747,73</b>	<b>146,57</b>	<b>385,00</b>	<b>67,29</b>	<b>18747,73</b>	<b>146,57</b>	<b>45,68</b>	<b>44,86</b>	<b>20861,00</b>	<b>136,00</b>	<b>281,61</b>	<b>112,15</b>

**Emissie bij: Snelheid 10 km/uur, Percentage vrachtverkeer 10 %**

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE in gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 57,12	14279,29	114,23	274,16	0,00	14279,29	114,23	14,28	0,00	15992,81	105,67	171,35	0,00
pa benz+cata 4,86	194,53	0,97	0,73	0,00	194,53	0,97	0,02	0,00	194,53	0,97	2,43	0,00
pa diesel 15,69	627,66	3,14	32,17	47,07	627,66	3,14	19,61	31,38	627,66	3,14	47,07	78,46
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 0,76	286,02	2,29	5,49	0,00	286,02	2,29	0,29	0,00	320,34	2,12	3,43	0,00
best benz+cat 0,07	3,96	0,02	0,01	0,00	3,96	0,02	0,00	0,00	3,96	0,02	0,05	0,00
bestel diesel 1,91	114,37	0,57	5,86	8,58	114,37	0,57	3,57	5,72	114,37	0,57	8,58	14,30
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 1,79	107,21	1,34	32,16	14,29	37,52	1,07	26,80	10,72	134,01	1,79	44,67	19,65
vrachtauto middelzwaar: 1,59	175,26	2,39	49,39	23,90	57,36	1,99	39,83	15,93	238,99	3,19	71,70	33,46
vrachtauto zwaar: 5,55	777,56	19,44	266,59	138,85	216,61	13,89	222,16	83,31	1055,26	27,77	422,11	211,05
<b>Totaal: 89,34</b>	<b>16565,85</b>	<b>144,39</b>	<b>666,57</b>	<b>232,70</b>	<b>15817,31</b>	<b>138,17</b>	<b>326,57</b>	<b>147,06</b>	<b>18681,92</b>	<b>145,23</b>	<b>771,39</b>	<b>356,92</b>

Emissie bij: Snelheid 10 km/uur, Percentage vrachtverkeer 100 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km In EMISSIE- categorien:	EMISSIE In gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa benz+cata 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zware bestel:</b>												
<i>(emissie 1,5 x die van personenauto)</i>												
best benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
best benz+cat 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bestel diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 10,33	619,98	7,75	185,99	82,66	216,99	6,20	155,00	62,00	774,98	10,33	258,33	113,66
vrachtauto middelzwaar: 9,21	1013,50	13,82	285,62	138,20	331,69	11,52	230,34	92,14	1382,04	18,43	414,61	193,49
vrachtauto zwaar: 32,12	4496,60	112,41	1541,69	802,96	1252,62	80,30	1284,74	481,78	6102,52	160,59	2441,01	1220,50
<b>Totaal: 51,67</b>	<b>6130,08</b>	<b>133,99</b>	<b>2013,31</b>	<b>1023,83</b>	<b>1801,31</b>	<b>98,01</b>	<b>1670,08</b>	<b>635,91</b>	<b>8259,55</b>	<b>189,35</b>	<b>3113,95</b>	<b>1527,65</b>



Emissie bij: Snelheid 50 km/uur, Percentage vrachtverkeer 0 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE in gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 27,16	6791,06	54,33	565,02	0,00	6791,06	54,33	6,79	0,00	10865,70	61,12	244,48	0,00
pa benz+cata 2,31	92,51	0,46	1,73	0,00	92,51	0,46	0,01	0,00	92,51	0,46	5,78	0,00
pa diesel 7,46	298,51	1,49	24,25	52,24	298,51	1,49	9,33	14,93	298,51	1,49	52,24	97,01
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 0,36	136,03	1,09	11,32	0,00	136,03	1,09	0,14	0,00	217,64	1,22	4,90	0,00
best benz+cat 0,03	1,88	0,01	0,04	0,00	1,88	0,01	0,00	0,00	1,88	0,01	0,12	0,00
bestel diesel 0,91	54,39	0,27	4,42	9,52	54,39	0,27	1,70	2,72	54,39	0,27	9,52	17,68
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto middelzwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vrachtauto zwaar: 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totaal: 38,24</b>	<b>7374,39</b>	<b>57,65</b>	<b>606,78</b>	<b>61,76</b>	<b>7374,39</b>	<b>57,65</b>	<b>17,97</b>	<b>17,64</b>	<b>11530,65</b>	<b>64,58</b>	<b>317,03</b>	<b>114,69</b>

Emissie bij: Snelheid 50 km/uur, Percentage vrachtverkeer 10 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE In gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 23,63	5907,09	47,26	491,47	0,00	5907,09	47,26	5,91	0,00	9451,35	53,16	212,66	0,00
pa benz+cata 2,01	80,47	0,40	1,51	0,00	80,47	0,40	0,01	0,00	80,47	0,40	5,03	0,00
pa diesel 6,49	259,65	1,30	21,10	45,44	259,65	1,30	8,11	12,98	259,65	1,30	45,44	84,39
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 0,32	118,32	0,95	9,84	0,00	118,32	0,95	0,12	0,00	189,31	1,06	4,26	0,00
best benz+cat 0,03	1,64	0,01	0,03	0,00	1,64	0,01	0,00	0,00	1,64	0,01	0,10	0,00
bestel diesel 0,79	47,31	0,24	3,84	8,28	47,31	0,24	1,48	2,37	47,31	0,24	8,28	15,38
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 0,74	29,57	0,55	22,18	5,91	0,00	0,44	11,09	4,44	59,13	0,74	48,05	17,00
vrachtauto middelzwaar: 0,66	41,19	0,99	36,25	9,89	0,00	0,82	16,48	6,59	112,05	1,32	82,39	29,66
vrachtauto zwaar: 2,30	160,83	8,04	183,81	57,44	0,00	5,74	91,90	34,46	505,47	11,49	505,47	206,78
<b>Totaal: 36,96</b>	<b>6646,08</b>	<b>59,73</b>	<b>770,03</b>	<b>126,96</b>	<b>6414,49</b>	<b>57,16</b>	<b>135,10</b>	<b>60,84</b>	<b>10706,39</b>	<b>69,72</b>	<b>911,67</b>	<b>353,21</b>

Emissie bij: Snelheid 50 km/uur, Percentage vrachtverkeer 100 %

Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE- categorien:	EMISSIE In gram per rijstrook-km											
	vlak				helling -4%				helling 4%			
	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes	CO	C6H6	NO2	deeltjes
<b>Personenauto's en lichte bestel:</b>												
pa benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa benz+cata 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pa diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zware bestel:</b> (emissie 1,5 x die van personenauto)												
best benz/lpg 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
best benz+cat 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bestel diesel 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vrachtwagens:</b>												
vrachtauto licht: 5,68	227,15	4,26	170,36	45,43	0,00	3,41	85,18	34,07	454,29	5,68	369,11	130,61
vrachtauto middelzwaar: 5,06	316,47	7,60	278,49	75,95	0,00	6,33	126,59	50,63	860,79	10,13	632,94	227,86
vrachtauto zwaar: 17,65	1235,58	61,78	1412,10	441,28	0,00	44,13	706,05	264,77	3883,27	88,26	3883,27	1588,61
<b>Totaal: 28,39</b>	<b>1779,20</b>	<b>73,63</b>	<b>1860,95</b>	<b>562,66</b>	<b>0,00</b>	<b>53,86</b>	<b>917,82</b>	<b>349,47</b>	<b>5198,35</b>	<b>104,06</b>	<b>4885,31</b>	<b>1947,07</b>

①

## INHOUD

---

1. Inleiding	1
2. Methodiek	3
3. Resultaten	7
4. Relatie tussen snelheid en tussenafstand	12
5. Samenstelling van het lichte verkeer	19
6. Samenstelling van het vrachtverkeer	25
Bronvermelding	27

### Bijlagen:

- Bijlage 1. Dichtheidsberekening bij 0%, 10% en 100% vrachtverkeer bij gemiddelde snelheid 0, 10 en 50 km/uur
- Bijlage 2. Resultaat van voertuigtype-tellingen op drie autosnelweglocaties (telling dienst verkeerskunde, 1991)
- Bijlage 3. Aandeel van gelede voertuigsoorten in enkele Nederlandse tunnels (telling dienst verkeerskunde, 1989)

## 1 Inleiding

---

### Doelstelling van het project

In enkele eerder uitgevoerde onderzoeken [1, 2, 3] zijn metingen verricht aan langzaam rijdend en stilstaand verkeer teneinde de *voertuigdichtheid* te leren kennen onder ongunstige verkeersomstandigheden. Dit gegeven vormt uitgangspunt voor de berekening van de te installeren ventilatiecapaciteit in autotunnels.

De doelstelling van dit project was de resultaten van de voorgaande studies te verenigen tot een generaliseerbaar resultaat t.b.v. emissieberekeningen. Generaliseerbaar in de zin dat er benaderingsformules zijn opgesteld die over het gehele domein van relevante verkeerscondities bruikbare waarden leveren. De voornaamste variabelen in dit domein zijn de *gemiddelde snelheid* van het verkeer en de *samenstelling* van het verkeer.

### Aanpak

Er is een rekenrecept ontwikkeld voor de raming van het aantal voertuigen per rijstrook-kilometer onder verschillende verkeersomstandigheden. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar een aantal (emissie-)voertuigcategorieën.

### Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de rekenmethodiek uiteen gezet. Om de rekenmethode te completeren moesten echter eerst nog enkele deelresultaten worden uitgewerkt als aanvulling op genoemde eerdere onderzoeken. Alvorens echter op deze afzonderlijke onderdelen in te gaan, is er de voorkeur aan gegeven eerst in hoofdstuk 3 de resultaten, bereikt met het complete rekenrecept, te bespreken. Onder andere wordt het verschil met de oude rekenmethode uit het KIVI'75-rapport [4] aangegeven.

Voor de lezer die alleen geïnteresseerd is in de nieuwe rekenprocedure of de ermee bereikte resultaten eindigt hier het rapport. De daarop volgende hoofdstukken documenteren de afleiding

van de tijdens dit project uitgewerkte deelresultaten, die verder in de vorm van een benaderingsfunctie en enige achtergrondparameters zijn opgenomen in het rekenrecept:

- In hoofdstuk 4 wordt een relatie tussen snelheid en de onderlinge afstand tussen voertuigen afgeleid uit de waarnemingen, verricht bij de onderzoeken bij de Coentunnel en de Brienoordbrug.
- In hoofdstuk 5 wordt de samenstelling van het lichte verkeer (personenauto's en bestelwagens) naar aandrijfsoort, afgeleid uit prestatiegegevens van het CBS.
- In hoofdstuk 6 wordt de samenstelling van het zware verkeer (vrachtwagens en bussen) naar voertuigtype, afgeleid uit verkeerswaarnemingen.

Deze onderdelen zijn zo gedocumenteerd dat het gemakkelijk mogelijk is de resultaten te zijner tijd met nieuwe gegevens te actualiseren.

## 2 Methodiek

---

### Vraagstelling

Om de totale emissie van het verkeer te kunnen berekenen die wordt geproduceerd op een zeker wegvak, moet het aantal voertuigen op het wegvak bij benadering bekend zijn, alsmede de onderverdeling van dit aantal naar voertuigtype en aandrijfsoort (brandstofgebruik). Zowel het aantal voertuigen als de emissies per voertuig hangen af van de gemiddelde snelheid van het verkeer, en de emissies tevens van het hellingspercentage. Voorts spelen nog een aantal andere factoren mee (bv. de snelheidswisselingen) die echter, als zijnde van minder belang, buiten beschouwing worden gelaten.

De feitelijke opgave is nu om deze berekening uit te kunnen voeren, uitgaande van slechts enkele invoergegevens, terwijl alle andere benodigde gegevens (wetmatigheden in het verkeer, statistische gegevens over de gedetailleerde samenstelling van het verkeer) tot bruikbare achtergrondparameters zijn bewerkt.

### Toegepaste methodiek

Beschouwd wordt de rijweg van een auto(snel)weg in één richting over een zekere lengte waarbij verder geen onderscheid naar rijstrook wordt gemaakt. Hier moet worden benadrukt dat het een wezenlijk punt in de benadering is dat men alle rijstroken tesamen beschouwt. Op deze manier maakt men gebruik van het feit dat het met name de samenstelling van het verkeer is (de voertuigen met hun karakteristieke voertuiglengten en tussenaafstanden) die de dichtheid van het verkeer bepaalt, en dat de manier waarop dit verkeer zich verdeelt over de verschillende rijstroken van ondergeschikt belang is<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Tussen naastliggende rijstroken bestaan ontegenzeggelijk grote verschillen in dichtheid en verkeerssamenstelling. Beschouwt men nu wegen met verschillend dwarsprofiel, dan zal de dichtheid, gemiddeld over alle rijstroken, echter een goed vergelijkbare grootte blijven. Dit komt omdat het in beginsel de *voertuigen en hun bestuurders* zijn die de benodigde opstelruimte bepalen, en niet de rijstrook waarop men toevallig staat. Bij een rijbaan met meerdere rijstroken zal men op de linker rijstrook vrijwel alleen personenauto's treffen in een hoge dichtheid, en op de rechter strook overwegend vrachtverkeer met een lage dichtheid. Bestaat de rijbaan daarentegen uit slechts één enkele rijstrook, dan staan dezelfde voertuigen door elkaar.

Neemt men - in beide gevallen - een gemiddelde over hetzelfde verkeer, dan zal in eerste benadering een gelijke voertuigdichtheid per rijstrookkilometer resulteren.

De omvang van de beschouwde verkeersruimte valt nu aan te geven in 'rijstrook-kilometer'. Opgesteld is een methode die een raming geeft van het aantal voertuigen, onderscheiden naar voertuigtype en aandrijfsoort, dat zich op het beschouwde wegvak bevindt, afhankelijk van de verkeersomstandigheden. Onder 'verkeersomstandigheden' wordt in dit verband verstaan de combinatie van:

- de gemiddelde snelheid van het verkeer,
- de samenstelling van het verkeer.

Gegeven deze omstandigheden wordt de beschikbare verkeersruimte opgevuld met voertuigen. De voertuigen worden toegedeeld aan de onderscheiden voertuigtypen naar rato van de aangenomen samenstelling van het verkeer, daarbij rekening houdend met:

- de lengte van voertuigen,
- de tussenafstand van voertuigen, zijnde een functie van voertuigtype en snelheid.

De zo verkregen aantallen kunnen dan vermenigvuldigd worden met de karakteristieke emissieformules (functie van snelheid en hellingspercentage) van elke subcategorie. Na sommatie wordt dan een schatting van de totale emissie op het beschouwde wegvak verkregen.

Maatgevend voor de ventilatienormen is de meest ongunstige verkeerssituatie m.b.t. de emissie van schadelijke stoffen. Verkeerstechnisch gesproken betekent dit dat steeds dient te worden uitgegaan van de situatie met gedwongen verkeersafwikkeling. Gedwongen verkeersafwikkeling is de situatie waarbij de verkeersafwikkeling op het beschouwde wegvak bepaald wordt door een obstakel of flessehals verder stroomafwaarts in de verkeersstroom. Op het beschouwde wegvak heeft het verkeer zich dan verdicht ("file"), en beweegt zich onregelmatig voorwaarts ("stop-and-go"). Er wordt een gemiddelde trajectnelheid voor het verkeer op het beschouwde wegvak aangenomen ('v'), die als parameter fungeert in de opgestelde rekenprocedure. Op haar beurt staat deze gemiddelde snelheid overigens weer in verband met de verhouding tussen doorstroomintensiteit (bepaald door de flessehals stroomafwaarts) en de capaciteit van het beschouwde wegvak (bepaald door het dwarsprofiel ter plaatse).

De invloed van de snelheid is ingebracht via een aangenomen relatie die de toename van de tussenafstand (netto afstand tussen twee voertuigen) beschrijft als functie van de snelheid. Deze toename is ten opzichte van de gemiddelde tussenafstand bij stilstand.

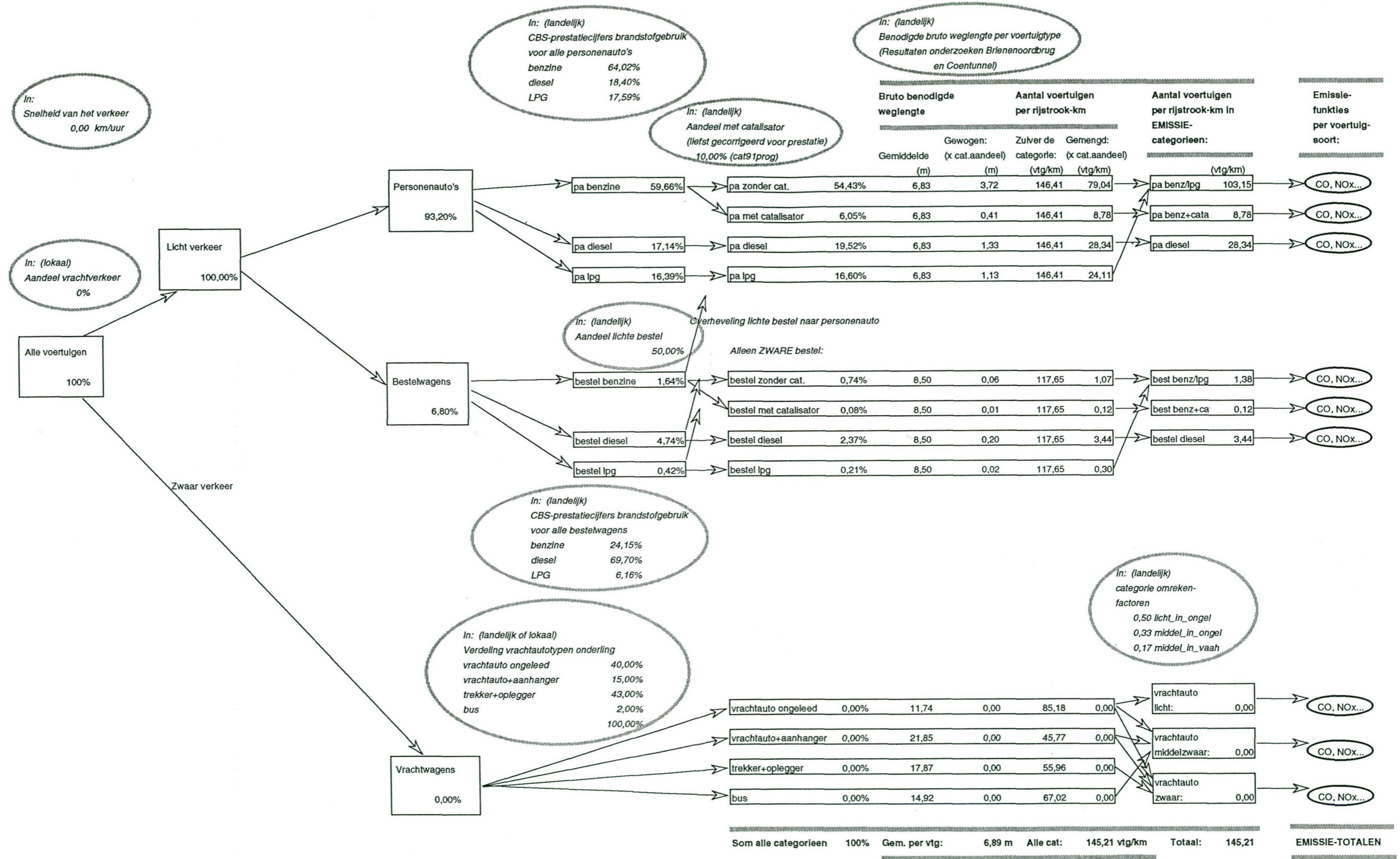


De tussenafstanden bij stilstand zijn waargenomen bij een recent onderzoek, uitgevoerd bij de geopende Van Brienoordbrug [1]. Dit onderzoek heeft tevens gemiddelden opgeleverd voor de lengte van verschillende voertuigcategorieën. Deze waarnemingsresultaten zijn gebruikt voor het uitwerken van een benaderingsformule voor het berekenen van de dichtheid van stilstaand verkeer, afhankelijk van de samenstelling van het verkeer.

Voor de toename van de tussenafstand als functie van de snelheid is de oude relatie uit het KIVI-rapport [4] geijkt en aangepast op de waarnemingen, verricht in de Coentunnel [2, 3].

De samenstelling van het verkeer is van invloed op de voertuigdichtheid en op de onderlinge verdeling naar voertuigtypen. De samenstelling van het verkeer is behandeld in een soort tweetraps-procedure. Uitgegaan wordt eerst van de grove tweedeling tussen vrachtverkeer en licht verkeer, waarbij het aandeel vrachtverkeer als parameter is ingebracht. Voorts is de verdere onderverdeling - het vrachtverkeer naar enkele subtypen en het lichte verkeer naar personen-en bestelauto's en naar aandrijfsoort (brandstofgebruik) - aangebracht door uit te gaan van landelijk geldig geachte verdeelsleutels. Deze landelijk gemiddelde cijfers zijn eveneens in het kader van dit onderzoek uitgewerkt.

Het geheel resulteert in een berekeningswijze die is weergegeven in het op de volgende bladzijde afgebeelde schema.



### 3 Resultaten

---

#### Rekenprocedure

Met de rekenprocedure zoals besproken in het voorgaande hoofdstuk kan, afhankelijk van de gegevens aangaande de samenstelling van het verkeer (deze kunnen in de vorm van enkele parameters worden ingevoerd), en onder opgave van de snelheid van het verkeer, de dichtheid van het verkeer worden berekend en deze vervolgens weer worden opgesplitst naar de dichtheid voor verschillende voertuigcategorieën.

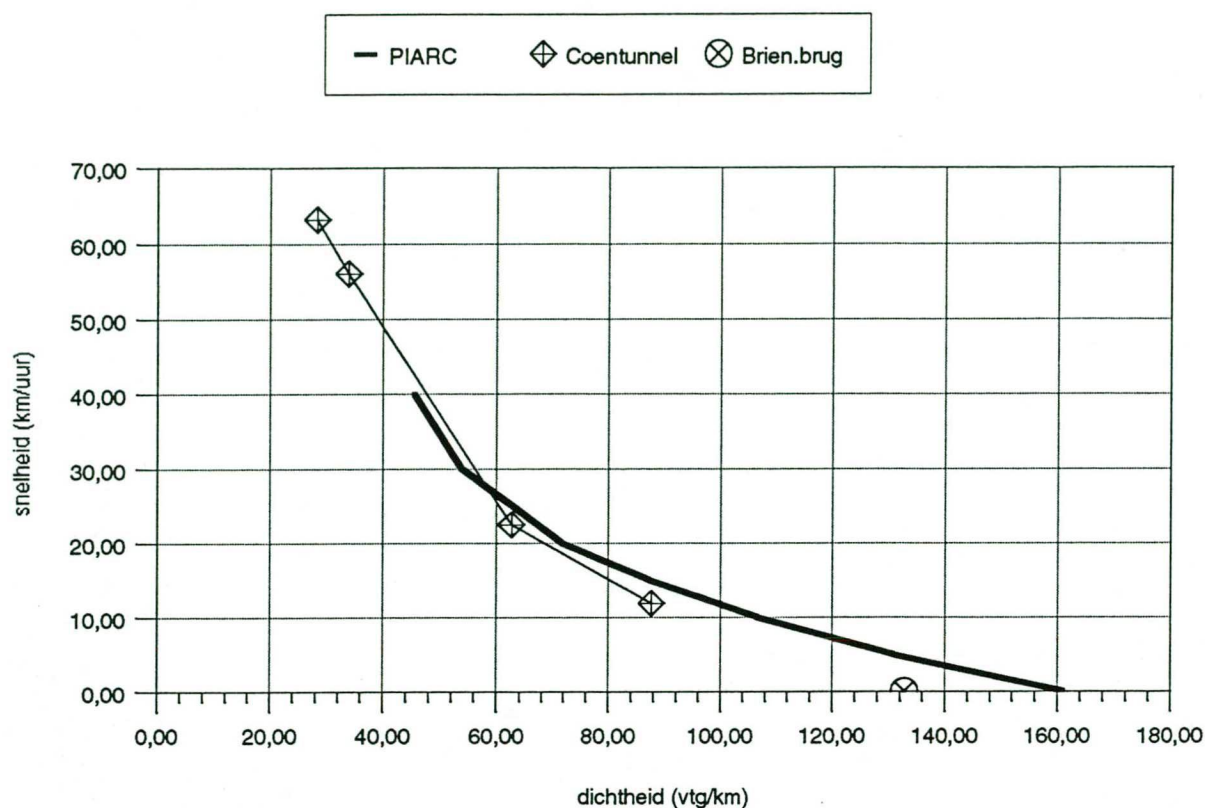
Voegt men emissie-formules toe, dan kan de totale uitstoot van de verschillende schadelijke stoffen worden berekend.

De rekenprocedure is geïmplementeerd in een rekenblad. Met behulp van dit rekenblad zijn de navolgende resultaten berekend. Getoond worden eerst enkele resultaten die het verschil aangeven met de oude rekenwijze (het KIVI-rapport [4]). Daarop volgen enkele resultaten waar de emissieformules van Rijkeboer [6] zijn gekoppeld aan de dichtheidsberekeningen. Deze resultaten laten zien welke situaties voor welke schadelijke stoffen het meest ongunstig zijn.

#### Verschillen met het KIVI'75-rapport

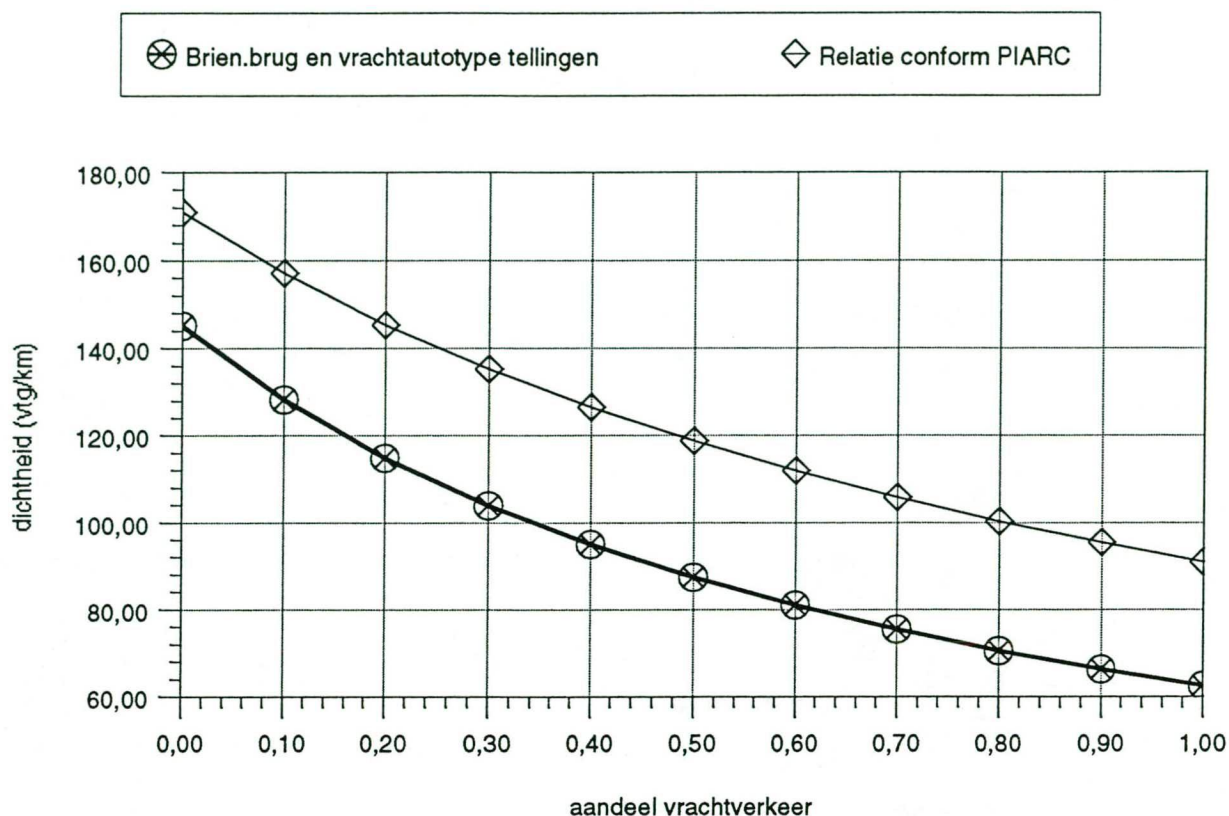
Vergelijkt men de relatie tussen dichtheid en snelheid, aangenomen in het KIVI'75-rapport (berustend op data, bijeengebracht door het PIARC-tunnelcommittee [5]), met de nieuwe waarnemingen, dan blijkt er alleen van een substantieel verschil sprake te zijn bij snelheden onder de 15 km/uur, zie fig 1: de dichtheid van langzaam rijdend en stilstaand verkeer blijkt lager te zijn dan conform het KIVI'75-rapport berekend.

Hoewel figuur 1 strikt genomen geldig is voor een percentage vrachtverkeer van 7%, verloopt het verband tussen nieuwe waarden en KIVI'75-berekening ook bij andere aandelen vrachtverkeer kwalitatief op soortgelijke wijze. Dit wordt uitgebeeld in figuur 2, waarin de dichtheid van stilstaand verkeer is uitgezet als functie van het aandeel vrachtverkeer. Het verschil bedraagt, in procenten ten opzichte van de oude waarde, 15% bij 0% vrachtverkeer en neemt toe tot 30% bij 100% vrachtverkeer. In absolute aantallen blijft het verschil min of meer constant en bedraagt ca. 26 voertuigen per rijstrookkilometer.



**Figuur 1. Vergelijking van de ijkpunten (waarnemingen Coentunnel en Brienoordbrug) met de PIARC-relatie (bij een aandeel vrachtverkeer van 7%)**

Figuur 2 is een berekend verband dat volgt uit de waarnemingen bij de Brienoordbrug. Omdat het een waarneming in de open ruimte betreft, die bovendien is uitgevoerd in een situatie die door de automobilisten niet als abnormaal wordt ervaren (dit in tegenstelling tot stilstand in een tunnel), mag worden verwacht dat, wanneer tussenafstanden in de tunnelsituatie afwijken van de hier gemeten waarden, deze groter zullen zijn. De corresponderende dichtheid is dan navenant kleiner, en het verschil met de oude KIVI-aanname zal in dat geval nog groter zijn dan het verschil, uitgebeeld in figuur 1.



**Figuur 2. Vergelijking van de resultaten van deze studie met PIARC voor de dichtheid van stilstaand verkeer als functie van het aandeel vrachtverkeer**

### Dichtheid, onderscheiden naar voertuigcategorie bij verschillende aandelen vrachtverkeer

Zowel de totale dichtheid als de dichtheden, onderscheiden naar voertuigcategorie, hangen sterk samen met de samenstelling van het verkeer. De samenstelling van het verkeer varieert van locatie tot locatie, en per locatie naar dagtype (werkdag/weekeind/vakantie) en naar tijd (in de daluren veel vrachtverkeer, in de spitsuren en 's nachts veel personenauto's).

Om de samenstelling van het verkeer aan te geven is het aandeel vrachtverkeer bruikbaar als eerste indicator. Binnen de categorieën licht- en zwaar verkeer kunnen nog diverse subcategorieën worden onderscheiden, waarvan overigens de onderverdeling ook weer naar plaats en tijd zal kunnen variëren. In de hoofdstukken 5 en 6 zal nader worden ingegaan op deze gedetailleerde

samenstelling van het verkeer. Tevens zullen daarin landelijk gemiddelde verdeelsleutels worden uitgewerkt voor de onderverdeling naar subcategorieën. Met behulp van deze verdeelsleutels zijn dichtheden berekend van de onderscheiden voertuigcategorieën voor verschillende waarden voor het percentage vrachtverkeer. Deze resultaten zijn gebundeld in bijlage 1. Berekeningen zijn uitgevoerd voor de aandelen vrachtverkeer 0%, 10%, en 100% en voor de verkeerssnelheden 0, 10 en 50 km/uur.

### **Emissies onder verschillende verkeersomstandigheden**

Onderzocht is hoe de emissie van verschillende schadelijke stoffen samenhangt met de verkeerssituatie. Dit onderdeel van de studie is oriënterenderwijs uitgevoerd, uitsluitend met het oogmerk te achterhalen wat de meest belastende verkeerssituaties zijn m.b.t. de onderzochte giftige stoffen. Gehanteerd zijn de emissieformules zoals gegeven door Rijkeboer [6]. Deze formules zijn betrekkelijk grof, en zijn wellicht in het snelheidsbereik onder de 15 km/uur onvoldoende precies om de navolgende conclusies met volledige zekerheid te kunnen stellen. De gevonden verbanden zijn als volgt samen te vatten:

- *aangaande de invloed van de snelheid van het verkeer:*

Voor alle onderscheiden stoffen (CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, NO<sub>2</sub>, deeltjes) neemt de totale emissie toe bij afnemende snelheid, en de meest belastende situatie is die bij stilstaand verkeer. Deze conclusie geldt voor alle mogelijke samenstellingen van het verkeer. Het blijkt dus dat -bij afnemende snelheid van het verkeer- het effect van toenemende dichtheid altijd sterker is dan het effect van een eventueel afnemende emissie per voertuig;

- *aangaande de invloed van het aandeel vrachtverkeer:*

In feite vindt men hier het verschil in uitstoot tussen de benzinemotor en de dieselmotor terug. Navolgende conclusies gelden overigens voor een aandeel catalisator onder de benzinemotoren van 10%. Bij hoge percentages benzinemotor met catalisator zouden deze conclusies anders kunnen zijn, dit is niet onderzocht.

**CO:**

De uitstoot is het hoogst bij 100% personenauto's, en loopt terug tot ca. een zesde van dit hoogste niveau bij 100% vrachtverkeer.

**C6H6:**

De uitstoot is relatief ongevoelig voor het aandeel vrachtverkeer.

**NO2:**

De uitstoot is nihil bij 100% personenauto's, en loopt sterk op met het aandeel vrachtverkeer.

**Deeltjes (roet):**

De uitstoot is laag bij 100% personenauto's, en loopt op met het aandeel vrachtverkeer.

Het is duidelijk dat in alle gevallen de situatie met stilstaand verkeer de meest belastende is. Voor de uitstoot van CO is het lichte verkeer grotendeels verantwoordelijk, voor de uitstoot van NO2 en deeltjes is het aandeel zwaar verkeer sterk bepalend.

#### 4 Relatie tussen snelheid en tussenafstand

---

##### **Omwerking van de waarnemingen bij Coentunnel en Brienoordbrug tot een geïnterpoleerd verband tussen snelheid en tussenafstand**

De empirische gegevens, afkomstig van de onderzoeken, gehouden bij de Coentunnel (langzaam rijdend verkeer) en bij de Brienoordbrug (stilstaand verkeer) zijn gecombineerd tot een benaderingsformule, toepasbaar in het snelheidsgebied tussen 0 en 50 km/uur.

Als uitgangspunt is de relatie tussen tussenafstand en snelheid genomen die in de KIVI-publicatie van 1975 is gebruikt. Een tussenafstand van 1 meter bij stilstand nam toe tot 16,82 m bij 40 km/uur:

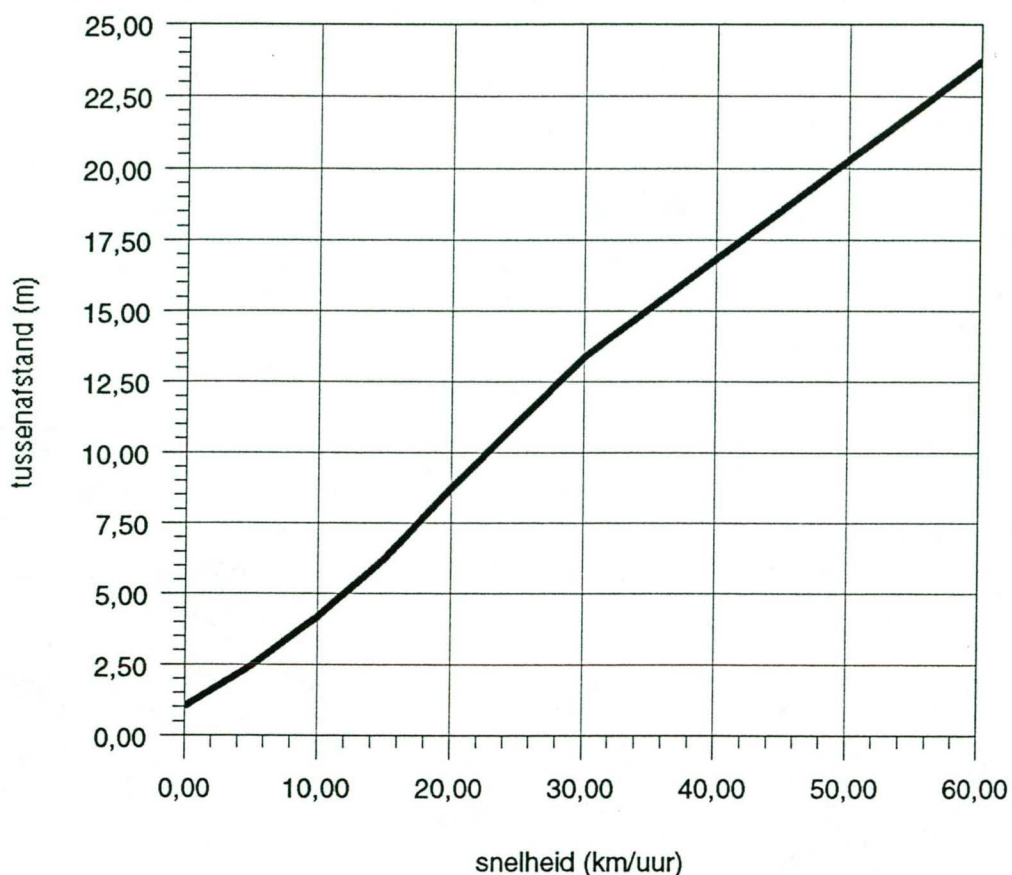
**Tabel 1. Verband tussen tussenafstand en snelheid, aangenomen in KIVI-1975**

snelheid (km/u)	tussenafstand (m)
0	1,00
5	2,43
10	4,17
15	6,25
20	8,74
30	13,36
40	16,82
(50)	(20,28)
(60)	(23,72)

(.) : geëxtrapoleerd

Het verband is grafisch uitgebeeld in figuur 3 en berust op gegevens uit het Highway Capacity Manual 1965. De tabelwaarden boven 40 km/uur zijn een lineaire extrapolatie van het uiteinde van de grafiek. Men ziet dat het verband bijna lineair verloopt, met een lichte z-vormige uitwijking bij lage snelheden.





**Figuur 3.** Verband tussen tussenafstand en snelheid, aangenomen in KIVI-1975

Het blijkt dat dit verband uitstekend de waarnemingen verklaart wanneer men de KIVI-'75-tussenafstand bij stilstand (1 m) *vervangt door het gemeten gemiddelde* (2,71 m bij 7% vrachtverkeer; onderzoek Brienoordbrug), en voor het overige de toename als functie van de snelheid ongewijzigd overneemt. Figuur 4 brengt dit in beeld.

De *waarnemingen* in fig. 4 bestaan uit de dichtheidswaarnemingen in de Coentunnel, verricht bij 7% vrachtverkeer, aangevuld met de waarneming bij stilstaand verkeer bij de Brienoordbrug, die is omgerekend naar 7% vrachtverkeer, en zijn samengevat in de volgende tabel.

**Tabel 2. IJkpunten voor toetsing relatie tussenafstand met snelheid**

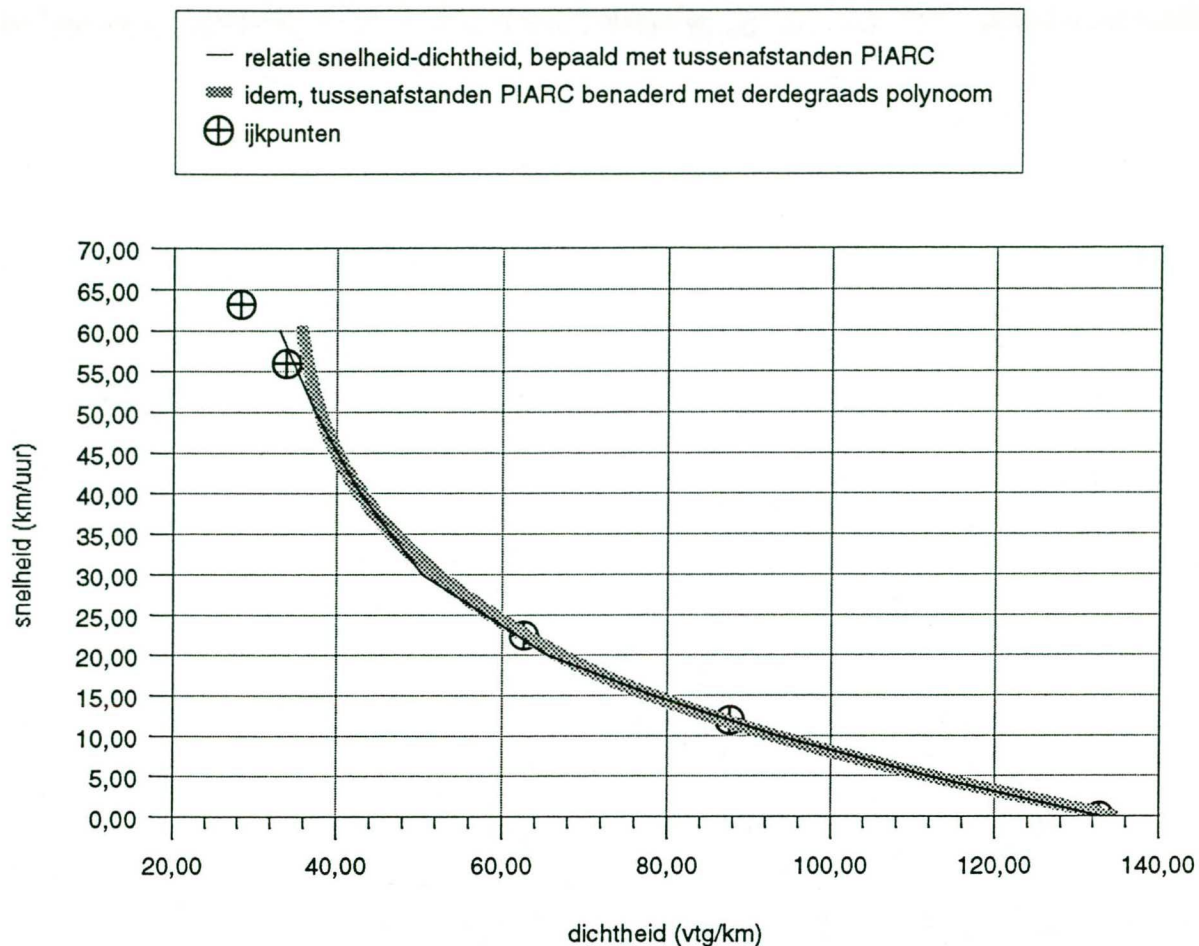
snelheid (km/u)	dichtheid (vgt/rijstrookkm)
0	132,9
11,9	87,7
22,45*	62,6*
56,0	33,9
63,2	28,3

\* gemiddelde van de waarnemingspunten (21,1; 68,4) en (23,8; 56,8)

Om m.b.v. de relatie tussen snelheid en tussenafstand de dichtheid te berekenen is niet alleen de tussenafstand, maar ook de gemiddelde voertuiglengte nodig.

Voor het berekenen van de gemiddelde voertuiglengte bij 7% vrachtverkeer is gebruik gemaakt van de voertuiglengtemetingen uit het Brienoordbrug-onderzoek en van de gegevens omtrent de samenstelling van het verkeer zoals uitgewerkt in de hoofdstukken 5 en 6 van dit rapport.

Combineert men deze gegevens met het verband tussen snelheid en tussenafstand zoals hierboven aangenomen, dan resulteert dit in de getrokken lijn in figuur 4. De overeenstemming met de waarnemingspunten is goed en behoeft geen verdere bijstelling.

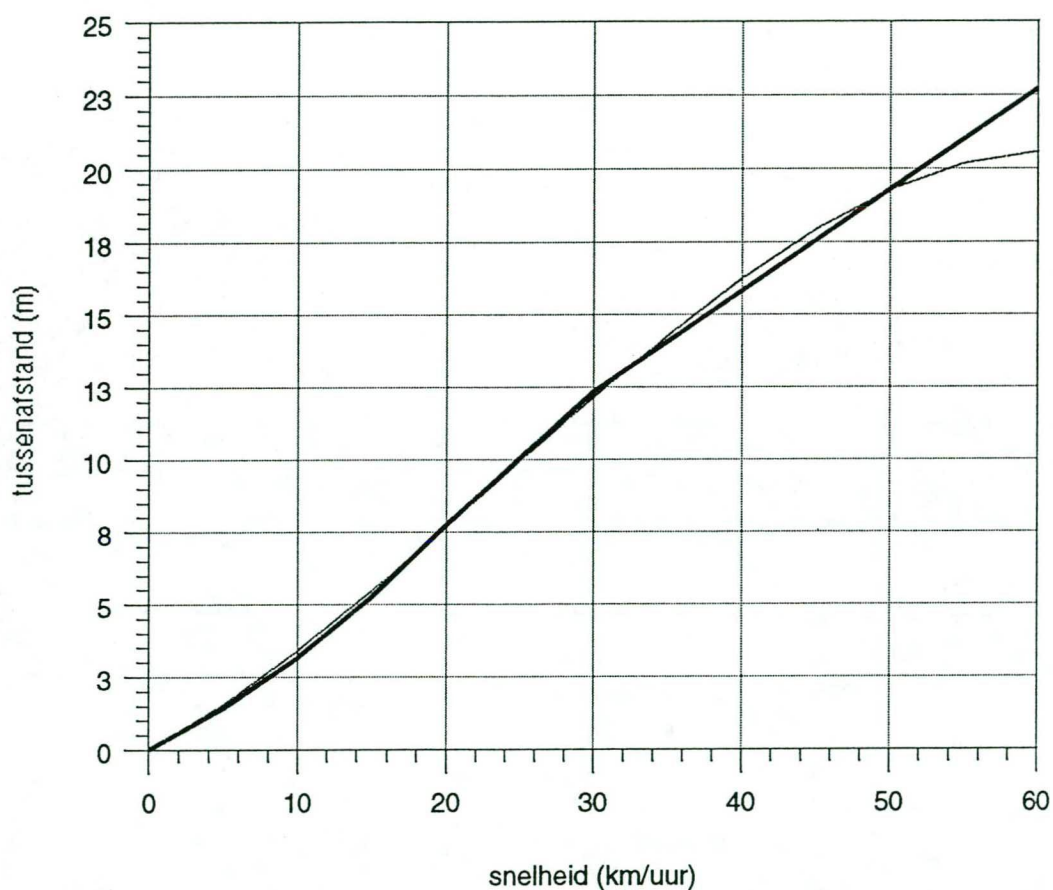


**Figuur 4. Verband tussen snelheid en dichtheid bij 7% vrachtverkeer**

Het in het rekenrecept aangenomen verband (enerzijds de PIARC-tabelwaarden, gecorrigeerd voor de grotere tussenafstand bij stilstaand verkeer, en anderzijds de gehanteerde interpolatiefunctie) wordt in de figuur vergeleken met de in de voorgaande studies verkregen ijkpunten.

Teneinde niet alleen voor de snelheidswaarden uit tabel 1, maar voor elke willekeurige snelheid een waarde voor de tussenafstand te kunnen berekenen, is een interpolatieformule nodig. Het blijkt dat, wanneer men het verband uit figuur 1 vereenvoudigt tot een lineair verband, er onvoldoende dekking met de ijkpunten verkregen kan worden. Gezien de vorm van het verband is een derdegraads polynoom als volgende keuze geprobeerd. Figuur 5 toont het resultaat voor een

derdegraadcurve, die is gelegd door de tabelwaarden t/m 50 km/u<sup>1</sup>. De benadering is voldoende nauwkeurig voor het gehele snelheidsbereik van 0 tot 50 km/u, maar gaat boven de 50 km/u snel afwijken. Dit gefitte verband zal in berekeningen worden gebruikt. Berekent men de dichtheid m.b.v. de benaderingsformule, dan resulteert dit in de brede, vloeiende lijn in figuur 4. De overeenstemming met de getrokken lijn (de waarden van tabel 1) is inderdaad over het gehele bereik tot 50 km/u zeer goed, en de benaderingsformule is dus adequaat.



**Figuur 5. Toename tussenafstand met snelheid: benadering door 3e-graads polynoom**

<sup>1</sup> Een derdegraadcurve, gefit op de tabelwaarden t/m 60 km/uur geeft grotere afwijkingen bij lage snelheden.

De vergelijking voor de gevonden benaderingsformule is:

$$t(v) = t(0) + c_1 \cdot v + c_2 \cdot v + c_3 \cdot v \quad v \leq 50 \text{ km/u}$$

met:

$t$  = tussenafstand in meter

$t(0)$  = gemiddelde tussenafstand bij stilstaand verkeer

$v$  = snelheid in km/uur

$c_1$  = 0,275

$c_2$  = 0,007577

$c_3$  = -0,0001074

### Dichtheid van stilstaand verkeer

De dichtheid van stilstaand verkeer wordt sterk beïnvloed door de samenstelling van het verkeer. Met behulp van de resultaten van het Brienoordbrug-onderzoek kan deze echter voor elke samenstelling worden afgeleid.

Per voertuigcategorie wordt gerekend met een karakteristieke tussenafstand en voertuiglengte, tezamen de bruto benodigde weglengte. Afhankelijk van de samenstelling resulteert een gemiddelde bruto benodigde weglengte per voertuig, en daarmee een dichtheid (aantal voertuigen per rijstrookkm). Voor emissieberekeningen is dit gegeven sec echter niet voldoende, omdat ook de uitstoot per voertuigcategorie verschilt. Het gaat om de aantallen voertuigen per rijstrookkilometer, onderscheiden naar voertuigcategorie.

Deze aantallen volgen door het totaal aantal voertuigen per rijstrookkilometer (de dichtheid) op te splitsen naar de onderscheiden categorieën conform de samenstelling in het verkeer.

Combineert men de resultaten van het onderzoek Brienoordbrug met de voertuigfrequentiegegevens zoals uitgewerkt in de hoofdstukken 5 en 6 van dit rapport, dan levert dit de gemiddelde voertuigafstanden op als aangegeven in tabel 3 wanneer men zich beperkt tot twee categorieën.

**Tabel 3. Karakteristieke gemiddelde afstanden bij stilstaand verkeer bij een indeling van het verkeer in twee voertuigcategorieën (licht en zwaar verkeer)**

	tussenafstand (m)	voertuiglengte (m)	bruto benodigde weglengte (m)
personen- en bestelauto's	2,60	4,29	6,89
vrachtauto's en bussen	3,48	12,51	15,99

Zijn gedetailleerder gegevens omtrent de samenstelling van het verkeer beschikbaar, dan kunnen de waarden van tabel 4 worden gebruikt (onderzoek Brienoordbrug).

**Tabel 4. Karakteristieke gemiddelde afstanden bij stilstaand verkeer voor een aantal voertuigcategorieën**

	tussenafstand (m)	voertuiglengte (m)	bruto benodigde weglengte (m)
personenauto/lichte bestel	2,58	4,25	6,83
zware bestelwagen	3,05	5,45	8,50
vrachtauto ongeleed	3,48	8,26	11,74
vrachtauto met aanhanger	3,48	18,37	21,85
trekker met oplegger	3,48	14,39	17,87
bus	3,48	11,44	14,92

## 5 Samenstelling van het lichte verkeer

---

### Onderverdeling van het lichte verkeer

Bij het lichte verkeer zijn de personenauto en bestelwagen onderscheiden, en is elke groep verder onderscheiden naar aandrijfsoort (gebruikte brandstof).

De aandrijfsoort is aan de buitenkant van het voertuig niet waarneembaar, en verkeerstellingen vallen daarom af als in informatiebron. Voor de verdeling is afgegaan op statistisch materiaal, afkomstig van het CBS.

Het onderscheid personenauto/bestelwagen is wel waarneembaar, en hier is, behalve het bronmateriaal van het CBS, tevens materiaal van visuele verkeerstellingen beschikbaar. Er bestaat echter een verschil in werkdefinities voor de bestelwagen: voor het CBS is het criterium het kenteken (ingericht voor personen- c.q. goederenvervoer), waarbij alleen nog een correctie wordt aangebracht voor het onzuiver gebruik van bestelwagens als personenauto ("grijs kenteken"), terwijl bij visuele tellingen kleine bestelwagens, die in alle verkeersaspecten vergelijkbaar zijn met de personenauto, doorgaans tot de personenauto's worden gerekend, en men pas de zwaardere bestelwagen (ford transit en groter) als 'bestelwagen' gaat rekenen.

Wel is er eensluidendheid over de bovengrens voor de bestelwagen: zowel bij CBS als bij verkeerstellingen markeert de 3,5 ton bruto gewichtsgrens de overgang naar de vrachtwagen.

Wanneer in de verkeerskundige terminologie over het 'percentage vrachtverkeer' wordt gesproken, is dit dus altijd exclusief de bestelwagens. Om deze reden is er voorkeur de bestelwagens bij de personenauto's onder te brengen, en niet bij het vrachtverkeer. Niet duidelijk is of de bestelwagens een min of meer vast percentage van het lichte verkeer uitmaken, of dat het aandeel sterk naar locatie en tijdstip varieert. In voertuigtype-tellingen die ten behoeve van dit project door de Dienst Verkeerskunde op drie locaties zijn uitgevoerd (daluren), varieerde het aandeel van de zware bestelwagens onder het lichte verkeer tussen de 5 en 7%. Het aandeel van de zware bestelwagens onder het zware verkeer (de groep zware bestelwagens + vrachtverkeer) varieerde tussen de 20 en 30%. Als landelijk gemiddelde voor het aandeel van de visueel getelde bestelwagens onder alle voertuigen rapporteert de Dienst Verkeerskunde voor 1988 2,6%, waaruit volgt dat het aandeel binnen de groep licht verkeer ca. 3% bedraagt. Ter vergelijking: afgeleid uit gegevens van het CBS volgt 3,4% voor het aandeel zware bestel onder het lichte verkeer.

Het bovenstaande geeft aan dat de bestelwagen een lastige categorie is om onder te brengen: de groep is moeilijk definiëerbaar en slecht meetbaar. Op grond van praktische voorkeur is besloten de categorie als geheel in te delen bij het lichte verkeer. Voorts is er hier vooralsnog voor gekozen aan te nemen dat het aandeel bestelwagens onder het lichte verkeer mag worden afgeleid uit het bronmateriaal van het CBS, m.a.w:

Aangenomen is dat personenauto's en bestelwagens op de weg voorkomen evenredig hun binnenlandse 'voertuigprestatie', d.w.z. evenredig het aantal voertuigkilometers dat door de betreffende groep wordt afgelegd.

Deze aanname kan voor een specifieke locatie natuurlijk worden vervangen door de aldaar gemeten verdeling.

Bij de bestelwagens wordt, in verband met zijn grotere emissie en zijn afwijkende voertuiglengte en tussenafstand, de zware bestelauto apart gehouden. De lichte bestelwagens worden bij de personenauto's gevoegd, waarbij overigens met de afwijkende verdeling naar aandrijfsoort wordt rekening gehouden.

Aanhangers:

Bij het lichte verkeer blijkt het aandeel voertuigen met aanhanger 1 à 2% te bedragen (zie bijlage 3, de resultaten van tellingen, uitgevoerd door de Dienst Verkeerskunde in 3 tunnels). Er is echter van afgezien bij de berekeningen uit te gaan van de aanwezigheid van een zeker percentage voertuigen met aanhanger. De overweging daarbij was dat, met een dergelijk laag percentage, het aantal voertuigen met aanhanger dat zich op een momentopname in een tunnel bevindt, statistisch erg onbepaald is (0 tot enkele), terwijl anderzijds de bruto lengte van deze voertuigen aanzienlijk groter is dan het groepsgemiddelde. Het effect op de dichtheid is daarom verhoudingsgewijs groot. Teneinde aan de veilige kant te blijven is in de berekeningen het aandeel licht verkeer met aanhanger op 0 gesteld.



## Personenauto's

Voor de personenauto's is als bron gehanteerd de CBS-statistiek "Bezit en gebruik van personenauto's 1989".

Dit levert de volgende gegevens:

Omvang actief wagenpark: (CBS tabel 3, met correctie voor grijs kenteken)

benzine	3.956.000
diesel	547.000
lpg	584.000

Het geraamde gemiddeld jaarkilometrage in het binnenland per voertuig bedraagt:

Gem. jaarkilometrage binnenland: (CBS tabel 2)

benzine	13.540 km
diesel	28.140 km
lpg	25.200 km

Het actieve park, vermenigvuldigd met het gemiddeld jaarkilometrage per voertuig geeft de totale verkeersprestatie naar brandstofgebruik in het binnenland:

Binnenlandse prestatie personenauto's:

benzine	53,6 mld vtgkm	64,0 %
diesel	15,4 mld vtgkm	18,4 %
lpg	14,7 mld vtgkm	17,6 %
<hr/>		
Totaal	83,7 mld vtgkm	100 %

## Bestelwagens

Voor de bestelwagens is als bron gehanteerd de CBS-statistiek "Bezit en gebruik van bedrijfsvoertuigen 1989".

De definitie die het CBS hanteert voor 'bestelwagen' is een voertuig, conform het kenteken ingericht voor goederenvervoer, met leeggewicht, vermeerderd met het laadvermogen, minder dan 3,5 ton.

Omdat een aantal bestelwagens, na afgifte van het kenteken, als personenauto worden gebruikt, wordt door het CBS een correctie voor "grijs kenteken" toegepast: een zeker aandeel van de bestelwagens wordt overgeheveld naar de personenauto's.

Omvang administratief wagenpark: (CBS tabel 5.1.8)

benzine	149.023
diesel	224.552
lpg	22.986
<hr/>	
Totaal	396.561

Omvang actief wagenpark: 377.956 (CBS tabel 5.2.1)

Voor het actieve park wordt geen verdeling naar brandstofgebruik gegeven. De verdeling van het administratieve park is daarom toegepast:

Omvang actief wagenpark:

benzine	142.031
diesel	214.017
lpg	21.908
<hr/>	
Totaal	377.956

Het geraamde gemiddeld jaarkilometrage in het binnenland per voertuig bedraagt:

Gem. jaarkilometrage binnenland: (CBS tabel 5.3.9)

benzine	12.190 km
diesel	23.350 km
lpg	20.150 km

Het actieve park, vermenigvuldigd met het gemiddeld jaarkilometrage per voertuig geeft de totale verkeersprestatie naar brandstofgebruik in het binnenland:

Binnenlandse prestatie bestelwagens voor correctie grijs kenteken:

benzine	1,73 mld vtgkm
diesel	5,00 mld vtgkm
lpg	0,44 mld vtgkm
<hr/>	
Totaal	7,17 mld vtgkm

De correctie voor grijs kenteken bedraagt 1.121 mln vtgkm, waarop nog een correctiefactor 0,95 van toepassing is voor binnenlands gebruik (CBS tabel 3.6.6). Na correctie geeft dit:

Binnenlandse prestatie bestelwagens:

benzine	1,47 mld vtgkm	24,1 %
diesel	4,26 mld vtgkm	69,7 %
lpg	0,38 mld vtgkm	6,2 %
<hr/>		
Totaal	6,11 mld vtgkm	100,0 %

Het prestatie-aandeel van de bestelwagens in de totale prestatie van personenauto's en bestelwagens bedraagt hiermee 6,8 %.

Onderscheid lichte en zware bestelwagens:

Het CBS geeft een indeling van het administratieve bestelwagenpark naar gewichtsklasse ('Statistiek van de motorvoertuigen 1989, tabel 7). Het aandeel bestelwagens met leeggewicht kleiner dan 1300 kg (de ford transit weegt 1475 kg) bedraagt ca. 50%. Deze voertuigen zullen ten behoeve van de emissie-berekeningen worden beschouwd als personenauto's. Wel moet bij de overheveling naar de personenauto's rekening worden gehouden met de andere verdeling naar brandstofgebruik dan bij de bestelwagens. Aangenomen is dat deze verdeling gelijk is voor de lichte en de zware bestelwagens.

Het prestatie-aandeel van de zware bestelwagens in de totale prestatie van personenauto's en bestelwagens zou met deze indeling ca. 3,4% bedragen.

De zwaardere bestelwagen, zoals hierboven gedefinieerd, stemt tevens min of meer overeen met de indeling die bij visuele tellingen door de Dienst Verkeerskunde wordt gehanteerd. Deze tellingen geven een landelijk gemiddelde voor de bestelwagen van 2,6% (1988). Omdat het aandeel personenauto's hierin 85% bedroeg, volgt dat het aandeel van de zware bestelwagen binnen de groep personenauto's en bestelwagens ca. 3% bedraagt. Dit cijfer is globaal in overeenstemming met de 3,4% die uit de prestatiecijfers van het CBS is afgeleid. Omwille van de uniformiteit zal verder van het cijfer, afgeleid uit de CBS-gegevens, worden uitgegaan.

Als gemiddelde voor voertuiglengte en tussenafstand zullen voor de lichte bestelwagen de waarden van de personenauto worden overgenomen, en zullen voor de zware bestelwagen de meetresultaten van het Brienenoordbrug-onderzoek worden overgenomen.

## 6 Samenstelling van het vrachtverkeer

---

Voor de emissie-berekeningen wordt een onderverdeling naar drie gewichtsklassen gehanteerd [6]:

licht:	3,5 - 10 ton bruto
middelzwaar:	10 - 16 ton bruto
zwaar:	> 16 ton bruto

Deze indeling berust dus op max. bruto gewicht en het daarmee samenhangende motorvermogen. Het gewicht van een eventuele aanhanger wordt hierbij niet meegerekend.

Rijkeboer [6] doet de volgende aannamen om te komen tot een onderlinge frequentieverdeling. De prestatiegegevens berusten op CBS-gegevens van 1984.

voertuigcategorie:	prestatie:
licht:	20%
middelzwaar:	25%, waarvan 2/3 solo en 1/3 met aanhanger
zwaar; vrachtauto:	20%, waarvan 1/3 solo en 2/3 met aanhanger
zwaar; trekker+opl:	35%

De categorie 'middelzwaar' is inclusief bus (5%).

Een probleem met de beschikbare CBS-gegevens (statistiek bedrijfsvoertuigen) is dat er weliswaar gegevens over voertuigaantallen, ingedeeld naar gewichtsklasse zijn, maar dat prestatiegegevens naar gewichtsklasse ontbreken. Voorts staat registratie van aanhangers betrekkelijk los van het daadwerkelijk gebruik.

Teneinde d.m.v. waarnemingen iets meer zekerheid te verkrijgen omtrent deze aannamen, zijn verkeersmetingen door de Dienst Verkeerskunde uitgevoerd op drie autosnelweglocaties waarbij vrachtautotypen naar uiterlijke kenmerken zijn onderscheiden. De resultaten zijn samengevat in bijlage 2.

Vergelijking levert het volgende beeld:

voertuigcategorie	aannamen Rijkeboer	metingen 3 autosnelweg- locaties
vrachtauto ongeleed	40%	40%
vrachtauto + aanhanger	20%	15%
trekker met oplegger	35%	43%
bus	5%	2%

Deze gegevens duiden erop dat op doorgaande wegen de aandelen bus en vrachtauto met aanhanger lager, en het aandeel trekkers met oplegger hoger is dan aangenomen.

In het rekenrecept zijn de gemeten aandelen gehanteerd, terwijl de verdeelsleutels voor middelzware resp. zware vrachtauto's naar voertuigen met c.q. zonder aanhanger zijn overgenomen uit [6].

## Bronvermelding

---

1. 'Meting van de voertuigdichtheid van stilstaand verkeer';  
Transpute; december 1990.
2. 'Relatie snelheid-verkeersdichtheid in tunnels';  
Transpute; juni 1989.
3. 'Studie naar de relatie tussen snelheid en dichtheid in autotunnels';  
BVA - Buro voor Verkeerskundige Advisering; juli 1988.
4. 'Ventilatie van autotunnels';  
KIVI, Sectie Tunneltechniek; juli 1975.
5. 'Reports of the Road Tunnels Committee of PIARC';  
PIARC - XIII/XIV World Congresses Tokyo, Prague; 1967, 1971.
6. 'Aanbevelingen ventilatie autotunnels', bijdrage Rijkeboer;  
KIVI, Sectie Tunneltechniek; 1991.
7. 'Het bezit en gebruik van personenauto's 1989';  
Centraal bureau voor de statistiek; 1990.
8. 'Het bezit en gebruik van bedrijfsvoertuigen 1989';  
Centraal bureau voor de statistiek; 1990.

**Bijlage 1. Dichtheidsberekening bij 0%, 10% en 100% vrachtverkeer bij  
gemiddelde snelheid 0, 10 en 50 km/uur**

---



Snelheid 0 km/uur; Percentage vrachtverkeer 0 %

In: Snelheid van het verkeer  
0,00 km/uur

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtverkeer  
0%

Alle voertuigen  
100%

Licht verkeer  
100,00%

Zwaar verkeer

Personenauto's  
93,20%

Bestelwagens  
6,80%

Vrachtwagens  
0,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatielijfers brandstofgebruik  
voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(lijst gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat91prog)

In: (landelijk)  
Aandeel lichte bestel  
50,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatielijfers brandstofgebruik  
voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,18%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto+aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug  
en Coentunnel)

Bruto benodigde weglengte (m)	Aantal voertuigen per rijstrook-km		Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE-categorieën:	
	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuiver de categorie: (m)	Gemengd: (m)
pa benzine 59,66%	54,43%	6,83	3,72	146,41
pa diesel 17,14%	pa met catalisator 6,05%	6,83	0,41	146,41
pa lpg 16,39%	pa diesel 19,52%	6,83	1,33	146,41
	pa lpg 16,60%	6,83	1,13	146,41
				28,34
				24,11

Overheveling lichte bestel naar personenauto

Aleen ZWARE bestel:

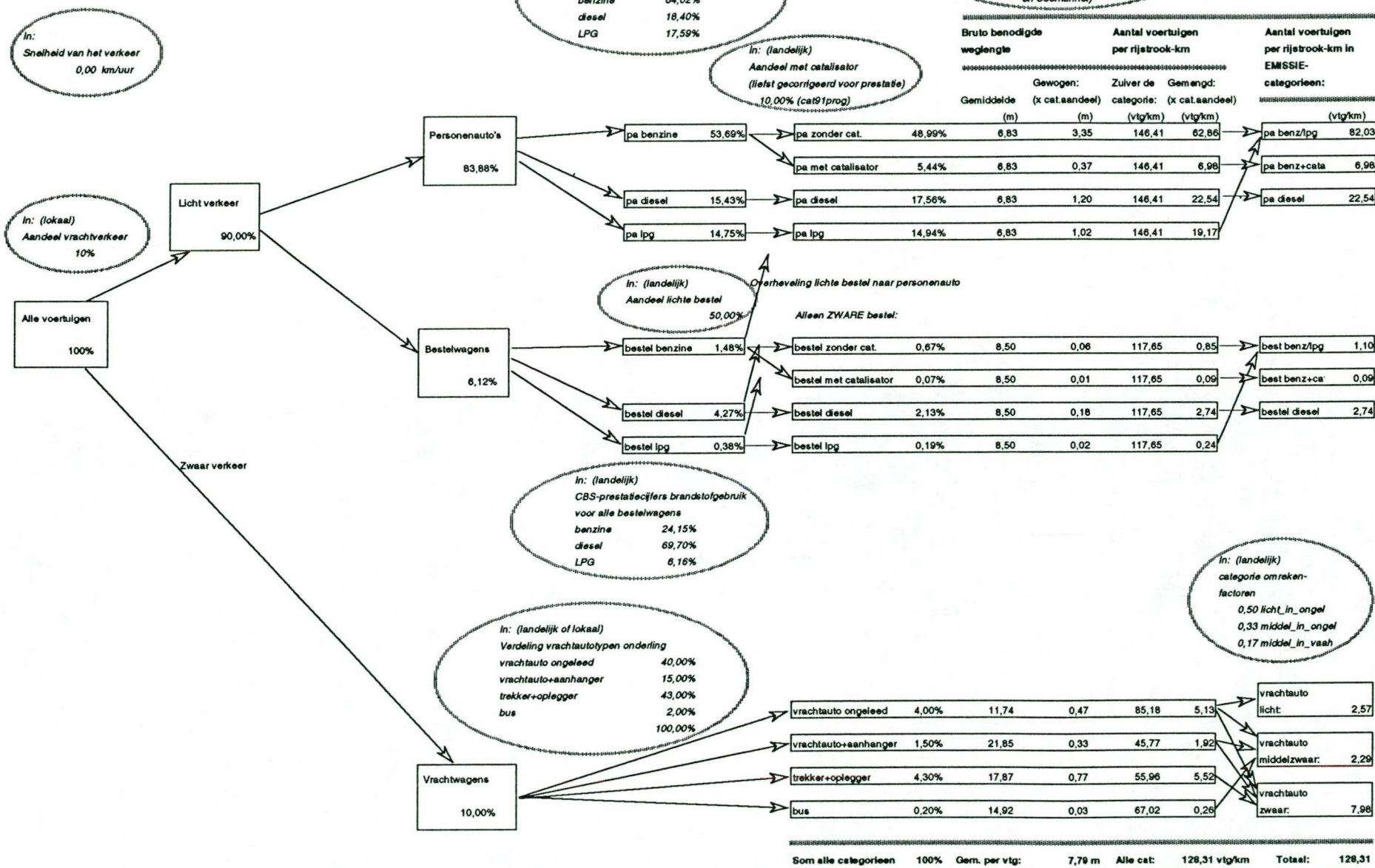
Besteltype	Percentage	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuiver de categorie: (m)	Gemengd: (m)
bestel benzine 1,64%	bestel zonder cat. 0,74%	8,50	0,06	117,65	1,07
bestel diesel 4,74%	bestel met catalisator 0,06%	8,50	0,01	117,65	0,12
bestel lpg 0,42%	bestel diesel 2,37%	8,50	0,20	117,65	3,44
	bestel lpg 0,21%	8,50	0,02	117,65	0,30

In: (landelijk)  
categorie omreken-  
factoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

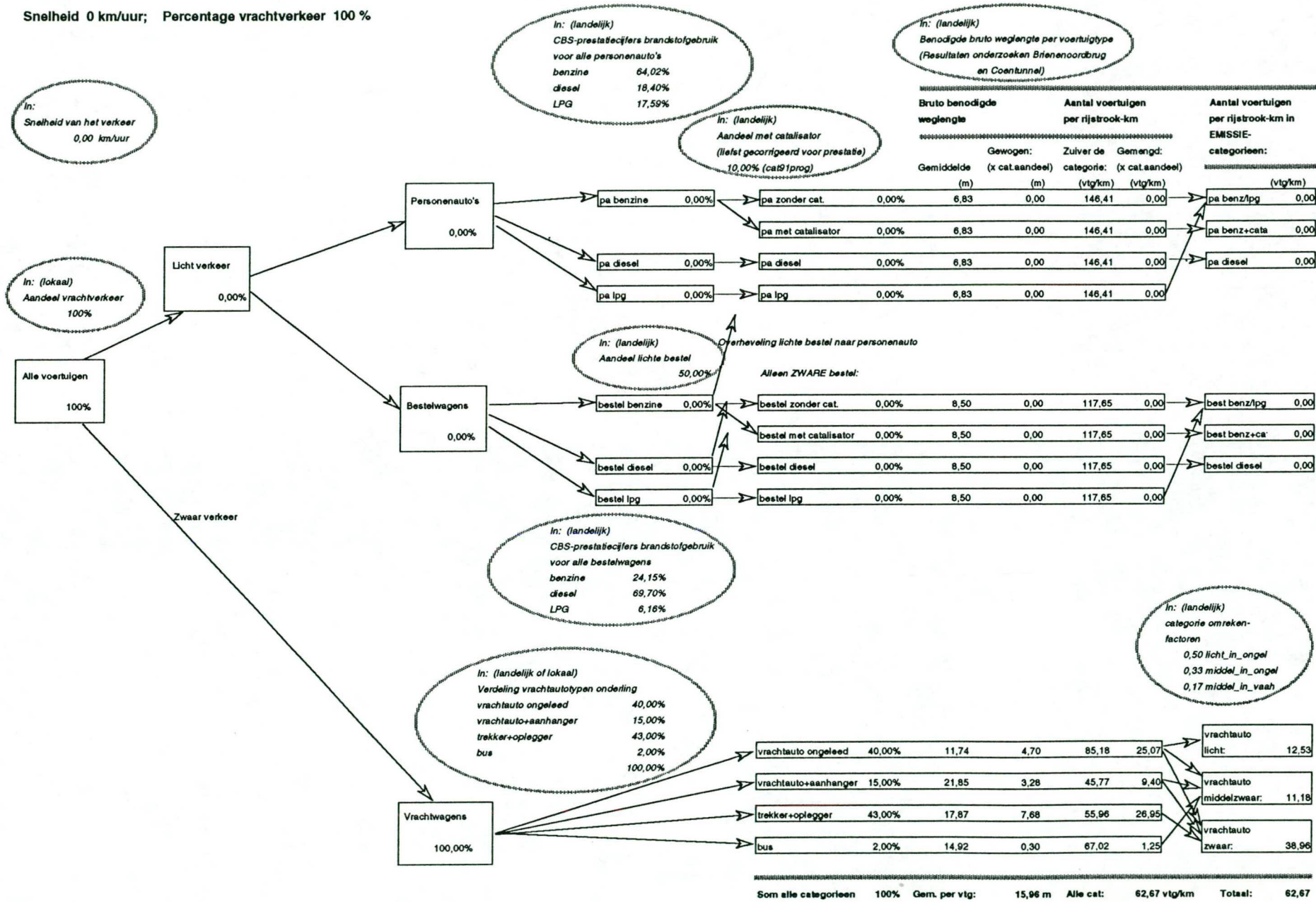
Vrachtautotype	Percentage	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuiver de categorie: (m)	Gemengd: (m)
vrachtauto ongeleed	0,00%	11,74	0,00	85,18	0,00
vrachtauto+aanhanger	0,00%	21,85	0,00	45,77	0,00
trekker+oplegger	0,00%	17,87	0,00	55,96	0,00
bus	0,00%	14,92	0,00	67,02	0,00

Som alle categorieën 100% Gem. per vtg: 6,89 m Alle cat: 145,21 vtg/km Totaal: 145,21

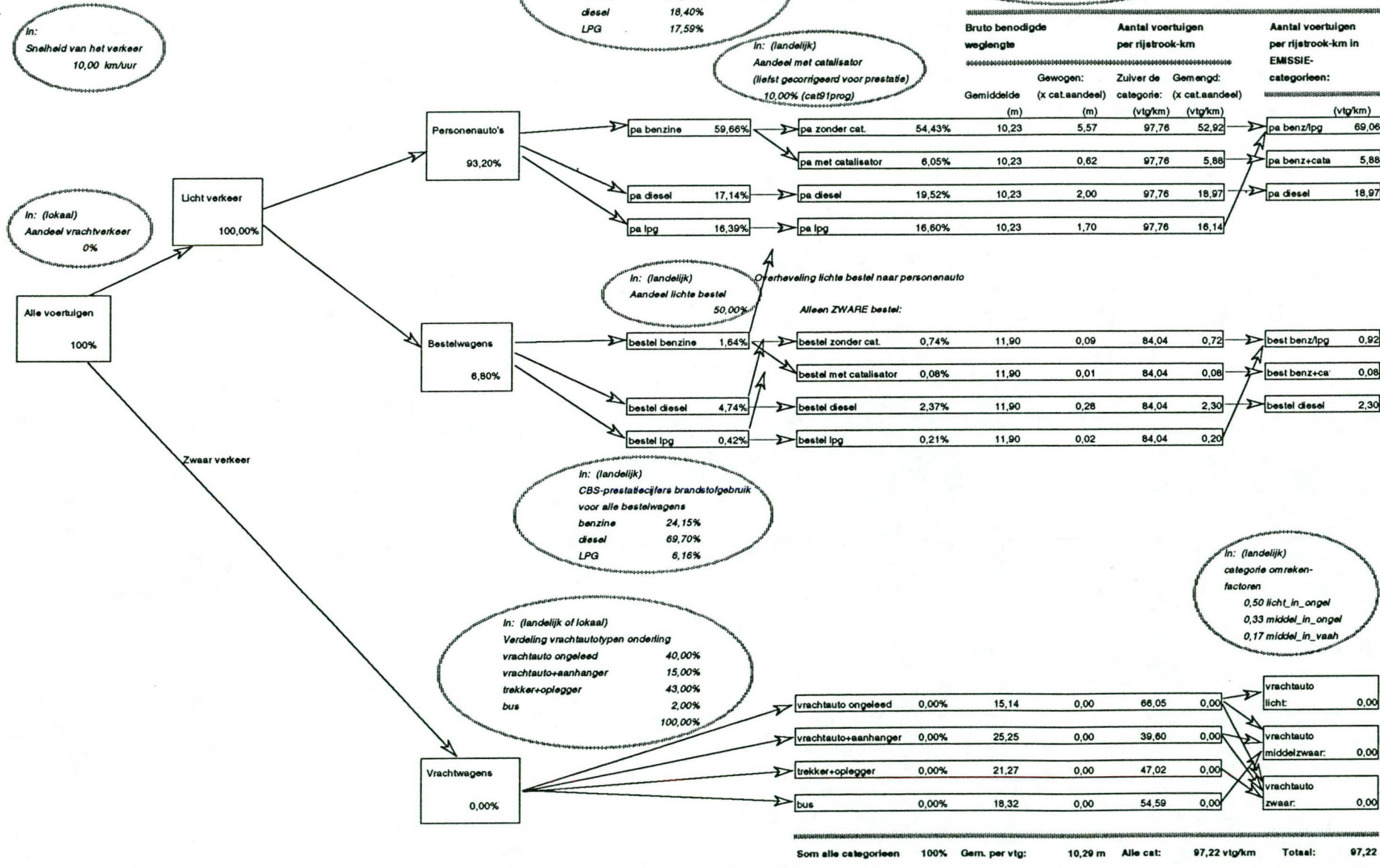
Snelheid 0 km/uur; Percentage vrachtverkeer 10 %



Snelheid 0 km/uur; Percentage vrachtverkeer 100 %



Snelheid 10 km/uur; Percentage vrachtverkeer 0 %



Snelheid 10 km/uur; Percentage vrachtverkeer 10 %

In: Snelheid van het verkeer  
10,00 km/uur

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtverkeer  
10%

Alle voertuigen  
100%

Licht verkeer  
90,00%

Zwaar verkeer

Personenauto's  
83,88%

Bestelwagens  
6,12%

Vrachtwagens  
10,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(lijst gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat91prog)

In: (landelijk)  
Aandeel lichte bestel  
50,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,16%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto+aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug  
en Coentunnel)

Bruto benodigde weglengte (m)	Aantal voertuigen per rijstrook-km		Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMSSIE-categorieën:	
	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuivere categorie: (vtg/km)	Gemengd: (vtg/km)
pa benzine	53,69%	10,23	5,01	43,77
pa diesel	15,43%	10,23	1,80	15,69
pa lpg	14,75%	10,23	1,53	13,35
pa zonder cat.	48,99%	10,23	5,01	43,77
pa met catalisator	5,44%	10,23	0,56	4,86
pa diesel	17,56%	10,23	1,80	15,69
pa lpg	14,94%	10,23	1,53	13,35
pa benz/lpg				57,12
pa benz+cata				4,86
pa diesel				15,69

Overheveling lichte bestel naar personenauto

Aleen ZWARE bestel:

Besteltype	Percentage	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuivere categorie: (vtg/km)	Gemengd: (vtg/km)
bestel benzine	1,48%	11,90	0,08	84,04	0,59
bestel diesel	4,27%	11,90	0,25	84,04	1,91
bestel lpg	0,38%	11,90	0,02	84,04	0,17
bestel zonder cat.	0,67%	11,90	0,08	84,04	0,59
bestel met catalisator	0,07%	11,90	0,01	84,04	0,07
bestel diesel	2,13%	11,90	0,25	84,04	1,91
bestel lpg	0,19%	11,90	0,02	84,04	0,17
best benz/lpg					0,76
best benz+ca					0,07
bestel diesel					1,91

In: (landelijk)  
categorie omrekenfactoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

Vrachtautotype	Percentage	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuivere categorie: (vtg/km)	Gemengd: (vtg/km)
vrachtauto ongeleed	4,00%	15,14	0,61	66,05	3,57
vrachtauto+aanhanger	1,50%	25,25	0,38	39,60	1,34
trekker+oplegger	4,30%	21,27	0,91	47,02	3,84
bus	0,20%	18,32	0,04	54,59	0,18
vrachtauto licht					1,79
vrachtauto middelzwaar					1,59
vrachtauto zwaar					5,55

Som alle categorieën 100% Gem. per vtg: 11,19 m Alle cat: 89,34 vtg/km Totaal: 89,34

Snelheid 10 km/uur; Percentage vrachtverkeer 100 %

In: Snelheid van het verkeer  
10,00 km/uur

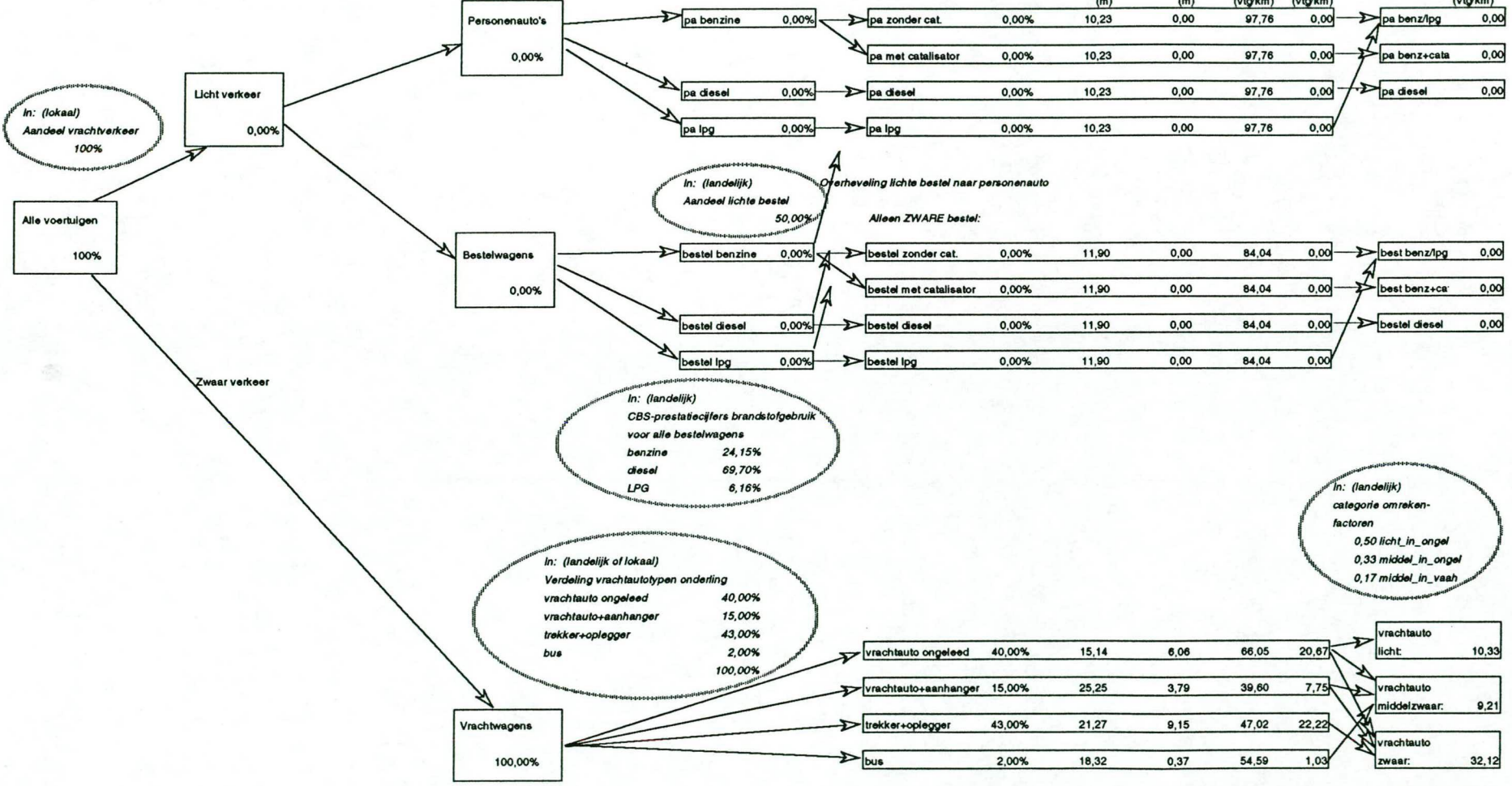
In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug en Coentunnel)

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtverkeer  
100%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(leest gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat91prog)

Bruto benodigde weglengte (m)	Aantal voertuigen per rijstrook-km		Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE-categorieën (vtg/km)
	Zuiver de categorie:	Gemengd: (x cat.aandeel)	
Gemiddelde (m)	(x cat.aandeel)	(vtg/km)	(vtg/km)



In: (landelijk)  
Aandeel lichte bestel  
50,00%

Overheveling lichte bestel naar personenauto  
Alleen ZWARE bestel:

In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,16%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto-aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
categorie omrekenfactoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

Som alle categorieën	100%	Gem. per vtg:	19,36 m	Alle cat:	51,67 vtg/km	Totaal:	51,67
----------------------	------	---------------	---------	-----------	--------------	---------	-------

Snelheid 50 km/uur; Percentage vrachtverkeer 0 %

In:  
Snelheid van het verkeer  
50,00 km/uur

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtverkeer  
0%

Alle voertuigen  
100%

Licht verkeer  
100,00%

Zwaar verkeer

Personenauto's  
93,20%

Bestelwagens  
6,80%

Vrachtwagens  
0,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(lijfst gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat@1prog)

In: (landelijk)  
Aandeel lichte bestel  
50,00%

In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,16%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto+aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug  
en Coentunnel)

Bruto benodigde weglengte (m)	Aantal voertuigen per rijstrook-km		Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMSSIE-categorieën		
	Gewogen: (x cat.aandeel)	Zuiver de categorie: (m)	Gemengd: (x cat.aandeel)	(vtg/km)	
Gemiddelde (m)	(m)	(vtg/km)	(vtg/km)	(vtg/km)	
pa benzine 59,66%	pa zonder cat. 54,43%	26,09	14,20	38,32	27,16
pa met catalisator 6,05%	pa met catalisator 6,05%	26,09	1,58	38,32	2,31
pa diesel 17,14%	pa diesel 19,52%	26,09	5,09	38,32	7,46
pa lpg 16,39%	pa lpg 16,60%	26,09	4,33	38,32	6,35

Overheveling lichte bestel naar personenauto

Alleen ZWARE bestel:

bestel benzine 1,64%	bestel zonder cat. 0,74%	27,76	0,21	36,02	0,28	best benz/lpg 0,36
bestel met catalisator 0,08%	bestel met catalisator 0,08%	27,76	0,02	36,02	0,03	best benz+ca 0,03
bestel diesel 4,74%	bestel diesel 2,37%	27,76	0,66	36,02	0,91	bestel diesel 0,91
bestel lpg 0,42%	bestel lpg 0,21%	27,76	0,06	36,02	0,08	

In: (landelijk)  
categorie omreken-  
factoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

vrachtauto ongeleed 0,00%	vrachtauto ongeleed 0,00%	31,00	0,00	32,25	0,00	vrachtauto licht: 0,00
vrachtauto+aanhanger 0,00%	vrachtauto+aanhanger 0,00%	41,11	0,00	24,32	0,00	vrachtauto middelzwaar: 0,00
trekker+oplegger 0,00%	trekker+oplegger 0,00%	37,13	0,00	26,93	0,00	
bus 0,00%	bus 0,00%	34,18	0,00	29,25	0,00	vrachtauto zwaar: 0,00

Som alle categorieën 100% Gem. per vtg: 26,15 m Alle cat: 38,24 vtg/km Totaal: 36,24

Snelheid 50 km/uur; Percentage vrachtkverkeer 10 %

In:  
Snelheid van het verkeer  
50,00 km/uur

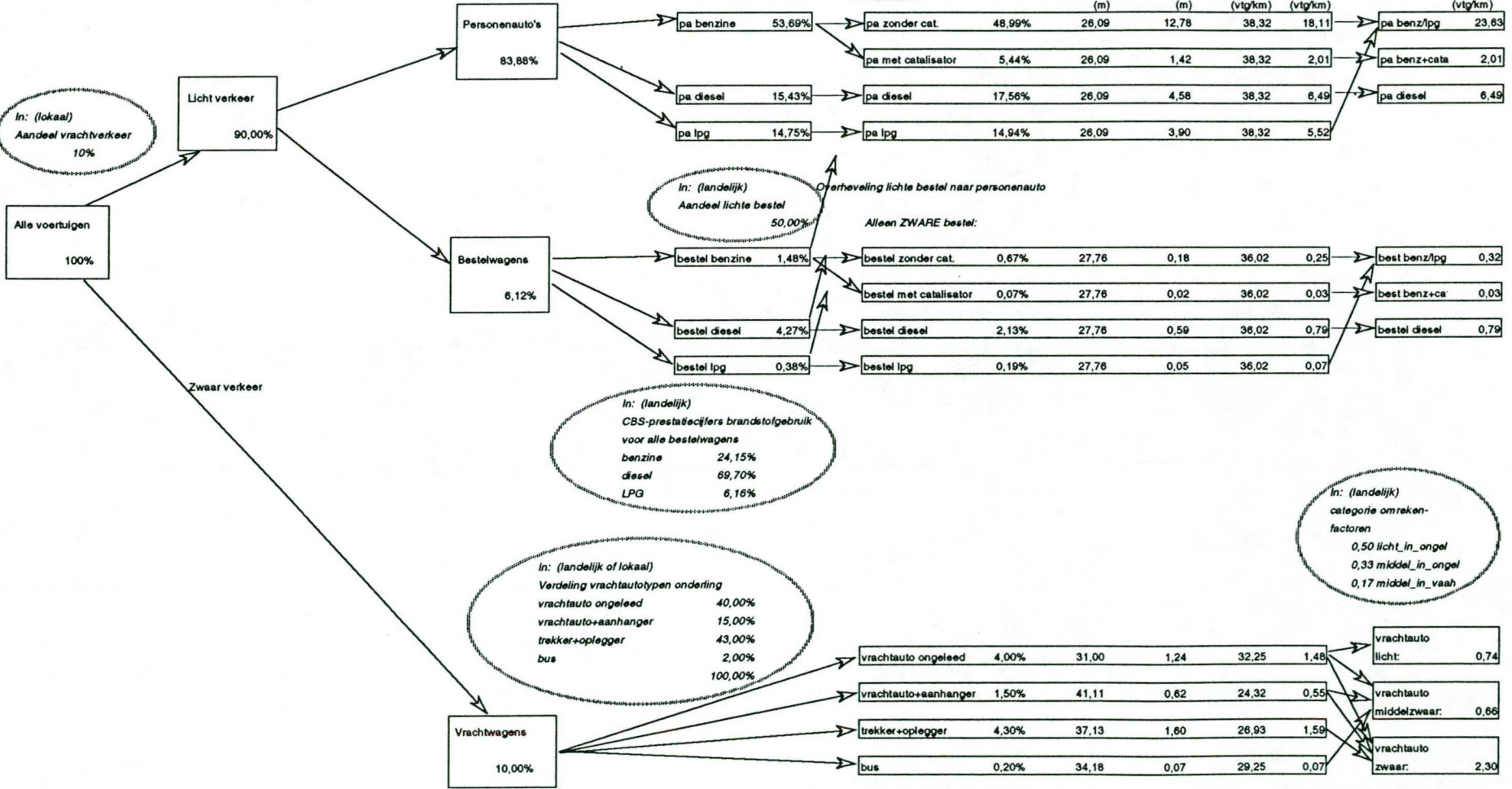
In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug  
en Coentunnel)

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtkverkeer  
10%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(lijfst gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat91prog)

Bruto benodigde weglengte	Aantal voertuigen per rijstrook-km		Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE-categorieën:	
	Gemiddelde (m)	Gewogen: (x cat.aandeel) (m)	Zuiver de categorie: (vtg/km)	Gemengd: (x cat.aandeel) (vtg/km)



In: (landelijk)  
CBS-prestatiecijfers brandstofgebruik  
voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,16%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto-aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
categorie omreken-  
factoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

Som alle categorieën	100%	Gem. per vtg:	27,06 m	Alle cat:	36,96 vtg/km	Totaal:	36,96
----------------------	------	---------------	---------	-----------	--------------	---------	-------



Snelheid 50 km/uur; Percentage vrachtverkeer 100 %

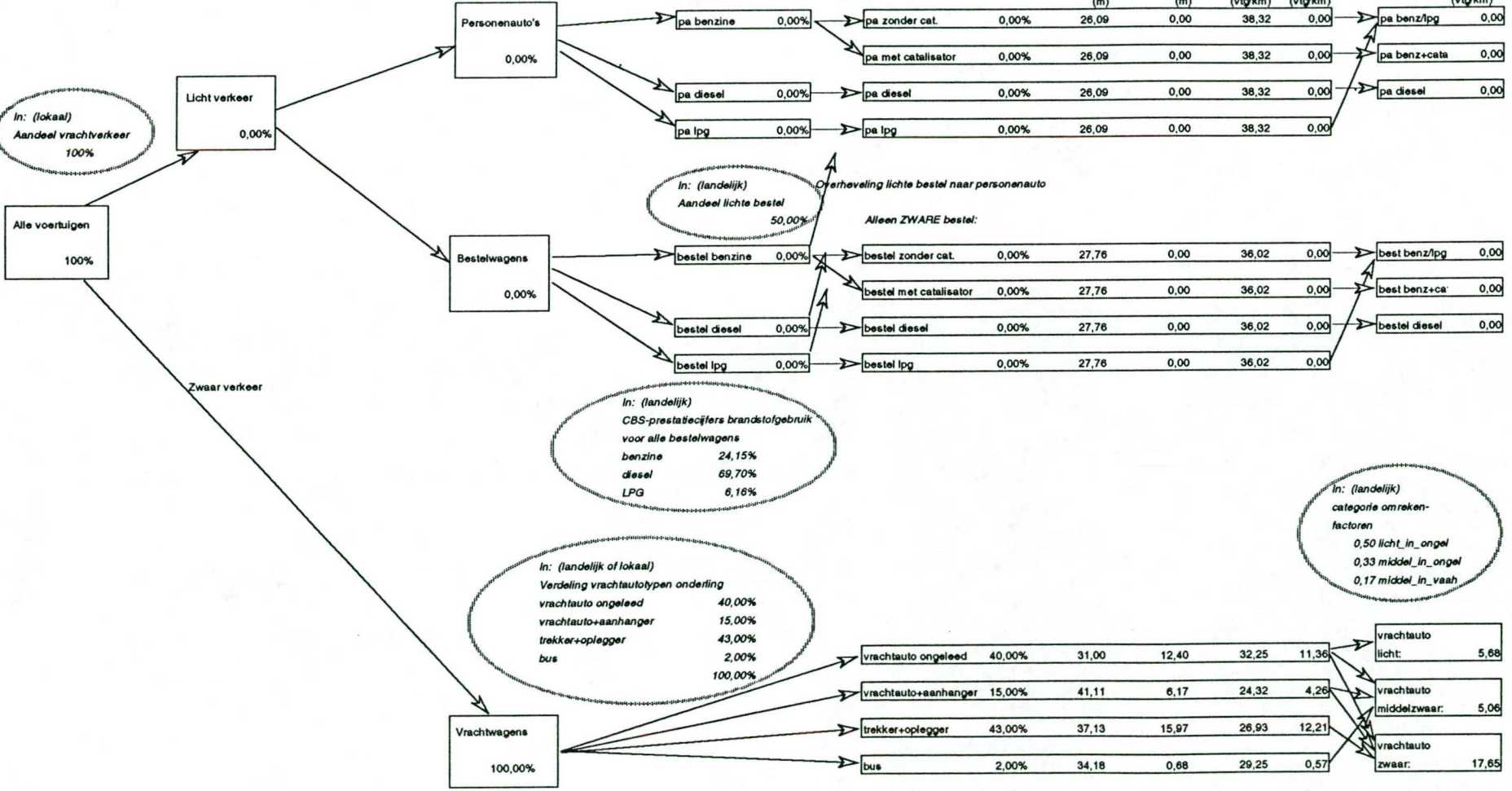
In:  
Snelheid van het verkeer  
50,00 km/uur

In: (landelijk)  
CBS-prestatielijfers brandstofgebruik  
voor alle personenauto's  
benzine 64,02%  
diesel 18,40%  
LPG 17,59%

In: (landelijk)  
Benodigde bruto weglengte per voertuigtype  
(Resultaten onderzoeken Brienenoordbrug  
en Coentunnel)

In: (lokaal)  
Aandeel vrachtverkeer  
100%

In: (landelijk)  
Aandeel met catalisator  
(lieft gecorrigeerd voor prestatie)  
10,00% (cat91prog)



Bruto benodigde weglengte	Aantal voertuigen per rijstrook-km			Aantal voertuigen per rijstrook-km in EMISSIE-categorieën:
	Gemiddelde (m)	Zuiver de categorie: (m)	Gemengd: (m)	
pa benzine 0,00%	26,09	0,00	38,32	pa benz/lpg 0,00
pa zonder cat. 0,00%	26,09	0,00	38,32	pa benz+cata 0,00
pa met catalisator 0,00%	26,09	0,00	38,32	pa diesel 0,00
pa diesel 0,00%	26,09	0,00	38,32	pa lpg 0,00
pa lpg 0,00%	26,09	0,00	38,32	

In: (landelijk)  
Aandeel lichte bestel  
50,00%

Overheveling lichte bestel naar personenauto

Alleen ZWARE bestel:

bestel benzine 0,00%	27,76	0,00	36,02	0,00	best benz/lpg 0,00
bestel zonder cat. 0,00%	27,76	0,00	36,02	0,00	best benz+ca 0,00
bestel met catalisator 0,00%	27,76	0,00	36,02	0,00	bestel diesel 0,00
bestel diesel 0,00%	27,76	0,00	36,02	0,00	bestel lpg 0,00
bestel lpg 0,00%	27,76	0,00	36,02	0,00	

In: (landelijk)  
CBS-prestatielijfers brandstofgebruik  
voor alle bestelwagens  
benzine 24,15%  
diesel 69,70%  
LPG 6,16%

In: (landelijk of lokaal)  
Verdeling vrachtautotypen onderling  
vrachtauto ongeleed 40,00%  
vrachtauto-aanhanger 15,00%  
trekker+oplegger 43,00%  
bus 2,00%  
100,00%

In: (landelijk)  
categorie omreken-  
factoren  
0,50 licht\_in\_ongel  
0,33 middel\_in\_ongel  
0,17 middel\_in\_vaah

vrachtauto ongeleed 40,00%	31,00	12,40	32,25	11,36	vrachtauto licht: 5,68
vrachtauto-aanhanger 15,00%	41,11	6,17	24,32	4,26	vrachtauto middelzwaar: 5,06
trekker+oplegger 43,00%	37,13	15,97	26,93	12,21	vrachtauto zwaar: 17,65
bus 2,00%	34,18	0,68	29,25	0,57	

Som alle categorieën 100% Gem. per vtg: 35,22 m Alle cat: 28,39 vtg/km Totaal: 28,39

**Bijlage 2. Resultaat van voertuigtype-tellingen op drie autosnelweglocaties  
(telling dienst verkeerskunde, 1991)**

---

Telresultaten:

Categorie	A 4 ri.A'dm	A12 ri.Utr.	A16 ri.Breda	Tesa-men
	km 15,7	km 39,8	km 42,6	
	28-03-91	27-03-91	27-03-91	
	10:00-11:00	10:00-12:00	10:00-11:00	
Bestel <3,5t *	224	225	149	598
Vrachtwagen	245	335	155	735
Vrachtw.+Aanh.	60	137	87	284
Trekker+Oplegger	164	339	292	795
Bus	13	10	10	33
<b>TOTAAL 1</b>	<b>706</b>	<b>1046</b>	<b>693</b>	<b>2445</b>
Personenauto	3054	4001	1846	8901
<b>TOTAAL 2</b>	<b>3760</b>	<b>5047</b>	<b>2539</b>	<b>11346</b>

Procentuele (onderlinge) verdeling van het vrachtverkeer:

Categorie	A 4 ri.A'dm	A12 ri.Utr.	A16 ri.Breda	Tesa-men	Idem, excl.bestel
	km 15,7	km 39,8	km 42,6		
	28-03-91	27-03-91	27-03-91		
	10:00-11:00	10:00-12:00	10:00-11:00		
Bestel <3,5t *	31,73	21,51	21,50	24,46	
Vrachtwagen	34,70	32,03	22,37	30,06	39,79
Vrachtw.+Aanh.	8,50	13,10	12,55	11,62	15,38
Trekker+Oplegger	23,23	32,41	42,14	32,52	43,04
Bus	1,84	0,96	1,44	1,35	1,79
<b>TOTAAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

\* : Tot de categorie 'bestelwagen' zijn gerekend voor goederenvervoer ingerichte voertuigen vanaf formaat Ford Transit / VW-bus en in gesloten uitvoering, d.w.z. zonder ramen. Stationcars zijn tot de personenauto's gerekend.

**Bijlage 3. Aandeel van gelede voertuigsoorten in enkele Nederlandse tunnels  
(telling dienst verkeerskunde, 1989)**

---

Telperioden (07.30 - 10.30 uur, 12.00 - 14.00 uur en 15.30 - 18.30 uur)

1. Beneluxtunnel 11-07-1989 (Oostbuis) en 13-07-1989 (Westbuis)
2. Heinenoordtunnel 11-07-1989 (Oostbuis) en 13-07-1989 (Westbuis)
3. Coentunnel 04-07-1989 (Oostbuis) en 06-07-1989 (Westbuis)
4. Velsertunnel 04-04-1989 (Oostbuis) en 06-04-1989 (Westbuis)

voertuigcategorie	Beneluxtunnel	Heinenoordtunnel	Coentunnel	Velsertunnel
-------------------	---------------	------------------	------------	--------------

*1<sup>e</sup> teldag*

aantal vtg	22248	13479	25252	23219
alle cat.	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
pa/motor	86.1 %	88.8 %	88.7 %	90.8 %
pa + aanh	0.9 %	1.2 %	1.2 %	1.2 %
pa + carv	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
va/bus	5.9 %	5.8 %	6.0 %	4.9 %
va + aanh	1.9 %	1.4 %	1.5 %	0.9 %
tr + opl	5.0 %	2.9 %	2.6 %	2.2 %

*2<sup>e</sup> teldag*

aantal vtg	23811	15645	23326	23583
alle cat.	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
pa/motor	86.0 %	88.0 %	89.6 %	91.5 %
pa + aanh	1.4 %	1.6 %	1.9 %	0.9 %
pa + carv	0.2 %	0.2 %	0.5 %	0.1 %
va/bus	5.9 %	6.0 %	5.1 %	4.7 %
va + aanh	1.7 %	1.3 %	1.9 %	1.0 %
tr + opl	4.8 %	2.9 %	3.6 %	1.9 %

