

# Het rij- en inhaalgedrag op versmalde rijstroken

een onderzoeksopzet

Bijlagen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Rijkswaterstaat  
Adviesdienst Verkeer en Vervoer  
Bureau Dokumentatie  
Postbus 1031  
3000 BA Rotterdam

D1350-2

# **Het rij- en inhaalgedrag op versmalde rijstroken**

**een onderzoeksopzet**

**bijlagen**

Jeroen Bosch

Rotterdam, 29 juni 2000

**Ministerie van Verkeer en Waterstaat**  
Adviesdienst Verkeer en Vervoer

en

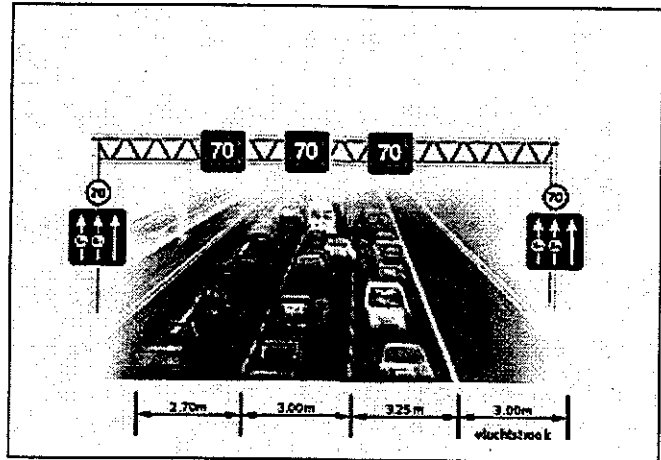
**Technische Universiteit Delft**  
Faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen  
Sectie Verkeerskunde

## Inhoudsopgave

Bijlage I Interview met dhr. P.W.M. Besselink over de plusstrook .....	5
Bijlage II Beschouwde combinaties van voertuigen video-observatie .....	9
Bijlage III Statistische formules en toetsen .....	13
Bijlage IV Bepaling foutmarge bij uitlezen laterale posities .....	17
Bijlage V Schatten van $\sigma$ voor bepaling steekproefomvang .....	19
Bijlage VI Onderzoekssituaties rijsimulator .....	21
Bijlage VII Meetrapport video-observatie .....	23
Bijlage VIII Onbewerkte gegevens laterale posities .....	25
Bijlage IX Boxplots van de laterale posities .....	29
Bijlage X Histogrammen van laterale posities .....	31
Bijlage XI Nauwkeurigheid van de gemiddelde laterale posities .....	37
Bijlage XII Chikwadraattoets .....	39
Bijlage XIII Resultaten t- en F-toets .....	45
Bijlage XIV Covarianties en correlatie laterale posities en afstanden .....	47
Bijlage XV Verdeling hiaten en positie van het voertuig binnen het hiaat .....	49
Bijlage XVI Verdeling laterale afstanden tussen objecten .....	57

## Bijlage I Interview met dhr. P.W.M. Besselink over de plusstrook

Het interview met dhr. P.W.M. Besselink, werkzaam bij de Directie Utrecht, had betrekking op de gevolgde handelwijze voor de totstandkoming van het ontwerp van de "plusstrook" op de A27 tussen knooppunt Lunetten en knooppunt Everdingen. Dhr. Besselink is gevraagd een toelichting te geven op een aantal aspecten die bij de totstandkoming van de plusstrook van belang werden geacht en die tevens bij de dynamische indeling van het dwarsprofiel in smallere rijstroken van belang kunnen zijn. Uit deze toelichting blijkt dat vooral de ervaringen met werk-in-uitvoering op de A12 een belangrijke basis voor dit project op de A27 vormden. Deze situatie op de A12 kende een rijbaanindeling met rijstroken van 3.25, 3.00 en 2.50 meter breed bij een snelheidslimiet van 90km/u en een inhaalverbod voor vrachtauto's.



figuur 1. plusstrook

**Donderdag 10 november 1999,**  
**Dhr. P.W.M. Besselink,**  
**Directie Utrecht (RWS).**

*Worden de breedtes van de rijstroken de bestuurder van te voren bekend gemaakt door middel van bebording, of juist (bewust) niet? Bij het aangeven van de rijstrookbreedtes kunnen de bestuurders misschien terughoudend zijn met het gebruik van de smallere linker rijstrook (2.70m).*

Het antwoord was duidelijk nee. Voor de tweede en derde rijstrook geldt een breedtebeperking. Deze beperking moet ervoor zorgen dat vrachtauto's, maar ook auto's met caravan of aanhangwagen, niet van deze rijstroken gebruik gaan maken. De rijstrookbreedtes worden dus niet aangegeven, waardoor een bestuurder niet bewust een keuze voor een bepaalde rijstrook maakt.

*Waarom de snelheidslimiet van 70km/u? Heeft dat met de breedte van de rijstroken te maken (ROA zegt bijvoorbeeld dat bij een ontwerpsnelheid van 90km/u de rijstrookbreedte 3.25 meter mag bedragen).*

De snelheidsbeperking van 70km/u wordt als een begin gezien. De reden daarvoor is dat het onduidelijk is wat de effecten van deze smallere rijstroken zijn. Daarnaast is het moeilijk de snelheidslimiet later terug te brengen van 90 naar 70km/u, omdat de bestuurder aan deze snelheid op het wegvak gewend is geraakt. Bovendien is de bestuurder onvoldoende op de hoogte van de eventuele effecten die bij deze snelheid blijken op te treden en bij een lagere snelheid niet op zullen treden.

Wanneer de snelheidslimiet van 70km/u te laag blijkt te zijn, wordt in overweging genomen om de limiet te verhogen naar 90km/u. Hoe en wanneer tot deze stap wordt over gegaan is echter noch onduidelijk. Dit zal enerzijds afhangen van hoe de bestuurder reageert op de

huidige snelheidslimiet en anderzijds van de KLPD, die streng op de naleving van de limiet toeziet.

*Met welke effecten is of wordt rekening gehouden? Ik denk dan aan aspecten die ook bij mijn afstudeeropdracht aan de orde komen:*

#### *het inhalen*

Er wordt min of meer hetzelfde verwacht als van hetgeen de WIU op de A12 heeft laten zien. Dit betekent dat het aantal voertuigen dat een ander voertuig passeert aanzienlijk daalt. Daarnaast wordt verwacht dat het blokrijden, evenals op de A12, weer op zal treden.

#### *het strookwisselen*

Ook hiervan wordt verwacht dat dit zal afnemen. Dit is wederom op basis van de ervaringen op de A12, waarbij het aantal rijstrookwisselingen af nam. Zeker bij een snelheidslimiet van 70km/u zal dit nog verder kunnen afnemen, doordat het snelheidsverschil tussen personenauto's en vrachtauto's naar verwachting wordt opgeheven.

#### *aantal lijnoverschrijdingen*

Hieraan is weinig aandacht besteed. De veronderstelling is dat bij de lagere limiet het makkelijker is om binnen de eigen rijstrook te blijven dan bij hogere snelheden, bovendien is er veel verkeer aanwezig waardoor de bestuurder wel gedwongen wordt in zijn rijstrook te blijven (middelste). Ook toepassing van geprofileerde markering kan hiertoe bijdragen.

#### *naleving van de snelheidslimiet*

Zoals gezegd zal de KLPD streng op de naleving van de snelheidslimiet toezien. Welke bovengrens zij daarbij gaat hanteren, is niet bekend.

#### *homogenisering verkeersstroom (door de snelheid)*

Door de snelheidslimiet van 70km/u wordt het snelheidsverschil tussen personenauto's en vrachtauto's opgeheven. Hierdoor zal de verkeersstroom verder homogeniseren dan bij een snelheidslimiet van 90km/u.

#### *capaciteit wegvak*

De bevindingen op de A12 wijzen erop dat de capaciteit ten opzichte van de bestaande situatie met twee normale rijstroken flink zal toenemen. Deze ligt waarschijnlijk wel iets onder de capaciteit van een rijbaan met drie normale rijstroken.

#### *aantal ongevallen (ik refereer hierbij aan een onderzoek uit de VS van Curren)*

Er wordt geen noemenswaardige stijging van het aantal ongevallen verwacht. Wel wordt verwacht dat de rijtaak meer inspanning zal gaan vergen op dit wegvak.

*Wat verwacht u, in aansluiting op de vorige vraag, van het aantal conflicten in laterale zin?*

Net als op de A12 worden hierbij geen problemen verwacht.

*Hoe lang is dit wegvak? Is er onderzoek gedaan naar de maximale lengte van een dergelijk wegvak?*

Het wegvak tussen knooppunt Lunetten en knooppunt Everdingen is circa 5 kilometer lang. Naar de lengte van een gewijzigd wegvak is niet echt onderzoek gedaan. Het wegvak op de A12 bedroeg 6 kilometer en heeft destijds nauwelijks tot problemen binnen dit wegvak geleid.

*In mijn literatuuronderzoek ben ik informatie over de laterale posities van voertuigen tegen gekomen. Ik refereer aan het experiment van Simon Cohen aan (3.25-3.00-3.00). In welke mate is hiermee rekening gehouden?*

Bij het bepalen van de rijstrookbreedtes is hieraan weinig aandacht besteed. Uit evaluatiestudies naar de plusstrook moet blijken of de rijstrookbreedtes de juiste zijn. Op de A12 is destijds wel geconstateerd dat effecten zoals blokrijden optreden, maar in welke mate deze effecten aan de breedte van de rijstroken en als gevolg daarvan aan de laterale positie van de voertuigen toegeschreven kunnen worden, is niet bekend. Van deze effecten wordt overigens verwacht dat deze ook nu zullen optreden.

*Zijn er vaste objecten op dit wegvak binnen een afstand van respectievelijk 1.00-1.50-1.80m van de kantstrook? Zo ja, wat wordt verwacht van deze objecten op de laterale posities?*

Op de A12 is wel enig effect van de barrier op de positie van het verkeer geconstateerd, maar in welke mate dit effect heeft doorgewerkt is onbekend. Echter, de meeste objecten bevinden zich op A27 op een voldoende grote afstand van de kant van de rijbaan.

#### **Voor een eventuele meting**

*Zijn er viaducten over dit wegvak, waar vanaf met een videocamera de verkeersstroom kan worden geobserveerd?*

Er bevinden zich geen viaducten binnen dit wegvak. Wel kan misschien gebruik worden gemaakt van de vaste camera's die voor de bewaking van de weg moeten dienen.

*De evaluatiestudies, die ongetwijfeld uitgevoerd gaan worden, op welke effecten gaan die zich richten, naast afwikkelskwaliteit en filevorming?*

Er zal in de evaluatiestudies aandacht worden besteed aan de gedragseffecten die onder andere als gevolg van versmalde rijstroken optreden. Ook zal het aspect veiligheid worden geëvalueerd. Men wil hiervoor van probe-voertuigen gebruik gaan maken.

#### **Slotsom**

Aan veel aspecten van het rij- en inhaalgedrag is weinig tot geen aandacht besteed. De reden hiervoor is, dat destijds bij wegwerkzaamheden op de A12 zich geen grote problemen hebben voorgedaan. Dit moet de keuze van de rijbaanindeling op de A27 rechtvaardigen, omdat deze overeenkomstig de rijbaanindeling op de A12 is. Uit evaluatiestudies moet blijken, wat de effecten van smallere rijstroken zijn op onder andere de verkeersafwikkeling, belasting van de rijtaak, rijgedrag, etc.

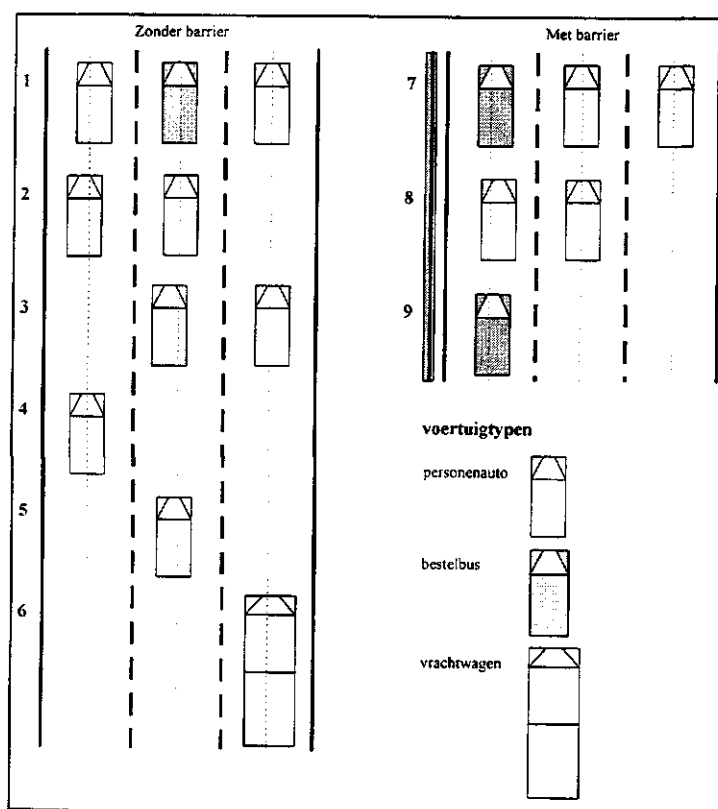
## Bijlage II Beschouwde combinaties van voertuigen video-observatie

De diversiteit aan voertuigen op 's lands autosnelwegen is groot. Van kleine personenauto's tot en met grote vrachtwagens zijn ze er in allerlei verschillende modellen, (binnen zekere grenzen) afmetingen en kleuren verkrijgbaar. Bovendien hebben al deze voertuigen verschillende voertuigkarakteristieken (topsnelheid, acceleratie, motorvermogen enz.), waardoor de diversiteit onbewust nog groter is. Voor de typering van de voertuigen, in bijvoorbeeld een microscopisch simulatiemodel zoals MIXIC, is het dan ook goed om hierin een classificatie aan te brengen. In MIXIC is daarbij voorlopig gekozen voor drie typen voertuigen: de personenauto, de bestelbus en de vrachtwagen (zie ook tabel 1).

tabel 1. Voertuigtypen en gemiddelde voertuigbreedtes in MIXIC

voertuigtype	breedte [m] exclusief spiegels	breedte [m] inclusief spiegels
personenauto	1.67	1.97
bestelbus	1.84	2.14
vrachtwagen	2.53	2.83

Deze classificatie kent voor het analyseren van de videobeelden echter twee problemen. Ten eerste betekent deze classificatie dat een aanzienlijk aantal combinaties van deze drie typen



figuur 2. Mogelijke combinaties van objecten

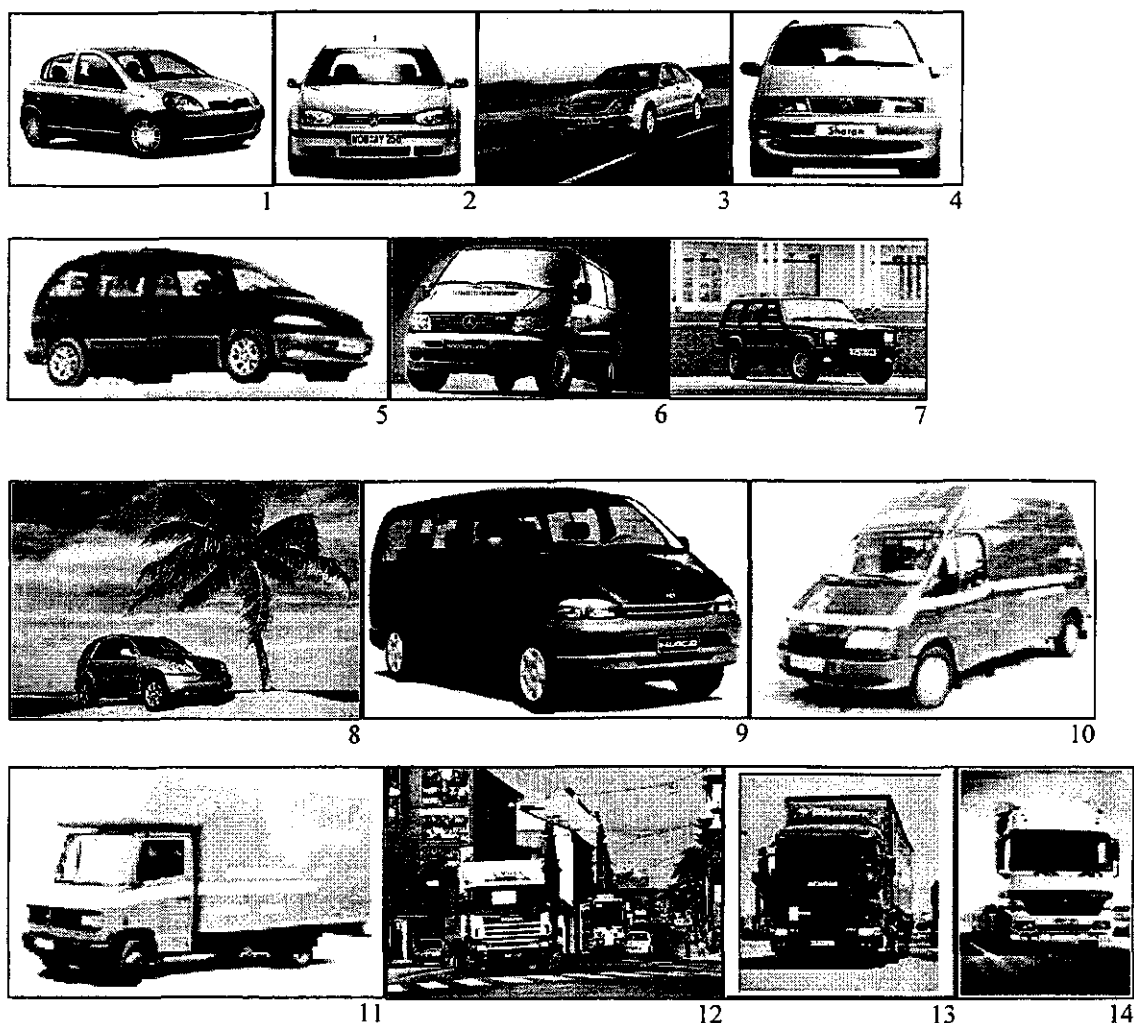
voertuigen mogelijk is. Immers, voor een rijbaan met drie rijstroken zijn er voor één type voertuig zes combinaties mogelijk. In de situatie dat de rijbaan aan linker zijde door bijvoorbeeld een barriër wordt afgeschermd, komen daar nog eens drie combinaties bij (zie figuur 2). Wanneer de classificatie in MIXIC wordt gehanteerd (met een inhaalverbod voor het vrachtverkeer), zijn er 47<sup>1</sup> combinaties van voertuigen en vaste objecten mogelijk. Het zal duidelijk zijn dat deze (nu) niet allemaal beschouwd kunnen worden.

Ten tweede is het moeilijk deze classificatie te hanteren bij het uitlezen van de videobeelden. Door de alsmaar toenemende diversiteit aan voertuigen worden de grenzen tussen bepaalde categorieën steeds

<sup>1</sup> Er zijn drie typen voertuigen: personenauto, bestelbus en vrachtwagen. De vrachtwagens mogen alleen van de rechter rijstrook gebruik maken, de andere voertuigen mogen van alle rijstroken gebruik maken. Voor een rijbaan met drie rijstroken zijn dan 29 combinaties mogelijk. Indien de rijbaan aan de linker zijde wordt begrensd door een barriër, komen daar nog eens 18 combinaties bij, waarmee het totaal aantal mogelijke combinaties op 47 komt.

moeilijker te trekken. Een goed voorbeeld is de spacewagon of MPV (zie figuur 3 (4 en 5)). Deze voertuigen zijn immers breder, hoger en langer dan de gemiddelde personenauto. Sommige zijn zelfs net zo groot als een kleine bestelbus (figuur 3(6)), maar ze worden wel geclassificeerd als personenauto. De definitie van een personenauto volgens Goudappel Coffeng (1998) omvat bijvoorbeeld alle voertuigen geschikt voor het vervoeren van 9 personen of minder. Het type bestelbus valt er in dat geval ook onder (figuur 3 (6, 9 en 10)). Daarmee rijst de vraag of de bestelbus wel als aparte categorie beschouwd moet worden. Deze vraag zal in deze bijlage niet beantwoord worden, maar dient alleen om te benadrukken, dat een keuze voor een bepaalde classificatie een aantal haken en ogen heeft en vraagt om scherpe definities van de categorieën.

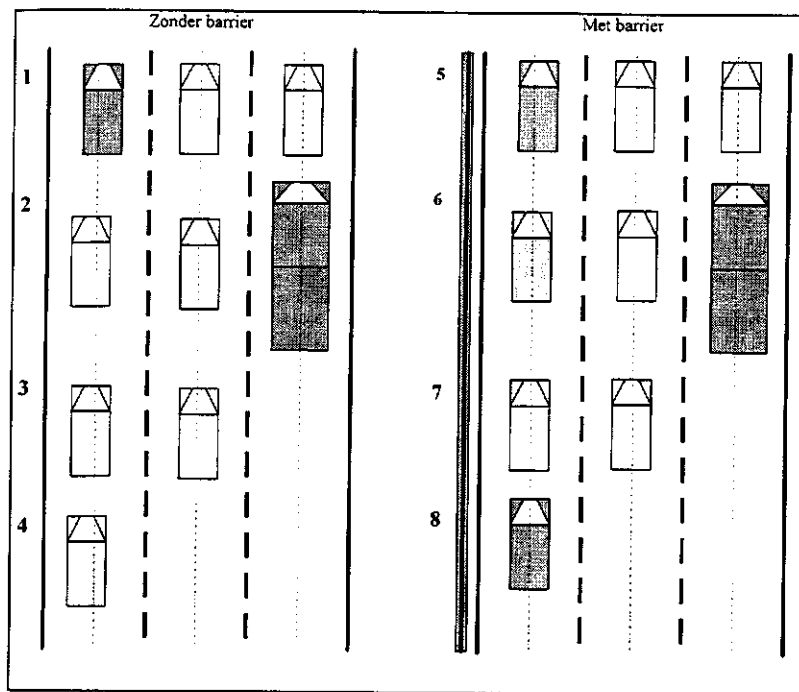
Een nog complexere categorie is wellicht de vrachtauto. In deze categorie zit zo mogelijk nog een veel grotere variatie in de afmetingen (zie figuur 3 (11, 12, 13 en 14)). Daarbij kan tevens het onderscheid in een vrachtwagen, een vrachtwagen met aanhanger, een vrachtwagen met oplegger en een touringcar een rol spelen. De aanhanger van een vrachtwagen slingert wellicht meer dan een gewone touringcar. Maar, uitgaande van een snelheidslimiet van 70 km/u tijdens het actief zijn van de dynamische rijbaanindeling zal dit effect afnemen ten opzichte van toegestane maximumsnelheid onder normale omstandigheden (80 km/u plus een marge).



figuur 3. Verschillende typen voertuigen.



Om nu het aantal te beschouwen combinaties te beperken en achteraf discussie over de classificatie te vermijden, worden met video-observatie in eerste instantie alleen de typen *personenauto* en *vrachtauto* beschouwd. De categorie *personenauto* bevat daarbij alle voertuigen die geschikt zijn voor het vervoeren van 7 personen of minder, inclusief de modellen die als bestelauto gekenmerkt worden (figuur 3 (1, 2, 3, 4, 5, 7 en 8)). De MPV's of



figuur 4. Te onderzoeken combinaties van objecten met video-observatie

spacewagons (figuur 3 (4 en 5)) behoren hier dus ook toe, het type *bestelbus niet* (figuur 3 (6, 9 en 10)). Tot de categorie *vrachtauto* behoren alle middelgrote en grote vrachtwagens (zie figuur 3 (12, 13 en 14)). Door het uitsluitend beschouwen van de *personenauto*'s en de *vrachtwagens* reduceert het aantal mogelijke combinaties tot 13. Van deze 13 zijn er een aantal combinaties minder interessant, waarmee het aantal te onderzoeken combinaties verder reduceert tot 8. Deze combinaties zijn in figuur 4 weergegeven.

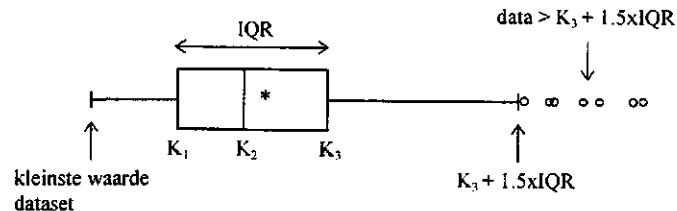
## Bijlage III Statistische formules en toetsen

In deel a van deze bijlage wordt de boxplot uitgelegd. In deel b zijn statistische formules opgenomen en voorzien van een korte toelichting. In deel c wordt de chikwadraattoets toegelicht. Tot slot worden in deel d van deze bijlage de statistische toetsen voor het verschil in gemiddelden en varianties gegeven en toegelicht.

### Deel a: de boxplot

De boxplot (Groeneboom, 1995) is een systematische presentatie van de gegevens, waarbij extreme waarden gevisualiseerd worden. Deze extreme waarden kunnen het gevolg zijn van een foutieve waarneming. Door de visualisatie van deze extreme waarden kan van deze waarden tenminste worden geverifieerd of dit daadwerkelijk aan een foutieve waarneming is te wijten of niet.

De boxplot bestaat onder andere uit een box, die de data tussen het eerste kwartiel  $K_1$  en het derde kwartiel  $K_3$  representeert. Het absolute verschil tussen de waarden  $K_1$  en  $K_3$  wordt de 'Inter Quartile Range' (IQR) genoemd.



figuur 5. De boxplot

Verder bestaat de boxplot uit twee 'snorharen' met een maximale lengte van  $1.5 \times IQR$ . De waarden die buiten de snorharen vallen, worden als extreme waarden aangemerkt, waarvan wordt nagegaan of zij te wijten zijn aan een foutieve waarneming. Indien dit inderdaad zo blijkt te zijn, worden deze waarden uit de betreffende dataset verwijderd.

### Deel b: statistische analyse van de datasets

#### Rekenkundig gemiddelde

Het rekenkundige gemiddelde van de dataset wordt bepaald door de waarde van iedere waarneming te sommeren en vervolgens te delen door het aantal gesommeerde waarnemingen. Wanneer het aantal waarnemingen groot genoeg, wordt het gemiddelde  $\mu$  benaderd door het gemiddelde van de steekproef  $\bar{x}_n$ .

$$\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{vergelijking 1}$$

#### variantie

Niet iedere waarneming zal gelijk zijn aan het gemiddelde, ofwel de gegevens uit de dataset variëren om dit gemiddelde. Om de mate van variatie in de gegevens aan te geven wordt gebruik gemaakt van het begrip variantie. De variantie  $\text{var}(x)$  is een getal dat aangeeft in welke mate de gegevens gespreid zijn om de verwachtingswaarde  $\mu$ . Voor een continue stochast wordt de variantie als volgt bepaald:

$$\text{var}(x) = s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2 \quad \text{vergelijking 2}$$

### standaarddeviatie

Om de mate van spreiding van de gegevens uit een dataset weer te geven, kan ook gebruik worden gemaakt van de standaarddeviatie. De standaarddeviatie is eveneens een maat voor spreiding rondom het gemiddelde van een dataset. De standaarddeviatie is gelijk aan de wortel van de variantie. Omdat niet de werkelijke standaarddeviatie wordt bepaald, maar de standaarddeviatie van de steekproef wordt het symbool  $s$  gebruikt in plaats van  $\sigma$ .

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2}$$

vergelijking 3

### Deel c: chi-kwadraattoets

De chi-kwadraattoets wordt uitgevoerd om te controleren of het gehanteerde type verdeling ook daadwerkelijke bij de dataset past. Hiertoe wordt de werkelijke verdeling vergeleken met de theoretisch verdeling. In de functie, die de vermoedelijke verdeling van de data beschrijft, worden de geschatte parameters ingevuld (voor een Normale verdeling zijn dit  $\mu$  en  $\sigma$ ). Daarna wordt op basis hiervan de theoretische frequentie per klasse berekend. Indien dit in tabelvorm wordt gepresenteerd, ziet dit er als volgt uit:

tabel 2. Voorbeeld chi-kwadraattoets

klasse	klassenmidden k	frequentie f	f*k	f*k <sup>2</sup>	theoretisch frequentie F <sub>i</sub>	bijdrage aan $\chi^2$ (f-F <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /F <sub>i</sub>
1.60-1.80	1.70	163	277.1	471.1	(F(1.80)-F(1.60)) x 684	1.34
...						
n						
som		684	..	..	684	4.67

Door nu de overschrijdingskans  $\alpha$  vast te stellen, kan een uitspraak worden gedaan over de juistheid van de gekozen type verdeling (hiervoor zijn tabellen beschikbaar).

De toets luidt als volgt:

$$P\{H_0 \text{ verwerpen} \mid H_0 \text{ waar is}\} \leq \alpha$$

waarin:

$H_0$ : De gegevens zijn Normaal verdeeld,

$H_a$ : De gegevens zijn niet Normaal verdeeld,

$\alpha$ : bv. 5%.

De toetsingsgrootte T luidt:

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i}$$

waarin:

T  $\chi^2$  verdeeld is met (n-m-1) vrijheidsgraden,

$f_i$  waargenomen frequentie,

$F_i$  theoretische frequentie,

n aantal klassen,

m aantal geschatte parameters.

#### Deel d: toetsen van verschillen tussen datasets

Om te toetsen of de verschillen tussen de datasets significant zijn, worden statistische toetsen uitgevoerd. Eerst wordt bepaald of het verschil in de gemiddelden significant is. Indien dit verschil niet significant blijkt, kan nog niet worden geconcludeerd, dat de datasets niet verschillen. Daartoe dient dan nog een toets op de varianties te worden uitgevoerd.

##### *t-toets*

De eerste toets is een t-toets. Met de t-toets wordt nagegaan of de verschillen tussen de gemiddelden significant zijn. Met de t-toets wordt de nulhypothese  $H_0$  tegen de alternatieve hypothese  $H_a$  getoetst bij een bepaald significantieniveau  $\alpha$ . Nadat het aantal vrijheidsgraden is bepaald, kan de t-toets worden uitgevoerd. Het criterium waaraan voldaan moet worden luidt als volgt:

$$P\{H_0 \text{ verwerpen} \mid H_0 \text{ waar is}\} \leq \alpha$$

waarin:

$H_0$ : Er is geen verschil tussen  $\mu_1$  en  $\mu_2$ ,

$H_a$ : Er is wel verschil tussen  $\mu_1$  en  $\mu_2$ ,

$\alpha$ : bv. 10%.

De toetsingsgrootte  $T$  luidt:

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

waarin :

$T$  t verdeeld met  $(n_1-1)+(n_2-1)$  vrijheidsgraden,

$n$  aantal waarneming in de steekproef,

$s^2$  de geschatte variantie van de steekproef,

$\bar{x}$  gemiddelde van de steekproef.

##### *F-toets*

Als blijkt dat de gemiddelden van beide datasets niet significant verschillen, wil dit nog niet zeggen dat beide datasets gelijk zijn. In dat geval zal ook een variantie-analyse op de datasets worden uitgevoerd. Deze variantie-analyse wordt uitgevoerd aan de hand van de F-toets. Voor deze toets geldt het volgende criterium:

$$P\{H_0 \text{ verwerpen} \mid H_0 \text{ waar is}\} \leq \alpha$$

waarin:

$H_0$ :  $\sigma_1 = \sigma_2$

$H_a$ :  $\sigma_1 \neq \sigma_2$ ,

$\alpha$ : 10%.

De toetsingsgrootheid F luidt:

$$F[\alpha, v_1, v_2] = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

waarin:

$v_i$       aantal vrijheidsgraden  $n_i - 1$ ,  
 $s^2$       de geschatte variantie van de steekproef.

Na het uitvoeren van beide toetsen, kan vastgesteld worden of de ene dataset significant verschilt van de andere.

#### Deel e: covariantie en correlatie

Om te toetsen of er tussen de gemeten laterale posities van de voertuigen samenhang bestaat, wordt gebruik gemaakt van de grootheden covariantie en correlatiecoëfficiënt. De formules waarmee beide grootheden bepaald worden, zijn onderstaand weergegeven in respectievelijk vergelijking 4 en vergelijking 5.

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)(y_i - \bar{y}_n) \quad \text{vergelijking 4}$$

en

$$r(x, y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x}_n)(y_i - \bar{y}_n)}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x}_n)^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y}_n)^2}} \quad \text{vergelijking 5}$$

Omdat de grootheden uit een steekproef worden bepaald, wordt nagegaan hoe betrouwbaar de resultaten ten aanzien van de correlatie zijn. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de r-toets. Met de r-toets wordt vastgesteld of er correlatie bestaat of niet (nulhypothese  $H_0: \rho(x, y) = 0$ ). Er bestaat alleen correlatie als de absolute waarde van de toetsingsgrootheid  $t$  groter is dan de kritieke waarde. De toetsingsgrootheid heeft daarbij t-verdeling en luidt als volgt:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

waarin:

$r$ :      correlatiecoëfficiënt,  
 $n$ :      aantal waarnemingen.

Verder wordt het interval geconstrueerd waarbinnen de werkelijke waarde van de correlatiecoëfficiënt ligt. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van een nomogram met 95%-betrouwbaarheidsgrenzen voor de werkelijke correlatie.

## Bijlage IV Bepaling foutmarge bij uitlezen laterale posities

	gemeten posities [m]	voertuigbreedte [m]	verschil $\Delta$ [m]
	<i>Volkswagen Transporter</i>	<i>incl. spiegels: 2.18m (2.175)</i> <i>excl. spiegels: 1.84m (1.840)**</i>	
1	9.18-7.01	2.17	-0.01
2	2.70-0.58	2.12	-0.06
3	5.93-3.74	2.19	+0.02
4	9.32-7.15	2.17	-0.01
5	9.19-7.02	2.17	-0.01
6	5.99-3.81	2.18	+0.01
7	5.92-3.79	2.13	-0.05
8	6.19-4.01	2.18	+0.01
9	6.12-3.92	2.20	+0.03
10	6.29-4.09	2.20	+0.03
	<i>Volkswagen golf IV</i>	<i>incl. spiegels: 2.00m (2.003)</i> <i>excl. spiegels: 1.74m (1.735)**</i>	
11	5.97-3.93	2.04	+0.03
12	5.87-3.87	2.00	0.00
13	9.54-7.51	2.03	+0.03
14	9.46-7.44	2.02	+0.02
15	6.28-4.25	2.03	+0.03
16	5.87-4.13	1.74	+0.00
17	7.71-7.70	2.01	+0.01
	<i>Ford mondeo</i>	<i>excl. spiegels: 1.75m (1.749)</i> <i>incl. spiegels: 1.93m (1.925)***</i>	
18	5.58-3.83	1.75	0.00
	<i>Ford focus</i>	<i>excl. spiegels: 1.70m (1.699)</i> <i>incl. spiegels: 2.00m (1.998)***</i>	
19	5.78-3.79	1.99	-0.01
20	6.37-4.37	2.00	0.00
21	6.03-4.03	2.00	0.00
22	9.99-7.98	2.01	+0.01
	<i>Mitsubishi Carisma</i>	<i>excl. spiegels: 1.71m (1.710)****</i> <i>incl. spiegels: 1.98m (1.980)</i>	
23	9.41-7.41	2.00	
24	6.07-4.08	1.99	
	<i>Opel Astra</i>	<i>excl. spiegels: 1.71m (1.709)</i> <i>incl. spiegels: 1.97m (1.967)**</i>	
25	5.86-4.16	1.70	-0.01
26	6.03-4.03	2.00	+0.03
27	2.33-0.35	1.98	+0.01
28	9.34-7.36	1.98	+0.01
		<b>gemiddelde fout per 2 meetpunten</b>	<b>+0.5cm</b>
		<b>standaarddeviatie</b>	<b>2.2cm</b>

\* uit brochure: De Transporter technische gegevens en uitvoeringen.

\*\* internetsite van Volkswagen en Opel.

\*\*\* uit brochure van de Ford Mondeo en Ford Focus.

\*\*\*\* specificaties van de Mitsubishi Carisma.

Bovenstaand zijn gemeten breedtes van de voertuigen vergeleken met de werkelijke breedtes van voertuigen. Over het algemeen blijkt dat met het softwarepakket ViVAtraffic de breedte van het voertuig vrij nauwkeurig bepaald kan worden. Het berekende verschil is daarbij het resultaat van twee (foutief) gemeten posities. De fout per gemeten positie is daarom kleiner. Om nu na te gaan welke nauwkeurigheid bij het bepalen van de laterale posities van de voertuigen is bereikt, wordt op basis van bovenstaande steekproef de meetfout berekend. Hierbij zal worden uitgegaan van een 90%-betrouwbaarheidsinterval voor de

toetsingsgrootte  $t=s^2/\sigma^2$ . Deze toetsingsgrootte is verdeeld volgens  $\frac{\chi^2_{n-1}}{n-1}$ , waarin  $n$  de steekproefomvang is.

Het 90%-betrouwbaarheidsinterval is dan  $[0.77*s; 1.22*s]$ . Voorzichtigheidshalve wordt van  $1.22*s$  uitgegaan. De standaarddeviatie van de steekproef is 2.2cm, waarmee de berekende fout hoogstens 2.7cm bedraagt.

De afrondingsfout (op hele centimeters) leidt tot  $s_{\text{affond}}=0.29*0.01=0.3\text{cm}$ . Dit kan nog net verwaarloosd worden op de meetfout van 2.7cm.

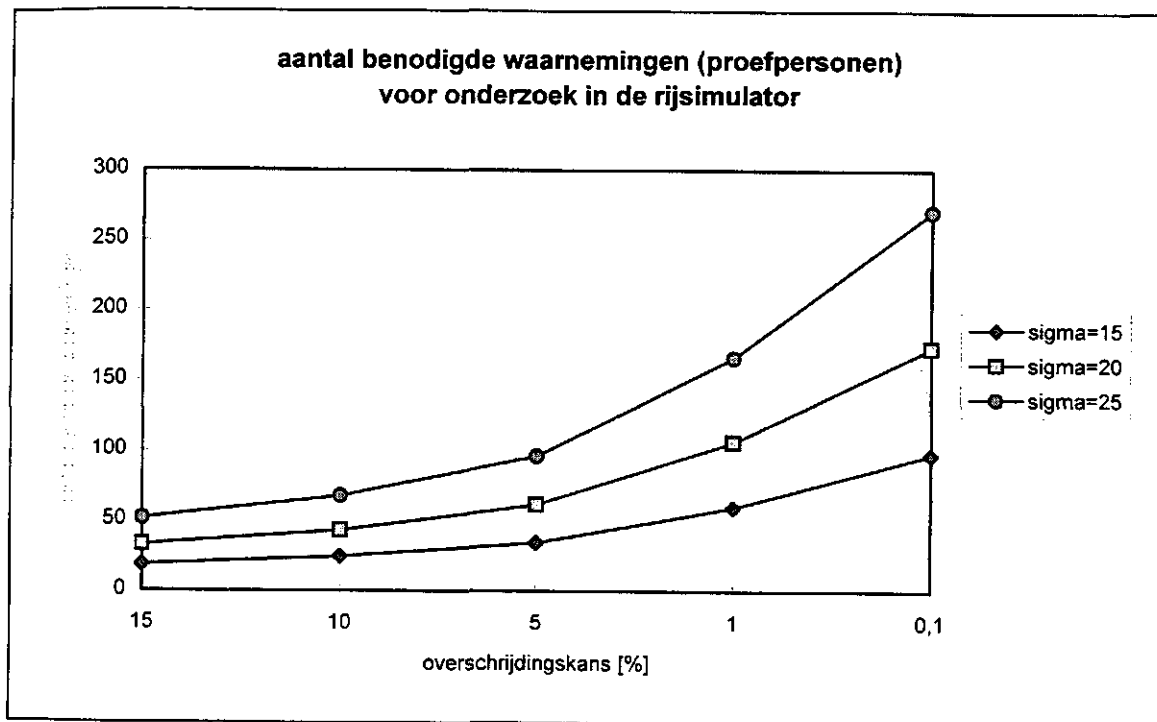
Omdat de breedte van het voertuig volgt uit twee gemeten posities, en de toevalsfout van beide posities gelijk mag worden verondersteld, is de meetfout van één gemeten positie  $2.7/\sqrt{2}=1.9\text{cm}$ .

Ten opzichte van de standaarddeviatie van de laterale positie van de voertuigen (variërend van 13 tot 27cm) ligt de factor tussen de standaarddeviatie en de meetfout tussen 7 en 14, hetgeen acceptabel is.

De nauwkeurigheid waarmee de positie van het midden van een voertuig is bepaald, bedraagt ongeveer 2 centimeter.

## Bijlage V Schatten van $\sigma$ voor bepaling steekproefomvang

Uit de literatuur is geen waarde voor de standaarddeviatie van bijvoorbeeld het kritisch hiaat of de minimale laterale afstand tussen twee voertuigen af te leiden. In deze bijlage wordt nagegaan wat het voor het aantal waarnemingen betekent, als er voor de standaarddeviatie een schatting wordt gedaan. Er wordt hierbij vooral gelet op de mate waarin het aantal benodigde waarnemingen varieert. Bij een sterke variatie van het aantal waarnemingen als gevolg van een kleine verandering van standaarddeviatie wordt het onverstandig geacht  $\sigma$  te schatten.



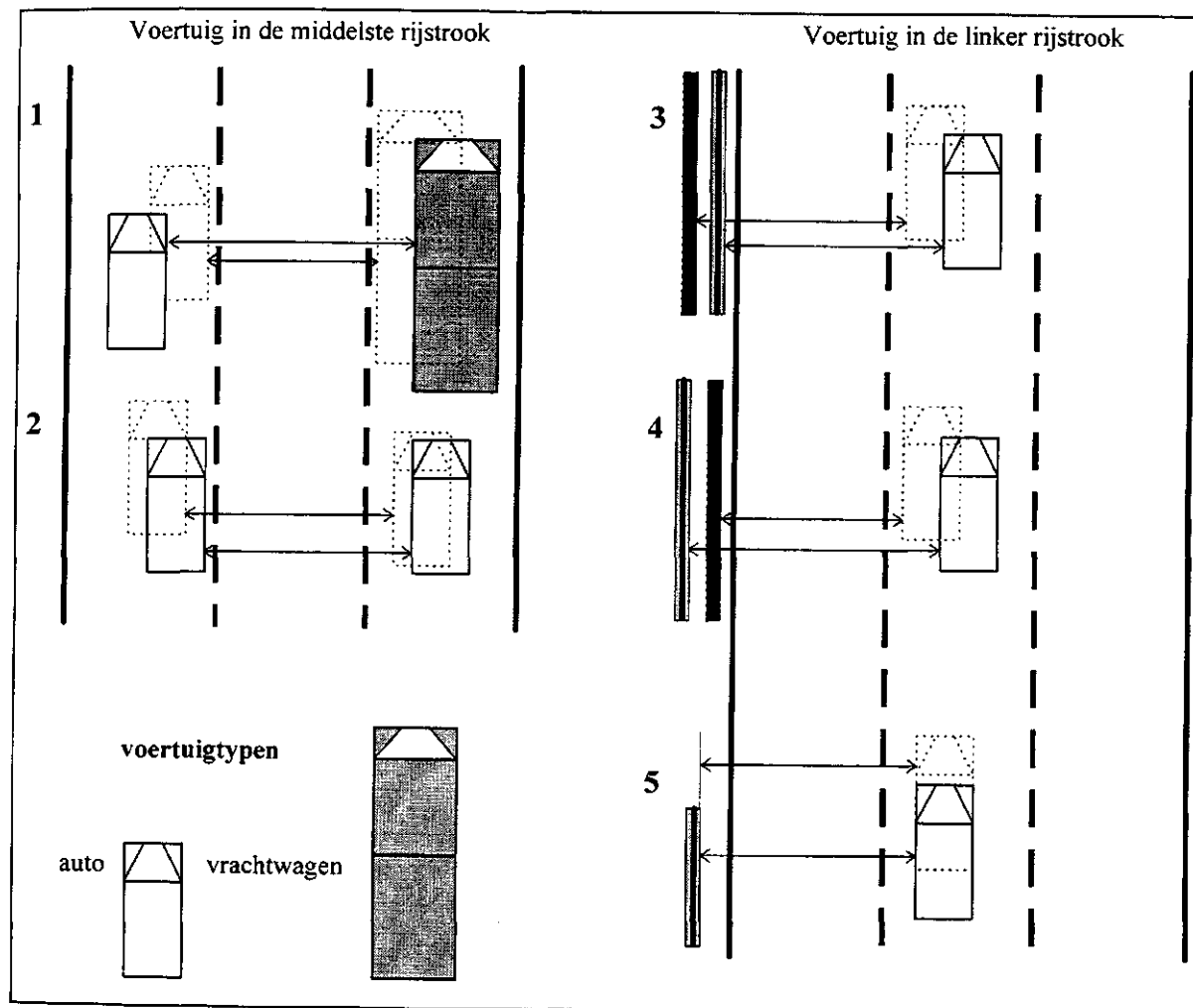
figuur 6. Aantal waarnemingen versus betrouwbaarheid (nauwkeurigheid  $d=5\text{cm}$ )

Uit bovenstaande figuur blijkt dat het aantal waarnemingen ongeveer een factor 2 toeneemt bij een toename van de standaarddeviatie  $\sigma$  met 5 centimeter. Dit betekent dat het aantal waarnemingen sterk afhankelijk is van de gekozen standaarddeviatie. Het wordt dan ook niet verstandig geacht om de standaarddeviatie van of het kritisch hiaat of de minimale laterale afstanden van de bestuurders te schatten. In plaats daarvan wordt een pilot uitgevoerd, waarmee een indicatie van de standaarddeviaties wordt verkregen, op basis waarvan het benodigde aantal metingen (en proefpersonen) wordt geschat.



## Bijlage VI Onderzoekssituaties rijsimulator

Met de rijsimulator wordt de interactie tussen voertuigen onderling en tussen voertuig(en) en een vast object onderzocht. Hierbij worden alleen de ingesloten rijstroken beschouwd, ofwel de middelste en linker rijstrook. De rechter rijstrook zal bij de dynamische rijstrook nooit worden ingesloten, doordat de rijstrook aan de rechter zijde wordt begrensd door de vluchtstrook, waarop zich onder normale omstandigheden geen verkeer of stilstaand object bevindt. Onderstaand zijn de te onderzoeken situaties weergegeven. De hiaten die de bestuurders worden aangeboden, kunnen zowel in breedte, laterale positie als begrenzing variëren.



figuur 7. Vijf te onderzoeken (basis)situaties met de rijsimulator

Zoals uit de figuur blijkt, kan er gevarieerd worden met zowel het voertuigtype in de rechter rijstrook (geldt alleen voor een voertuig in de middelste rijstrook) als met de aanwezigheid en de positie van een vast object (geldt alleen voor een voertuig in de linker rijstrook). Daarnaast kan er ook nog gevarieerd worden met de snelheidslimiet. Hierbij kan gekozen worden voor een limiet van 70 of 90km/u.

## **Bijlage VII Meetrapport video-observatie**

### *A2 ter hoogte van Breukelen*

De beelden van de A2 zijn gemaakt vanaf een viaduct ter hoogte van Breukelen. De camera was daarbij zo geplaatst, dat deze de voorkant van de voertuigen vastlegde. De positie van de camera was boven de middelste rijstrook.

Ter plaatse van het viaduct versmalde het profiel van de beide rijbanen zich, door een afname in breedte van de zowel de vlucht- als redresseerstrook. De breedtes van de rijstroken op de oostelijke rijbaan zijn respectievelijk voor de rechter, middelste en linker rijstrook: 3.29, 3.27 en 3.24 meter<sup>2</sup>. De geleiderail stond op een afstand van 0.64 meter van de binnenkant van de kantstreep. Vlak voor het viaduct bevond zich een invoegstrook van een benzinstation. De hoeveelheid invoegend verkeer was zeer gering en heeft geen invloed gehad op de waargenomen manoeuvres. De breedtes van de rijstroken op de westelijke rijbaan bedroegen respectievelijk 3.21, 2.22 en 3.30 meter. De geleiderail stond op een afstand van 0.74 meter. De beelden zijn gemaakt op 14 maart. Met het nemen van de beelden van beide rijbanen is gestart om 7:30 uur. De opnamen zijn gestaakt om 16:00 uur. De weersomstandigheden waren tijdens de ochtendspits droog maar bewolkt. Het wegdek was nog vochtig, maar leidde niet tot opspattend water. Het verkeer ondervond er dan ook geen hinder van. Vanaf circa 10:00 uur begint het licht te regenen tot het begin van de middag. De middag werd gekenmerkt door half bewolkt weer.

### *A12 tussen De Meern en Woerden*

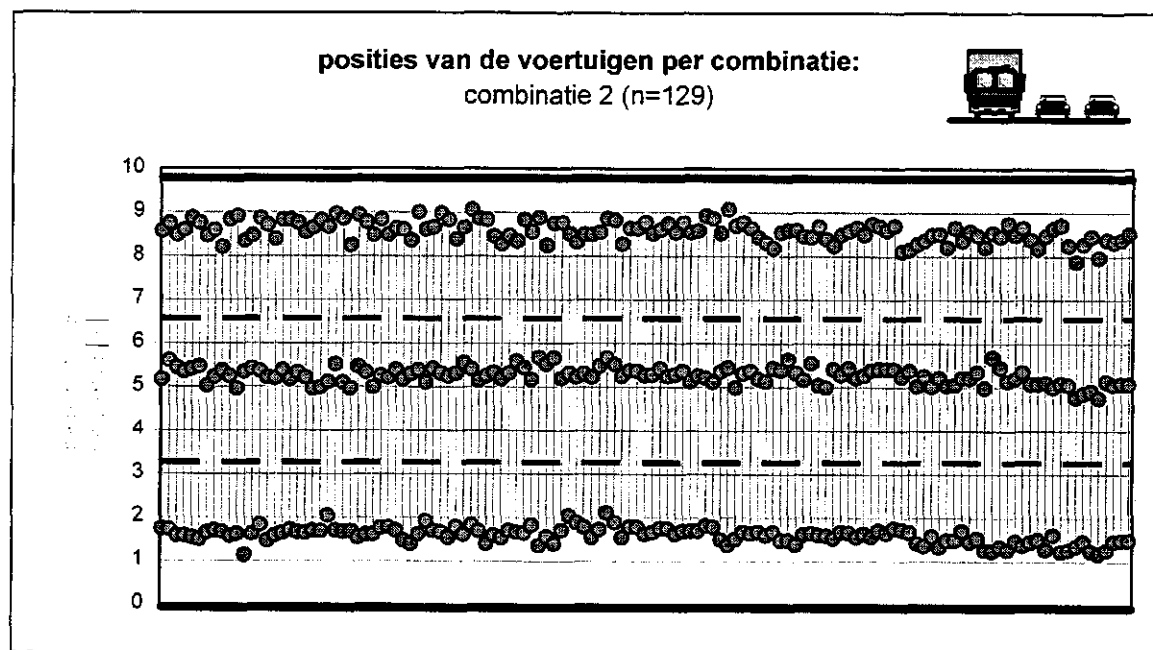
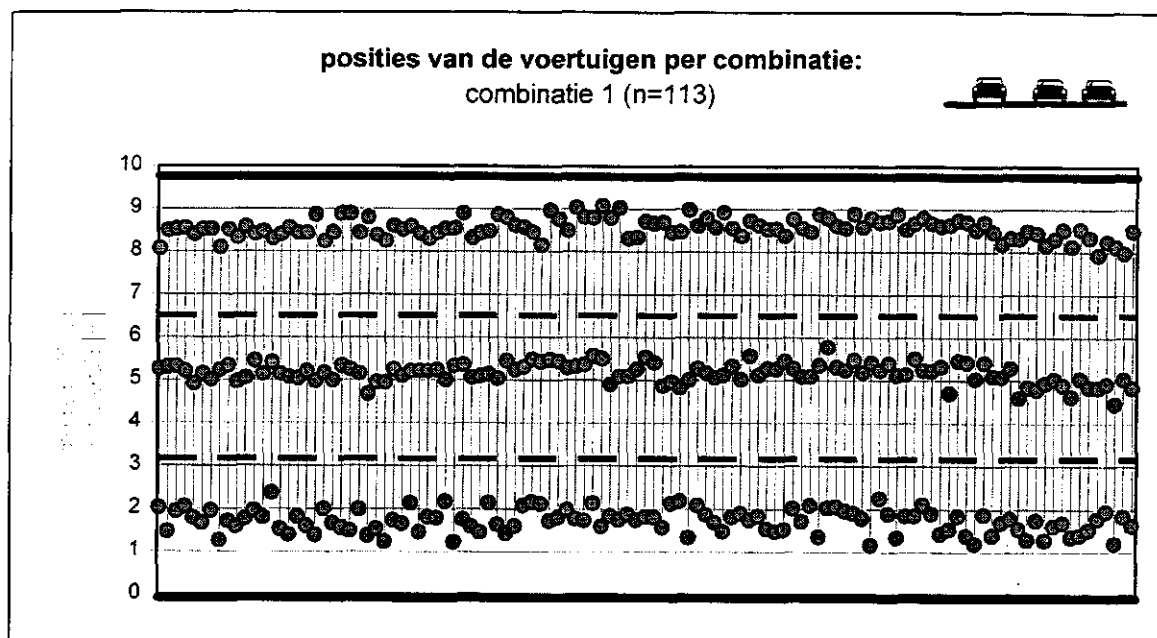
De beelden van de A12 zijn gemaakt vanaf een portaal boven de rijbaan. De camera hing daarbij boven de middelste rijstrook. De voertuigen zijn daarbij van de voorkant waargenomen. De beelden zijn time-lapsed opgenomen met een cyclustijden variërend tussen de 1 en 2 seconden. De situatie op de A12 was ontstaan door reconstructiewerkzaamheden. De rijstroken hadden breedtes van respectievelijk 3.00, 2.95 en 2.50 meter. De barrier, waarmee de rijbaan aan de linker zijde van de rijbaan werd afgeschermd, stond op circa 0.25 meter van de binnenkant kantstreep. Aan de rechterkant grensde de rijbaan aan de berm. De beelden zijn gemaakt op verschillende dagen in juni en juli van 15:00 tot 19:00. De weersomstandigheden bij de verschillende (gebruikte) dagen waren licht tot half bewolkt. Er is geen neerslag waargenomen.

---

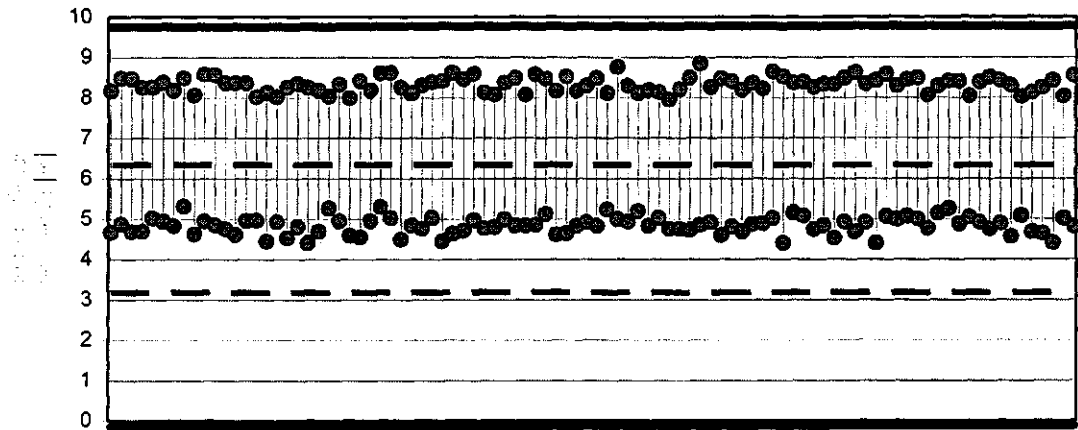
<sup>2</sup> Deze waarden zijn bepaald met het softwarepakket ViVAtraffic. De waarden wijken iets van de werkelijke waarden af. Dit kan worden toegeschreven aan de vertekening van het beeld. De gevonden waarden met het softwarepakket zullen in de analyses worden gebruikt, omdat de uitgelezen posities van de voertuigen dan het beste aan de breedte van de rijstroken kan worden gerelateerd.

## Bijlage VIII Onbewerkte gegevens laterale posities

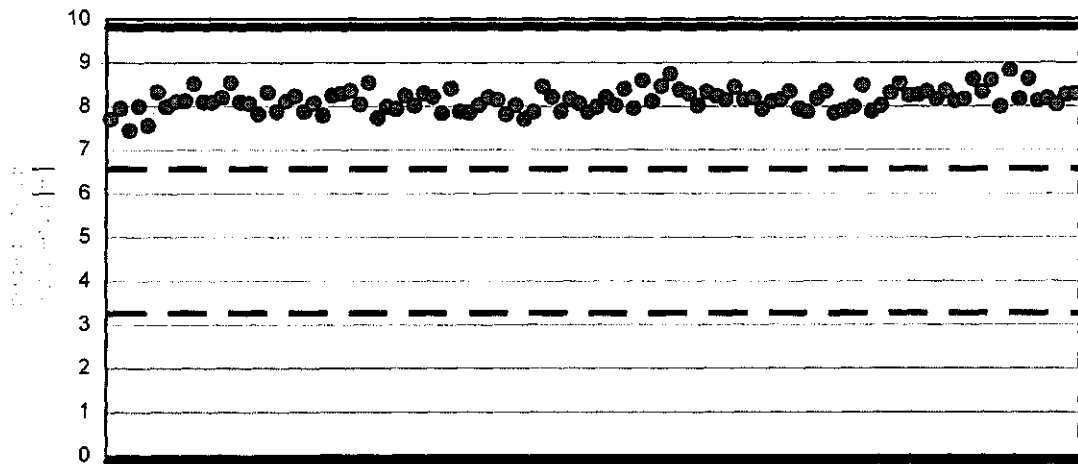
In deze bijlage zijn de gegevens, zoals deze met ViVAtraffic zijn bepaald, weergegeven. In de figuren zijn tevens de markeringen weergegeven.



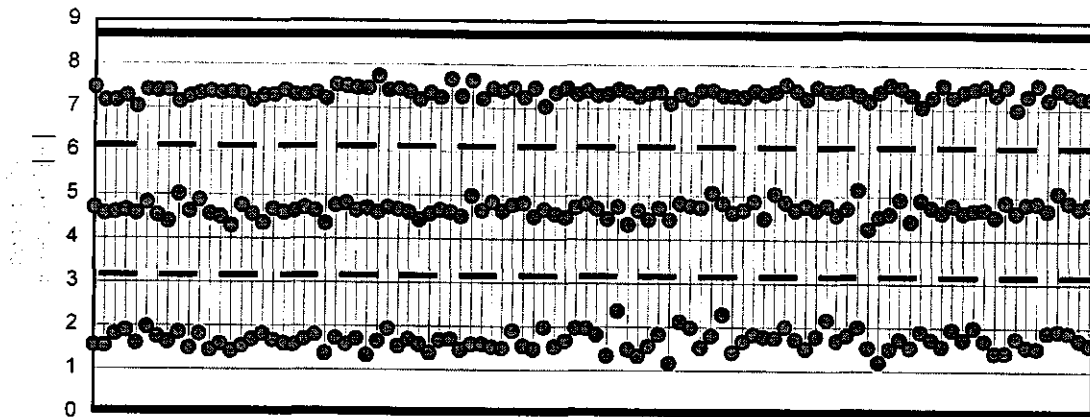
posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 3 (n=94)



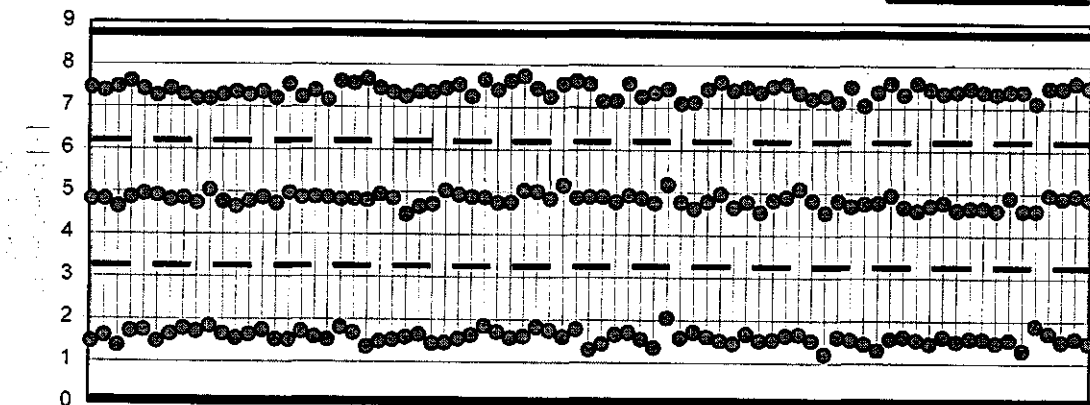
posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 4 (n=106)



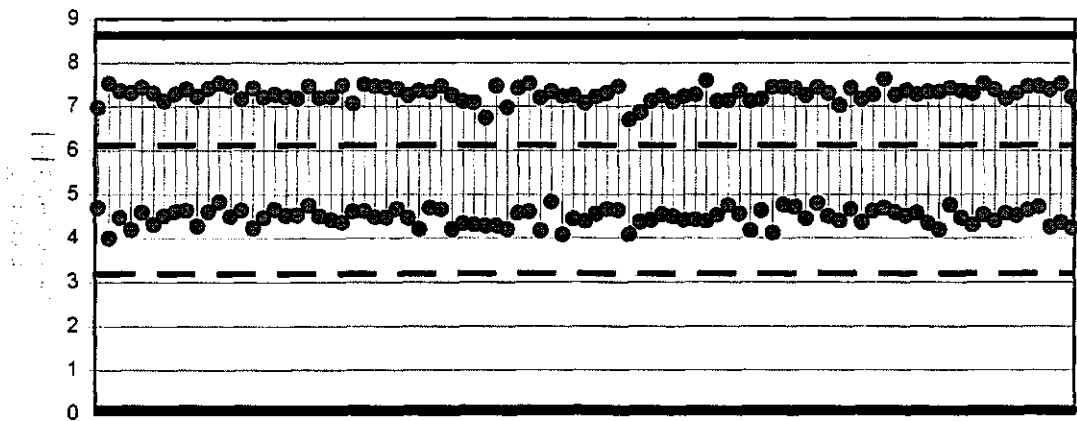
posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 5 (n=96)



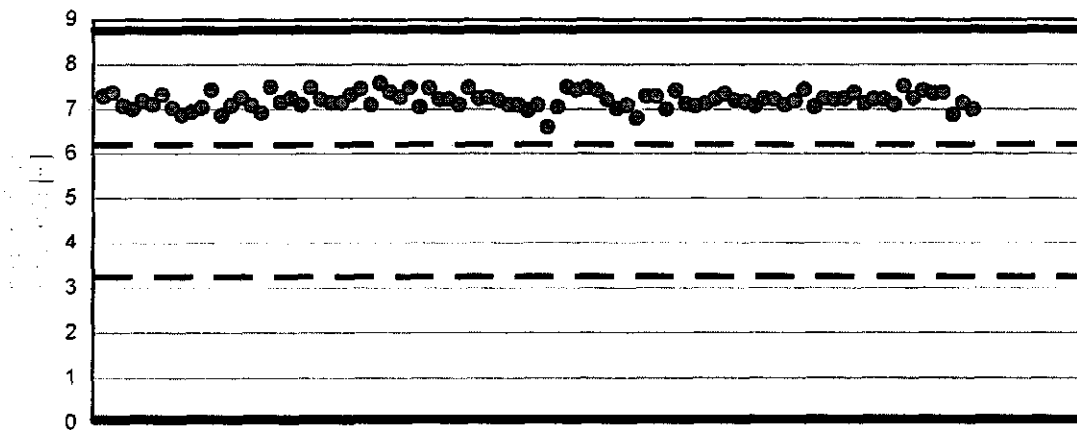
posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 6 (n=77)



posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 7 (n=89)



posities van de voertuigen per combinatie:  
combinatie 8 (n=89)



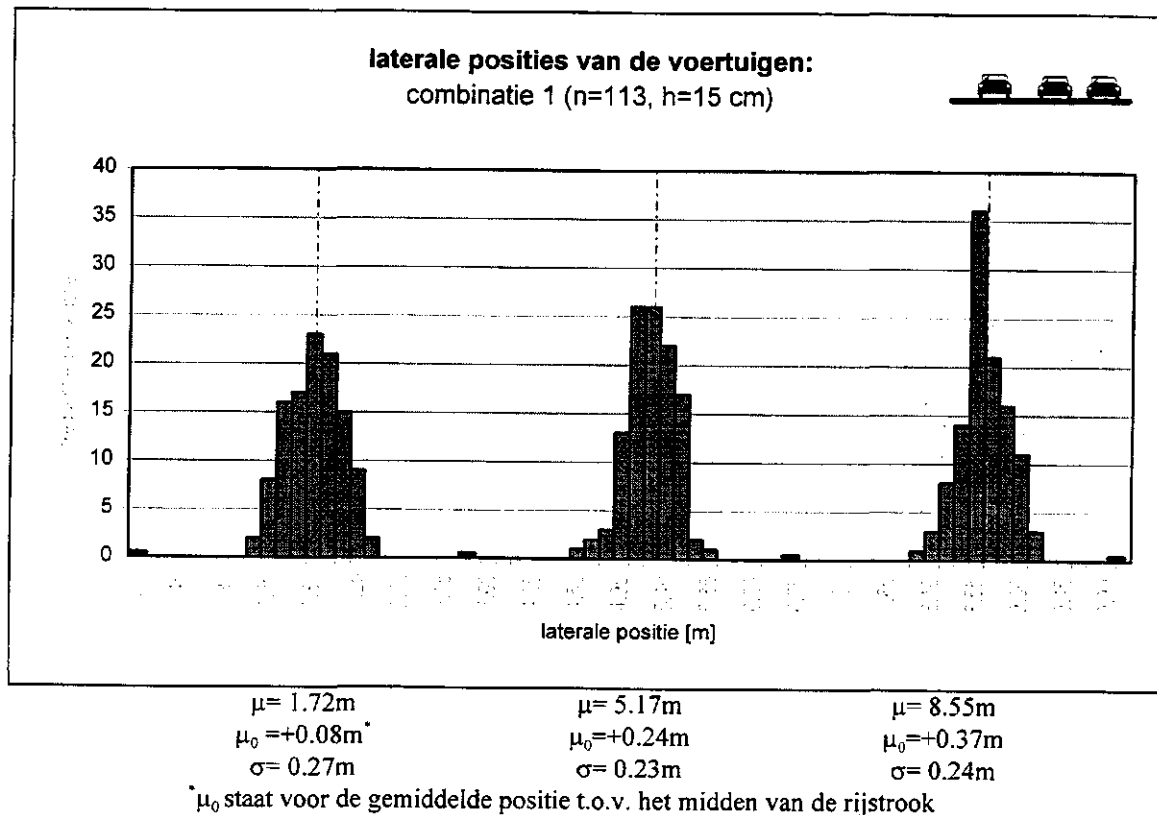
## Bijlage IX Boxplots van de laterale posities

nummer combinatie		$<K_1-1.5*IQR$	$K_1-1.5*IQR$	1 <sup>ste</sup> kwartiel $K_1$	2 <sup>de</sup> kwartiel $K_2$	3 <sup>de</sup> kwartiel $K_3$	$K_3+1.5*IQR$	$>K_3+1.5*IQR$
1	rechter rijstrook	-	0.975	1.53	1.74	1.90	2.455	-
	middelste rijstrook	4.49; 4.59	4.595	5.03	5.19	5.32	5.755	5.78
	linker rijstrook	7.93; 7.98	7.985	8.42	8.53	8.71	9.145	-
2	rechter rijstrook	1.14	1.160	1.49	1.62	1.71	2.040	2.05; 2.05; 2.11
	middelste rijstrook	-	4.740	5.13	5.26	5.39	5.780	-
	linker rijstrook	7.88	7.950	8.43	8.57	8.75	9.230	-
3	middelste rijstrook	-	4.265	4.70	4.85	4.99	5.425	-
	linker rijstrook	-	7.755	8.19	8.35	8.48	8.915	-
4	linker rijstrook	7.45	7.520	7.99	8.15	8.31	8.780	8.83
5	rechter rijstrook	-	1.135	1.54	1.68	1.81	2.215	2.29; 2.37
	middelste rijstrook	-	4.255	4.57	4.67	4.78	5.095	5.15
	linker rijstrook	7.00; 7.03; 7.04	7.045	7.27	7.35	7.42	7.645	7.66; 7.73
6	rechter rijstrook	1.21	1.255	1.51	1.58	1.68	1.935	2.05
	middelste rijstrook	-	4.465	4.72	4.82	4.89	5.145	5.16; 5.19
	linker rijstrook	-	6.950	7.28	7.40	7.50	7.830	-
7	middelste rijstrook	-	3.970	4.36	4.50	4.62	5.010	-
	linker rijstrook	6.70; 6.75	6.855	7.20	7.31	7.43	7.775	-
8	linker rijstrook	6.60	6.730	7.09	7.22	7.33	7.690	-

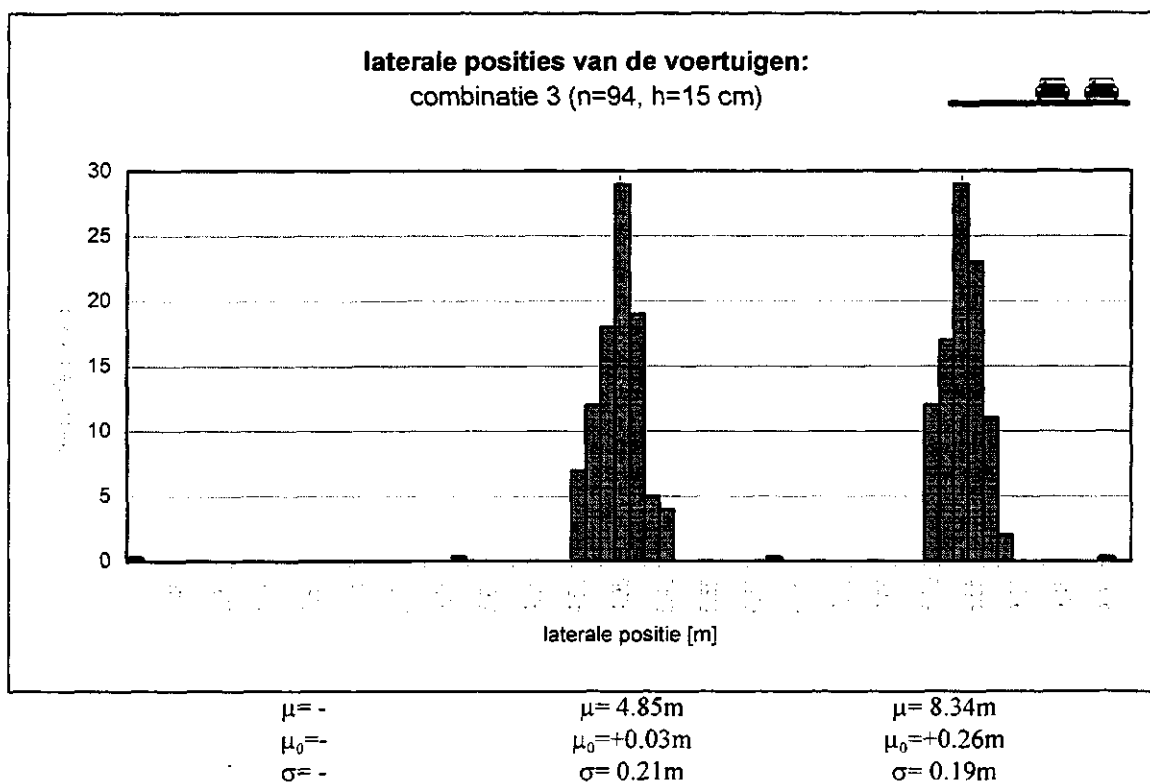
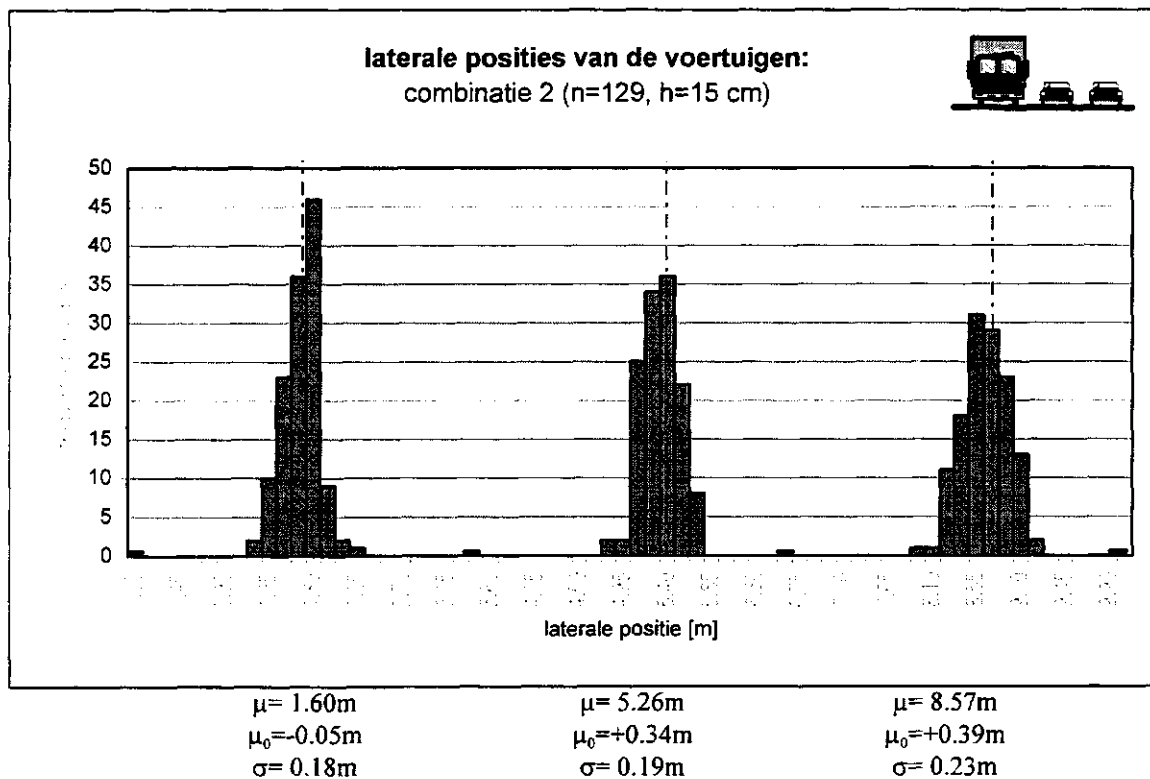
## Bijlage X Histogrammen van laterale posities

In deze bijlage zijn histogrammen van de verkregen datasets opgenomen. In de figuren zijn v.l.n.r. de rechter, de middelste en linker rijstrook weergegeven. Verder zijn de plaats van de markering en het gemiddelde van de datasets aangegeven.

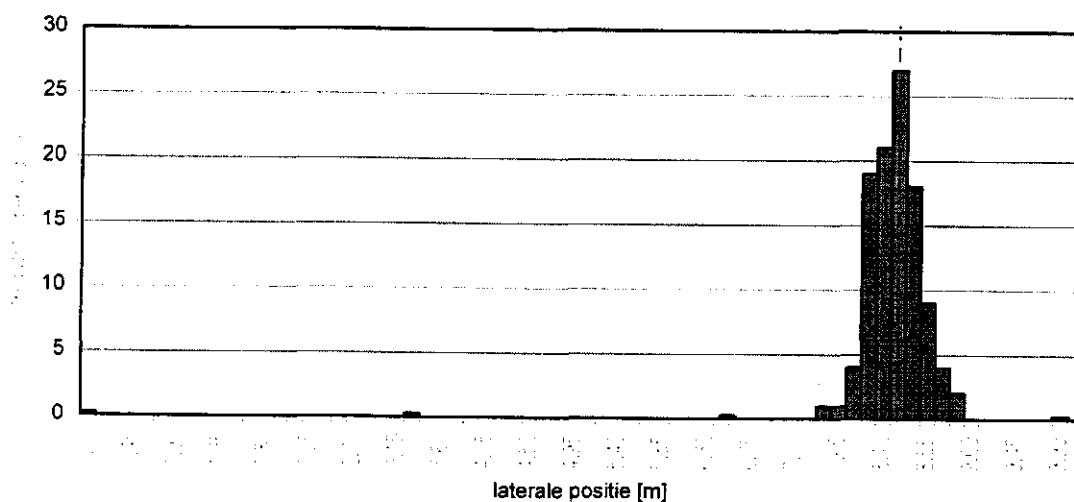
De breedte van de klasse  $h$  is bepaald door de grootste waarde in de dataset te verminderen met de kleinste waarde van de dataset en de uitkomst vervolgens te delen door de wortel van het aantal waarnemingen  $n$ . Het getal dat hieruit volgt, is afgerond op 10 of 15 centimeter.







laterale posities van de voertuigen:  
combinatie 4 (n=106, h=15 cm)

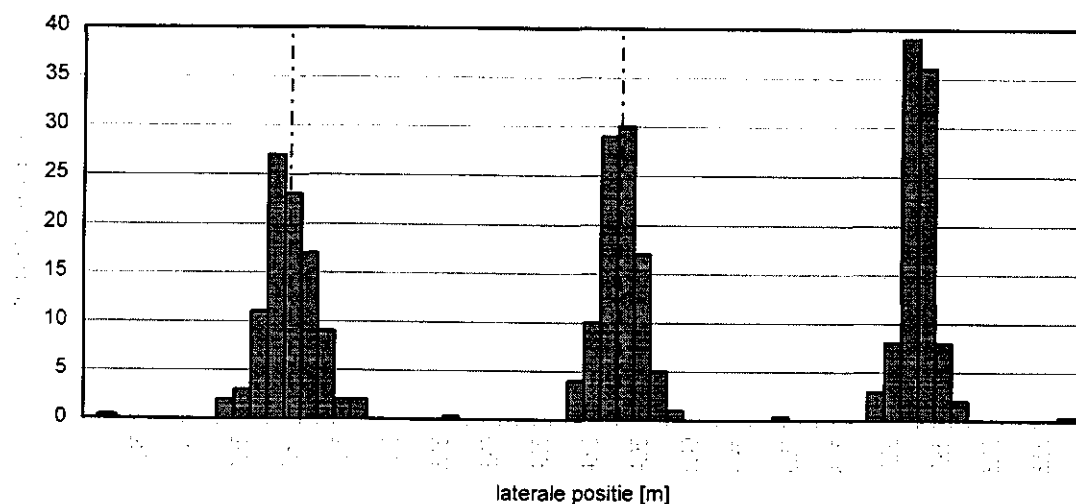


$\mu = -$   
 $\mu_0 = -$   
 $\sigma = -$

$\mu = -$   
 $\mu_0 = -$   
 $\sigma = -$

$\mu = 8.15\text{m}$   
 $\mu_0 = +0.04\text{m}$   
 $\sigma = 0.25\text{m}$

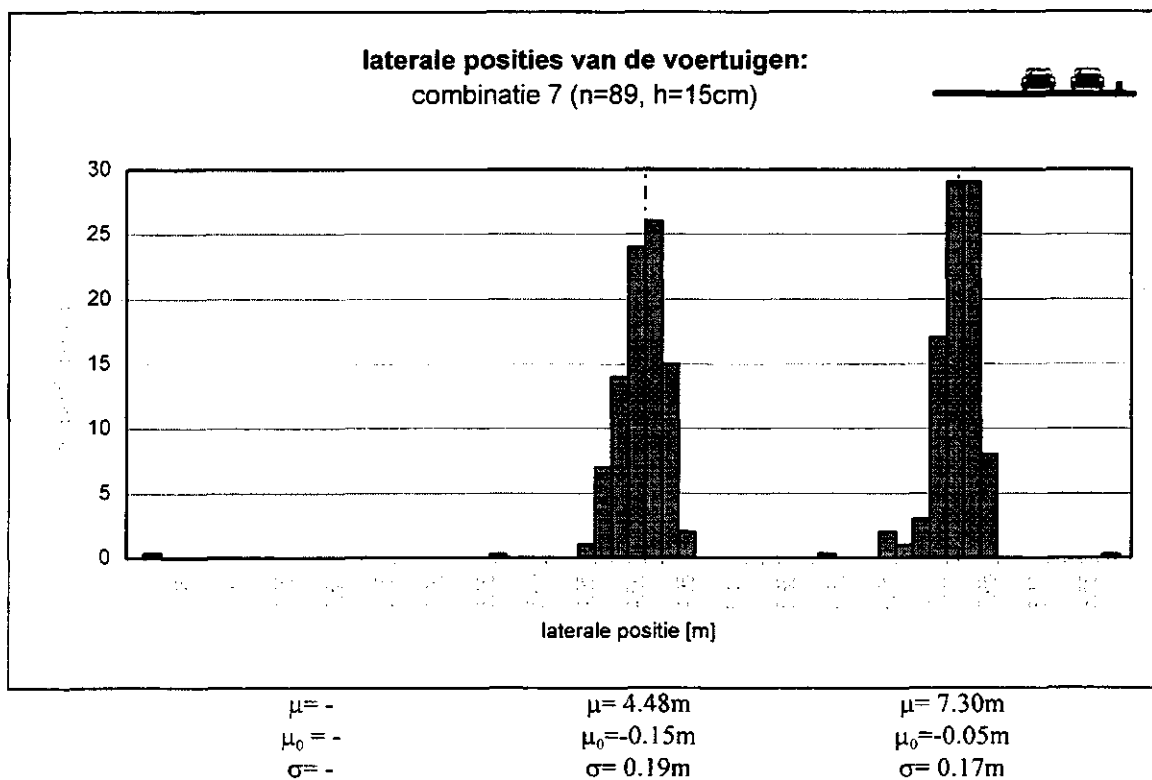
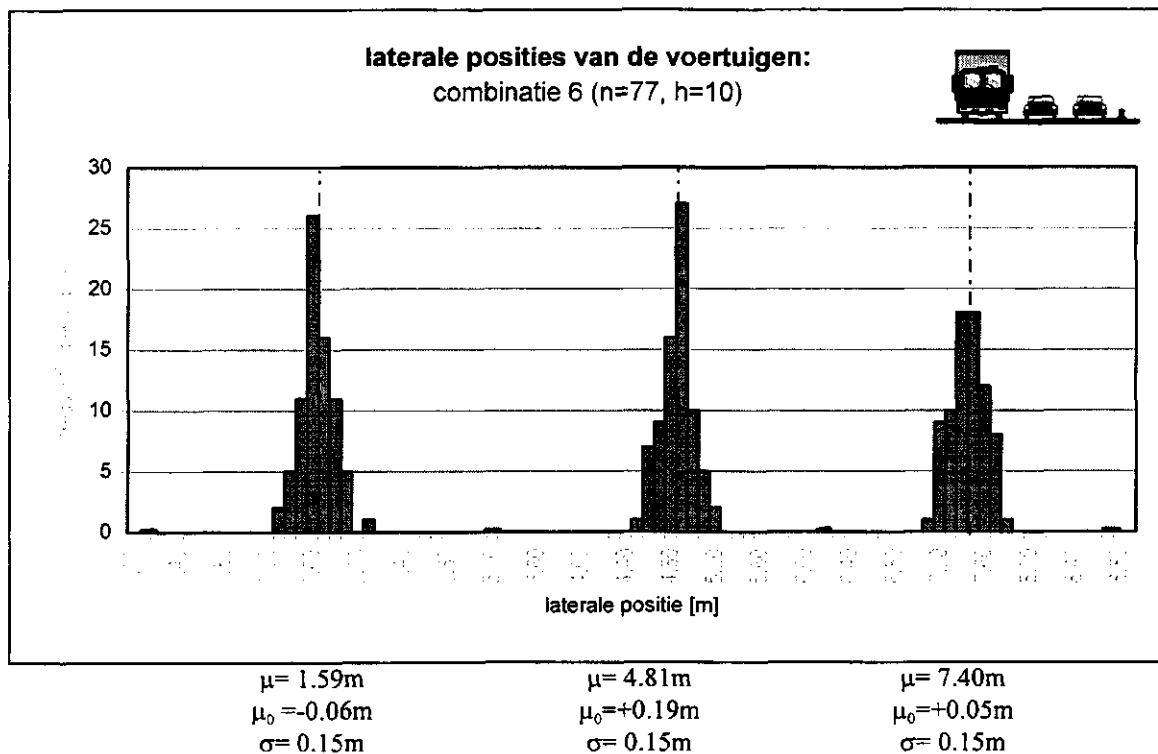
laterale posities van de voertuigen:  
combinatie 5 (n=96, h=15)



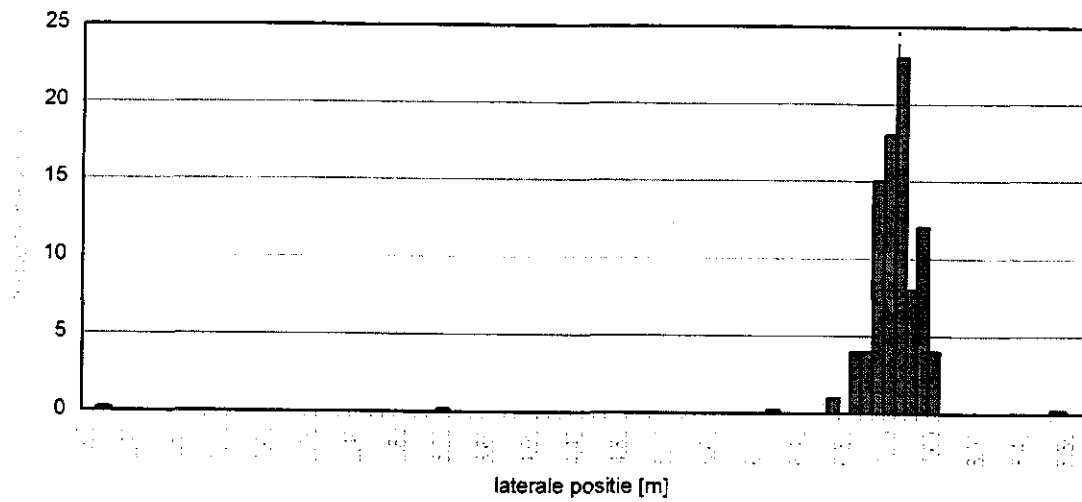
$\mu = 1.69\text{m}$   
 $\mu_0 = +0.04\text{m}$   
 $\sigma = 0.22\text{m}$

$\mu = 4.68\text{m}$   
 $\mu_0 = +0.05\text{m}$   
 $\sigma = 0.17\text{m}$

$\mu = 7.35\text{m}$   
 $\mu_0 = 0.00\text{m}$   
 $\sigma = 0.13\text{m}$



laterale posities van de voertuigen:  
combinatie 8 (n=89, h= 10 cm)



$\mu = -$   
 $\mu_0 = -$   
 $\sigma = -$

$\mu = -$   
 $\mu_0 = -$   
 $\sigma = -$

$\mu = 7.20m$   
 $\mu_0 = -0.15m$   
 $\sigma = 0.19m$

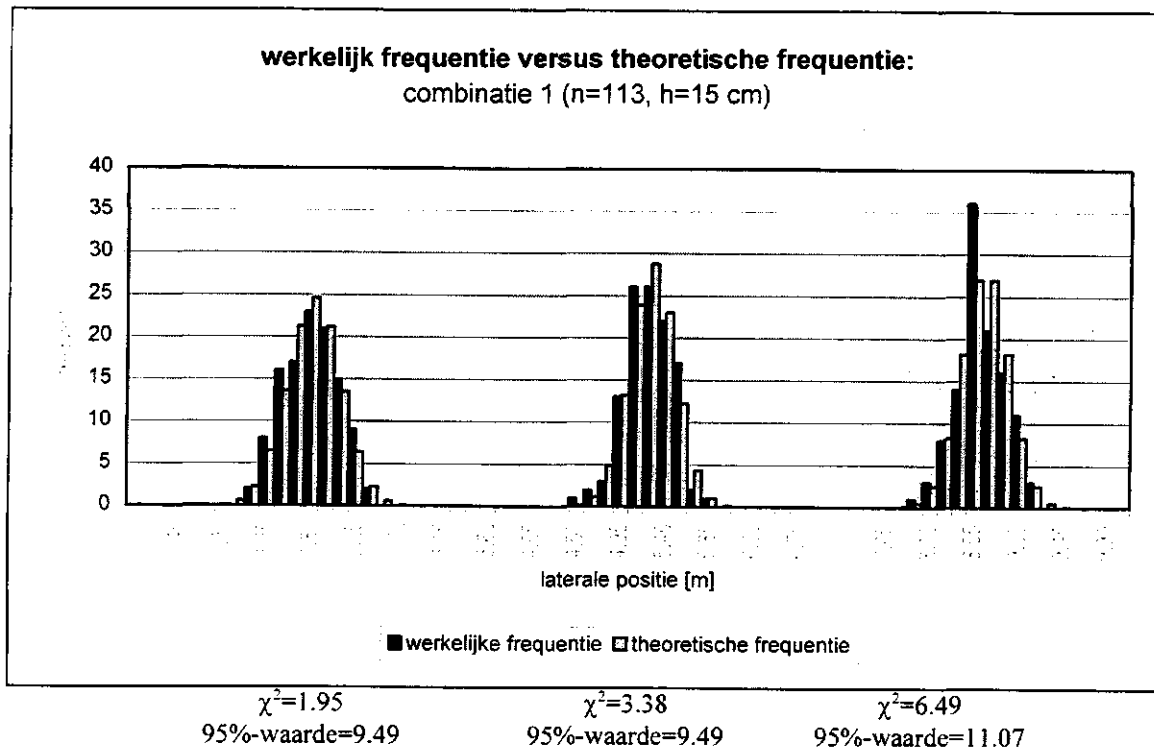
## Bijlage XI Nauwkeurigheid van de gemiddelde laterale posities

In deze bijlage wordt de nauwkeurigheid van de berekende gemiddelde laterale positie per combinatie per rijstrook weergegeven. Daarbij wordt uitgegaan van een betrouwbaarheid van 95%. De kritieke waarde  $z_{(1-\frac{1}{2}\alpha)}$  bij een betrouwbaarheid is 1.960. De standaarddeviatie en de nauwkeurigheid zijn in centimeters.

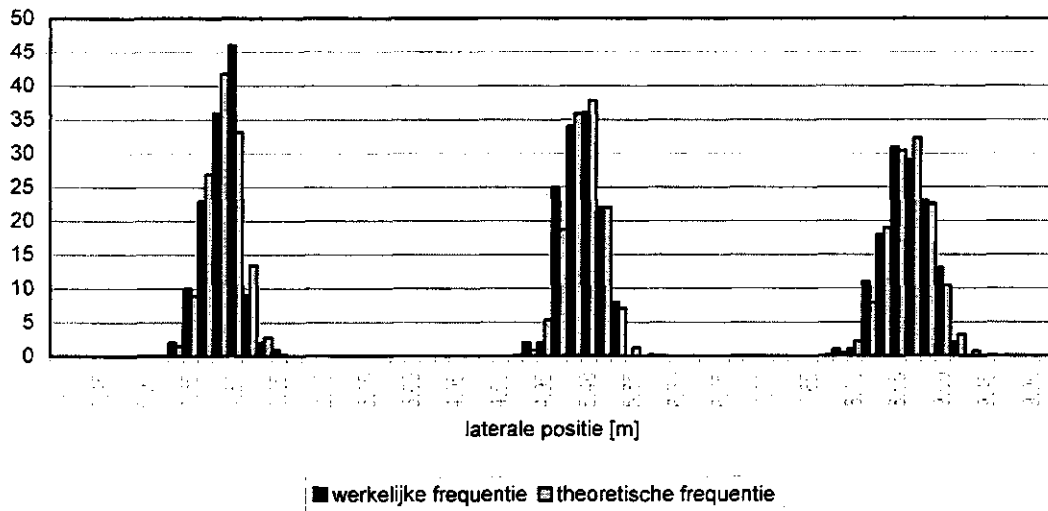
combinatie	# waarnemingen n	standaarddeviatie $\sigma$ [cm]	betrouwbaarheid 95%: $z_{(1-\frac{1}{2}\alpha)}$	nauwkeurigheid d [cm]
1	113	27	1.96	5.0
	113	23	1.96	4.2
	113	24	1.96	4.4
2	129	18	1.96	3.1
	129	19	1.96	3.3
	129	23	1.96	4.0
3	94	21	1.96	4.2
	94	19	1.96	3.8
4	106	25	1.96	4.8
5	96	22	1.96	4.4
	96	17	1.96	3.4
	96	13	1.96	2.6
6	77	15	1.96	3.4
	77	15	1.96	3.4
	77	15	1.96	3.4
7	89	19	1.96	3.9
	89	17	1.96	3.5
8	89	19	1.96	3.9

## Bijlage XII Chikwadraattoets

In deze bijlage zijn de werkelijke frequenties tegen de theoretische frequenties per combinatie uitgezet. Hierbij is voor de verdeling van de gegevens een Normale verdeling met een gemiddelde  $\mu$  en een standaarddeviatie  $\sigma$  verondersteld. Met de chi-kwadraattoets is nagegaan of de verdeling inderdaad Normaal genoemd mag worden. De betrouwbaarheidsdrempel is 95%. Onder de figuren zijn de resultaten van de toetsen weergegeven.



**werkelijk frequentie versus theoretische frequentie:**  
combinatie 2 (n=129, h=15 cm)

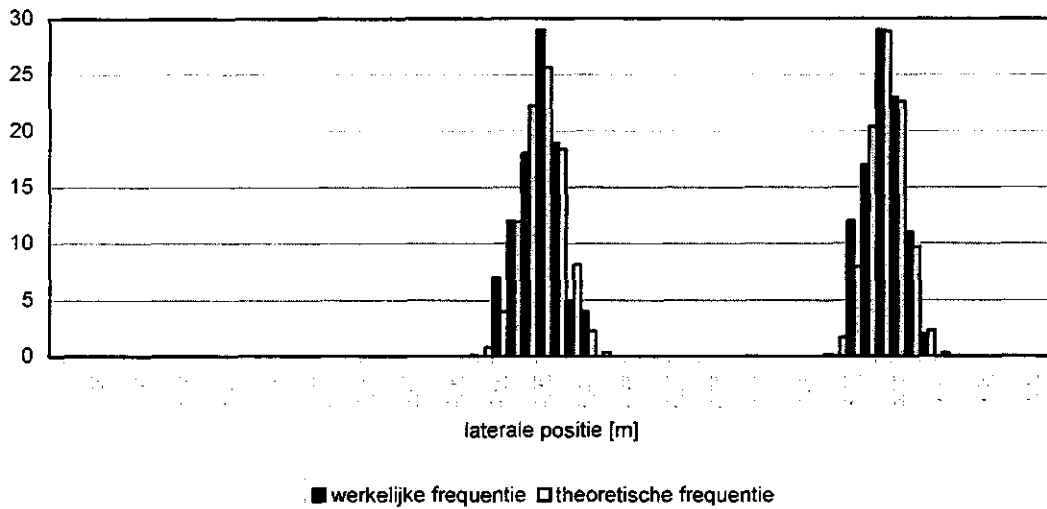


$\chi^2=8.66$   
95%-waarde=9.49

$\chi^2=2.88$   
95%-waarde=9.49

$\chi^2=1.09$   
95%-waarde=7.81

**werkelijke frequentie versus theoretische frequentie:**  
combinatie 3 (n=96, h=15 cm)

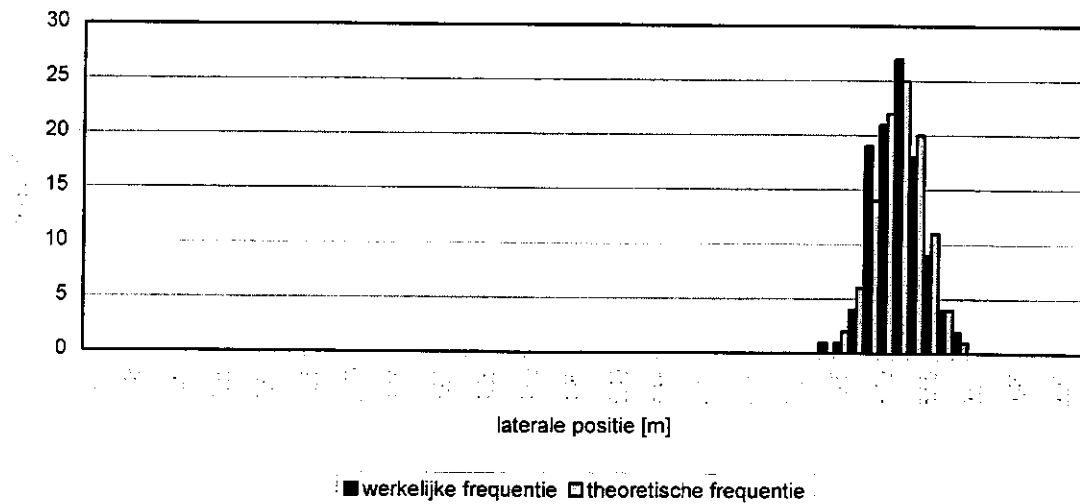


$\chi^2=-$   
95%-waarde=-

$\chi^2=5.91$   
95%-waarde=11.07

$\chi^2=3.25$   
95%-waarde=7.81

**werkelijke frequentie versus theoretische frequentie:**  
combinatie 4 (n=106, h=15 cm)

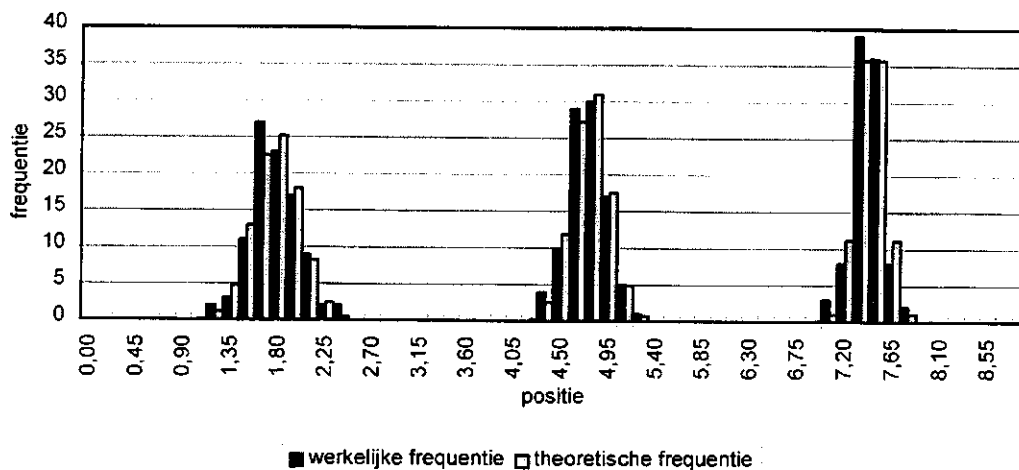


$\chi^2 = -$   
95%-waarde = -

$\chi^2 = -$   
95%-waarde = -

$\chi^2 = 3.29$   
95%-waarde = 7.81

**werkelijke frequentie versus theoretische frequentie**  
combinatie 5 (n=96; h=15cm)



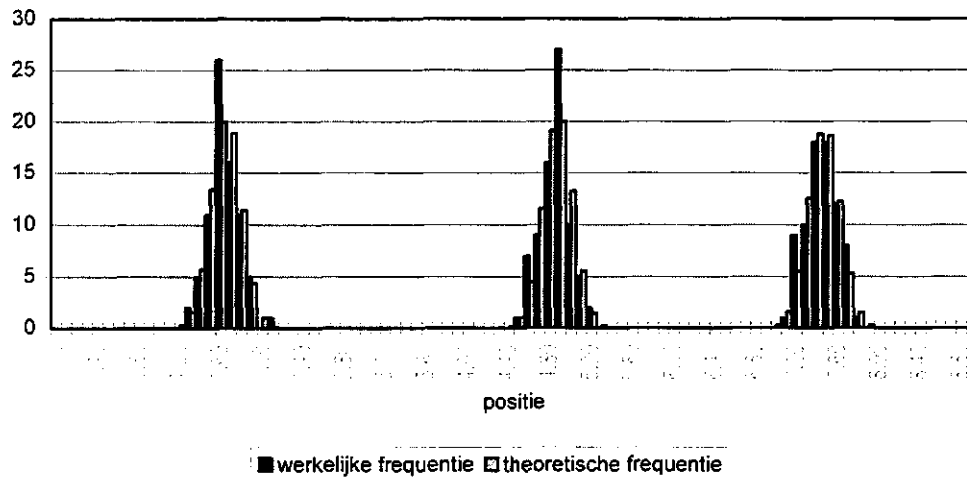
$\chi^2 = 1.86$   
95%-waarde = 7.81

$\chi^2 = 0.21$   
95%-waarde = 5.99

$\chi^2 = 0.84$   
95%-waarde = 3.84



**werkelijke versus theoretische frequentie**  
combinatie 6 (n=77; h=10cm)

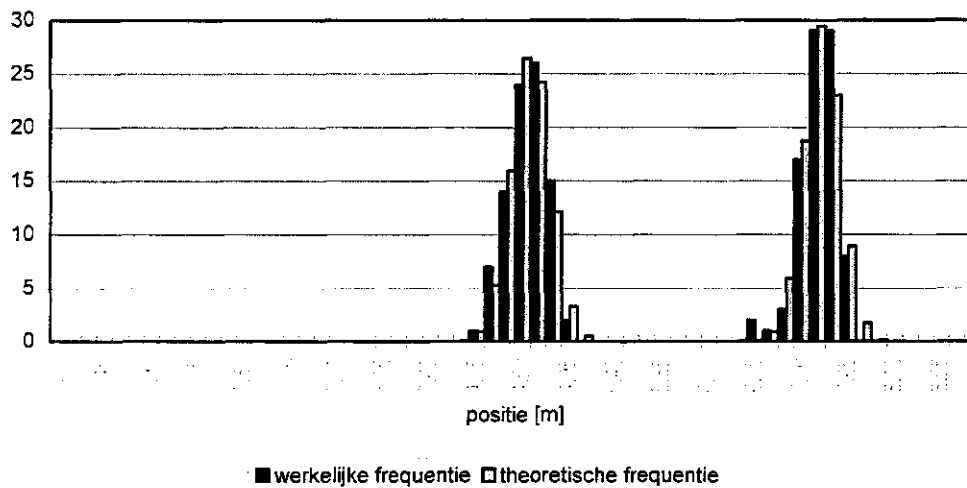


$\chi^2=2.80$   
95%-waarde= 7.81

$\chi^2=5.27$   
95%-waarde=7.81

$\chi^2=2.06$   
95%-waarde=7.81

**werkelijke versus theoretische frequentie**  
combinatie 7 (n=89; h=15)

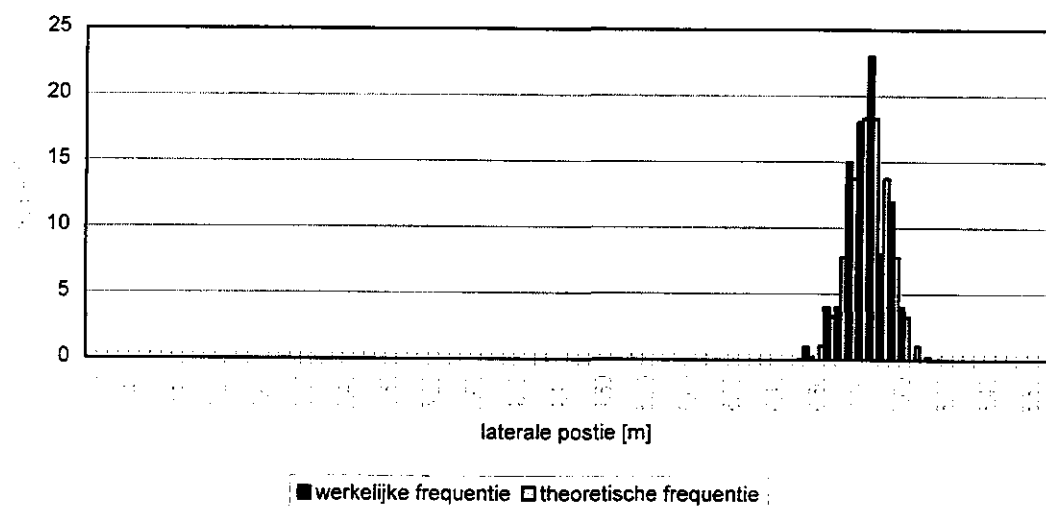


$\chi^2= -$   
95%-waarde= -

$\chi^2=2.67$   
95%-waarde=7.81

$\chi^2=2.51$   
95%-waarde=5.99

**werkelijke frequentie versus theoretische frequentie**  
 combinatie 8 (n=89; h=10cm)



$\chi^2 = -$   
 95%-waarde = -

$\chi^2 = -$   
 95%-waarde = -

$\chi^2 = 4.05$   
 95%-waarde = 7.81

## Bijlage XIII Resultaten t- en F-toets

### deel a: resultaten t-toets

tabel 3. T-toets voor dezelfde locatie met verschillende combinaties.

T-toets	wat vergeleken	onderzochte parameter	betrouwbaarheidsinterval 10%	resultaat
combinatie 1 en 2	rechter rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.079$	$-0.077 < \bar{x}_1 < -0.017$	wel verschil
	middelste rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.243$	$0.312 < \bar{x}_1 < 0.366$	wel verschil
	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.370$	$0.420 < \bar{x}_1 < 0.360$	geen verschil
combinatie 1 en 3	middelste rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.243$	$-0.006 < \bar{x}_1 < 0.056$	wel verschil
	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.370$	$0.203 < \bar{x}_1 < 0.262$	wel verschil
combinatie 1 en 4	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.370$	$0.010 < \bar{x}_1 < 0.076$	wel verschil
combinatie 5 en 6	rechter rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.037$	$-0.108 < \bar{x}_1 < -0.016$	wel verschil
	middelste rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.053$	$0.145 < \bar{x}_1 < 0.225$	wel verschil
	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.000$	$0.012 < \bar{x}_1 < 0.084$	wel verschil
combinatie 5 en 7	middelste rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.053$	$-0.192 < \bar{x}_1 < -0.104$	wel verschil
	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.000$	$-0.091 < \bar{x}_1 < -0.015$	wel verschil
combinatie 5 en 8	linker rijstrook	$\bar{x}_1 = 0.000$	$-0.189 < \bar{x}_1 < -0.111$	wel verschil

## deel b: resultaten F-toets

tabel 4. F-toets voor dezelfde locatie met verschillende combinaties

F-toets	wat vergeleken	onderzochte parameter F	rechter overschrijdingskans 5%	resultaat
combinatie 1 en 2	rechter rijstrook	2.318	1.36	wel verschil
	middelste rijstrook	1.494	1.36	wel verschil
	linker rijstrook	1.053	1.36	geen verschil
combinatie 1 en 3	middelste rijstrook	1.176	1.41	geen verschil
	linker rijstrook	1.546	1.41	wel verschil
combinatie 1 en 4	linker rijstrook	1.123	1.38	geen verschil
combinatie 5 en 6	rechter rijstrook	2.291	1.49	wel verschil
	middelste rijstrook	1.440	1.49	geen verschil
	linker rijstrook	1.343	1.46	geen verschil
combinatie 5 en 7	middelste rijstrook	1.180	1.44	geen verschil
	linker rijstrook	1.738	1.44	wel verschil
combinatie 5 en 8	linker rijstrook	1.964	1.44	wel verschil

tabel 5. Vergelijking van de standaarddeviaties binnen een combinatie

F-toets	wat vergeleken	onderzochte parameter F	rechter overschrijdingskans 5%
combinatie 1	rechter en middelste rijstrook	1.376	1.37
	middelste en linker rijstrook	1.035	1.37
	rechter en linker rijstrook	1.330	1.37
combinatie 2	rechter en middelste rijstrook	1.129	1.34
	middelste en linker rijstrook	1.469	1.34
	rechter en linker rijstrook	1.658	1.34
combinatie 3	middelste en linker rijstrook	1.257	1.43
combinatie 5	rechter en middelste rijstrook	1.613	1.43
	middelste en linker rijstrook	1.738	1.43
	rechter en linker rijstrook	2.803	1.43
combinatie 6	rechter en middelste rijstrook	1.014	1.48
	middelste en linker rijstrook	1.113	1.48
	rechter en linker rijstrook	1.098	1.48
combinatie 7	middelste en linker rijstrook	1.188	1.45

## Bijlage XIV Covarianties en correlatie laterale posities en afstanden

In deze bijlage zijn de waarden van de geschatte covariantie en de geschatte correlatie tussen de laterale posities en de laterale afstanden per combinatie opgenomen.

### *Combinaties op de A2 ter hoogte van Breukelen*

tabel 6. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 1.

Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets ( $\alpha=5\%$ )	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
Posities rechter en middelste rijstrook	0.0186	0.30	1.660<3.31	[0.12; 0.45]
Posities middelste en linker rijstrook	0.0214	0.40	1.660<4.60	[0.23; 0.54]
Posities rechter en linker rijstrook	-0.0017	-0.03	1.660>0.32	[-0.21; 0.17]
Laterale afstanden tussen de voertuigen	-0.0113	-0.15	1.660>1.60	[-0.33; 0.03]

tabel 7. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 2.

Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
posities rechter en middelste rijstrook	0.0070	0.21	1.657<2.42	[0.03; 0.36]
Posities middelste en linker rijstrook	0.0146	0.34	1.657<4.07	[0.16; 0.49]
Posities rechter en linker rijstrook	0.0117	0.29	1.657<3.41	[0.10; 0.44]
Laterale afstanden tussen de voertuigen	-0.0256	-0.46	1.657<5.84	[-0.59; -0.31]

tabel 8. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 3.

Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
posities rechter en middelste rijstrook	0.0018	0.05	1.664>0.48	[-0.14; 0.25]

### *Combinaties op de A12 tussen De Meern en Woerden*

tabel 9. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 5.

Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
posities rechter en middelste rijstrook	0.0182	0.48	1.664<5.30	[0.32; 0.62]
Posities middelste en linker rijstrook	0.0044	0.19	1.664<1.88	[-0.01; 0.38]
Posities rechter en linker rijstrook	0.0003	0.01	1.664>0.10	[-0.19; 0.20]
Laterale afstanden tussen de voertuigen	-0.0078	-0.19	1.664<1.88	[-0.37; 0.01]

tabel 10. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 6.

Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
posities rechter en middelste rijstrook	0.0070	0.33	1.668<3.02	[0.11; 0.52]
Posities middelste en linker rijstrook	0.0065	0.30	1.668<2.72	[0.08; 0.49]
Posities rechter en linker rijstrook	-0.0004	-0.02	1.668>0.17	[-0.25; 0.20]
Laterale afstanden tussen de voertuigen	-0.0068	-0.23	1.668<2.05	[-0.43; -0.02]

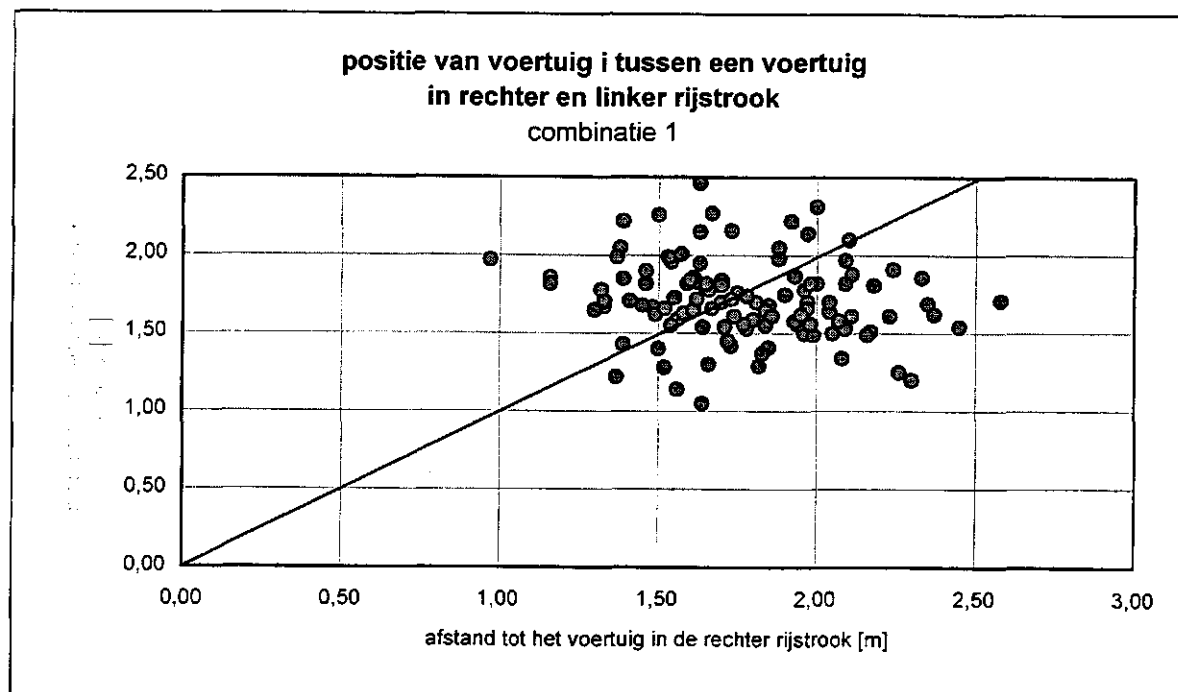
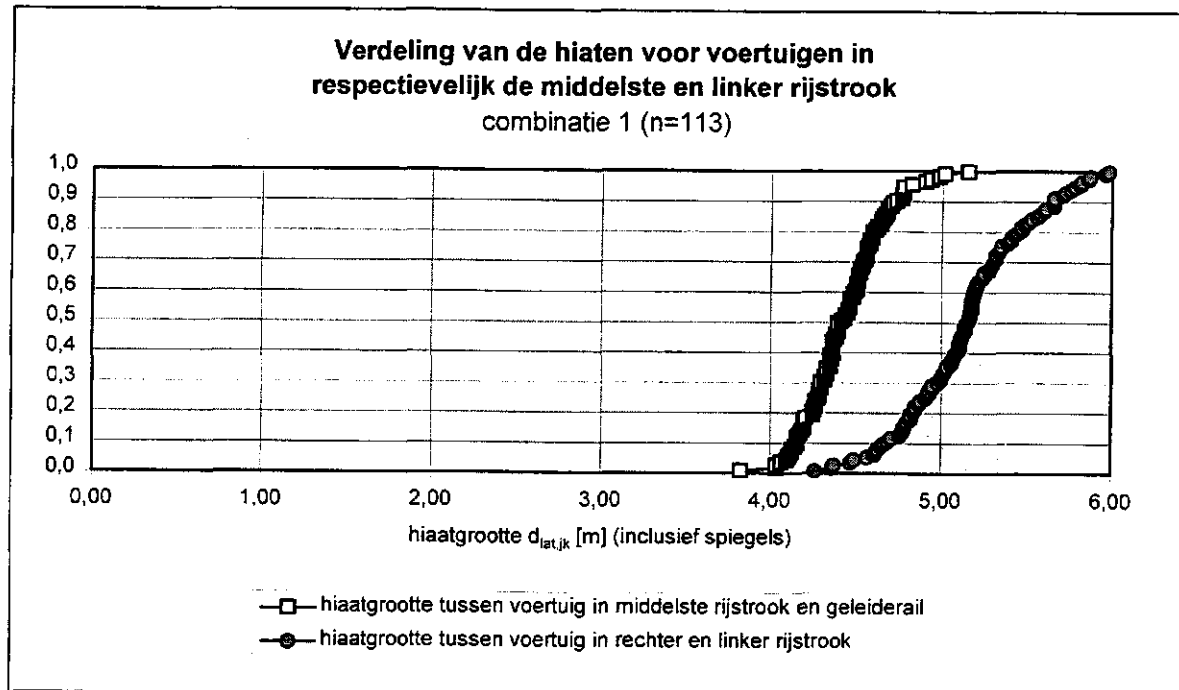
tabel 11. Covarianties en correlatiecoëfficiënten combinatie 7.

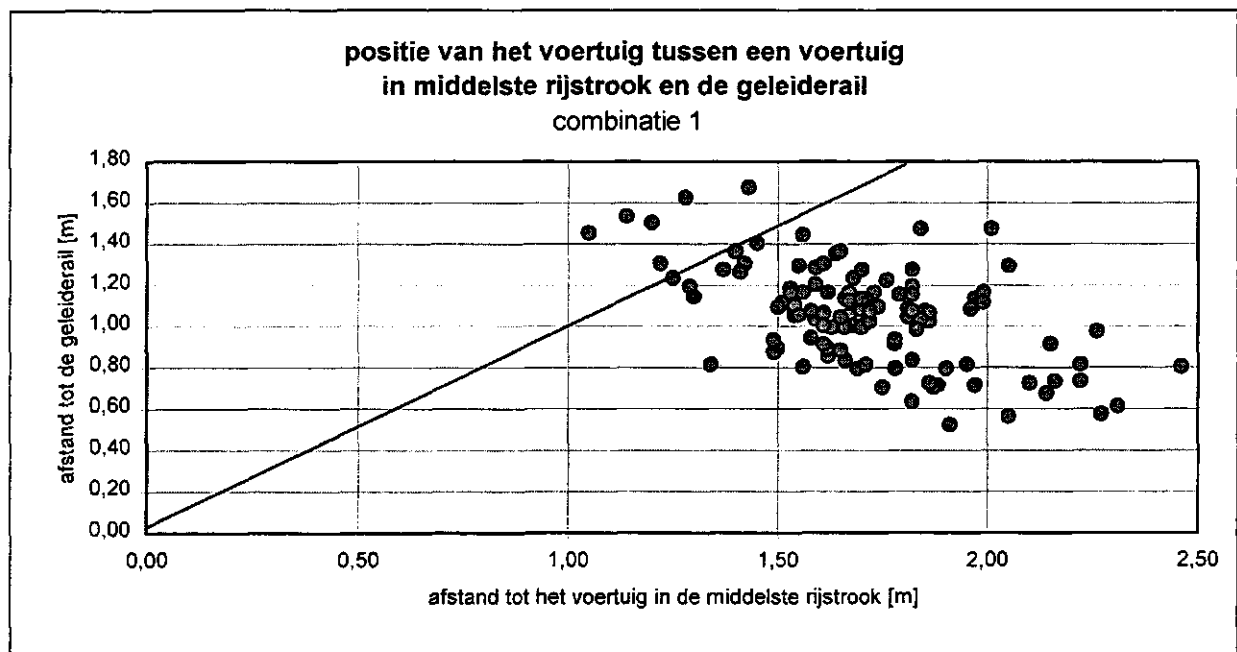
Vergelijken van ..	COV(X,Y)	$\rho(x,y)$	r-toets	Interval $\rho_{werk}(x,y)$
posities rechter en middelste rijstrook	0.0094	0.29	1.665<2.83	[0.08; 0.47]

## Bijlage XV Verdeling hiaten en positie van het voertuig binnen het hiaat

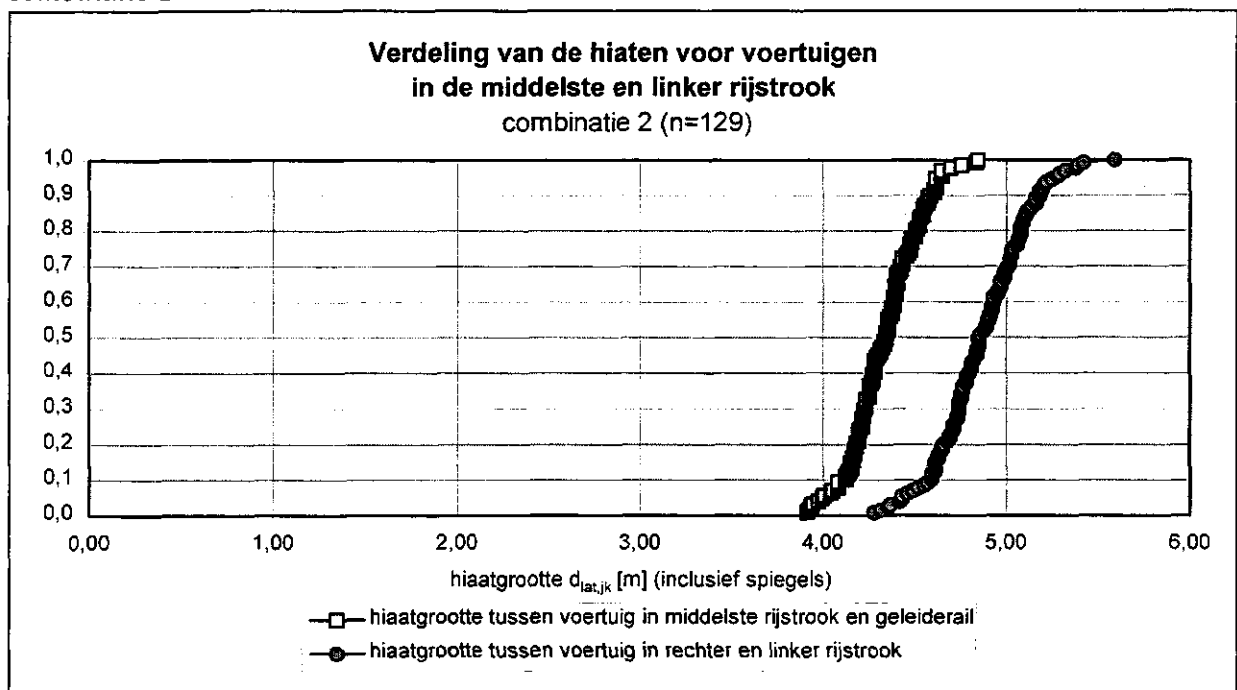
In deze bijlage zijn ten eerste van de verschillende combinaties de verdelingen van de grootte van de hiaten weergegeven. Daarnaast zijn van de voertuigen die in deze hiaten rijden de posities ten opzichte van de objecten die het hiaat begrenzen weergegeven. In de figuren, waarin dit is weergegeven, zijn lijnen getekend die de positie van het midden van het voertuig voorstellen indien het voertuig exact in het midden van het hiaat rijdt.

### Combinatie 1



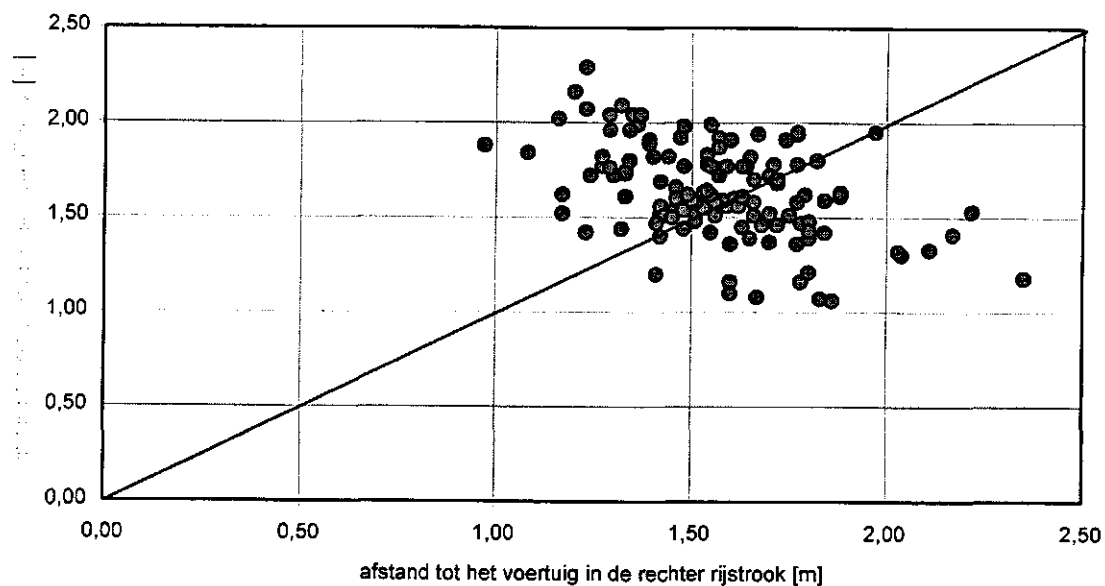


*combinatie 2*

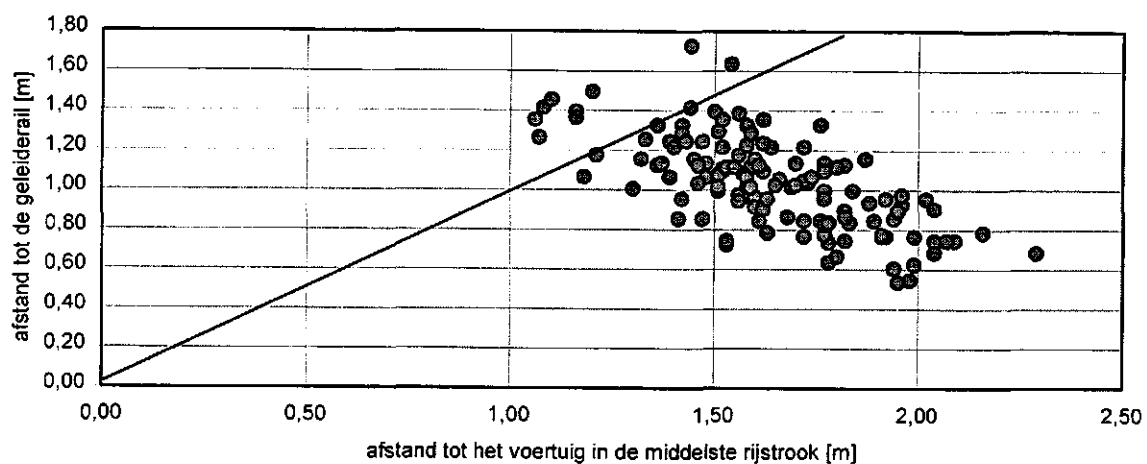




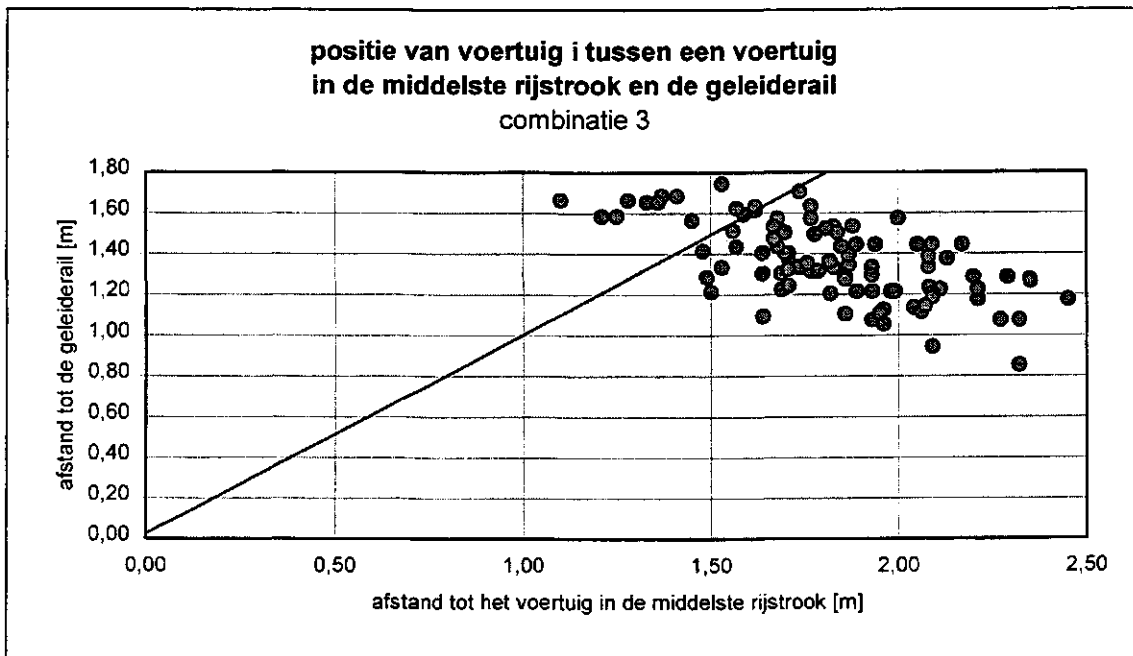
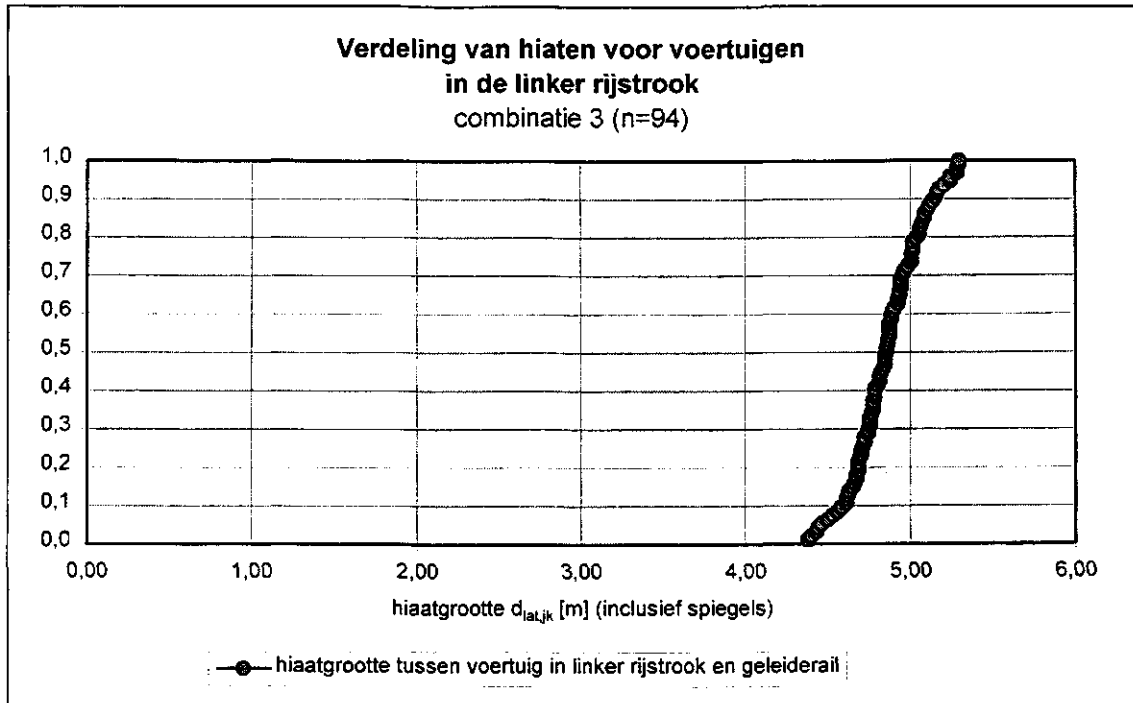
**positie van voertuig i tussen een voertuig  
in rechter en linker rijstrook  
combinatie 2**



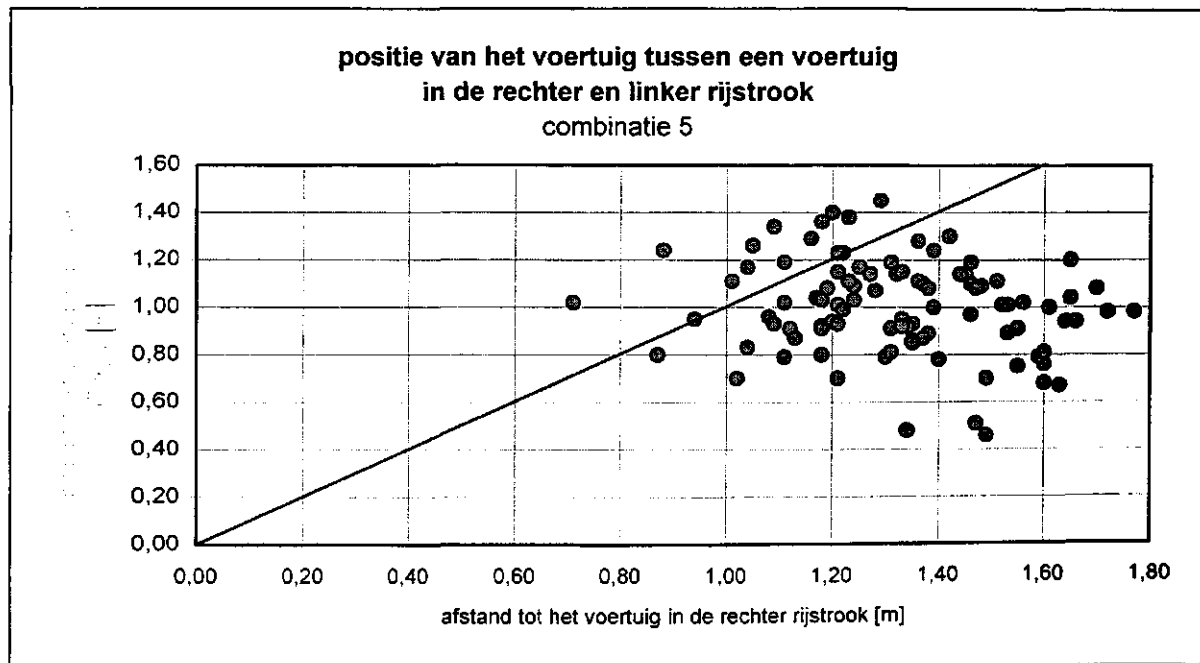
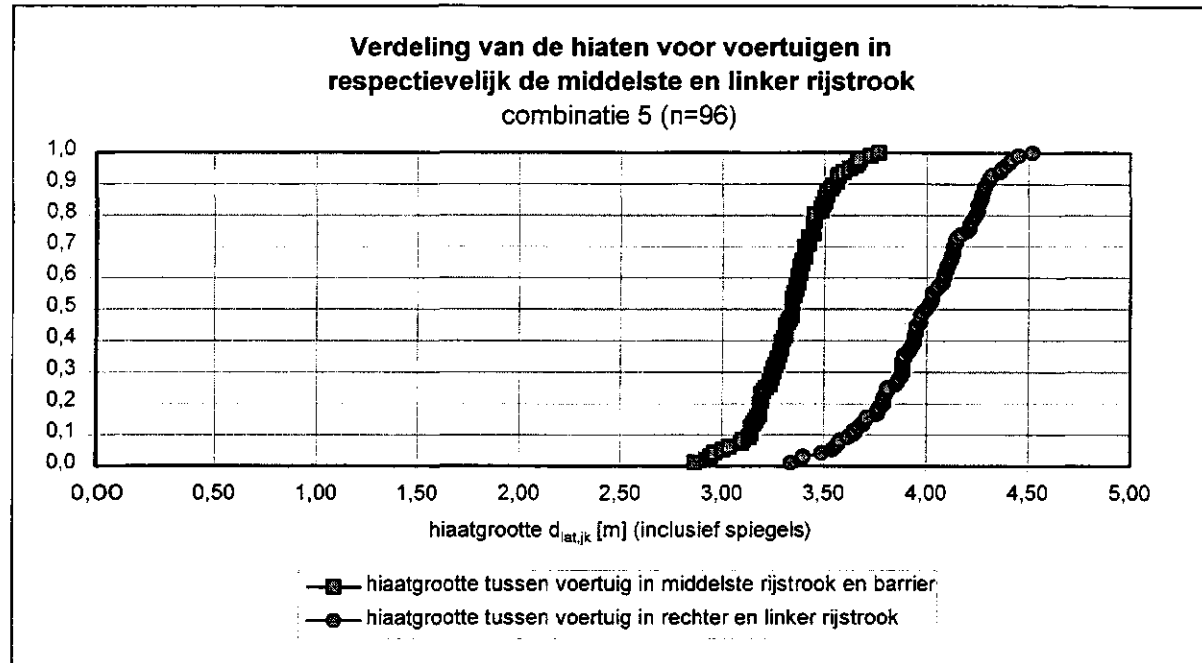
**positie van voertuig i tussen een voertuig  
in de middelste rijstrook en de geleiderail  
combinatie 2**

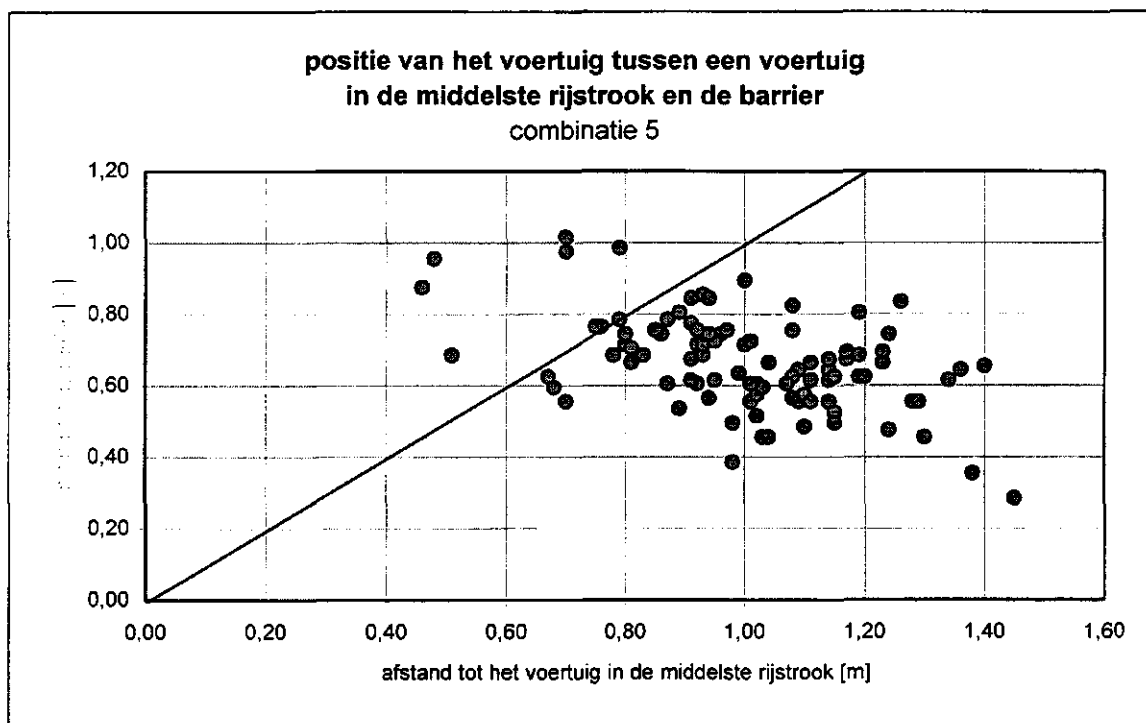


combinatie 3

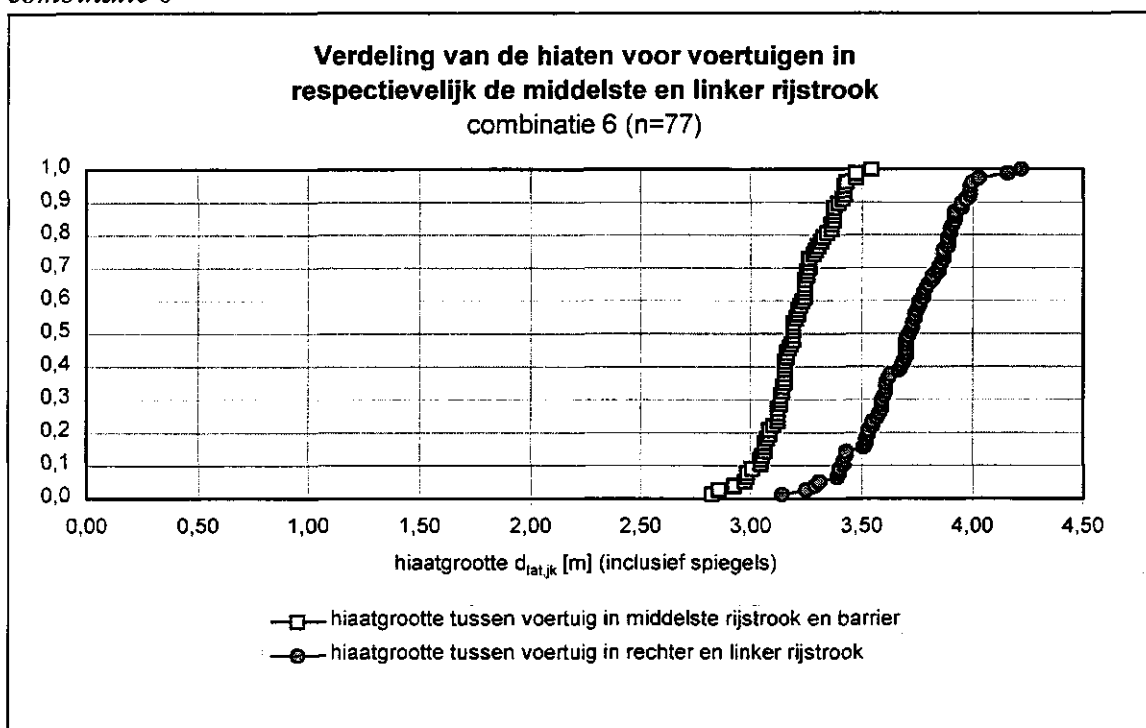


combinatie 5

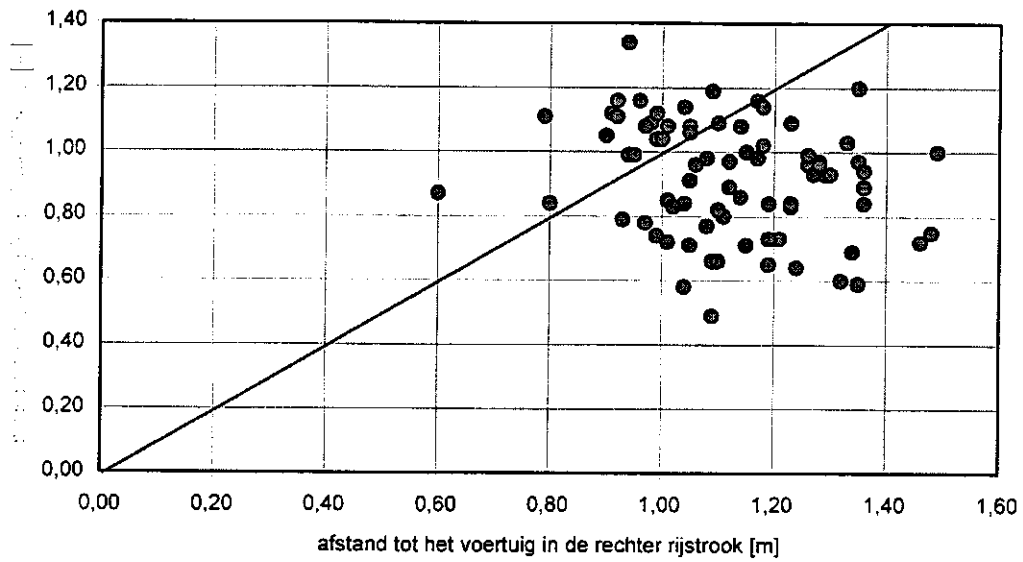




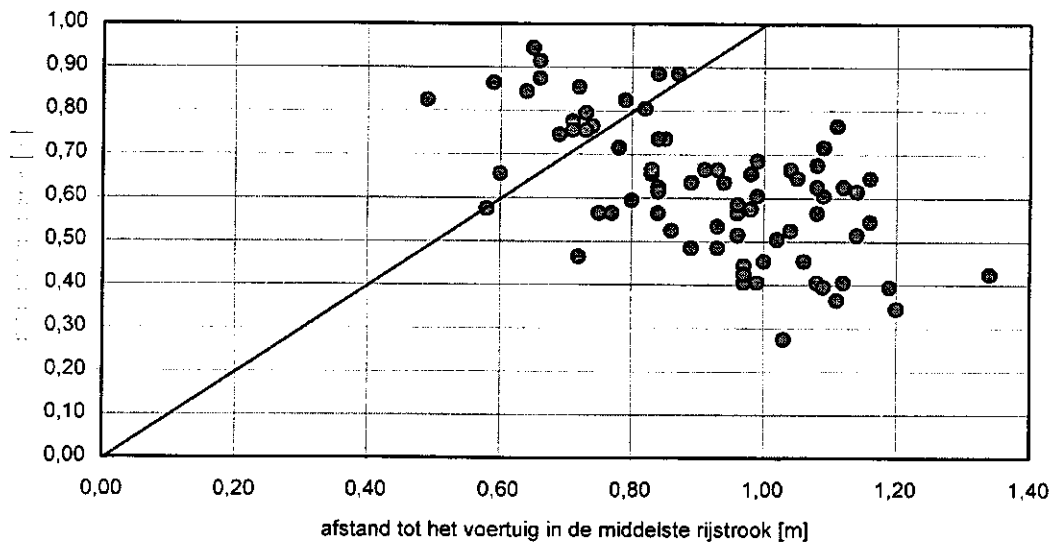
combinatie 6

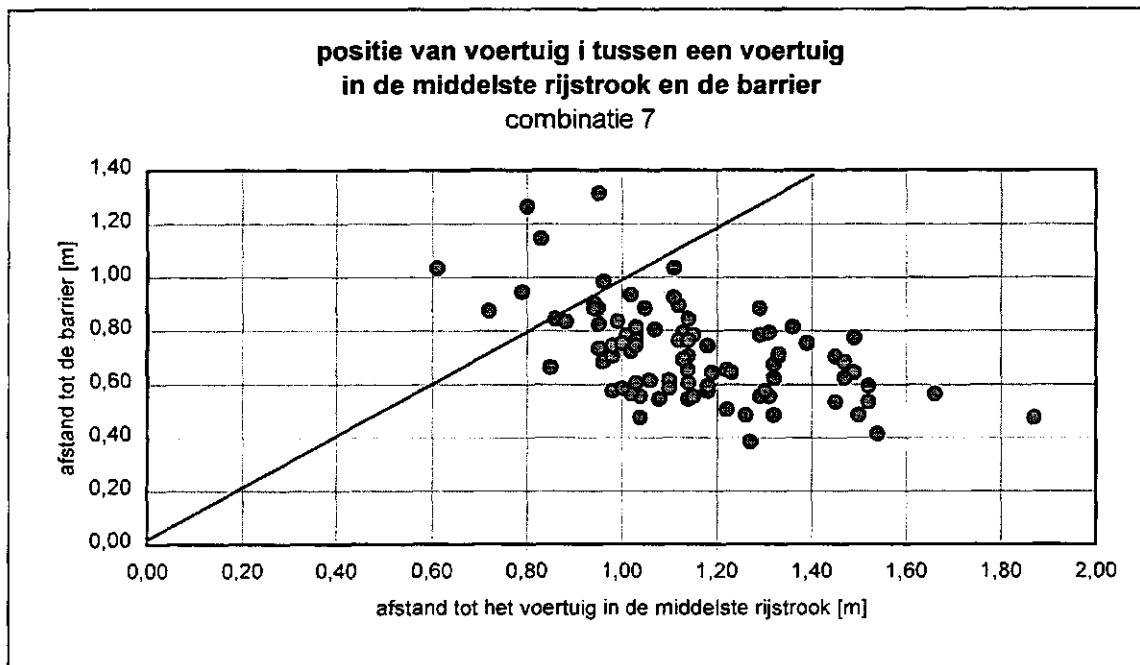
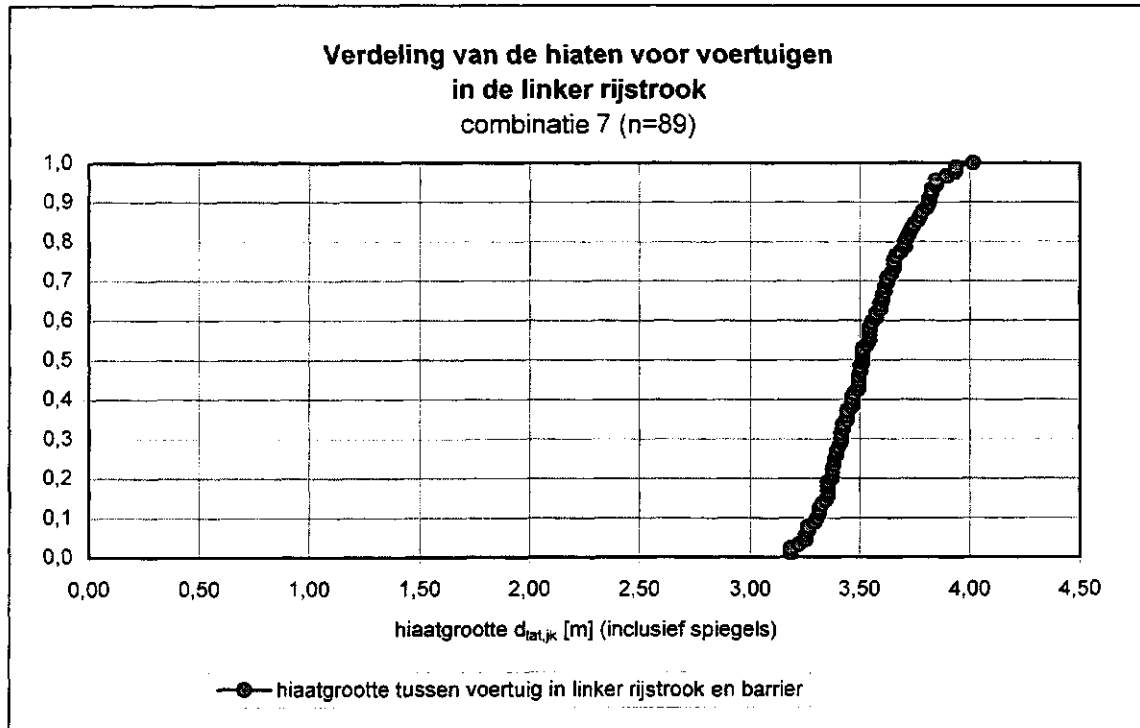


**positie van voertuig i tussen een voertuig  
in de rechter en linker rijstrook  
combinatie 6**



**positie van voertuig i tussen een voertuig  
in de middelste rijstrook en de barrier  
combinatie 6**

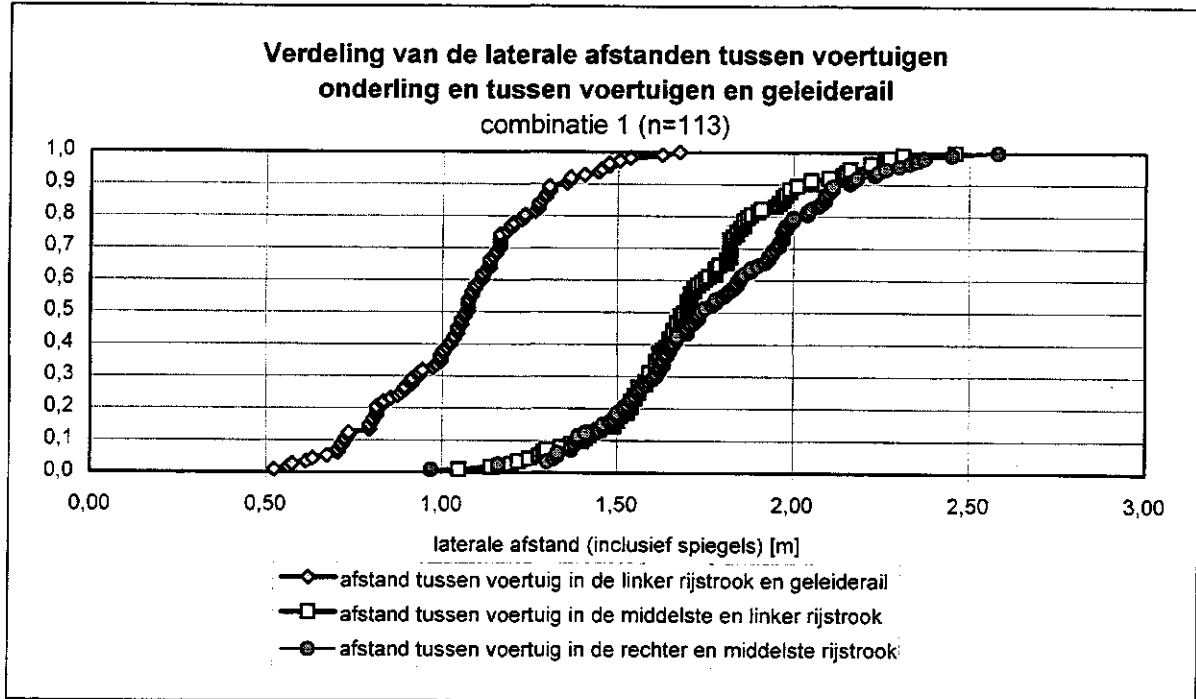




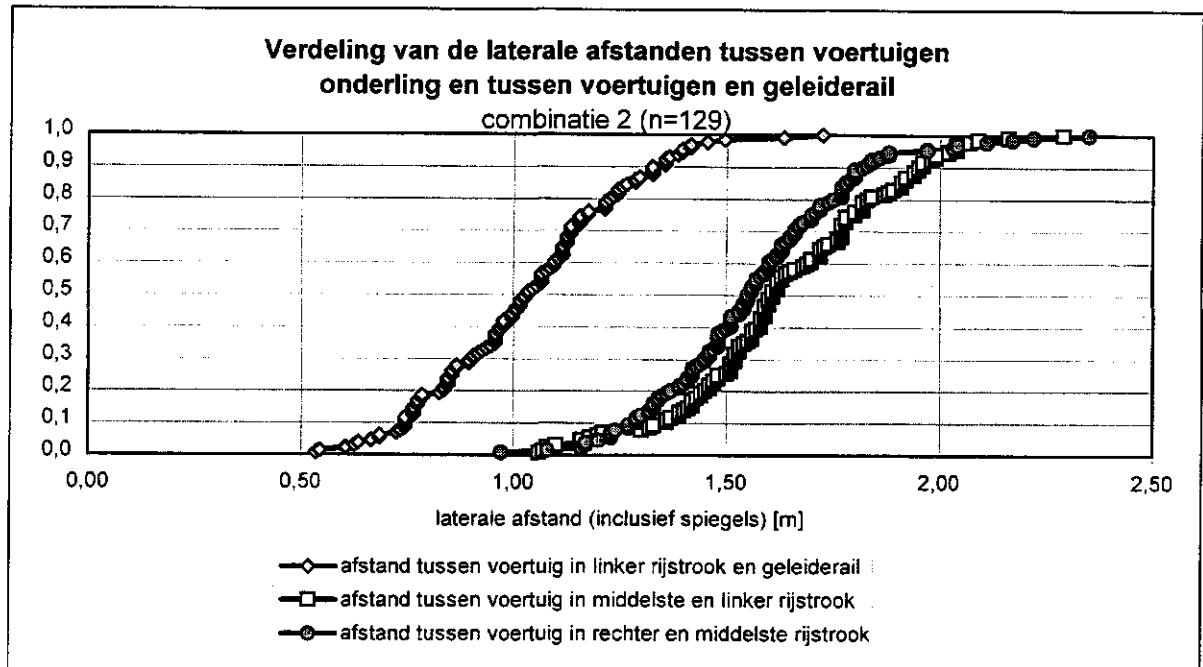
## Bijlage XVI Verdeling laterale afstanden tussen objecten

In deze bijlage zijn de verdelingen van de laterale afstanden tussen de voertuigen in de rechter en middelste rijstrook, tussen de voertuigen in de middelste en linker rijstrook en tussen de voertuigen in de linker rijstrook en de geleiderail of barrier weergegeven.

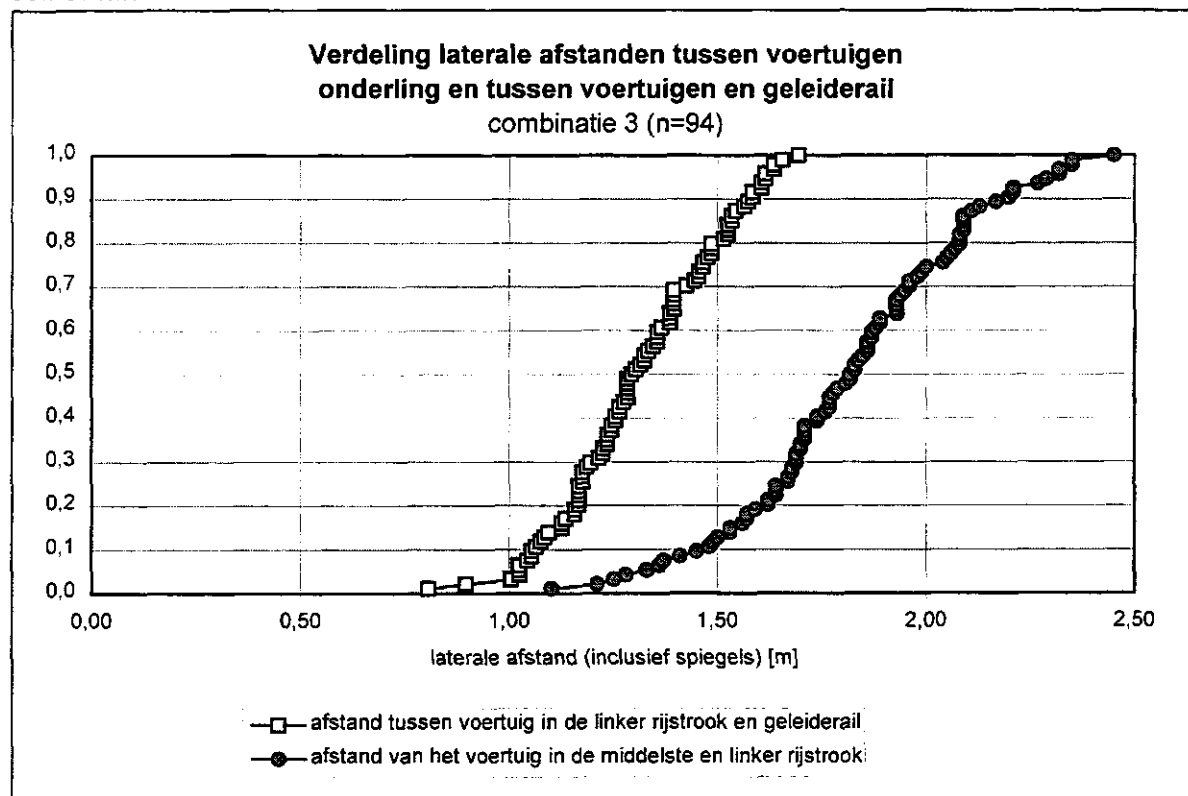
### Combinatie 1



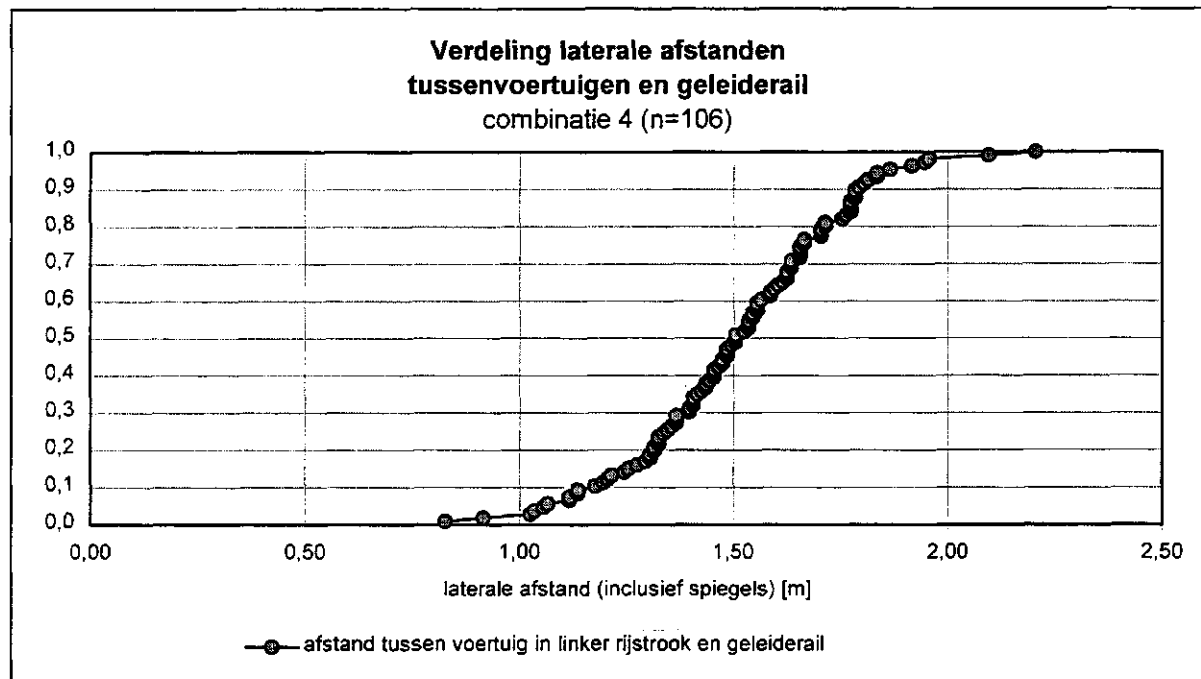
### combinatie 2



combinatie 3

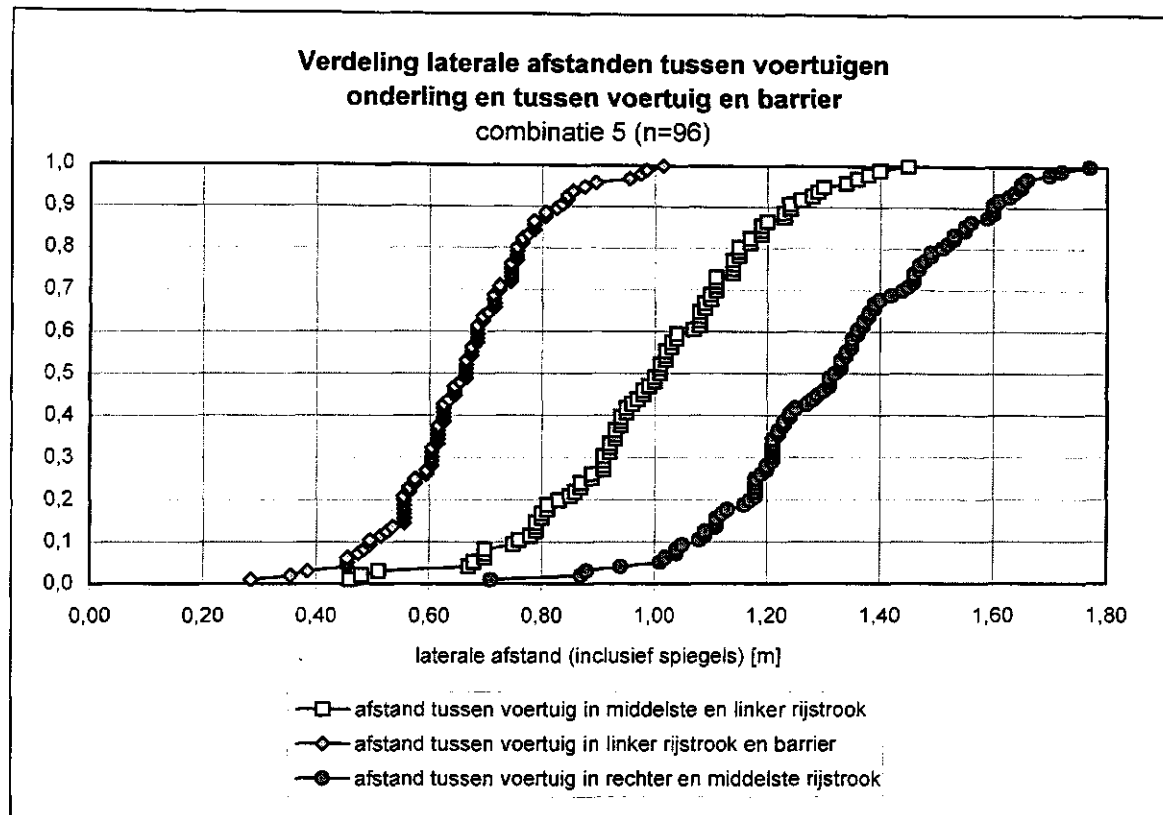


combinatie 4

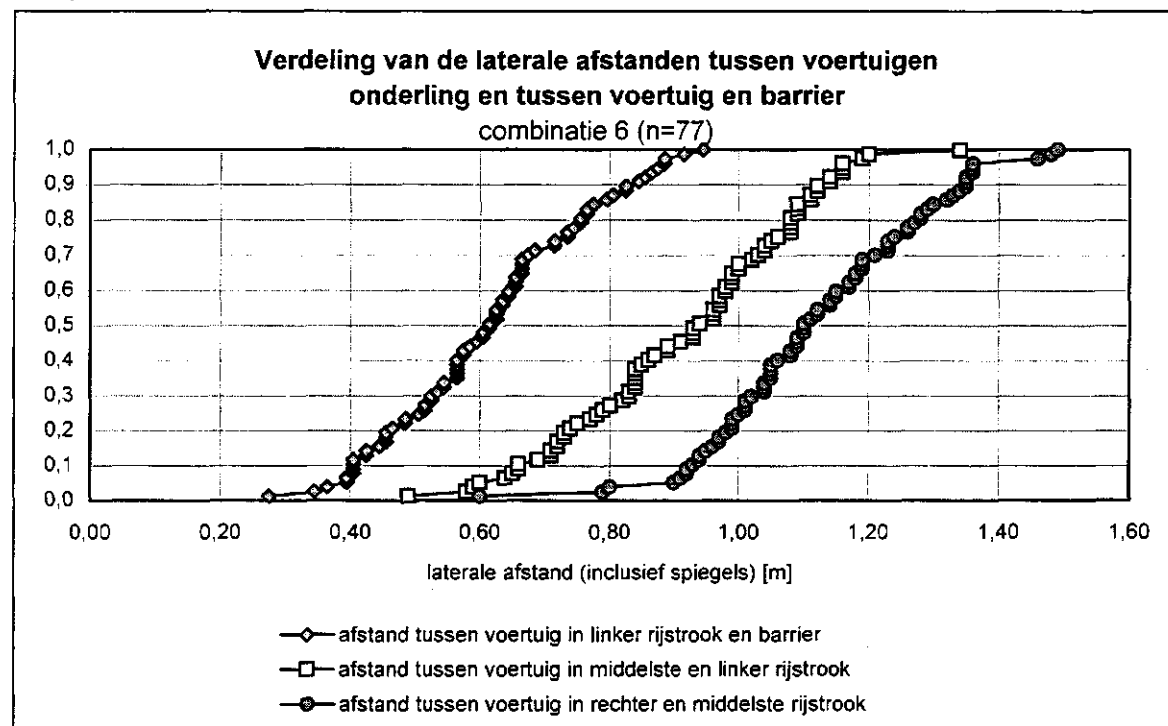




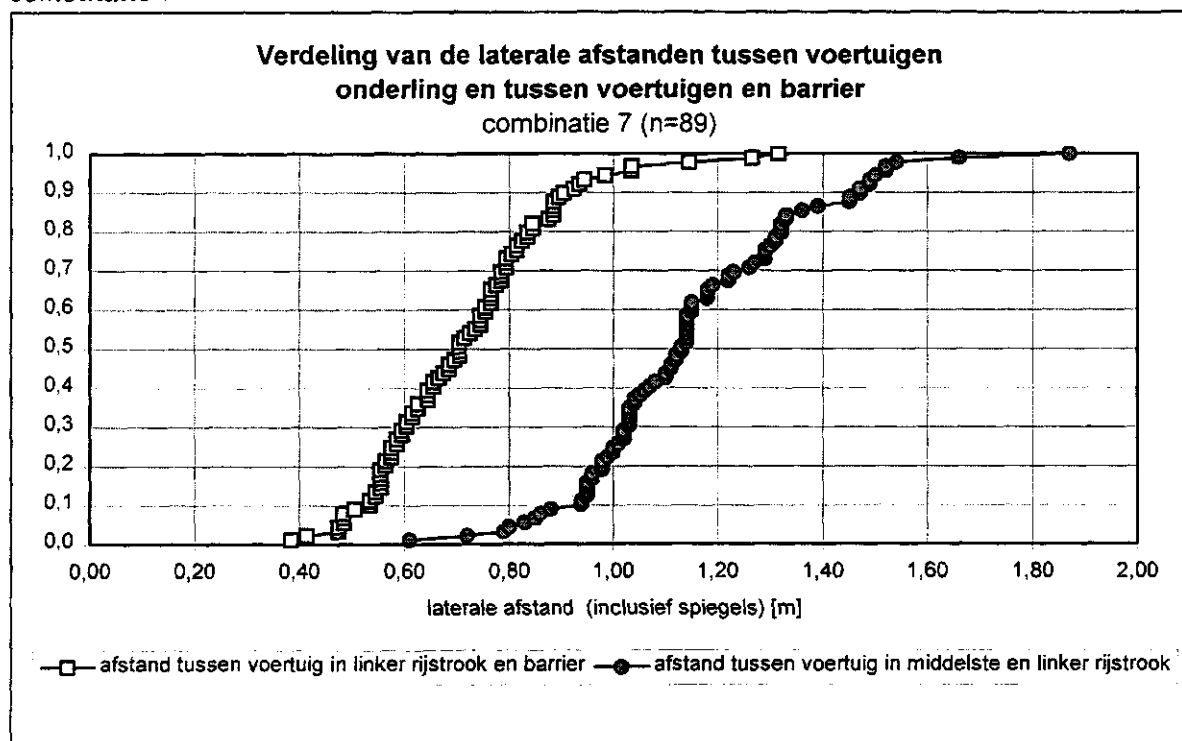
combinatie 5



combinatie 6



combinatie 7



combinatie 8

