



Adviesgroep voor  
verkeer en vervoer

# Voormeting evaluatie inhaalverbod vrachtverkeer RW16

oktober 1996

Rijkswaterstaat  
Directie Noord-Brabant

FG 097 NB



**DOCUMENTATIEPAGINA**

**opdrachtgever:** Rijkswaterstaat directie Noord-Brabant  
Postbus 90157  
5200 MJ 's Hertogenbosch

**titel:** Voormeting evaluatie inhaalverbod  
vrachtverkeer RW 16

**rapportnummer:** 1-198/AE/GM/1678  
**datum:** maart 1997  
**pagina's:** 40  
**tabellen:** 11

**beknopte inhoud:** Op het Brabantse gedeelte van RW16 wordt een inhaalverbod voor vrachtverkeer ingevoerd. Om de effecten op verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid vast te kunnen stellen is in een voormeting een referentiesituatie geïnventariseerd.

**trefwoorden:** analyse-grootheden, capaciteit, dataverwerking, inhaalverbod, indicatoren, LOG-gegevens, MARE-gegevens, onderzoekmethode, referentiesituatie, verkeersafwikkeling, verkeersveiligheid, video- en visuele waarnemingen,

**Projectbegeleiding** J. de Bruin, RWS Noord-Brabant  
D.H. Helleman, RWS Adviesdienst Verkeer en Vervoer  
ir H. Van Mourik, RWS Noord-Brabant  
drs H.R. Peddemors, RWS Noord-Brabant

**bijbehorende rapportage** Voormeting evaluatie inhaalverbod  
vrachtverkeer RW16, Bijlagenrapport  
Diskette

Inhoud	blz	
1	Samenvatting	5
1.1	Het onderzoek	5
1.2	De resultaten	6
1.2.1	Capaciteit	6
1.2.2	Verkeersafwikkeling	7
1.2.3	Verkeersveiligheid	7
2	Inleiding	9
2.1	Kader	9
2.2	Projectformulering	10
2.3	Opzet rapportage	10
2.3.1	Algemeen	10
2.3.2	Leeswijzer	11
3	Doel onderzoek	12
3.1	Algemeen	12
3.2	Verwachtingen voor drie interessegebieden	12
3.2.1	De capaciteit	12
3.2.2	De verkeersafwikkeling	13
3.2.3	De verkeersveiligheid	13
3.3	Hypothesen en Indicatoren per interessegebied	14
3.3.1	Hypothesen	14
3.3.2	Indicatoren	15
4	Opzet onderzoek	16
4.1	Keuze meettechnieken	16
4.1.1	Geschiktheid meetperiode	16
4.1.2	Invloed herfstvakantie	16
4.1.3	Gegevensomvang voor capaciteitsbepaling	17
4.1.4	Lengte meetperiode	17
4.1.5	Te hanteren gegevens	18
4.2	Selectiecriteria representatieve dagen	18
4.3	Generaliseerbaarheid onderzoeksresultaten	19
4.4	Werkdefinities	20

5	Uitvoering	23
5.1	Het meettraject	23
5.1.1	Algemene beschrijving van het traject	23
5.1.2	De meetlocaties	24
5.2	Data-inwinning	25
5.2.1	LOG-gegevens	26
5.2.2	MARE-gegevens	26
5.2.3	Video-registratie	26
5.2.4	Visuele waarnemingen	27
5.3	Dataverwerking	28
5.3.1	LOG-gegevens	28
5.3.2	MARE-gegevens	28
5.3.3	Visuele waarnemingen	29
5.3.4	Video-waarnemingen	29
5.4	Vergelijking LOG- en MARE-gegevens.	29
6	Resultaten	31
6.1	Capaciteit	31
6.1.1	Westbaan	31
6.1.2	Oostbaan	34
6.2	Aanbod/Intensiteit	34
6.3	Snelheid	35
6.4	Rijstrookwisselingen	35
6.5	Aantal in- en uitvoegbewegingen	35
6.6	Clusters	36
6.7	Schokgolven	36
6.8	Gevaarlijke inhaalmanoeuvres	37
6.9	Volgtijden/Hiaattijden/TTC's	38
6.9.1	Volgtijden	38
6.9.2	Hiaten	38
6.9.3	Time-to-Collision	39
6.10	Aantal en aard verkeersongevallen 1993 - 1995	39

**Bijlagen**

Index bijlagenrapport

1.	Overzicht meetlocaties	3
2.	Betrouwbaarheidsanalyse meetgegevens voormeting RW 16	9
3.	Selectiecriteria en aantal waarnemingen per indicator	17
4.	Classificatiecriteria conflictobservatie	25
5.	Beschrijving videolocaties en soorten waarnemingen	27
6.	Agenda instructie visuele waarnemingen RW16	45
7.	Schoning LOG-bestanden	47
8.	Significantietoets herfstvakantie	53
9.	Instructies video-analyse	69
10.	Vergelijking gemiddelde kwartierwaarden LOG- en MARE-gegevens, westbaan	77
11.	Basisdiagrammen en AID-meldingen	81
12.	Capaciteitsberekening volgens productlimietmethode	85
13.	Volgtijden frequentieverdeling naar voertuigcombinatie	
14.	Frequentie- en cumulatieve verdeling hiaattijden naar rijstrook	95
15.	Frequentieverdeling Time-To-Collision naar rijstrook	101
16.	Verkeersongevalgegevens hoofdrijbaan	105
17.	Inhoud diskette	109

Diskette

## 1 SAMENVATTING

### 1.1 Het onderzoek

Op het Brabantse gedeelte van RW16, tussen de knooppunten Klaverpolder en Galder wordt in februari 1997 een inhaalverbod voor vrachtverkeer ingesteld. Het inhaalverbod zal op werkdagen van 07.00 - 10.00 uur en van 16.00 - 19.00 uur van kracht zijn.

Doel van de maatregel is drieledig:

- het beter benutten van de wegcapaciteit;
- het verbeteren van de verkeersafwikkeling;
- het verhogen van de verkeersveiligheid.

Om het effect van het inhaalverbod op de capaciteit, de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid te kunnen vaststellen is van 30 september tot en met 25 oktober 1996 een voormeting gehouden

De resultaten van deze meting geven een beschrijving van de huidige situatie. Nadat de maatregel is ingevoerd worden vervolgmetingen uitgevoerd. Hierna kunnen pas effectvergelijkingen plaatsvinden en mogen conclusies worden getrokken.

Voor een aantal indicatoren die de huidige situatie beschrijven qua verkeersafwikkeling en -veiligheid zijn waarden vastgesteld. Daartoe is gebruik gemaakt van gegevens uit verschillende bronnen:

- visuele waarnemingen;
- video-waarnemingen;
- MARE-bestanden (gegevens uit het signaleringssysteem op rijbaanniveau);
- LOG-bestanden (met detectielussen verzamelde gegevens op voertuigniveau);
- ongevalsgegevens.

Een mogelijk effect van de instelling van het inhaalverbod voor vrachtverkeer op de routekeuze wordt niet feitelijk gemeten. Indien daar sprake van zal zijn, is het (indirect) afleidbaar uit intensiteits- en samenstellingsgegevens.

De geplande invoeringsdatum van de maatregel (februari 1997) en de vergelijkbaarheid van voor- en nameting voor wat betreft de lichtomstandigheden hebben geleid tot een onderzoek in een relatief korte periode. Het na-onderzoek zal moeten uitwijzen of voor alle indicatoren voldoende gegevens zijn verzameld om statistisch onderbouwde uitspraken te doen.

## 1.2 De resultaten

De resultaten van het onderzoek zijn gegroepeerd naar de drie aspecten capaciteit, de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid. Voor elk aspect is een aantal indicatoren onderscheiden. In deze paragraaf wordt per aspect de huidige situatie aan de hand van die indicatoren beschreven.

Het onderzoek heeft zich vooral op de westbaan gericht, de capaciteit, ongevallen en in-, en uitvoegbewegingen zijn ook voor de oostbaan onderzocht.

### *Capaciteit*

Op een tweetal locaties van de westbaan is met de productlimietmethode een capaciteitswaarde bepaald.

Op km 46.825 (zie figuur 1, als uitvouwblad achterin dit rapport opgenomen), even na de versmalling van drie naar twee rijstroken, blijkt de (gemiddelde) capaciteit 3530 vtg/u te zijn, bij circa 15% vrachtverkeer. Dit is lager dan op andere locaties met een soortgelijke versmalling. Op km 50.275 is een ondergrens voor de capaciteit berekend: van 3860 vtg/u (de capaciteit is altijd gelijk aan of groter dan deze waarde).

Duidelijke, algemene capaciteits-knelpunten zijn niet uit de waarnemingen af te leiden. Uit de videowaarnemingen blijkt dat niet zozeer sprake is van structurele congestie maar van verstoringen, die zich in bovenstroomse richting verplaatsen en daarom slechts kort op een locatie aanwezig zijn. Door de aggregatie van de gegevens naar kwartieren of 10 minuten-perioden worden deze gecamoufleerd.

Op de oostbaan is het aantal congestiewaarnemingen onvoldoende voor het bepalen van een capaciteitswaarde.

Met name in de avondspits vindt op de westbaan tussen km 45.390 en km 47.525 een terugval van de snelheid plaats, welke niet verklaard wordt door de intensiteit. Ook is op deze locaties sprake van een veel grotere spreiding van de snelheden dan op de andere locaties. Mogelijk zijn beide verschijnselen een gevolg van onregelmatigheden in de verkeersstroom als gevolg van de versmalling van 2 naar 3 rijstroken. In de ochtendspits is op de westbaan geen sprake van bijzonderheden ten aanzien van de snelheid.

### *Verkeersafwikkeling*

De verdeling van de intensiteiten over de rijstroken op de westbaan (links circa 60%, rechts circa 40%) komt overeen met het normale beeld van een 2-strooks rijbaan van een autosnelweg.

Het aandeel vrachtverkeer in de avondspits is op km 55.950 ongeveer 15%: 560 voertuigen per uur (elke 6 seconden een vrachtauto). Het aandeel vrachtverkeer op de linker rijstrook is 2-4%. In de ochtendspits is het aandeel vrachtverkeer iets hoger, circa 19%.

Bij congestie worden, ten opzichte van perioden zonder congestie, meer rijstrookwisselingen waargenomen die gepaard gaan met remmen, hetgeen in de lijn der verwachting is. Over de rijstrookwisselingen is verder geen uitspraak te doen voordat de nameting heeft plaatsgevonden. Dit geldt ook voor de in- en uitvoegmanoeuvres. Bij het in- en uitvoegen worden gevaarlijke manoeuvres waargenomen (bewegingen die gepaard gaan met gebruik van remlichten). Hier is echter geen eenduidige referentiemaat voor, zodat over de veiligheidsaspecten geen uitspraken kunnen worden gedaan.

Bij de clusters (groepen kort achter elkaar rijdende auto's) blijkt, op de linker rijstrook van de westbaan, het eerste voertuig relatief vaak een vrachtauto te zijn bij een vrachtauto-aandeel van circa 3% zijn vrachtauto's in 9% de leider van een cluster.

De schokgolven die op het traject worden waargenomen zijn zeer beperkt in aantal en omvang. Bij de waargenomen intensiteiten (hoog, met enige congestie) is dit een indicatie dat er weinig onrust in de verkeersstroom aanwezig is. Opgemerkt moet worden dat deze conclusie het gevolg is van de gekozen meetmethode en de gehanteerde definitie. De dynamiek van schokgolven (kortdurende verstoringen) komt hierbij mogelijk onvoldoende tot uiting.

#### *Verkeersveiligheid*

Op de grote spreiding in de snelheden die zijn waargenomen aan het begin van het wegvak op de westbaan is reeds ingegaan. Ook schokgolven, besproken in de vorige paragraaf, zijn een indicator van de verkeersveiligheid. Andere indicatoren zijn de volg- en hiaattijden, de Time-To-Collision (TTC), het rechts inhalen en de ongevallen.

Ten aanzien van de volgtijden blijkt dat kortere volgtijden vaker voorkomen op de linker rijstrook. Op de rechter rijstrook blijkt uit de volgtijden dat als vrachtauto's achter elkaar rijden, ze op kortere afstand van elkaar rijden dan als ze personenauto's volgen. De hiaattijden vertonen een zelfde beeld als de volgtijden. Het aandeel korte TTC's (een Time-To-Collision tussen 0 en 5 seconden) bedraagt ongeveer 0,5% van alle waarnemingen. Een nader oordeel hierover is pas na de nameting te geven. Het fenomeen rechts inhalen komt in de ochtendspits (bij lagere intensiteiten) minder voor dan in de avondspits. Ook hierbij kan een beoordeling pas na de nameting plaatsvinden.

Voor wat betreft de verkeersonveiligheid blijkt uit de ongevalsstatistieken niet dat het traject onveilig is dan andere 2x2-strooks autosnelwegen. Dit geldt zowel voor de westbaan als de oostbaan.



## 2 INLEIDING

### 2.1 Kader

Rijksweg 16 (RW16) vormt een belangrijke ader in het Nederlandse (rijks-)wegennet. De RW16 verbindt de Randstad met België, Duitsland en Frankrijk en is daarmee een belangrijke transportas.

Mede als gevolg van een toename in verkeersintensiteiten, voldoet de RW16 niet over het gehele traject aan de richtlijnen, zoals deze zijn vastgelegd in het ROA (Richtlijnen voor het Ontwerpen van Autosnelwegen). De verhoogde verkeersintensiteiten leiden - in de spitsperioden, maar ook daarbuiten - regelmatig tot verstoringen in de verkeersafwikkeling.

Om de belangrijke functie van de RW16 te garanderen, is Rijkswaterstaat directie Noord-Brabant een studie gestart naar mogelijke verkeersbeheersingsmaatregelen. Deze maatregelen richten zich op:

- het beter benutten van de wegcapaciteit;
- het verbeteren van de verkeersafwikkeling;
- het verhogen van de verkeersveiligheid.

Focus van de studie is het Brabantse gedeelte van de RW16, tussen de knooppunten Klaverpolder en Galder. Een aantal maatregelen is al nader uitgewerkt. Zo zal binnenkort een - statisch<sup>1</sup> - inhaalverbod voor het vrachtverkeer ingesteld worden. Het inhaalverbod zal alleen tijdens de spitsperioden op werkdagen van kracht zijn (07.00 - 10.00 uur en 16.00 - 19.00 uur)<sup>2</sup>, zie figuur 1 (uitvouwblad).

<sup>1</sup> Daar waar in deze rapportage over een inhaalverbod voor het vrachtverkeer geschreven wordt, wordt dan ook een statisch (= vast tijdvenster) inhaalverbod bedoeld.

<sup>2</sup> Waar in dit rapport over de ochtendspits wordt gesproken wordt de gehele periode van 07.00 - 10.00 uur bedoeld. Bij de avondspits betreft dit de periode van 16.00 - 19.00 uur.

## 2.2 Projectformulering

Om het effect van het inhaalverbod te kunnen vaststellen op de wegcapaciteit, de kwaliteit van de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid, dient voorafgaand aan implementatie van de geplande maatregelen een set van relevante referentie-indicatoren beschikbaar te zijn.

Rijkswaterstaat directie Noord-Brabant heeft AGV Adviesgroep voor verkeer en vervoer verzocht een voormeting op de Westbaan (Noord-Zuid richting) te verrichten. Het doel van deze voormeting is als volgt geformuleerd:

*Het vaststellen van de huidige situatie op het Brabantse gedeelte van de RW16, enerzijds op het niveau van de rijbaan (macroniveau), anderzijds op het niveau van individuele voertuigen (microniveau). De analyse op macro-niveau dient gegevens op te leveren over de capaciteit van de weg. De gegevens op microniveau moeten inzicht geven in de huidige kwaliteit van de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid. Nevendoel is na te gaan wat de geldigheid, in termen van betrouwbaarheid en generaliseerbaarheid, van de gevonden resultaten is.*

Bij de gegevensverzameling zijn ook, in zeer beperkte mate, gegevens voor de Oostbaan (Zuid-Noord richting) verzameld.

Het project is begeleid door een begeleidingsgroep bestaande uit vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat directie Noord-Brabant en Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

## 2.3 Opzet rapportage

### 2.3.1 Algemeen

De rapportage bestaat uit drie onderdelen:

- een hoofdrapport;
- een bijlagenrapport;
- een diskette.

Het hoofdrapport gaat in op de opzet van het onderzoek en beschrijft de resultaten in algemene termen. De waarnemingen worden geïllustreerd aan de hand van figuren en tabellen van een beperkt aantal locaties.

Toelichtingen bij de uitvoering en verwerking van het onderzoek zijn opgenomen in het bijlagenrapport.

Detailinformatie in de vorm van tabellen met de resultaten per waarneemkwartier zijn opgenomen op de bijgevoegde diskette. In bijlage 17 staat de inhoud van de diskette beschreven.

Aggregatie, c.q. classificering (bijvoorbeeld op basis van intensiteiten) heeft nog niet plaatsgevonden. Dit is pas zinvol bij een vergelijking van de resultaten van de voormeting met de resultaten van de na-meting. Pas dan kunnen zinvolle aggregatieniveaus en klassen op basis van celvullingen bepaald worden.

### 2.3.2 *Leeswijzer*

Gezien het feit dat in deze rapportage de resultaten van een voormeting beschreven worden, kent deze rapportage een overwegend beschrijvend karakter. Waar dit zinvol leek is een vergelijking met referentiecijfers gemaakt, zodat een betere beeldvorming van de huidige situatie mogelijk is.

In de **hoofdstukken 1 en 2** zijn de samenvattingen, het kader en de projectformulering beschreven.

Het doel, de verwachte effecten van het inhaalverbod en de indicatoren die worden gebruikt voor de effectbepaling, worden in **hoofdstuk 3** beschreven. De relaties tussen hypothesen en indicatoren is in een overzicht weergegeven. In **hoofdstuk 4** wordt ingegaan op de onderzoeksopzet. Meettechnieken, meetperiode, de selectie van bruikbare gegevens en de generaliseerbaarheid van de resultaten komen hierin aan bod. In dit hoofdstuk zijn ook de gebruikte werkdefinities opgenomen.

De uitvoering van het onderzoek (meetlocaties, data-inwinning en verwerking) wordt in **hoofdstuk 5** besproken. Aangegeven is op welke locaties met welke meetmethode gegevens per indicator zijn verzameld.

Tenslotte worden de resultaten van het onderzoek, per indicator, vermeld in **hoofdstuk 6**.

### 3 DOEL ONDERZOEK

#### 3.1 Algemeen

Doel van het onderzoek is het vaststellen van de huidige situatie op het Brabantse gedeelte van de RW16, enerzijds op het niveau van de rijbaan (macroniveau), anderzijds op het niveau van individuele voertuigen (microniveau) om effecten van nog te nemen maatregelen, i.c. het inhaalverbod voor vrachtverkeer, te kunnen toetsen.

In paragraaf 3.2 zijn de verwachtingen geformuleerd ten aanzien van het effect van het in te stellen inhaalverbod. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de drie interessegebieden die in de inleiding al aan de orde kwamen, namelijk:

- de capaciteit van de weg;
- de kwaliteit van de verkeersafwikkeling;
- de verkeersveiligheid.

In paragraaf 3.3 zijn deze verwachtingen vertaald naar hypothesen en zijn de bijbehorende indicatoren benoemd.

#### 3.2 Verwachtingen voor drie interessegebieden

##### 3.2.1 *De capaciteit*

Ten aanzien van de capaciteit wordt verwacht dat de capaciteit van het traject zal toenemen, dan wel, er sprake zal zijn van een betere benutting van de beschikbare capaciteit.

### 3.2.2 *De verkeersafwikkeling*

Bij de verkeersafwikkeling zijn onder meer de volgende (met elkaar samenhangende) verwachtingen van belang - uitgaande van eenzelfde verkeersaanbod voor en na de instelling van het inhaalverbod:

- het vrachtverkeer op de linker rijstrook zal na instelling van het inhaalverbod sterk afnemen. Hierdoor zal het verkeer op die rijstrook minder hinder ondervinden van inhalend vrachtverkeer;
- met name op de linker rijstrook zal een verbetering in de kwaliteit van de verkeersafwikkeling te zien zijn. Dit als gevolg van het feit dat zich minder schokgolven voor zullen doen en de snelheid op de linker rijstrook niet beperkt wordt door clustervorming, met een vrachtauto als eerste voertuig;
- mogelijk hanteert het vrachtverkeer dat zich na het instellen van het inhaalverbod op de rechter rijstrook bevindt, kortere volgafstanden aangezien geen inhaalmanoeuvres in te zetten zijn.

### 3.2.3 *De verkeersveiligheid*

Ten aanzien van de verkeersveiligheid zijn de verwachtingen:

- als gevolg van een andere verdeling van de voertuigcategorieën over de rijstroken zullen de snelheidsverschillen binnen de rijstroken afnemen;
- als gevolg van een andere verdeling van de voertuigcategorieën over de rijstroken zullen volgtijden, hiaattijden en TTC veranderen;
- als gevolg van clustervorming - met een groot aandeel vrachtverkeer in deze clusters - op de rechter rijstrook kunnen mogelijk bij in- en uitvoegen potentieel gevaarlijke situaties ontstaan;
- als gevolg van een homogener samenstelling van het verkeer op de linker rijstrook (hoofdzakelijk personenauto's) zullen de volgtijden en de hiaattijden op de linker rijstrook veranderen;
- het aantal en de ernst van de schokgolven zullen als gevolg van het instellen van het inhaalverbod afnemen. Dit fenomeen zal zich met name op de linker rijstrook voordoen.

### 3.3 Hypotheses en indicatoren per interessegebied

#### 3.3.1 Hypothesen

Voor alle interessegebieden (de capaciteit, de kwaliteit van de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid) zijn door de opdrachtgever hypothesen geformuleerd. Deze hebben betrekking op het instellen van een inhaalverbod voor het vrachtverkeer - de maatregel waar deze voormeting zich primair op richt. De volgende hypothesen hebben als uitgangspunt gediend bij het bepalen van de te meten indicatoren.

Overigens geldt voor een aantal hypothesen dat zij op meerdere aspecten betrekking hebben.

#### *Werkhypothesen*

- de capaciteit op rijbaanniveau is toegenomen;
- de gemiddelde rijnsnelheid op de linker rijstrook is toegenomen;
- de gemiddelde rijnsnelheid op de rechter rijstrook is afgenomen;
- het vrachtverkeer op de linker rijstrook is afgenomen;
- op zowel de linker- als de rechter rijstrook is de spreiding van de rijnsnelheden ten opzichte van het gemiddelde afgenomen;
- het verschil in gemiddelde snelheid tussen de linker- en de rechter rijstrook is toegenomen;
- de gemiddelde volgtijd op de linker rijstrook is afgenomen;
- de gemiddelde volgtijd op de rechter rijstrook is toegenomen;
- het aantal voertuigen per cluster op de rechter rijstrook is toegenomen;
- het aantal voertuigen per cluster op de linker rijstrook is afgenomen;
- het aantal en de ernst van schokgolven en de TTC (Time-To-Collision) op de linker- en rechter rijstrook is afgenomen;
- het aantal rijstrookwisselingen door personenauto's is afgenomen;
- het aantal rijstrookwisselingen door vrachtverkeer is afgenomen;
- het aantal kritische manoeuvres bij het in- en uitvoegen is toegenomen;
- het aantal inhaalmanoeuvres van vrachtverkeer aan het einde van het traject is toegenomen;
- het aantal gevaarlijke inhaalmanoeuvres (i.c. rechts inhalen) door personenauto's is afgenomen;
- het aantal gevaarlijke inhaalmanoeuvres door vrachtverkeer (i.c. rechts inhalen) is afgenomen;
- het aantal ongevallen zal (gemeten over een langere periode) dalen.

Tabel 1: Relatie hypothesen en indicatoren

Hypothese	Indicator
toename capaciteit	intensiteit, snelheid
toename gemiddelde snelheid links	snelheid
toename gemiddelde snelheid rechts	snelheid
afname vrachtverkeer links	verdeling categorieën over rijstroken
afname spreiding snelheden	snelheid
toename snelheidsverschil links vs rechts	snelheid
afname gemiddelde volgtijd links	volgtijd
toename gemiddelde volgtijd rechts	volgtijd
toename aantal voertuigen per cluster rechts	clusters
afname aantal voertuigen per cluster links	clusters
afname aantal en de ernst van schokgolven	schokgolven
afname korte hiaattijden	hiaattijden (volgtijd, voertuiglengte)
afname kritische TTC's	TTC (volgtijd, snelheidsverschil)
afname aantal rijstrookwisselingen personenauto's	rijstrookwisselingen
afname aantal rijstrookwisselingen vrachtverkeer	rijstrookwisselingen
toename aantal kritische manoeuvres in- en uitvoegen	in-/uitvoegmanoeuvres
toename inhaalmanoeuvres vrachtverkeer aan einde traject	compenserend gedrag
afname gevaarlijke inhaalmanoeuvres personenauto's	rechts inhalen
afname gevaarlijke inhaalmanoeuvres vrachtverkeer	rechts inhalen
afname aantal ongevallen	ongevallen

### 3.3.2 *Indicatoren*

De in de vorige paragraaf beschreven verwachtingen hebben tot een keuze voor de volgende indicatoren geleid. Hoewel gegroepeerd naar interessegebied mag het duidelijk zijn dat de meeste indicatoren invloed hebben op alle drie de aandachtsvelden.

- capaciteit van de weg:
  - . capaciteit
  - . intensiteiten;
  - . snelheden en spreiding (ook verkeersveiligheid);
- kwaliteit van de verkeersafwikkeling:
  - . verdeling intensiteit over rijstroken;
  - . verdeling voertuigcategorieën over rijstroken;
  - . rijstrookwisselingen;
  - . in- en uitvoegsituaties (ook verkeersveiligheid);
  - . clusters;
  - . schokgolven (ook verkeersveiligheid);
  - . compenserend gedrag (aantal inhaalmanoeuvres door vrachtverkeer na einde inhaalverbod locatie).
- verkeersveiligheid:
  - . volgtijden;
  - . hiaattijden;
  - . TTC;
  - . ongevallen;
  - . rechts inhalen.

Op de operationalisatie van deze indicatoren en de gehanteerde werkdefinities zal bij de beschrijving van de opzet van het onderzoek (hoofdstuk 4) ingegaan worden.

In tabel 1 is aangegeven welke indicatoren bij welke hypothese van toepassing zijn.



## 4 OPZET ONDERZOEK

### 4.1 Keuze meettechnieken

#### 4.1.1 *Geschiktheid meetperiode*

Met als uitgangspunt de benoemde indicatoren, is vastgesteld met welke data-sets en aanvullende meetgegevens deze een referentiewaarde konden krijgen. Hierbij is een vooranalyse uitgevoerd welke tot doel had na te gaan of een data-set van 15 meetdagen van voldoende omvang zou zijn om de analyses, met name de capaciteitsberekening, uit te voeren. Tevens is nagegaan of de maanden oktober en april (de maanden van de voor- en nameting) met elkaar te vergelijken zijn en of er een significante invloed van de herfstvakantie is.

#### 4.1.2 *Invloed herfstvakantie*

In de gekozen meetperiode (30 september 1996 - 25 oktober 1996) viel de ook de herfstvakantie van 1996. Zowel de herfstvakantie in de regio Midden-Nederland, als in de regio Zuid-Nederland, kunnen van invloed zijn op de intensiteiten in de spitsperiodes, evenals de samenstelling van het verkeer. Gezien het feit dat de focus van dit onderzoek de westbaan van de RW16 is - verkeer dat zich in zuidelijke richting verplaatst - is de herfstvakantie van de regio Midden-Nederland van belang. Voor mensen die in de regio Midden wonen en in de regio Zuid werkzaam zijn, is de westbaan van RW16 een belangrijke verkeersader voor het woon-werkverkeer. Mensen die in de regio Zuid wonen en werken, zullen eveneens gebruik maken van de westelijke baan van RW16. De herfstvakantie van de regio's Midden en Zuid Nederland vielen in 1996 samen: 21 - 25 oktober.

Om na te gaan of de intensiteiten en de samenstelling van het verkeer - statistisch significant<sup>3</sup> - verschillen in de herfstvakantie ten opzichte van de overige weken waarin gemeten is, is een kruistabel gemaakt (zie bijlage 8). In deze kruistabel zijn voor één locatie voor de weken 7 oktober - 11 oktober, 14 oktober - 18 oktober en de herfstvakantieweek 21 - 25 oktober de gemiddelde intensiteiten per spitsperiode en het aantal voertuigen per voertuigcategorie

<sup>3</sup> Van een statistisch significant verschil is sprake, wanneer de kans dat een verschil zich op basis van toeval zou hebben voorgedaan (de zogenaamde p-waarde) kleiner is dan 5%.

(personenauto, licht en zwaar vrachtverkeer) tegen elkaar uitgezet. Om verschillen tussen verschillende dagen in de week te ondervangen, is deze vergelijking uitgevoerd per dagsoort (maandag, dinsdag, woensdag). Uit deze analyse kwamen wel statistisch significante verschillen naar voren. Deze verschillen lieten echter een dermate inconsistent patroon zien, dat deze verschillen niet aan een mogelijk effect van de herfstvakantie toe te schrijven zijn.

#### 4.1.3 *Gegevensomvang voor capaciteitsbepaling*

De MARE-gegevens zijn gebruikt om na te gaan (indicatief) of er voldoende gegevens verwacht mogen worden voor de capaciteitsbepaling met de product-limietmethode. Dit leek het geval voor de locatie km 50.9. Besloten is capaciteitsberekeningen met deze methode uit te voeren.

#### 4.1.4 *Lengte meetperiode*

Een belangrijke vraag is of de voorgestelde meetperiode van maximaal 15 werkdagen voldoende materiaal op?

Om zicht te krijgen op het antwoord op deze vraag is een analyse uitgevoerd met gegevens (MARE en telcijfers) van oktober 1995 en april 1996 (geplande maand voor de eerste nameting).

In het overleg over deze materie met de begeleidingsgroep figureerden 3 opties:

- het onderzoek laten doorgaan zoals gepland in de periode van 30 september - 25 oktober;
- het onderzoek laten plaatsvinden in november; waarbij omgegaan moet worden met andere omstandigheden en de daaruit voortvloeiende eisen (licht- donker verschillen, wintertijd, speciale nachtvideomogelijkheden, et cetera);
- het onderzoek uitstellen tot voorjaar 1997 en het uitstellen van de invoeringsdatum (juni 1997) van de maatregel.

Om de volgende pragmatische redenen is besloten het onderzoek te laten doorgaan conform de oorspronkelijke planning (eerste optie).

- oktober is qua lichtomstandigheden (zomertijd) hanteerbaar en vergelijkbaar met april;
- de herfstvakantie blijkt, qua intensiteiten en samenstelling van het verkeer, niet significant af te wijken van 'normale' dagen;

- uitstel naar het voorjaar van 1997 is zeer problematisch vanwege besluitvorming met betrekking tot de invoering van het landelijke inhaalverbod vrachtverkeer (juni 1997);

Ingecalculeerd is het risico dat in deze korte periode (maximaal 15 werkdagen) voor bepaalde indicatoren onvoldoende data bevat om aan de eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, validiteit en representativiteit te voldoen (zie ook bijlage 2, 'Betrouwbaarheidsanalyse meetgegevens voormeting de RW16').

#### 4.1.5 *Te hanteren gegevens*

Gebruik is gemaakt van de volgende gegevens:

- ten behoeve van vooranalyse MARE-bestanden en telgegevens van AVV;
- ten behoeve van voormeting:
  - . MARE-bestanden (signaleringsgegevens per minuut op rijbaanniveau);
  - . LOG-bestanden (voertuiggegevens verzameld met dezelfde detectoren als van het signaleringssysteem, maar onafhankelijk hiervan verwerkt);
  - . visuele waarnemingen;
  - . videowaarnemingen;
  - . ongevalsgegevens 1993-1994-1995.

De MARE- en LOG-bestanden en videobeelden zijn door Rijkswaterstaat aan AGV beschikbaar gesteld. De visuele waarnemingen en het verzamelen van ongevalgegevens is door AGV uitgevoerd.

## 4.2 **Selectiecriteria representatieve dagen**

De meetperiode is vastgesteld van 30 september tot en met 25 oktober. In deze periode werden op 15 werkdagen metingen verricht (de uitval van meetdagen is hierbij ingecalculeerd). De metingen beperkten zich tot twee spitsperioden:

- de ochtendspits van 07.00 - 10.00 uur;
- de avondspits van 16.00 - 19.00 uur.

MARE-, LOG- en videogegevens zijn, gedurende de gehele periode gemeten. Door technische oorzaken was er enige uitval bij de video- en LOG-gegevens. Visuele waarnemingen zijn alleen ingezet indien de licht/weersomstandigheden dat toelieten.

Tabel 2: Beschikbaarheid meetgegevens

datum	dag	ochtend/ avond	MARE	LOG	visueel <sup>1)</sup>	video
30/9	ma	o	+	-	+	+
30/9	ma	a	+	-	-	+
1/10	di	o	+	-	-	+
1/10	di	a	+	-	+	+
2/10	wo	o	+	-	+	+
2/10	wo	a	+	-	+	+
3/10	do	o	+	-	+	+
3/10	do	a	+	-	+	+
4/10	vr	o	+	+ <sup>2)</sup>	-	+
4/10	vr	a	+	+ <sup>2)</sup>	-	+
7/10	ma	o	+	+ <sup>2)</sup>	-	+ <sup>5)</sup>
7/10	ma	a	+	+ <sup>2)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>
8/10	di	o	+	+ <sup>3)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>
8/10	di	a	+	+ <sup>3)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>
9/10	wo	o	+	+	+	+ <sup>5)</sup>
9/10	wo	a	+	+	+	+ <sup>5)</sup>
10/10	do	o	+	+	+	+ <sup>5)</sup>
10/10	do	a	+	+	+	+
11/10	vr	o	+	+	-	+
11/10	vr	a	+	+	+	+
14/10	ma	o	+	+	+	+
14/10	ma	a	+	+	+	+
15/10	di	o	+	+	+	+
15/10	di	a	+	+	+	+
16/10	wo	o	+	+	+	+
16/10	wo	a	+	+	+	+ <sup>6)</sup>
17/10	do	o	+	+	+	+ <sup>6)</sup>
17/10	do	a	+	+	+	+ <sup>6)</sup>
18/10	vr	o	+	+	+	+ <sup>6)</sup>
18/10	vr	a	+	+	+	+
21/10	ma	o	+	+ <sup>4)</sup>	+	+
21/10	ma	a	+	+ <sup>4)</sup>	+	+
22/10	di	o	+	+ <sup>4)</sup>	+	+
22/10	di	a	+	+ <sup>4)</sup>	+	+
23/10	wo	o	+	+	+	+
23/10	wo	a	+	+	+	+
24/10	do	o	+	+	-	+
24/10	do	a	+	+	-	+
25/10	vr	o	+	+	-	+
25/10	vr	a	+	+	-	+

- 1) de tabel bevat algemene waarnemingsdagen, afhankelijk van de meetlocatie zijn kleine afwijkingen mogelijk
- 2) gegevens niet beschikbaar voor km 45.390, 55.950
- 3) gegevens niet beschikbaar voor km 55.950
- 4) gegevens alleen beschikbaar voor km 55.950, 59.650, 66.450 en 68.535
- 5) gegevens alleen beschikbaar voor km 50.275
- 6) gegevens alleen beschikbaar voor km 59.5

Via het KNMI zijn lokale weerberichten gebruikt om vooraf te beslissen (per spitsperiode) of de visuele waarnemers werden ingezet of niet.

Resultaat was een reeks van spitsperiodes waarop visueel is waargenomen. Voor de **eerste filter** zijn alleen de waarneemkwartieren van de MARE-, LOG- en videogegevens geselecteerd waarin ook visuele waarnemingen hebben plaatsgevonden.

In tabel 2 is aangegeven welke meetgegevens per gegevensbron in de meetperiode beschikbaar waren.

**Het tweede selectiefilter** werd gezet op de kwartieren in de MARE-, LOG- en videogegevens die, blijkend uit de data van de visuele waarnemingen, voldeden aan de volgende condities;

- geen regen;
- droog wegdek;
- geen mist (zicht > 200 meter);
- geen belangrijke versturende omstandigheden (ongeval, werk in uitvoering et cetera). De inhoud van deze filters staat gespecificeerd in bijlage 3. Door waarnemers is bepaald of sprake is van congestie (file, langzaam rijdend of stilstaand verkeer). Door persoonlijke interpretatie van de definitie van het begrip congestie is het mogelijk dat in eenzelfde meetperiode op één locatie tussen de indicatoren verschillen kunnen optreden in de omvang van de datasets.

Indien er door verschillende waarnemers op één locatie in dezelfde tijdsperiode verschillend over de congestiesituatie is geoordeeld (wel versus geen congestie) is voor alle verdere bewerkingen uitgegaan van het oordeel congestie.

### 4.3 Generaliseerbaarheid onderzoeksresultaten

Voor die perioden in het jaar, waarin vergelijkbare omstandigheden met de voormeting gelden (licht-, weer, intensiteit, snelheid en aandeel vrachtverkeer), zijn de resultaten waarschijnlijk generaliseerbaar.

Voorzichtigheid moet betracht worden met de niet gekwantificeerde invloed van de geografische ligging van het onderzoekstraject. De mogelijkheid van demping of versterking van te constateren effecten doet zich bijvoorbeeld voor bij de aanwezigheid of afwezigheid van route-alternatieven, de lokale en/of interlokale functie van de weg, het soort automobilisten (afhankelijk van seizoen veel of weinig vakantieverkeer/caravans) et cetera.

Om voor het onderzoekstraject een praktische maat te hebben bij het traceren van perioden waarvoor het onderzoek generaliseerbare uitspraken doet is een zogeheten aanbodlocatie gekozen. Intensiteiten (klassen) die op deze locatie (te weten km 47.500 op de westbaan) worden aangetroffen zullen indicatorwaarden hebben die vergelijkbaar zijn met die van de overeenkomstige klasse uit de nameting.

Vergelijking van indicatoren in voor- en nasituatie is alleen mogelijk voor vergelijkbare intensiteitsklassen. Omdat de celvulling van te vergelijken klassen nog niet bekend is, kan classificering pas bij de nameting plaatsvinden.

#### 4.4 Werkdefinities

In deze paragraaf wordt ingegaan op de werkdefinities. Voor één indicator, de aanwezigheid van clusters, is er in het kader van de voormeting op de RW16 naar gestreefd om op basis van praktijkwaarnemingen een definitie af te leiden. Hierbij is gebruik gemaakt van de video-waarnemingen. Terugzoeken van waargenomen clusters in de LOG-bestanden om vervolgens grenzen voor volg- of hiaattijden te bepalen, leidde om een aantal redenen niet tot hanteerbare resultaten:

- de definitie (groep voertuigen met vergelijkbare snelheid, waarvan het eerste voertuig een vrije snelheidskeus heeft en de anderen volgen) bleek vanuit de videobeelden moeilijk operationaliseerbaar;
- het gebruik van time-lapse recorders maakt het lastig de verschillen in rij-snelheden waar te nemen;
- volgafstanden (en daardoor volgtijd; volgt een voertuig of heeft het een eigen snelheidskeus) zijn moeilijk uit een video-beeld af te leiden;
- de kloktijden waren niet op het benodigde detailniveau gesynchroniseerd (de gevolgde werkwijze was niet bij de aanvang van het onderzoek voorzien).

Voor de analyse van clusters in dit onderzoek gekozen om hiaattijden, niet de volgtijden, als uitgangspunt te nemen. In de analyse van de volgtijden is de voertuiglengte van het laatste voertuig verdisconteerd. Zeker wanneer het laatste voertuig een vrachtauto is, vertekent de volgtijd de fysieke afstand tussen twee voertuigen. Met de keuze van hiaattijden als criterium wordt een betere indicatie verkregen van de mogelijkheid tot bijvoorbeeld invoegen bij clusters omdat wordt uitgegaan van de werkelijk beschikbare ruimte tussen twee voertuigen.

De volgende definities zijn gehanteerd:

<b>Aanbod</b>	intensiteit op het eerste meetpunt van het traject, ervan uitgaande dat sprake is van een ongestoorde aanvoer.
<b>Capaciteit</b>	de mediaan van de kansverdeling van de momentane capaciteit onder goede rij-omstandigheden. Waarbij onder goede rij-omstandigheden wordt verstaan de combinatie van 'droog' en 'daglicht' (Van Toorenburg). Onder momentane capaciteit wordt verstaan 'het maximum aantal voertuigen dat met een redelijke kans een gegeven doorsnede van een weg kan passeren gedurende een gegeven tijdsperiode en onder de heersende weg- en verkeersomstandigheden' (HCM-1965).
<b>Cluster</b>	groep van minimaal 4 opeenvolgende voertuigen met een hiaattijd kleiner dan 2,5 seconden.
<b>Compenserend gedrag</b>	inhaalgedrag van vrachtverkeer op het wegvak na het einde van het inhaal verbod.
<b>Congestiekwartier</b>	kwartier waarin door een waarnemer file, langzaam rijdend verkeer of stilstaand verkeer is geregistreerd.
<b>Ernst van een schokgolf</b>	als maat voor de ernst van een schokgolf wordt de maat gehanteerd die bepaald is bij het onderzoek naar het effect van homogeniseren op de A2): $\text{snelheidsval} * \text{snelheidsval/tijd}$ , waarbij beide parameters worden bepaald uit snelheid en passeertijd van het eerste en laatste voertuig van de schokgolf.
<b>Gevaarlijke in-/uitvoeg manoeuvre</b>	het in het eerste deel van de invoegstrook invoegen, het doorrijden op de vluchtstrook of het in het laatste deel van de uitvoegstrook uitvoegen (met name vanaf de linker rijstrook) waarbij door het voertuig zelf dan wel door het overige verkeer moet worden geremd
<b>Hiaattijd</b>	$\text{volgtijd} - V_{vtg2}/L_{vtg2}$
<b>Intensiteit</b>	aantal passerende motorvoertuigen per tijdseenheid op een raai
<b>Rechts inhalen</b>	het aan de rechterzijde inhalen van 1 of meerdere voertuigen gevolgd door een beweging naar de linkerrijstrook. Geen onderscheid is gemaakt of het voertuig voor het inhalen al op rechter rijstrook reed of dat een rijstrookwisseling van links naar rechts is uitgevoerd
<b>Schokgolven</b>	een totale onafgebroken snelheidsdaling van minimaal 10 km/u waarbij 3 of meer voertuigen zijn betrokken met een onderlinge volgtijd kleiner of gelijk aan 4 seconden.
<b>Snelheid</b>	momentane snelheid in km/u per voertuigcategorie
<b>Time-To-Collision</b>	risicomaat voor de verkeersonveiligheid bij een zekere wegvakbelasting. Tijd waarbij twee opvolgende voertuigen botsen bij handhaving van de huidige snelheid. Volgtijd en snelheidsverschil tussen twee opvolgende voertuigen vormen de parameters.

<b>Voertuigcategorieën</b>	<p>bij visuele- en videowaarnemingen: personenauto's (inclusief bestelbusjes) en vrachtverkeer</p> <p>Bij LOG: personenauto's (electrische lengte, <math>L \leq 5,03</math> m), licht vrachtverkeer (electrische lengte <math>5,03 &lt; L \leq 10,15</math> m), en zwaar vrachtverkeer (<math>L &gt; 10,15</math> m)</p>
<b>Volgtijd</b>	tijd achterzijde vtg1 - tijd achterzijde vtg2



## 5 UITVOERING

### 5.1 Het meettraject

Alvorens nader in te gaan op de uitvoering van het onderzoek, is het zinvol nader bij het traject stil te staan. Eerst zal het traject in algemene zin beschreven worden. Daarna zal specifiek op een aantal meetlocaties ingegaan worden. Deze zijn voorafgaand aan het onderzoek door de opdrachtgever vastgelegd.

#### 5.1.1 *Algemene beschrijving van het traject*

Het onderzoekstraject richt zich op het Brabantse gedeelte van de RW16 - lopend vanaf de Moerdijkbrug (km 45) tot aan de grens met België in Hazeldonk (km 71). Het onderzoek richt zich hoofdzakelijk op de westbaan - lopend van noord naar zuid. Op de oostbaan is de capaciteit, in- en uitvoegbewegingen en ongevallen onderzocht. De navolgende beschrijving gaat uit van de westbaan.

In figuur 1 (als uitvouwblad achter in dit rapport opgenomen) is een overzichtskaart van het traject opgenomen. In deze overzichtskaart zijn ook de verschillende typen segmenten op het traject aangeven:

- wegvak;
- weefvak;
- invoegstrook;
- uitvoegstrook.

Een wegvak is qua weg- en verkeerskenmerken een homogeen segment, waarin zich weinig discontinuïteiten voordoen (geen veranderingen in het dwarsprofiel, geen scherpe bochten of hellingen, et cetera). Een weefvak is een segment waarop twee of meer verkeersstromen elkaar in de lengterichting van de weg kunnen kruisen. Van een aansluiting is sprake, wanneer toe-, of afvoer van verkeer mogelijk is met een invloedsgebied en waarin de verkeersafwikkeling van de hoofdstroom wordt verstoord.

Tabel 3: Meetlocaties met waarneemmethode en indicatoren

westbaan			
locatie	type segment	meetmethode	indicator
45.390	wegvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
45.9	uitvoegstrook	visueel	uitvoegen
46.825	wegvak	MARE	capaciteit
47.5	wegvak	visueel (2x)	inhalen, rijstrookwisseling
47.525	wegvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
		MARE	capaciteit
48.25	weefvak	video (2x)	invoegen, uitvoegen
48.5	weefvak	visueel	invoegen, uitvoegen
49.665	wegvak	MARE	capaciteit
49.9	invoegstrook	visueel	invoegen
50.275	invoegstrook	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
		MARE	capaciteit
50.3	invoegstrook	video	invoegen
50.825	wegvak	MARE	capaciteit
52.5	in- en uitvoegstrook	video (2x)	invoegen, uitvoegen
55.950	wegvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
56.0	wegvak	visueel (2x)	inhalen, rijstrookwisseling
59.650	wegvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
59.7	wegvak	visueel (2x)	inhalen, rijstrookwisseling
66.450	weefvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
66.4	weefvak	visueel	invoegen, uitvoegen
68.0	wegvak	video	inhalen, rijstrookwisselingen
68.5	wegvak	visueel	inhalen
68.535	wegvak	LOG	snelheid, intensiteit, volgtijd, hiaattijd, cluster, schokgolven
oostbaan			
52.1	wegvak	MARE	capaciteit
52.6	invoegstrook	video	invoegen
52.9	invoegstrook	MARE	capaciteit
58.5	invoegstrook	video	invoegen
59.2	uitvoegstrook	video	uitvoegen

Om twee redenen is het van belang een onderscheid naar segmenten te maken:

- het type segment is mede bepalend voor de verkeersafwikkeling (bottleneck's na een aansluiting waar wordt ingevoegd, een versmalling in het dwarsprofiel van een wegvak, et cetera);
- het type segment heeft een nauwe relatie met een specifieke indicator (het is niet nodig alle indicatoren op alle typen segmenten te meten).

Vlak na de Moerdijkbrug bevindt zich een belangrijke aansluiting. Veel verkeer voegt op deze locatie uit naar de RW17 - een alternatieve route voor verkeer dat als bestemming Antwerpen of verder heeft. Op km 46.3 bevindt zich een overgang van drie naar twee rijstroken en gaat de maximum snelheid van 120 naar 100 kilometer per uur over. Op km 50.2 bevindt zich, een als gevaarlijke beschouwde, korte en smalle invoegstrook. Door de helling van de aansluiting is het verkeer dat op de invoegstrook nadert, pas laat te zien vanaf de hoofdrijbaan. Daarnaast is er een versmalling in de invoegstrook - als gevolg van het feit dat de rijbaan over een spoorwegviaduct loopt. Men wil al voor deze versmalling invoegen, hoewel het fysiek wel mogelijk is langer uit te rijden over de vluchtstrook.

Op km 52.1 bevindt zich de aansluiting van het tankstation 'Den Hoek'. De invoegstrook kent geen vervolg in een vluchtstrook. Bovendien bevindt zich vlak na deze invoegstrook de aansluiting bij knooppunt Zonzeel. Verkeer dat hier wil uitvoegen sorteert al vroeg voor. Hierdoor ontstaan bij de aansluiting van tankstation 'Den Hoek' vaak problemen, omdat zich op deze locatie relatief veel verkeer op de rechter rijstrook bevindt.

Vanaf knooppunt Zonzeel begint ook de mistsignalering. Deze loopt door tot voorbij Prinsenbeek en Breda. Dit gedeelte van het traject staat bekend om het snel ontstaan van mist. Eén van de laatste belangrijkste knooppunten op het traject, is knooppunt Galder (km 68.1).

Het inhaalverbod voor vrachtverkeer zal vlak na de Moerdijkbrug (km 45.4) ingaan en ter plaatse van knooppunt Galder (km 67.4) eindigen.

### 5.1.2 *De meetlocaties*

De meetlocaties zoals in dit onderzoek gehanteerd staan in tabel 3 beschreven. Aangegeven is welke indicatoren met welke meetmethoden zijn verzameld.

Een gedetailleerde beschrijving van een aantal locaties is te vinden in de bijlagen 4 en 5.

## 5.2 Data-inwinning

In de voorgaande paragrafen is reeds ter sprake gekomen dat meerdere meetmethodes zijn toegepast. Er zijn gegevens uit de verkeerssignalering gebruikt, de zogenaamde MARE-gegevens, voor het bepalen van de capaciteit. LOG-gegevens zijn gebruikt voor het bepalen van intensiteit, snelheid (met spreiding), volgtijden, hiaattijden en TTC's clusters en schokgolven. Met behulp van video zijn in- en uitvoegbewegingen, rijstrookwisselingen en inhaalmanoeuvres waargenomen. Visuele waarnemingen zijn gedaan voor de registratie van in- en uitvoegbewegingen, inhalen en rijstrookwisselingen.

De video- en visuele waarnemingen zijn ingezet voor die indicatoren die niet uit de MARE- en/of LOG-gegevens konden afgeleid.

De keuze voor de inzet van een van beide methodes, is gemaakt aan de hand van de resultaten van een voorverkenning van de onderzoekslocaties. Bij de keuze prevaleerde een voorkeur voor video-registratie om de volgende redenen:

- functionaliteit: de methode is voor bepaalde indicatoren het meest geëigende instrument;
- continuïteit: minder verstoringkansen (minder afleiding door omgeving et cetera.);
- reproduceerbaarheid: vastgelegde registraties moeten herhaald kunnen worden afgespeeld;
- volledigheid: registratie over de gehele onderzoeksperiode.

Desalniettemin zijn voor een aantal locaties visuele waarnemingen ingezet. De overwegingen hierbij waren:

- functionaliteit, bijvoorbeeld bij in- en uitvoegbewegingen;
- de beperkte zichthoeken bij video;
- het ontbreken van opstelpunten voor camera's (aanwezigheid spanning, palen, et cetera).

### 5.2.1 *LOG-gegevens*

Door Rijkswaterstaat zijn voertuiggegevens beschikbaar gesteld van een zevental locaties. Op deze locaties is per voertuig en per rijstrook het passagetijdstip, de snelheid en de lengte geregistreerd.

Voor de registratie is gebruik gemaakt van dezelfde detectielussen als die voor MARE worden gebruikt. De verwerking van de detectie heeft echter volledig onafhankelijk van MARE plaatsgevonden.

Tijdens de waarnemingen heeft een aantal storingen plaatsgevonden die geleid hebben tot uitval van volledige meetdagen (zie voor een overzicht tabel 2).

### 5.2.2 *MARE-gegevens*

Door Rijkswaterstaat zijn ook de gegevens uit het verkeerssignaleringsysteem beschikbaar gesteld, de zogenaamde MARE-gegevens. Gebruik is gemaakt van de gegevens op een vijftal locaties op de westbaan en een tweetal locaties op de oostbaan.

In deze dataset zijn per minuut op rijbaanniveau onder andere de intensiteit (in eenheden van 50 voertuigen), de snelheid, AID-meldingen en de betrouwbaarheid van de meetgegevens geregistreerd. Meer gegevens zijn beschikbaar in de MARE-bestanden, deze zijn niet in dit onderzoek gebruikt.

### 5.2.3 *Video-registratie*

Dit onderdeel is qua organisatie volledig afgehandeld door RWS directie Noord-Brabant.

Op de geselecteerde locaties zijn camera's gemonteerd in een vaste behuizing. De camera's waren van een speciale kwaliteit, welke het mogelijk maken ook in mindere lichtomstandigheden bruikbare opnamen te produceren. De zicht-hoeken van de opgestelde camera's zijn van te voren, proefondervindelijk, vastgesteld.

De recorders waren van het type 'time-lapse'. Hierdoor was het mogelijk het aantal beelden per seconde terug te brengen tot een vijfde van de normale hoeveelheid. Proefondervindelijk is vastgesteld dat hierdoor geen informatie-verlies optrad. Door deze instelling van de recorders was het mogelijk het tape-wisselen te beperken tot eens in de vier dagen. De opnamen beslaan de

spitsperiodes van 07.00 - 10.00 uur en van 16.00 - 19.00 uur, gedurende de werkdagen in de periode 30 september tot en met 25 oktober.

Alle opnamen zijn technisch gelukt op twee verstoringen door kortsluiting en beschadiging van het beschermingsglas voor de lens na.

Tijdens de visuele waarnemingen en bij de analyse van de videobeelden is geen duidelijk herkenbare invloed op het verkeersgedrag geconstateerd. Ten tijde van het onderzoek zijn geplande snelheidscontroles door de politie afgelast. Om het neutrale beeld naar de weggebruikers in tact te houden, is besloten de kasten te laten hangen, zodat op exact dezelfde locaties het nader onderzoek kan plaatsvinden.

#### 5.2.4 Visuele waarnemingen

De locaties waar visuele waarneming als methode is ingezet, zijn samen met de opdrachtgever door AGV verkend. Tijdens deze verkenning zijn de waarnemlocaties bepaald (zie bijlage 4). Rekening is gehouden met aspecten als:

- onopvallende waarnemlocaties;
- goede zichtmogelijkheden;
- toegankelijkheid;
- veilige waarnemlocaties;
- lengte in- en uitvoegstroken;
- afbakenmogelijkheden waarnemgebied (eventueel deelgebieden);
- invoegstroken zonder uitrijmogelijkheid (geen vluchtstrook);
- fysieke vormgeving/inrichting van de weg.

Vanwege de eis dat er zoveel mogelijk constante kwaliteit moest zitten in de waarnemingen was het uitgangspunt dat de waarnemers zoveel mogelijk gedurende de gehele periode op dezelfde locatie dienden waar te nemen. Om te zorgen dat zoveel mogelijk geobjectiveerde waarnemingen gestalte zouden krijgen, is veel aandacht besteed aan de instructie van de waarnemers. Er zijn mondelinge instructies gehouden en iedere waarnemer heeft een algemene en locatiespecifieke schriftelijke instructie gekregen (zie bijlage 6). Tijdens de mondelinge instructie zijn alle waar te nemen fenomenen aan de hand van voorgetekende wegsituaties en magnetische autootjes op een whiteboard gesimuleerd. Van het gehele westbaantraject was tijdens de voorverkenning een video-opname gemaakt. Deze opname is ter kennismaking en introductie aan alle waarnemers vertoond tijdens de mondelinge instructie. Tevens was kaartmateriaal en ander toonmateriaal (alle waarnemformulieren op posterformaat) voorhanden.

## 5.3 Dataverwerking

Bij het maken van netto selecties in de bestanden zijn filters gehanteerd (zie paragraaf 4.2). Er is gekozen voor selectie op kwartierbasis in de waarnemingen en niet voor het weggooien van de volledige bijbehorende perioden, omdat eventuele samenhang (invloed op volgende kwartieren) niet te traceren was.

### 5.3.1 LOG-gegevens

Bij de verwerking van de LOG-gegevens zijn dezelfde selectiefilters toegepast als bij de video-waarnemingen (zie ook bijlage 3). De schoning van de geleverde bestanden is beschreven in bijlage 7.

Met de verzamelde loggegevens zijn intensiteiten (uit passage tijdstippen), volgtijden (uit passagetijdstippen), hiaattijden (uit volgtijd en voertuiglengte), TTC's (uit hiaattijden en snelheden), schokgolven (uit volgtijden en snelheden) en clusters (uit hiaattijden) bepaald.

### 5.3.2 MARE-gegevens

Van de door RWS directie Zuid-Holland geleverde MARE-gegevens op CD-ROM, zijn per locatie werkbestanden gemaakt conform de MARE Gebruikershandleiding Onderzoeker (handleiding versie 4, Bedienpost MTM versie 11) zoals deze per 24 juli 1995 door Cap Volmac Overheid aan Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) is geleverd.

Bij de verwerking van de MARE gegevens heeft een correctie van de kloktijd plaats gevonden. Dit was nodig omdat de MARE-bestanden standaard worden voorzien van kloktijden volgens Greenwich Mean Time (G.M.T.) plus 1 uur, het geen leidde tot een verschil met de LOG-bestanden die voorzien van de geldende Nederlandse kloktijd (in dit geval de zomertijd).

De correctie heeft plaatsgevonden op de MARE-gegevens omdat de geldende kloktijd mede bepalend kan zijn voor het waargenomen verkeersgedrag en verkeerstelling (vertrektijdstippen) en omdat er dan ook een eenduidige relatie blijft bestaan tussen invloedsfactoren als bijvoorbeeld de lichtomstandigheden en de waarneemtijdstippen.

Tabel 4. *Verskil intensiteiten LOG ten opzichte van de MARE*

locatie	ochtenspits	avondspits
km 45.4	-1.7%	-0.9%
km 47.5	-1.5%	-1.1%
km 50.3	-1.3%	-1.0%
km 56.0	+0.4%	-0.1%
km 59.7	-0.4%	+0.1%
km 66.5	-0.2%	-0.3%
km 68.5	-0.5%	+0.1%



### 5.3.3 *Visuele waarnemingen*

Voor de data-entry van alle waarneemformulieren is een speciaal inputprogramma ontwikkeld. De werkelijke input heeft plaatsgevonden via de AGV-thuiswerkploeg.

Alle waarnemingen zijn omgevormd tot bestanden per locatie. De volgende controles zijn uitgevoerd:

- check op de aanwezigheid van alle waargenomen periodes;
- numerieke en logische controles op de variabelen-waarden.

De tabellering heeft plaatsgevonden met het programma SPSS.

### 5.3.4 *Video-waarnemingen*

Voor de verwerking van de video-waarnemingen is een andere procedure ingezet dan bij de visuele waarnemingen. Ten behoeve van de analyse van de video-banden zijn een vijftal apparatuursets beschikbaar gesteld.

Voor een zoveel mogelijk objectieve interpretatie van de beelden is een schriftelijke instructie geschreven per locatie (zie bijlage 9). De video-analisten zijn gerecruteerd uit de waarnemers welke ook de visuele waarnemingen hadden gedaan, teneinde interpretatieverschillen zoveel mogelijk te voorkomen.

Het afkijken van de video-banden is een zeer tijdrovende activiteit. Om de doorlooptijd te beperken is zeven dagen per week, met twee ploegen gewerkt. Om dit praktisch mogelijk te maken, zijn de apparatuur-sets thuis bij de analisten opgesteld.

De registratie van de manoeuvres heeft op gelijksoortige formulieren plaatsgevonden als bij de visuele waarnemingen.

De concrete invoer en verwerking is analoog aan de visuele waarnemingen uitgevoerd.

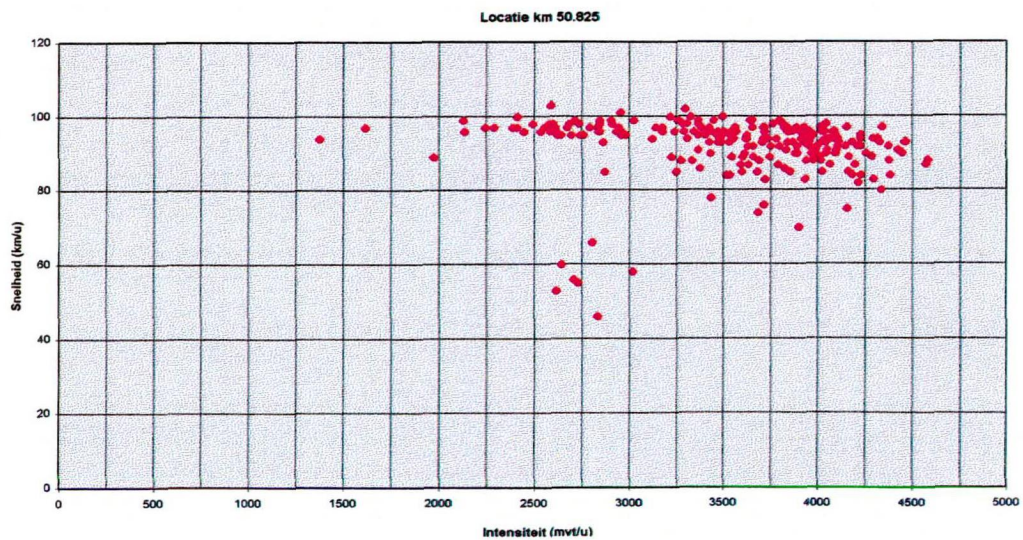
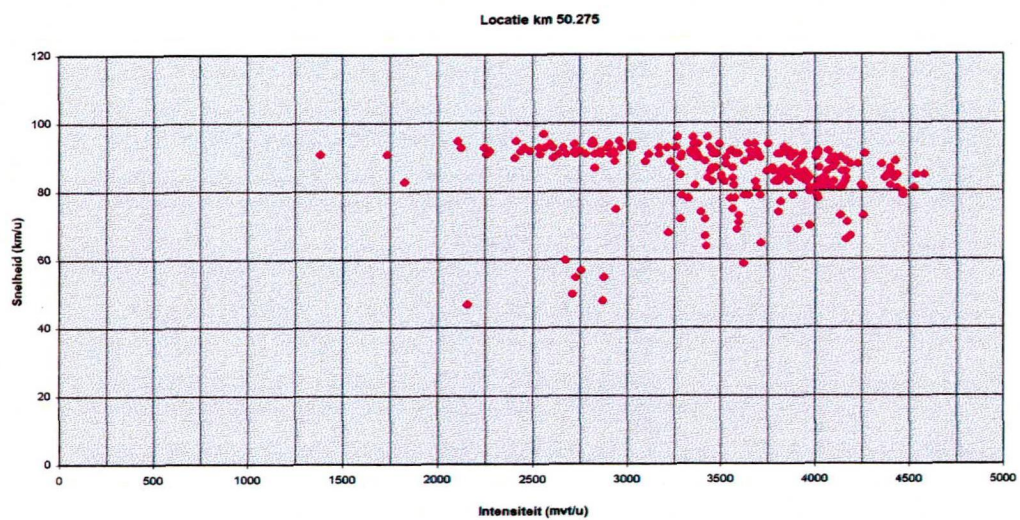
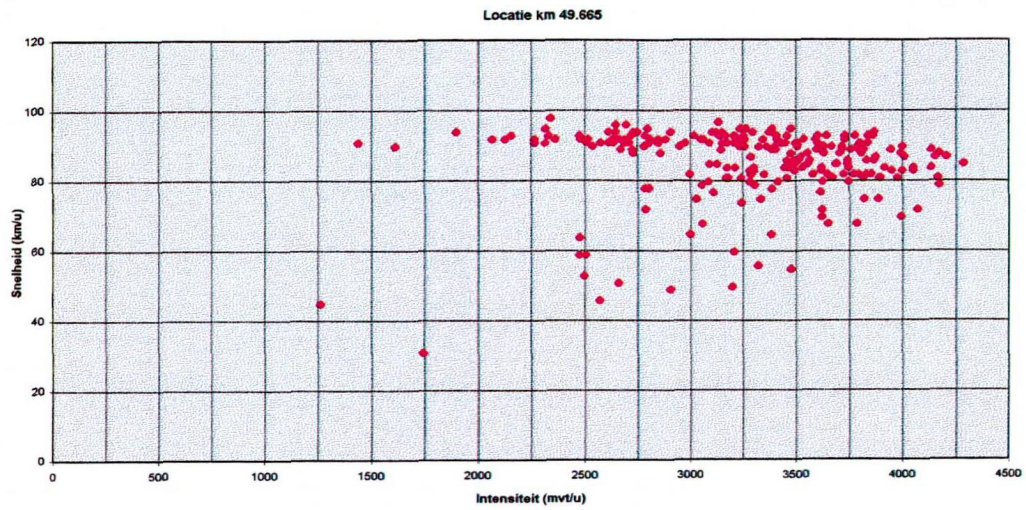
## 5.4 **Vergelijking LOG- en MARE-gegevens.**

Om inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van de gegevens die automatisch zijn ingewonnen (i.c. de LOG- en de MARE-gegevens), is een vergelijking gemaakt (intensiteiten op gemiddeld kwartierbasis) tussen de data uit beide bronnen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 10.

De locaties waar de vergelijking heeft plaatsgevonden staan beschreven in tabel 4.

In overleg met de opdrachtgever is besloten deze afwijkingen te accepteren. De gevonden afwijkingen kunnen ontstaan omdat de tijdstippen waarop beide systemen registreren lichtelijk verschillen, de eenheden waarin wordt geregistreerd afwijken (LOG individuele voertuigen en MARE in eenheden van 50 voertuigen), er andere de foutafhandelingsprocedure in beide systemen wordt gevolgd en er verschillende methode voor schoning van de gegevens wordt gehanteerd.

Figuur 2A. Basisdiagrammen westbaan, km 49.665, 50.275 en 50.825



## 6 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de gegevensverwerking en de analyses gepresenteerd. Omdat het onderzoek betrekking heeft op een voormeting kan slecht een beschrijving worden gegeven van de waargenomen situatie. Waar mogelijk is een globale vergelijking met standaard referentiecijfers gemaakt, als hulp voor de interpretatie. Conclusies kunnen evenwel pas getrokken worden na dat ook een nameting is uitgevoerd.

In dit hoofdstuk worden de bevindingen verduidelijkt met figuren en tabellen van enkele onderzochte locaties. Alleen gegevens worden getoond die de beschreven bevindingen duidelijk illustreren. Voor detailinformatie van alle waarnemingen op alle locaties wordt verwezen naar het bijlagenrapport en de diskette met tabellen.

### 6.1 Capaciteit

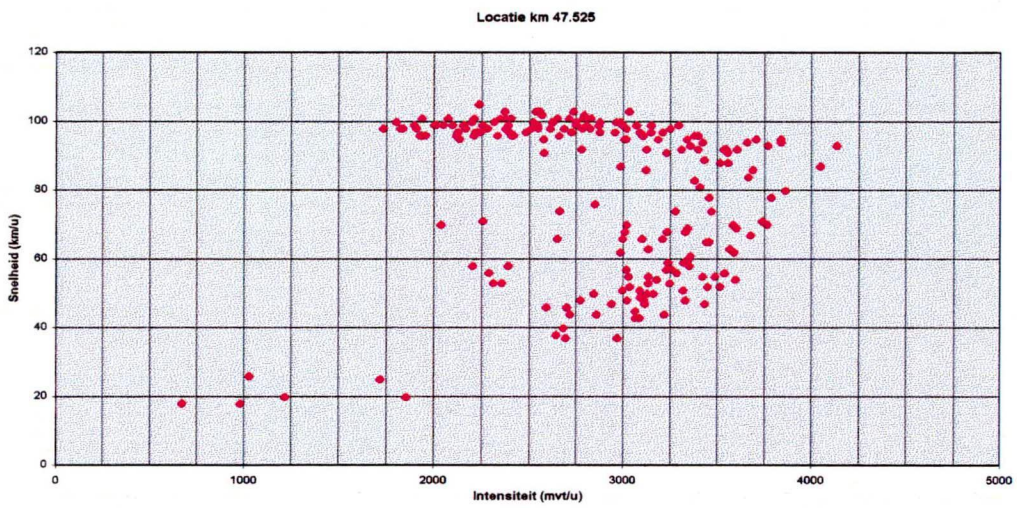
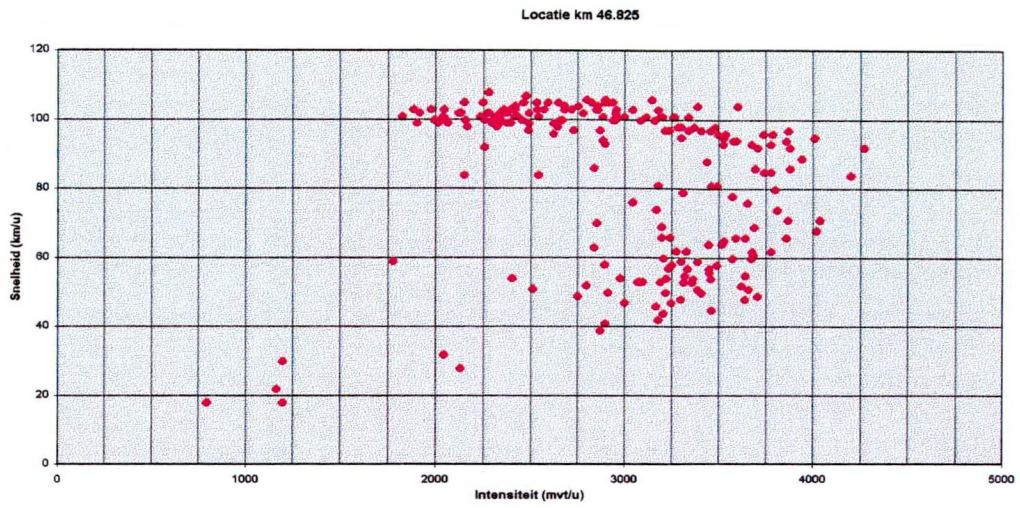
#### 6.1.1 *Westbaan*

In overleg met de begeleidingsgroep is (na eerdere verkennende analyses) besloten capaciteitsschattingen uit te voeren op de volgende locaties: km 46.825 en 47.525 (versmalling van 3 naar 2 rijstroken) en km 50.275 en 50.825 (aansluiting Zevenbergschenhoek). Bovendien is km 49.665 meegenomen ter controle of de waarneming op km 50.275 een capaciteitswaarneming is.

Op basis van intensiteits- en snelheidswaarden lijkt de versmalling ter hoogte van km 46.5 een duidelijk knelpunt te vormen en als zodanig bepalend te zijn voor de afwikkeling in het wegvak.

Basisdiagrammen en intensiteits- en snelheidsgemiddelden van km 50.275 (op basis van kwartiercijfers) lijken op het eerste gezicht niet op een knelpunt ten gevolge van de invoeger te wijzen. Door visuele waarneming (video) is de afwikkeling van opeenvolgende locaties geanalyseerd en is vastgesteld dat de invoeger wel degelijk gedurende tenminste een deel van de spitsperiode een knelpunt vormt. De afwikkeling ter hoogte van km 49.665 blijkt gedurende bepaalde (korte) perioden verstoord, terwijl de afwikkeling benedenstrooms, van km 50.275, goed is. Het feit dat het knelpunt-karakter niet tot uiting komt in de meetwaarden van km 50.275 heeft vermoedelijk enerzijds te maken met de lange middelingsperiode (15 minuten), afgezet tegen de korte duur van de

Figuur 2B. Basisdiagrammen westbaan, km 46.825 en 47.525



verstoringen, en anderzijds met de ligging net na het knelpunt. Het verkeer is ter plaatse alweer tot hogere snelheden opgetrokken.

Mede op grond van voorgaande overwegingen zijn de basisdiagrammen gemaakt voor de km 46.825 en 47.525 (knelpunt versmalling) op basis van kwartierwaarden, en voor km 49.665, 50.275 en 50.825 (knelpunt invoeger) op basis van 10 minuutswaarden.

De basisdiagrammen voor km 46.825 en 47.525 laten zien dat een grenssnelheid van 80 km/uur een goed afscheiding van congestie ten opzichte van niet-congestie verkeer geeft. Er zijn ook voldoende kwartieren met congestie om de capaciteitsverdeling te kunnen schatten. De verdelingen van de locaties liggen circa 200 vtg/u verschoven ten opzichte van elkaar: dit is het effect van de afrit rond km 47. De mediaan levert als capaciteitsschatting op km 46.825 een waarde van 3530 voertuigen/uur (circa 3800 pae/u bij 15% vrachtverkeer en een pae waarde van 1,5). Bij een grenswaarde voor de snelheid van 70 km/uur ligt deze waarde 2% hoger (3600 vtg/u, 3870 pae/u). Opvallend is dat deze waarde betrekkelijk laag is. Uit onderzoeken van onder andere Borsje en van Toorenborg is een capaciteitswaarde voor een versmalling van 3 naar 2 rijstroken afgeleid van ongeveer 4200-4400 voertuigen/uur.

Mogelijke oorzaken van de lage waarde zijn het hoge percentage vrachtverkeer en het krappe dwarsprofiel van RW16. Op zich geven de meetgegevens, het aantal congestie-waarnemingen en het feit dat op twee locaties allebei een lage waarde gevonden wordt geen aanleiding te twijfelen aan de waarde voor deze locatie.

De basisdiagrammen voor de km 49.665, 50.275 en 50.825 (zie figuur 2) laten niet duidelijk zien dat de invoegstrook een knelpunt is (lage snelheden op km 49.7 en vrij stromend verkeer op km 50.825). In ieder geval minder duidelijk dan op de video te zien is. Een mogelijke oorzaak hiervoor kan zijn dat er niet zozeer sprake is van een permanente file bij de aansluiting, maar van verstoringen, die zich in bovenstroomse richting verplaatsen en daarom slechts kort bij de aansluiting aanwezig zijn. Door de middeling naar kwartieren en zelfs 10 minuten worden deze gecamoufleerd. Het blijkt nu ook lastig om de congestie-perioden op km 49.7 en 50.275 terug te vinden. De productlimiet-schatting komt nog net, met grote onzekerheidsmarge, tot een schatting (mediaan) van 4500 vtg/uur op km 50.275 (circa 4840 pae/u bij 15% vrachtverkeer en een pae-waarde van 1,5). Mogelijk dat bij meer congestie-waarnemingen deze waarde nog omlaag gaat.

Als aanvulling op de onzekere mediaan-waarde kan, op de manier zoals in 1986 door Van Toorenborg voorgesteld, een ondergrens voor de capaciteit

worden bepaald. Dit gebeurt door alle intensiteitswaarnemingen tijdens congestie te combineren met alle intensiteitswaarnemingen groter dan de gemiddelde congestie-intensiteit. Het gemiddelde van deze verzameling is de bedoelde ondergrens. Deze komt voor km 50.275 uit op 3860 vtg/uur (circa 4160 pae/u).

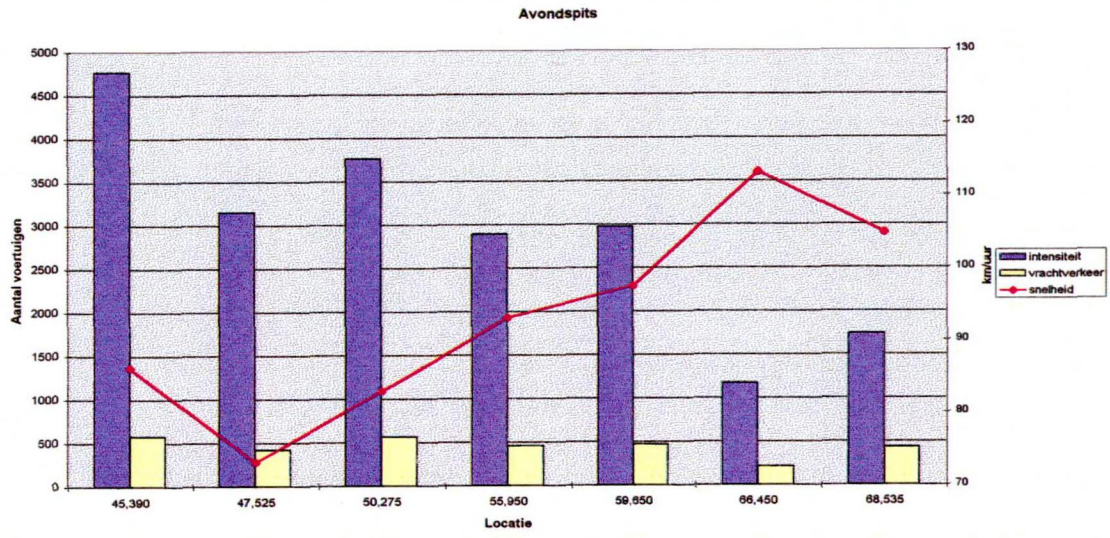
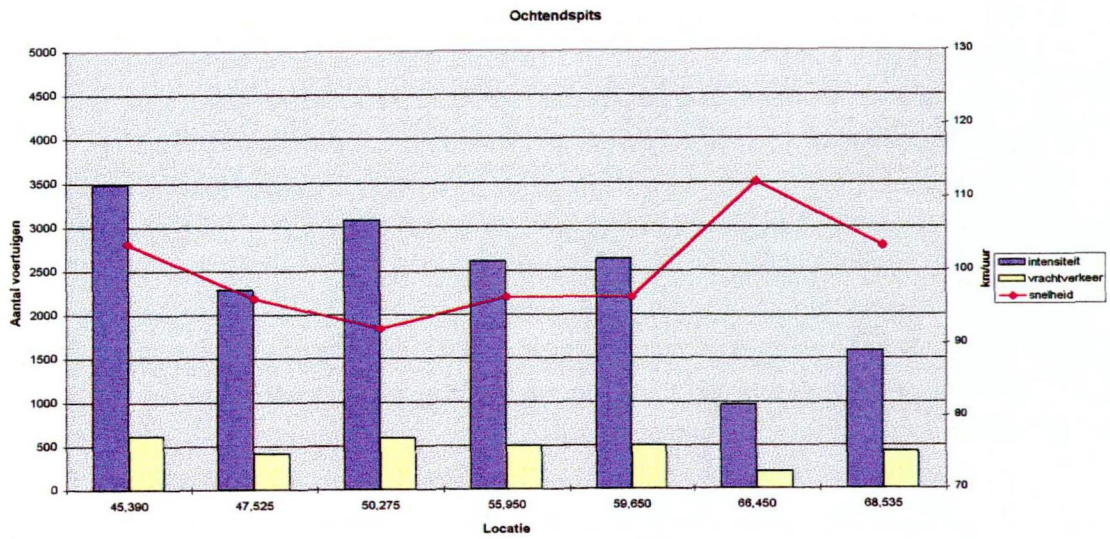
In 1986 is door Van Toorenburg voor een 2x2 stroken-autosnelweg bij 6% vrachtverkeer een capaciteitswaarde van 4300 vtg/u (4429 pae/u) bepaald.

De schattingen van de capaciteitsverdelingen van de twee onderzochte wegvakken zijn niet direct onderling vergelijkbaar in verband met het verschil in middelingsinterval. De spreiding van de verdeling neemt bij een 10 minuutsinterval duidelijk toe. Dit zou, gegeven de methodiek van de product-limietschatting, niet moeten gelden voor het niveau of de ligging (gemiddelde, mediaan) van de verdeling. (Bij een andere methodiek, die bijvoorbeeld de maximale gemiddelde intensiteitswaarde als capaciteitsschatting definieert, zou het niveau duidelijk wel van de interval-lengte afhangen).

Overigens is gebleken dat van het aantal congestiewaarnemingen in de MARE-bestanden rond de invoegstrook bijna de helft afkomstig is van een dag, te weten 16 oktober (zie bijlage 11). Uit de (visuele) waarnemingen welke de aanwezigheid van congestie bevestigde, een check van de videobeelden en een controle van correctheid van de meetdata is geen bijzondere oorzaak voor deze congestie op 16 oktober naar voren gekomen. Ook lijken de capaciteitswaarden op deze dag niet significant verschillend van die op andere dagen. Voorlopig rest daarom alleen de conclusie dat de invoeger op gemiddelde dagen op de rand van zijn capaciteit functioneert en dat een beetje extra aanbod van verkeer (vanaf de toerit bijvoorbeeld) direct tot congestie leidt. Mogelijk dat aanvullend onderzoek dit nog kan bevestigen.

In beide gevallen geldt dat er sprake is van een hoog percentage vrachtverkeer. Wanneer de capaciteit wordt uitgedrukt in eenheden van voertuigen per tijdsperiode vertaalt een hoger percentage vrachtverkeer zich direct in een lagere capaciteitswaarde (vanwege de grotere fysieke lengte). Daarnaast kan er sprake zijn van een beïnvloeding van verkeersafwikkeling door de tragere dynamiek van vrachtverkeer, de zichtbelemmering voor achteropkomend verkeer, de inhaalmanoeuvres et cetera. Ook deze factor kan een negatieve invloed hebben op de capaciteitswaarde. Verondersteld wordt dat een aandeel vrachtverkeer kleiner dan 10%, geen merkbare negatieve invloed op de afwikkeling heeft. Op de hier onderzochte locaties ligt dit percentage echter beduidend hoger.

Figuur 3. Intensiteit en snelheid in de ochtend- en avondspits op de Westbaan





### 6.1.2 Oostbaan

De MARE-gegevens zijn ook voor de Oostbaan beschikbaar. De basisdiagrammen van de twee onderzochte locaties zijn opgenomen in bijlage 11. Het aantal congestiewaarnemingen op deze locaties is onvoldoende voor een capaciteitsbepaling.

## 6.2 Aanbod/Intensiteit

Op de bijgevoegde diskette zijn tabellen opgenomen met gedetailleerde intensiteitsgegevens (bron: LOG-gegevens).

Een samenvattend beeld wordt geboden in figuur 3, die in uurgemiddelden over de gehele onderzoeksperiode intensiteiten en snelheden presenteren.

Voor de westbaan geldt in het algemeen dat in de ochtendspits de intensiteiten dusdanig laag zijn dat hierbij geen afwikkelingsproblemen verwacht mogen worden.

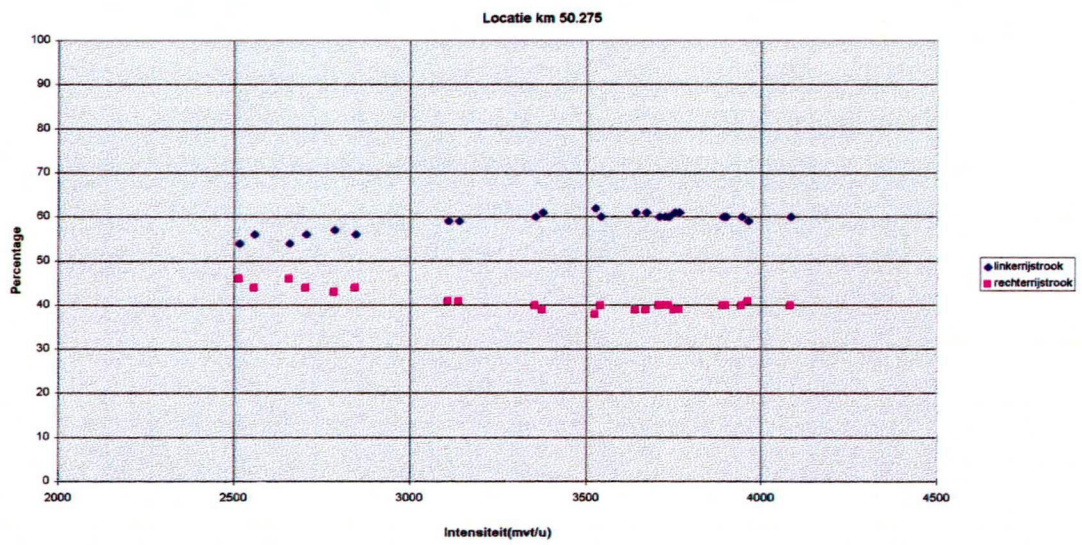
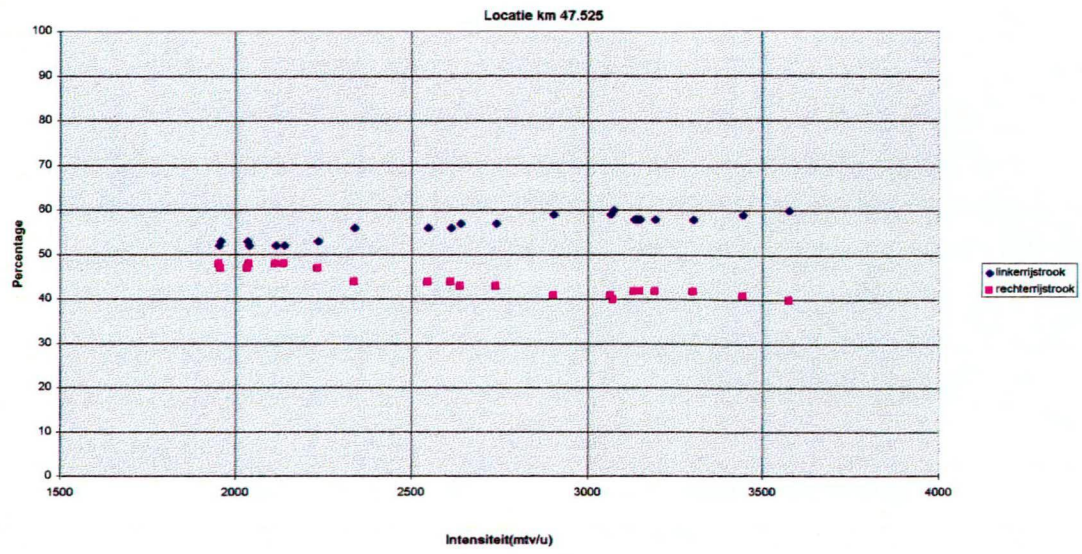
In de avondspits is, absoluut gezien, de intensiteit op km 45.390 het hoogst, echter op deze locatie zijn drie rijstroken beschikbaar. Ook het verkeer met RW17 als bestemming is daar nog aanwezig. Opvallend is de relatief lage intensiteit op km 47.525 in de avondspits.

Bij km 50.275 is op de tweestrooksrijbaan de gemiddelde intensiteit zowel in ochtend- als avondspits het hoogst. In de drukste uren wordt op deze locatie 14-18% vrachtverkeer gemeten, tussen 09.00 uur en 10.00 uur oplopend tot 26%.

De verdeling van het verkeer over de rijstroken komt overeen met wat verwacht mag worden bij de waargenomen intensiteiten (links/rechts circa 60/40%, zie figuur 4).

De intensiteit op alle stroomafwaarts gelegen rijstroken is lager.

Figuur 4. Intensiteitsverdeling per rijstrook op km 47.525 en 50.275

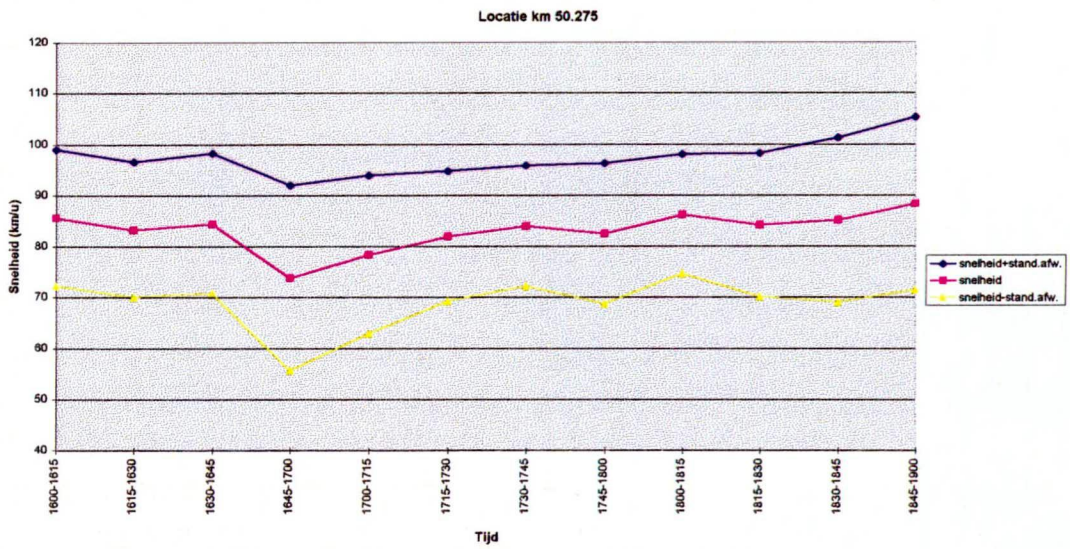
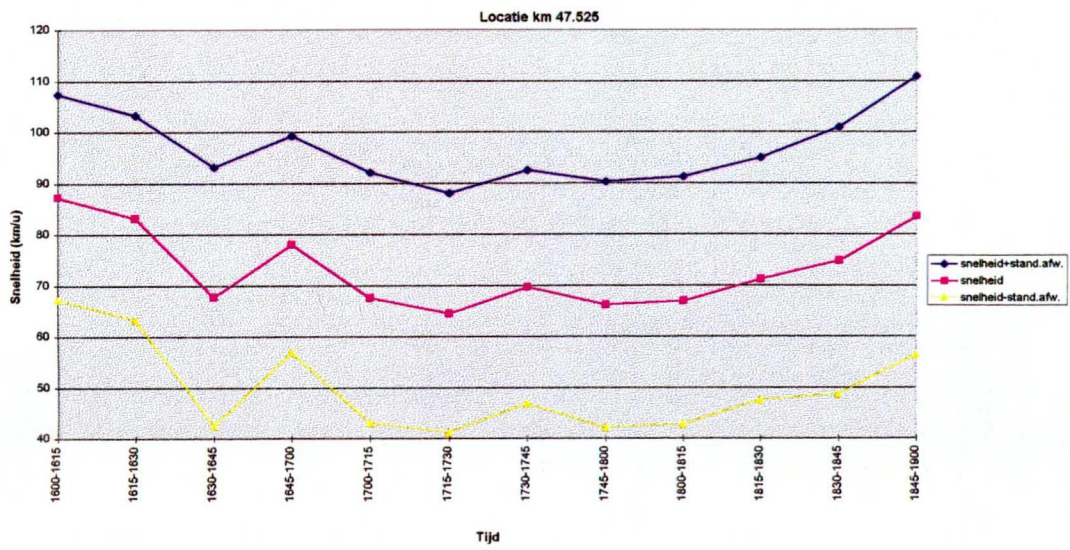


Tabel 5. Rijstrookwisselingen (gemiddeld per kwartier, visuele waarnemingen, West-baan km 47.5, 56.0 en 59.8)

	km. 47.5 (wegvaklengte 500 m)				km. 56.0 (wegvaklengte 700 m)				km. 59.7 (wegvaklengte 150m)			
	personenauto		vrachtauto		personenauto		vrachtauto		personenauto		vrachtauto	
	wel remlicht	geen remlicht	wel remlicht	geen remlicht	wel remlicht	geen remlicht	wel remlicht	geen remlicht	wel remlicht	geen remlicht	wel remlicht	geen remlicht
exclusief congestiekwartieren, ochtendspits, uur												
7.00- 8.00	5.1	186.7	1.8	16.6	3.8	282.7	.9	27.6	.0	89.8	.0	10.7
8.00- 9.00	5.8	221.1	1.9	16.1	1.9	309.6	.2	25.7	.0	119.2	.0	8.8
9.00-10.00	2.4	176.8	2.6	32.8	1.8	256.9	.5	39.8	.0	106.4	.0	17.5
exclusief congestiekwartieren, avondspits, uur												
16.00-17.00	.0 <sup>1</sup>	.0 <sup>1</sup>	.0 <sup>1</sup>	.0 <sup>1</sup>	3.3	318.6	1.6	32.3	.0	133.5	.0	13.0
17.00-18.00	.01	.01	.0 <sup>1</sup>	.0 <sup>1</sup>	4.6	303.5	2.7	25.9	.0	124.8	.0	10.4
18.00-19.00	.01	.01	.0 <sup>1</sup>	.0 <sup>1</sup>	5.9	288.8	3.3	31.1	.0	115.6	.0	11.0
congestiekwartieren, ochtendspits, uur												
7.00- 8.00	13.0	182.0	2.5	17.0	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0	.0	.0	.0
8.00- 9.00	11.0	177.0	1.0	12.5	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0	.0	.0	.0
9.00-10.00	3.5	170.5	1.5	24.5	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0	.0	.0	.0
congestiekwartieren, avondspits, uur												
16.00-17.00	7.8	145.9	.8	10.9	.0 <sup>3</sup>	100.0 <sup>3</sup>	1.0 <sup>3</sup>	3.0 <sup>3</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>
17.00-18.00	8.0	111.5	.4	6.3	4.0 <sup>3</sup>	113.0 <sup>3</sup>	.0 <sup>3</sup>	7.0 <sup>3</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>
18.00-19.00	4.0	121.1	.3	9.2	2.0 <sup>3</sup>	65.0 <sup>3</sup>	.0 <sup>3</sup>	4.0 <sup>3</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>	.0 <sup>2</sup>

1. Alleen congestiekwartieren waargenomen
2. Geen congestiekwartieren waargenomen
3. Slechts 1 dag congestiekwartieren

Figuur 5. Snelheidsverloop en spreiding op km 47.525 en 50.275 (avondspits)



### 6.3 Snelheid

Ten aanzien van de snelheid is in de ochtendspits geen sprake van een duidelijke terugval.

In avondspits vindt met name tussen km 45.390 en 47.525 een terugval van de gemiddelde snelheid (zie figuur 3) plaats, met toename van de spreiding.

Op km 50.275 is van een dergelijke grote spreiding (zie figuur 5) geen sprake, ondanks de hogere intensiteit.

Een verklaring hiervoor kan de vormgeving zijn. De spreidingen in de snelheden kunnen een gevolg zijn van de onregelmatigheden in de verkeersstroom door de versmalling van 3 naar 2 rijstroken.

### 6.4 Rijstrookwisselingen

In de visuele- en video-waarnemingen is het aantal rijstrookwisselingen op een aantal locaties geregistreerd (zie tabel 5 voor een samenvatting van de resultaten van de visuele waarnemingen).

De rijstrookwisselingen zijn waargenomen op de locaties op km 47.5, km 56.0, km 59.7 op de westbaan. Het aantal wisselingen is gemiddeld per kwartier weergegeven per voertuigsoort. Aangegeven is over welke wegvaklengte de registratie heeft plaatsgevonden. Bovendien is apart geregistreerd of de rijstrookwisseling gepaard ging met het gebruik van remlichten.

De indruk bestaat dat in perioden waarop zich congestie manifesteert er vaker rijstrookwisselingen plaatsvinden die gepaard gaan remmen, hetgeen in de lijn der verwachting is. Pas na invoering van de maatregel kan worden bezien of het aantal rijstrookwisselingen toe- of afneemt.

Op km 68.0 zijn rijstrookwisselingen geregistreerd om na de nameting uitspraken te kunne doen over het compenserend gedrag van vrachtverkeer. Onderzocht wordt of na het inhaalverbod een toename van het aantal rijstrookwisselingen (inhaalmanoeuvres) plaatsvindt.

De indruk bestaat dat in perioden waarop zich congestie manifesteert er vaker rijstrookwisselingen plaatsvinden die gepaard gaan remmen, hetgeen in de lijn der verwachting is.

Tabel 6

## km 49.9 totale avondspits invoegers, congestiekwartieren

	linkerrijstrook wel remlicht		geen remlicht		rechterrijstrook wel remlicht		geen remlicht	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
segment								
1 vluchtstrook	0	.0	0	.0	0	.0	0	.0
2 invoegstrook	1	3.6	9	24.6	37	2.2	249	14.6
3 invoegstrook	6	15.4	15	42.9	121	7.1	856	50.3
4 invoegstrook	2	5.0	3	8.4	68	4.0	371	21.8
5 puntstuk	0	.0	0	.0	0	.0	0	.0
<b>totaal</b>	<b>9</b>	<b>24.1</b>	<b>27</b>	<b>75.9</b>	<b>227</b>	<b>13.3</b>	<b>1477</b>	<b>86.7</b>

## km 49.9 totale avondspits invoegers, exclusief congestiekwartieren

segment								
1 vluchtstrook	1	1.9	0	.0	2	.1	1	.1
2 invoegstrook	4	12.8	11	35.3	134	8.2	355	21.7
3 invoegstrook	1	4.5	12	37.2	233	14.2	531	32.4
4 invoegstrook	1	1.9	2	6.4	130	8.0	252	15.4
5 puntstuk	0	.0	0	.0	0	.0	0	.0
<b>totaal</b>	<b>7</b>	<b>21.2</b>	<b>25</b>	<b>78.8</b>	<b>499</b>	<b>30.5</b>	<b>1139</b>	<b>69.5</b>

## km 66.4 totale avondspits uitvoegers, congestiekwartieren niet waargenomen

## km 66.4 totale avondspits uitvoegers, exclusief congestiekwartieren

segment								
1 vluchtstrook	0	.0	57	25.1	0	.0	347	29.4
2 uitvoegstrook	0	.0	74	32.5	0	.0	372	31.5
3 uitvoegstrook	0	.0	64	27.9	0	.0	321	27.1
4 uitvoegstrook	0	.0	33	14.4	0	.0	142	12.0
5 puntstuk	0	.0	0	.0	0	.0	0	.0
<b>totaal</b>	<b>0</b>	<b>.0</b>	<b>228</b>	<b>100.0</b>	<b>0</b>	<b>.0</b>	<b>1182</b>	<b>100.0</b>

Tabel 7

uur	linkerrijstrook					rechterrijstrook					totaal				
	N (gem) 1	vtg (gem) 2	% va 3	% 1e vtg va 4	hiaat (gem) 5	N (gem) 1	vtg (gem) 2	% va 3	% 1e vtg va 4	hiaat (gem) 5	N (gem) 1	vtg (gem) 2	% va 3	% 1e vtg va 4	hiaat (gem) 5
ochtendspits															
7.00- 8.00	13.1	6.2	2.5	5.9	1.1	11.5	3.9	32.2	32.3	1.4	24.6	5.1	16.1	18.0	1.2
8.00- 9.00	13.9	6.7	2.1	5.8	1.1	12.8	4.2	27.5	29.8	1.4	26.6	5.5	14.3	17.3	1.2
9.00-10.00	11.4	5.9	5.1	12.6	1.1	11.0	4.0	43.9	43.5	1.4	22.4	5.0	24.1	27.8	1.2
avondspits															
16.00- 17.00	15.3	10.1	2.6	5.2	1.2	16.5	5.2	29.1	50.1	1.3	31.8	7.5	16.4	28.6	1.2
17.00-18.00	15.4	9.3	2.2	4.6	1.3	16.0	5.4	25.7	48.8	1.4	31.4	7.3	14.2	27.2	1.3
18.00-19.00	15.2	8.4	2.0	5.1	1.3	14.9	4.8	29.0	49.5	1.4	30.1	6.6	15.3	27.0	1.3

NB. aantal voertuigen is inclusief 1e voertuig

1. Gemiddeld aantal clusters per 5 minuten
2. Gemiddeld aantal voertuigen (vtg) per cluster
3. Aandeel vrachtauro's (va) in de clusters
4. Percentage clusters waarvan het eerste voertuig een vrachtauto (va) is
5. Gemiddelde hiaattijd tussen de voertuigen in de clusters

Tabel 8

uur	linkerrijstrook			rechterrijstrook			totaal		
	schokgolven	ernst (m2/s3)	gem. aantal voertuigen per cluster	schokgolven	ernst (m2/s3)	gem. aantal voertuigen per cluster	schokgolven	ernst (m2/s3)	gem.aantal voertuigen per cluster
ochtendspits									
7.00- 8.00	.3	11.4	1.5	1.2	15.9	2.0	1.5	16.3	2.0
8.00- 9.00	.2	14.3	1.5	1.7	17.2	2.0	1.9	17.5	2.0
9.00-10.00	.5	21.1	2.0	.7	13.6	2.0	1.3	17.2	2.0
avondspits									
16.00-17.00	.3	7.8	1.1	1.1	10.8	2.0	1.3	12.2	2.1
17.00-18.00	.0	.0	.0	1.4	14.4	2.0	1.4	14.4	2.0
18.00-19.00	.7	15.6	2.0	.8	11.5	1.5	1.5	13.4	2.0



## 6.5 Aantal in- en uitvoegbewegingen

Het aantal in- en uitvoegbewegingen is per kwartier vastgelegd met behulp van visuele en video-waarnemingen (zie tabel 6). Bij de registratie is onderscheid gemaakt naar segmenten, het wel of niet gebruiken van remlichten en de rijstrook van oorsprong.

De segmenten zijn per locatie bepaald. Zo mogelijk (zichtbaarheid) is het rijden over het puntstuk en het uitvoegen/doorrijden over de vluchtstrook geregistreerd.

Alle drie elementen die een indicatie geven van de mate waarin de manoeuvres veilig zijn uitgevoerd. Met name het feit of men van de linkerstrook komend in één keer uitvoegt op het laatste gedeelte van de uitvoegstrook en daarbij (remlichten gebruikend) zwaar moet decelereren, mag als een gevaarlijke manoeuvre worden aangemerkt. De kans dat een dergelijke manoeuvre zich voordoet is groter naarmate de intensiteiten lager zijn. Dit wordt door de waarnemingen bevestigd.

Opgemerkt moet worden dat, bij het vergelijken rekening gehouden moet worden met het feit dat voor video-waarnemingen een grovere indeling in segmenten is gehanteerd in verband met de herkenbaarheid op het videobeeld. Ook kon op een deel van de locaties niet de gehele strook worden overzien.

## 6.6 Clusters

Uit tabel 7 met de clustergegevens van km 47.525 blijkt, dat het eerste voertuig van een cluster bij de linker rijstrook 2-3 keer vaker een vrachtauto is dan dat op basis van het totale aandeel vrachtverkeer op die rijstrook verwacht zou worden. De getoonde locatie vertoont een soortgelijk beeld als de andere locaties. De orde van grootte van het aandeel vrachtverkeer in de clusters komt overeen met de algemene categorieverdeling ('s ochtends iets lager, 's avonds iets hoger). Hieruit wordt bevestigd dat het aandeel vrachtverkeer op de linker rijstrook gering is (op km 47.525 in de avondspits 2-3% van de totale verkeersintensiteit waarvan het merendeel licht vrachtverkeer is).

## 6.7 Schokgolven

Voor wat betreft de schokgolf-karakteristieken, zoals deze op verschillende locaties (zie tabel 8 voor een beeld van km 47.525 gemeten zijn, valt op dat:

- er weinig verschil lijkt te zijn in de waarden tijdens de drukke middagspits en de minder drukke ochtendspits;

Tabel 9

uur	wel remlicht		geen remlicht	
	%	abs.	%	abs.
ochtendspits				
7.00 - 8.00	2	5.1	6	15.6
8.00 - 9.00	3	6.6	8	20.2
9.00 - 10.00	1	2.3	4	10.5
avondspits				
16.00 - 17.00	2	5.1	3	8.4
17.00 - 18.00	1	3.3	3	8.4
18.00 - 19.00	2	5.9	3	8.4
totaal	11	28.4	28	71.6

- het aantal schokgolven zeer beperkt is, en op de rechter rijstrook hoger dan links (in tegenstelling tot wat in het algemeen geldt bij onrustig verkeer);
- het aantal betrokken voertuigen gemiddeld 2 is.

Dit zijn indicaties voor een conclusie dat er in de verkeersstroom niet veel onrust is op de bestudeerde locaties en tijdsperioden en/of dat de criteria in de schokgolf-definities nog niet voldoende zijn aangescherpt. Het verdient mogelijk aanbeveling om de schokgolf-definities en criteria nader onder de loep te nemen, bij voorkeur in combinatie met een meet-instrumentarium waarmee ze ook kunnen worden gevalideerd (detail-analyse van video-beelden bijvoorbeeld).

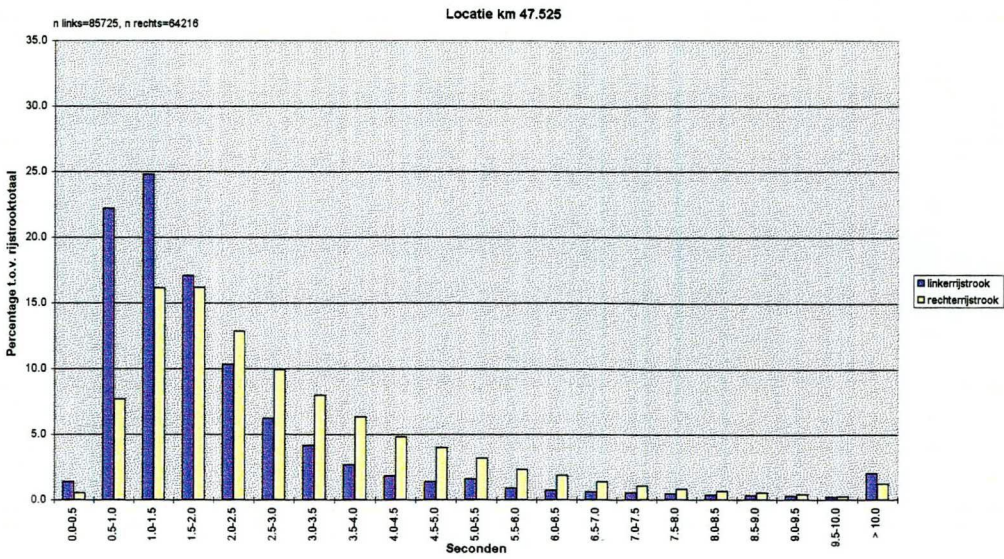
De gedachte achter het begrip 'ernst' van de schokgolf is dat hierin twee factoren worden meegewogen: enerzijds de gemiddelde remvertraging tijdens de schokgolf, anderzijds een maat voor de duur van de golf. Bij gelijkblijvende duur is een grotere remvertraging ernstiger en bij gelijkblijvende remvertraging is een langere duur van die vertraging ernstiger. Gezien de hierboven aangegeven onzekerheid over de waarde op dit moment van de schokgolf-karakteristieken, is een discussie over de waarden van de 'ernst' van een schokgolf die op de locaties gemeten zijn, op dit moment prematuur. Nadere overdenking van de waarde van de definitie van de 'ernst' is mogelijk zinvol, waarbij ook de samenhang met het begrip TTC kan worden betrokken.

## 6.8 Gevaarlijke inhaalmanoeuvres

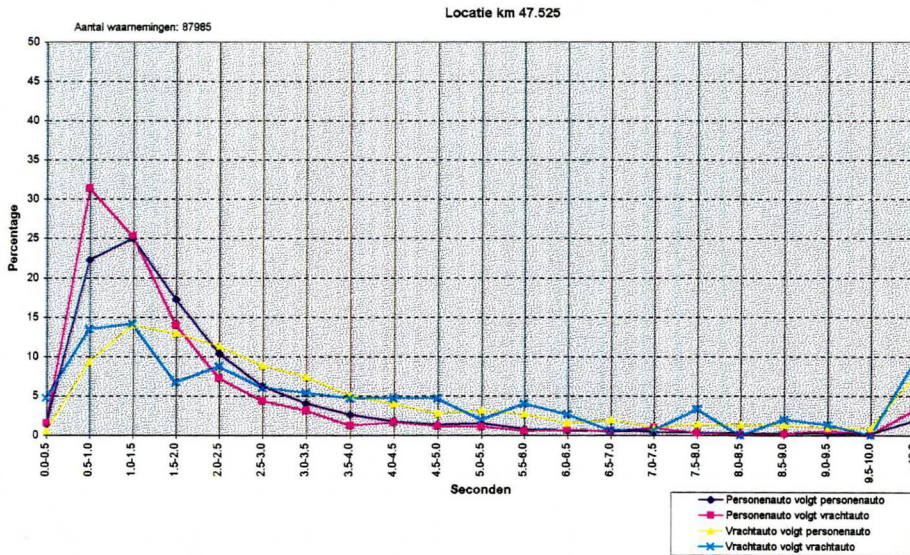
Wanneer de fysieke omstandigheden (intensiteiten) dat toelaten, doet zich het fenomeen van rechts inhalen voor. Dit fenomeen is geregistreerd met de visuele en video-waarnemingen. Tabel 9 laat voor km 47.5 op de westbaan zien dat in de ochtendspits (lagere intensiteiten dan in de avondspits) zich dit iets vaker voordoet. De manoeuvre gaat relatief veel gepaard met een remreactie. Wanneer de intensiteiten dalen (de niet-congestie kwartieren) is er minder noodzaak/behoefte om rechts in te halen.

Bij de bepaling van het inhalen is uitgegaan van een rijstrookwisseling van rechts naar links na het passeren. Geen onderscheid is gemaakt naar de rijstrook waar het voertuig voor het inzetten van de inhaalbeweging vandaan kwam. De waargenomen aantallen. Het totaal van 20-27 inhaalbewegingen per kwartier betekent dat er in de ochtendspits elke 33-45 seconden een voertuig rechts inhaalt. In de avondspits betreft het circa 13 inhaalbewegingen per kwartier ofwel één per 70 seconden.

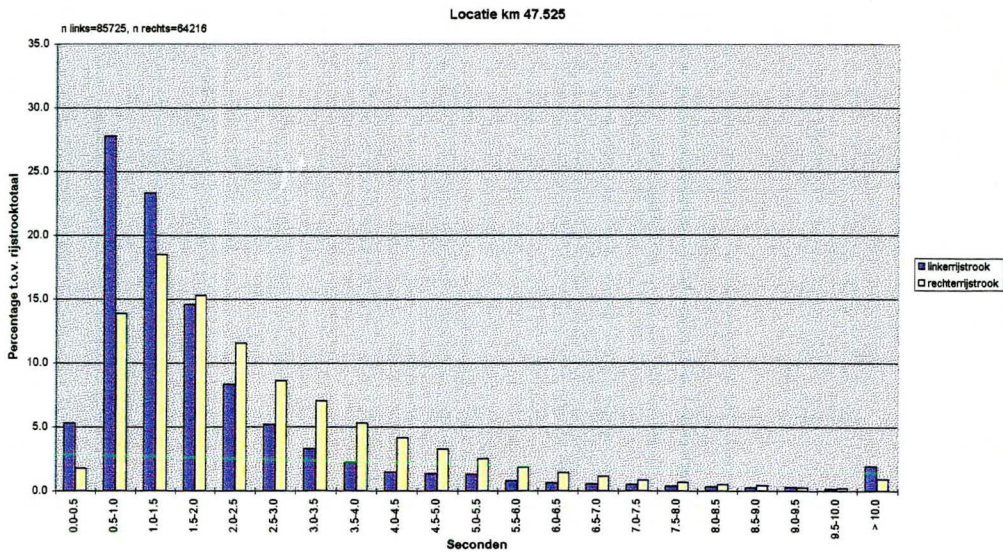
Figuur 6. Volgtijdverdeling per rijstrook, Westbaan, km 47.525



Figuur 7. Volgtijdverdeling naar voertuigtype, westbaan, km 47.525



Figuur 8. Verdeling Hiaattijden, westbaan, km 47.525



## 6.9 Volgtijden/Hiaattijden/TTC's

### 6.9.1 *Volgtijden*

Het beeld van de volgtijdverdeling (zie figuur 6 en bijlage 13) wijkt niet af van het verwachte beeld: kortere volgtijden doen zich vaker voor op de linker rijstrook. Bij de vergelijking van volgtijden moet opgemerkt worden dat de frequentieverdeling samenhangt met de intensiteit en snelheid. Hierdoor is het zonder verdergaande analyse niet mogelijk om een vergelijking met een referentie-verdeling te maken.

Gegeven de aard van de maatregel is een opsplitsing gemaakt naar het voertuigtype (figuur 7).

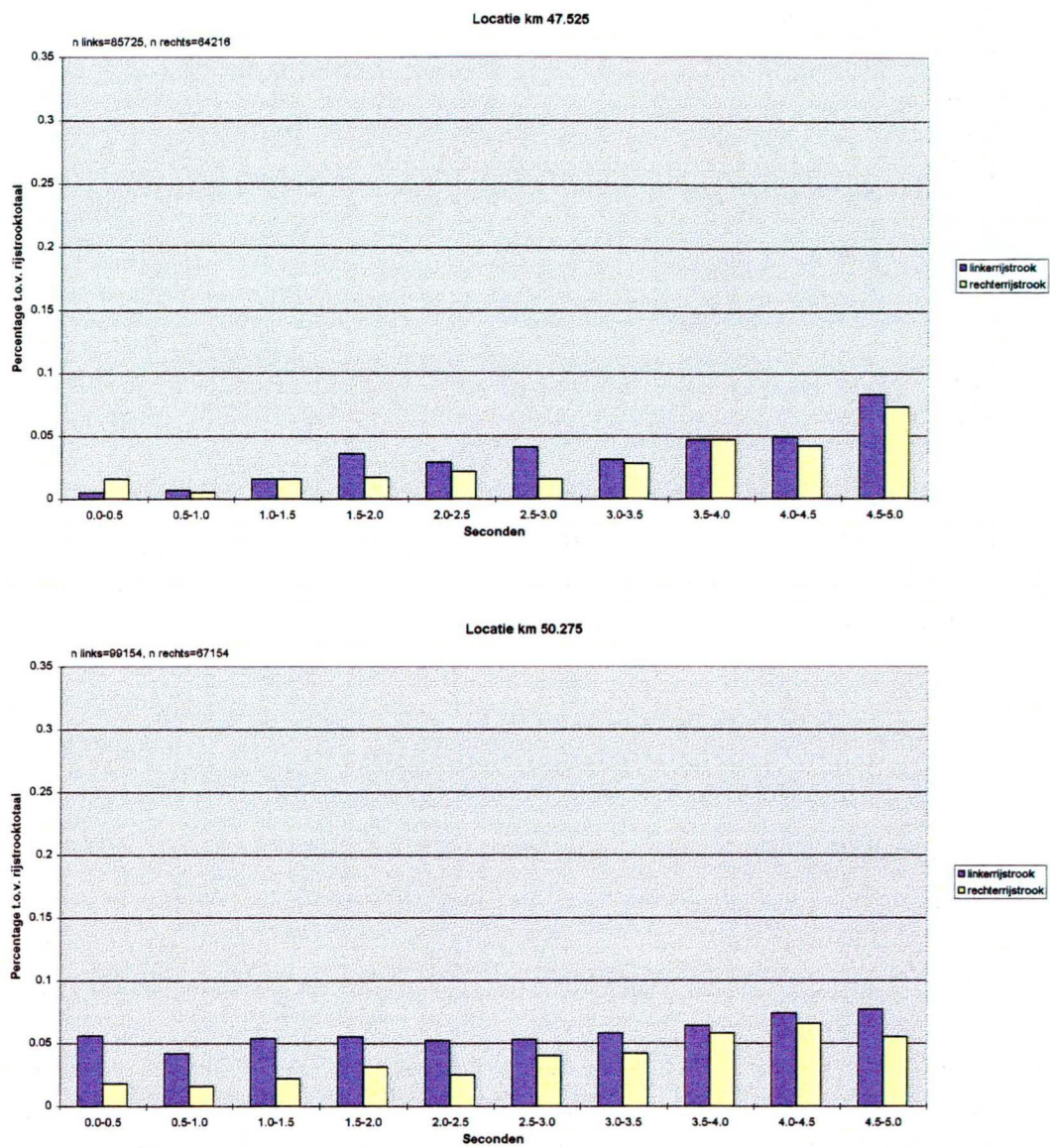
Opvallend op de linker rijstrook is, dat personenauto's vrachtverkeer op een nog kortere afstand volgen dan dat zij doen bij personenauto's, hetgeen een extra indicatie kan zijn voor de verkeersveiligheid. Dit kan mogelijk worden verklaard door de grotere kans dat personenauto's achter vrachtverkeer rijdt en deze door het snelheidsverschil willen passeren. Hierbij kan een korte volgtijd tijdelijk worden geaccepteerd. Dit geldt zeker voor het verkeer op de linker rijstrook.

Vrachtverkeer blijkt daarentegen, in de tijdsklassen van 0-1,5 seconde, andere vrachtauto's op een kortere afstand te volgen dan personenauto's.

### 6.9.2 *Hiaten*

Het beeld bij de hiaten is vergelijkbaar met dat bij de volgtijden (zie figuur 8 en bijlage 14). De toename van het aandeel hiaten in de lagere klassen (tot circa 2 seconden) ten opzichte van de volgtijden (zie figuur 6) is op de rechter rijstrook verhoudingsgewijs groter dan op de linker, hetgeen verklaard kan worden uit het hogere aandeel vrachtverkeer en dus grotere voertuiglengten (de voertuiglengte vormt een groter deel van de volgtijd, de hiaattijd wordt dus korter).

Figuur 9. Time-To-Collision, westbaan, km 47.525 en km 50.275, avondspits



### 6.9.3 *Time-to-Collision*

Op vrijwel alle locaties bedraagt het aandeel voertuigen met een TTC tussen 0 en 5 seconden circa 0,3-0,5% (figuur 9 en tabel 10). Een kwalitatief oordeel is pas te geven na vergelijking bij het na onderzoek.

Op locatie km 50.275 (westbaan) is het aandeel in de klassen tot 2,5 seconden op de linkerrijstrook groter dan op de andere locaties: hetgeen een indicatie kan zijn een onveiligere situatie ten opzichte van de andere locaties. Dit blijkt overigens echter niet uit de absolute ongevals cijfers (een vergelijking op basis van verkeersprestatie is niet uitgevoerd). Op km 47.525 komen juist weinig kleine TTC's voor. Deze verschillen lijken niet door de intensiteit te worden verklaard. Op km 47.525 is tevens sprake van een grote spreiding van de snelheden. Juist bij een grote spreiding van de snelheid zou een groter aandeel kleine TTC's (kleine hiaten bij een grootsnelheidsverschil tussen twee voertuigen) verwacht worden.

## 6.10 **Aantal en aard verkeersongevallen 1993 - 1995**

Naast het meten van indicatoren, die een indicatie geven van potentieel gevaarlijke verkeerssituaties (door middel van observatie van snelheden, rijstrookwisselingen, in- en uitvoegbewegingen, schokgolven, hiaattijden en TTC's, zie paragraaf 6.3, 6.4, 6.5, 6.7, 6.8 en 6.9), geven ongevalsstatistieken een globaal inzicht in de objectieve verkeersonveiligheid. Van een daadwerkelijke ongevallen-analyse kan echter statistisch gezien geen sprake zijn, gegeven het geringe aantal te verwachten ongevallen en de looptijd van het evaluatietraject (zie ook AVOC). Desalniettemin is toch het aantal ongevallen in kaart gebracht, enerzijds om een beeld te schetsen van de objectieve verkeersonveiligheid, anderzijds als basis voor een mogelijke langere termijn analyse.

In bijlage 16 is het aantal en aard van de ongevallen voor de periode 1993 - 1995 voor de spitsuren weergegeven. Daarbij is het traject onderverdeeld in eenheden van 2 kilometer. Een indeling in segmenten van gelijke grootte biedt de mogelijkheid de verschillende segmenten met elkaar te vergelijken. Er is gekozen voor een eenheid van 2 kilometer, omdat op deze wijze de opdeling van het traject enigszins samenvalt met de discontinuïteiten in het traject. De indeling is evenwel niet nauwkeurig genoeg om het effect van de discontinuïteiten te kunnen bepalen.

Tabel 10 Time to Collision, westbaan km 47.525 en km 50.275, avondspits

km 47.525 avondspits							
categorie	linkerrijstrook		rechterrijstrook		totaal		
	aantal	% tov Intensiteit	aantal	% tov intensiteit	aantal	% tov intensiteit	
< 0 sec.	31576	54.4	20756	50.6	52332	52.8	
0 - 2.5 sec.	53	.1	26	.1	79	.1	
2.5 - 5 sec.	148	.3	73	.2	221	.2	
> 5 sec.	26306	45.3	20184	49.2	46490	46.9	
km 50.275							
< 0 sec.	39248	56.3	23306	50.7	62554	54.1	
0 - 2.5 sec.	173	.2	55	.1	228	.2	
2.5 - 5 sec.	208	.3	129	.3	337	.3	
> 5 sec.	30027	43.1	22441	48.9	52468	45.4	

Tabel 11 Ongevalsestatistieken en referentiecijfers (west- en oostbaan samen)

afloop	aantal ongevallen (3 jr)	verkeersprestatie (10 <sup>6</sup> vtg km/jaar, schat- ting 1995)	kental (ong/ 10 <sup>6</sup> vtg km/jr)	kental (2x2 ASW) met onder en bovengrens
letsel/ dood	109	912	0,04	0,061 (SWOV, 1996 (I-etmaal > 33.000)
ums	809	912	0,30	0,36 (o.b.v. gegevens AVV)



Bij het beschrijven van de ongevallen is een onderscheid gemaakt naar de aard en de afloop van het ongeval. Wat betreft de aard van het ongeval is een onderscheid gemaakt naar de volgende categorieën:

- vast voorwerp;
- los voorwerp;
- flank;
- kop/staart;
- eenzijdig;
- overig.

Bij afloop is een onderscheid gemaakt naar 'ums' en 'letsel/dodelijk'.

In tabel 11 is het totaalbeeld voor het gehele wegvak aangegeven. Uit de tabel blijkt dat het wegvak niet onveiliger is dan andere 2x2-strook autosnelwegen (een statistische toets heeft niet plaatsgevonden).