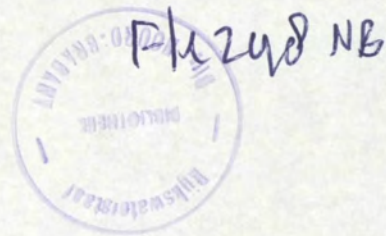


D1: 176933

FK248 NB

 Grontmij





## **Toeritdosering op de A2 bij Boxtel, Best-West en Best**

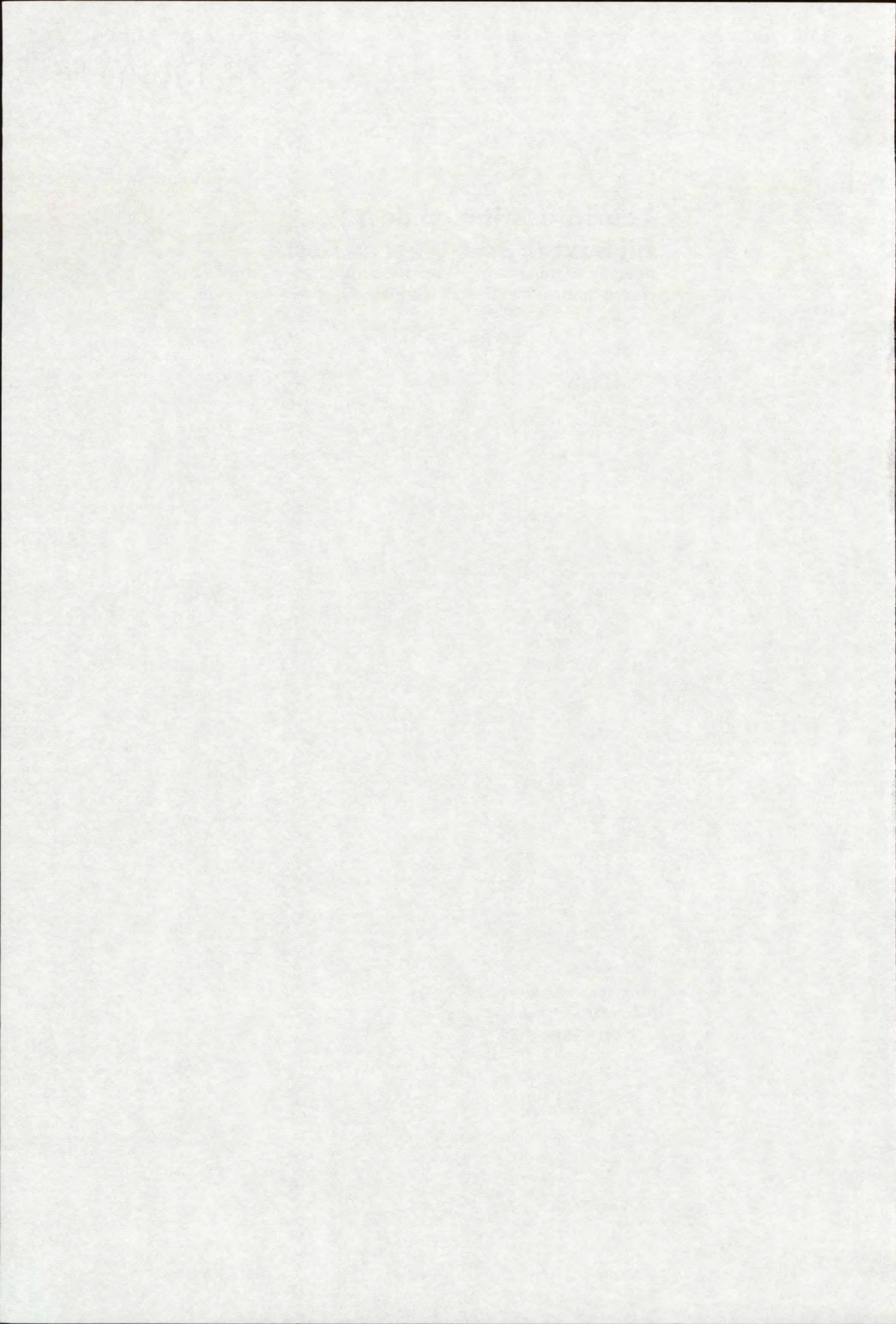
Effectberekening van TDI's op drie aansluitingen van de A2 in  
Noord-Brabant met behulp van Flash/Flexsyt-II-

Definitief

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat Generaal Rijkswaterstaat  
Directie Noord-Brabant

Grontmij Verkeer & Infrastructuur  
De Bilt, 24 oktober 2002







# Verantwoording

Titel : Toeritdosering op de A2  
bij Boxtel, Best-West en Best

Projectnummer : 121664

Documentnummer : V&I-99323437

Datum : 24 oktober 2002

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat  
Directie Noord-Brabant


Contactpersoon : ing. K.H.A. Drijvers

Telefoon : 073 – 6817 817


Auteur(s) : ing. M.L.D. van Rij, ir. P.H.G. van Bakkum,  
ir. R. Poorterman

e-mail adres : peter.vanbakkum@grontmij.nl

Gecontroleerd : ir. P.H.G. van Bakkum

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd : dr. G.A. van Velzen

Paraaf goedgekeurd : 







# Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	5
1.1	Doel en opzet.....	5
1.2	Leeswijzer.....	5
2	Werkwijze.....	6
2.1	Algemeen.....	6
2.2	Keuze van het simulatiepakket .....	6
2.3	Studiegebied .....	7
2.3.1	Studiegebied Boxtel .....	7
2.3.2	Studiegebied Best-West .....	8
2.3.3	Studiegebied Best.....	9
2.4	Modelbouw .....	10
2.4.1	Netwerk van wegsegmenten.....	10
2.4.2	Intensiteiten op de modelingangen ("entries") .....	11
2.4.3	Entry-exit matrix .....	12
2.5	Varianten .....	14
2.5.1	Varianten Boxtel.....	14
2.5.2	Varianten Best-West .....	14
2.5.3	Varianten Best .....	15
2.6	Simulatie .....	15
3	Validatie .....	17
3.1	Boxtel .....	18
3.2	Best-West .....	22
3.3	Best .....	25
4	Effecten en modellering TDI.....	28
4.1	Effecten TDI .....	28
4.2	Beknopte werking TDI .....	28
4.3	Modellering TDI .....	29
5	Resultaten van de varianten.....	31
5.1	Varianten .....	31
5.1.1	Vergelijking van de varianten .....	31
5.2	Boxtel, basisvarianten.....	31
5.2.1	Netwerk-indicatoren.....	31
5.2.2	Indicatoren voor de A2.....	32
5.2.3	Indicatoren onderliggend wegennet .....	33
5.2.4	Conclusie.....	34
5.2.5	Optimalisatie .....	34
5.3	Boxtel, optimalisatievarianten .....	35
5.3.1	Netwerk-indicatoren.....	35
5.3.2	Indicatoren voor de A2.....	36
5.3.3	Indicatoren onderliggend wegennet .....	37
5.3.4	Vergelijking tweestrooks TDI en verlengde invoegstrook .....	39
5.4	Best-West, basisvarianten .....	39
5.4.1	Netwerk-indicatoren.....	39







## Inhoud (vervolg)

5.4.2	Indicatoren voor de A2.....	40
5.4.3	Indicatoren onderliggend wegennet .....	41
5.4.4	Conclusie.....	42
5.5	Best, basisvarianten .....	43
5.5.1	Netwerk-indicatoren.....	43
5.5.2	Indicatoren voor de A2.....	43
5.5.3	Indicatoren onderliggend wegennet .....	44
5.5.4	Conclusie.....	44
5.5.5	Optimalisatie .....	45
6	Conclusies en aanbevelingen.....	46
6.1	Algemeen.....	46
6.2	Boxtel .....	46
6.2.1	Conclusie.....	46
6.2.2	Aanbevelingen.....	48
6.3	Best-west .....	49
6.3.1	Conclusies .....	49
6.3.2	Aanbeveling .....	50
6.4	Best .....	50
6.4.1	Conclusie.....	50
6.4.2	Aanbeveling .....	51

Bijlage 1  
Kaplan Meier analyse

Bijlage 2  
Neerslaggegevens meetdagen

Bijlage 3  
Entry-exit matrices

Bijlage 4  
Vlekkenkaarten







# 1 Inleiding

Uit de benuttingsstudie A2 Den Bosch - Eindhoven<sup>1</sup> blijkt dat op het genoemde traject incidenteel filevorming optreedt. Verwacht wordt dat de problemen met de verkeersafwikkeling sterk zullen toenemen. Als oplossing voor de korte termijn wordt in de genoemde studie aanbevolen toeritdoseerinstallaties (TDI's) te plaatsen.

Rijkswaterstaat heeft Grontmij gevraagd een voorspelling te doen over de effecten van deze TDI's op de doorstroming van het verkeer op de autosnelweg en op de lengte van de wachtrijen op de aansluitende provinciale en gemeentelijke wegen.

## 1.1 Doel en opzet

Concreet is voor de studie het volgende doel geformuleerd:

*Bepaling van de effecten van drie TDI's ten aanzien van de verkeersafwikkeling op de hoofdrijbaan van de A2 en het ontstaan van vertraging en wachtrijen op de toeritten en het onderliggend wegennet.  
Plaatsing van de TDI's geschiedt bij de aansluitingen Bostel, Best-West en Best.*

Dit doel is bereikt door middel van simulatie van drie TDI's met het simulatiemodel Flash/Flexsys-II-. De gemodelleerde verkeerssituatie na toepassing van de TDI's is vergeleken met de gemodelleerde verkeerssituatie zonder toepassing van de TDI's.

## 1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de werkwijze binnen de studie beschreven. Hoofdstuk 3 bevat de resultaten van de validatie van de modellen: de geschematiseerde werkelijkheid is vergeleken met metingen 'in het veld'. De werkelijkheid bestaat daarbij uit het huidige wegennetwerk, zonder TDI's, onder invloed van de intensiteiten in 2001. Vervolgens is in hoofdstuk 4 een beknopte beschrijving gegeven van de werking van een TDI en de wijze waarop de TDI's in het model zijn ingevoerd. Een beschrijving van de varianten is opgenomen in hoofdstuk 5. De resultaten van de modelberekeningen daarvan zijn opgenomen in hoofdstuk 6 en hoofdstuk 7 bevat tenslotte de conclusies en aanbevelingen.

---

<sup>1</sup> 'Benuttingsstudie A2 Den Bosch – Eindhoven', Transpute en Grontmij i.o.v. Rijkswaterstaat Noord-Brabant, juli 2001







## 2 Werkwijze

### 2.1 Algemeen

Hoofdstuk 2 bevat de gehanteerde werkwijze. In navolgende paragrafen komen op hoofdlijnen achtereenvolgens aan bod:

- Keuze van het simulatiepakket (paragraaf 2.2);
- Studiegebied (paragraaf 2.3);
- Modelbouw (paragraaf 2.4);
- Varianten (paragraaf 2.5);
- Simulatie (paragraaf 2.6);

### 2.2 Keuze van het simulatiepakket

Vanwege de kenmerken van de studie werden aan het simulatiepakket de volgende eisen gesteld:

- mogelijkheid om de TDI's op basis van een RWS C-regelaar te modelleren;
- mogelijkheid om voertuigafhankelijke VRI-regelingen in RWS-C te modelleren;
- de waarde van de gevraagde indicatoren kan worden bepaald:
  - intensiteiten;
  - capaciteiten;
  - snelheden;
  - wachtrijlengtes.
- de modelresultaten kunnen visueel gepresenteerd worden.

Op basis van het bovenstaande is geconcludeerd dat Flash/Flexsynt-II- het best geschikte pakket is voor de vraagstelling. Besloten is derhalve het pakket Flash/Flexsynt-II- voor de studie te gebruiken.







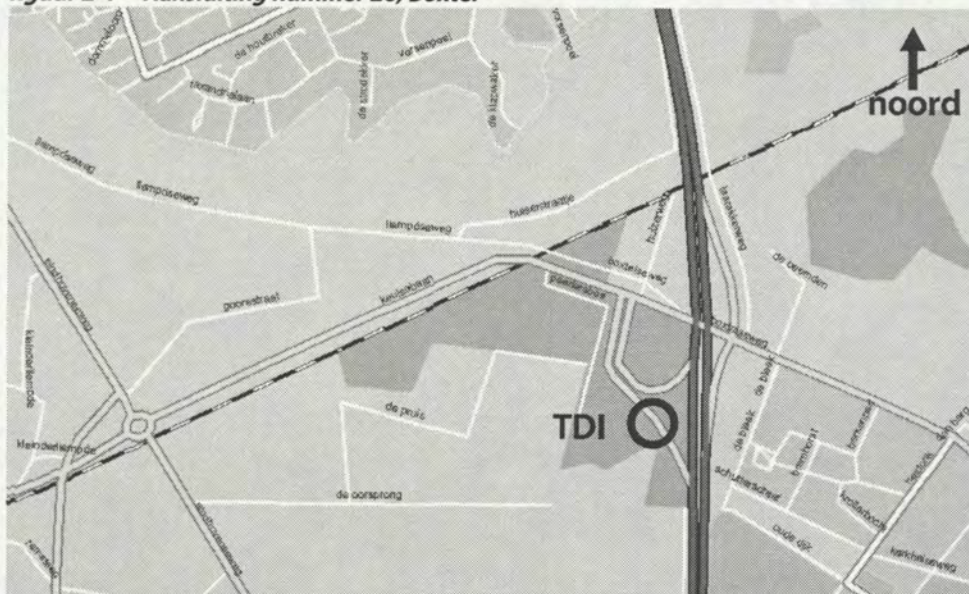
### 2.3 Studiengebiet

In het project zijn drie studiegebieden onderscheiden. Deze zijn in onderstaande paragrafen afzonderlijk beschreven. Ieder van de studiegebieden is apart gesimuleerd.

### 2.3.1 Studiegebiet Boxtel

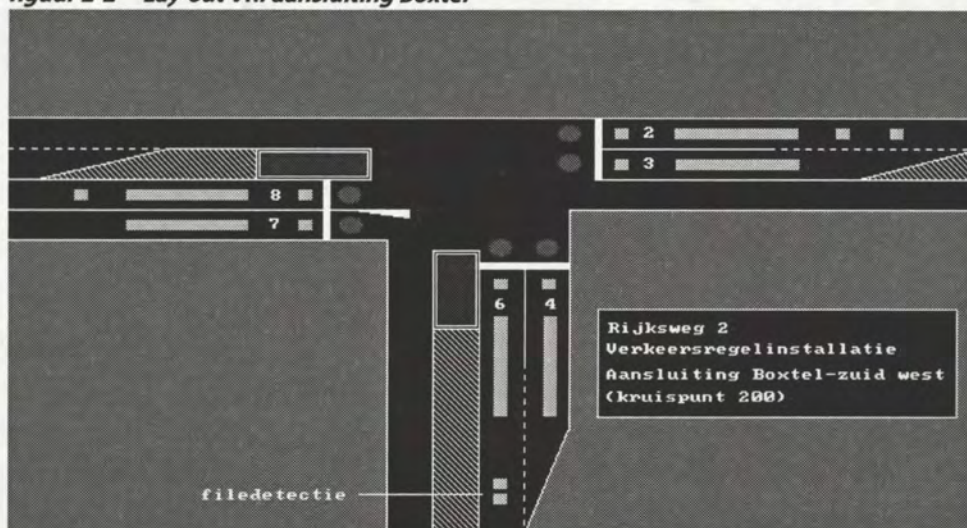
De aansluiting Boxtel ligt ongeveer ter hoogte van hm 133. In figuur 2-1 is een stukje landkaart opgenomen. De TDI wordt geplaatst op de westelijke aansluiting, voor het verkeer op de toerit richting Eindhoven.

**figuur 2-1 Aansluiting nummer 26, Boxtel**



In het model is de westelijke rijbaan opgenomen, met de afrit, de toerit en het kruispunt op het onderliggend wegennet met de Keulsebaan. Van de VRI op dit kruispunt is de lay-out opgenomen in figuur 2-2.

**figuur 2-2 Lay-out VRI aansluiting Boxtel**



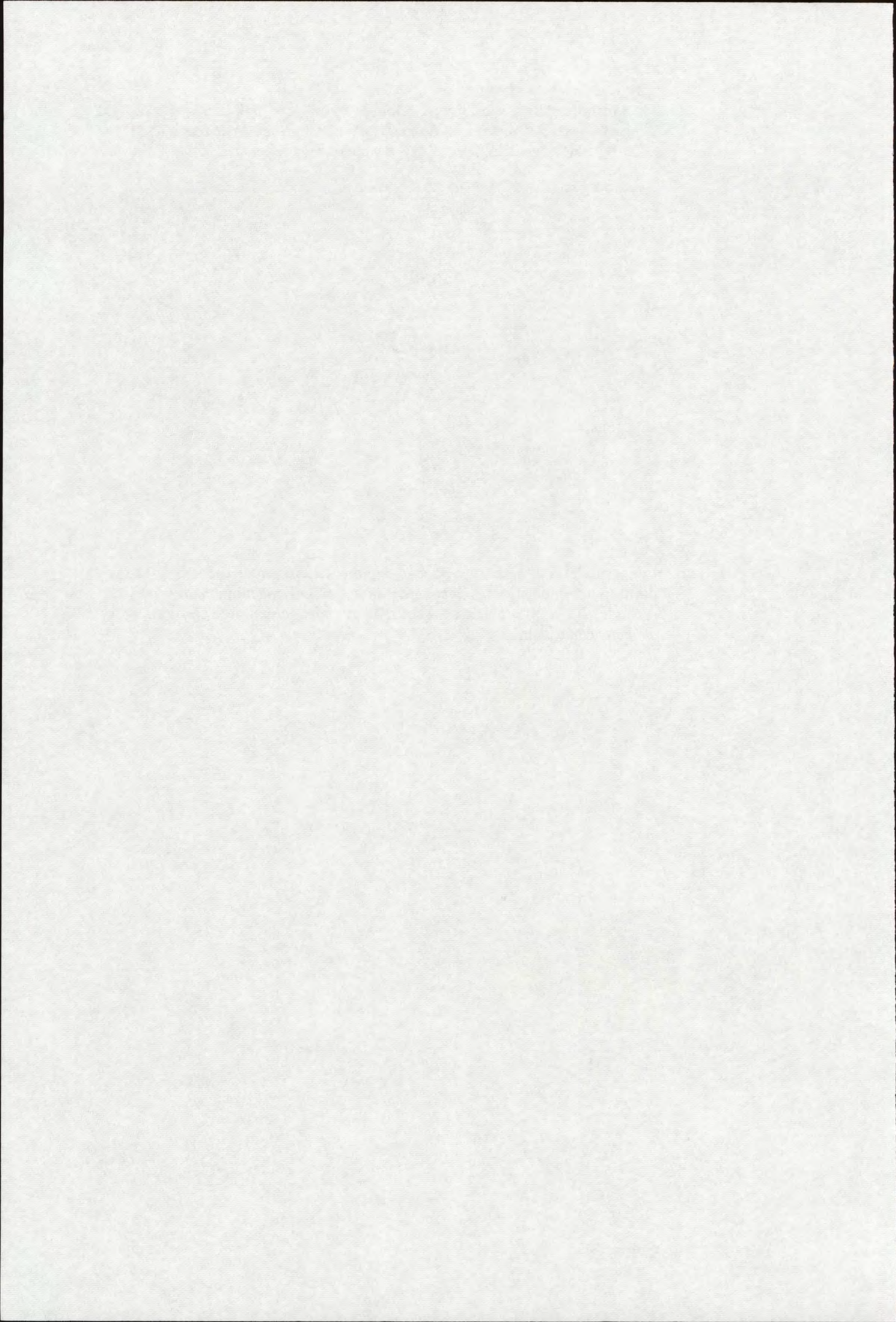






















## 2.4 Modelbouw

Als simulatiemodel is gekozen voor Flash/Flexsys-II-. Dit model heeft drie categorieën invoergegevens:

- netwerk van wegsegmenten;
- intensiteiten op de modelingangen ("entries");
- HB-matrix, of beter: entry-exit matrix.

In onderstaande paragrafen worden deze invoergegevens verder toegelicht.

### 2.4.1 Netwerk van wegsegmenten

De bouw van een netwerk kan in Flash/Flexsys-II- sterk worden vereenvoudigd door deze te baseren op een digitale ondergrond. Bij de bouw van de netwerken rond de drie aansluitingen van de A2 is dan ook gebruik gemaakt van dergelijke door de opdrachtgever verstrekte ondergronden. De digitale ondergrond biedt als het ware de coördinaten voor wegvakken, aansluitingen en dergelijke, zowel van de A2 als van aansluitende wegvakken van het onderliggend wegennet.

### Capaciteiten

Een specifiek punt bij de bouw van het model vormen de capaciteiten van de wegvakken op de autosnelweg. De wegvakcapaciteiten zijn op de volgende manier bepaald. Op basis van de MARE-data zijn vlekkenkaarten gemaakt van de snelheden rond de aansluitingen. Op basis van de vlekkenkaarten zijn dagen geselecteerd die een representatieve verkeersafwikkeling laten zien. Alleen deze dagen zijn in de verdere analyse betrokken. Uit de vlekkenkaarten voor de representatieve dagen is de exacte locatie van de bottleneck bepaald. Deze locatie van de bottleneck is, samen met 10-minuut-gegevens van de intensiteiten en snelheden, gebruikt als invoer voor de produkt-limiet-analyse. Uitvoer van deze methode bestaat uit de statistische verdeling van de capaciteit.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van de methode van Kaplan Meier voor schatting van de overlevingsduur. Een uitgebreidere beschrijving van deze methode is opgenomen in bijlage 1.

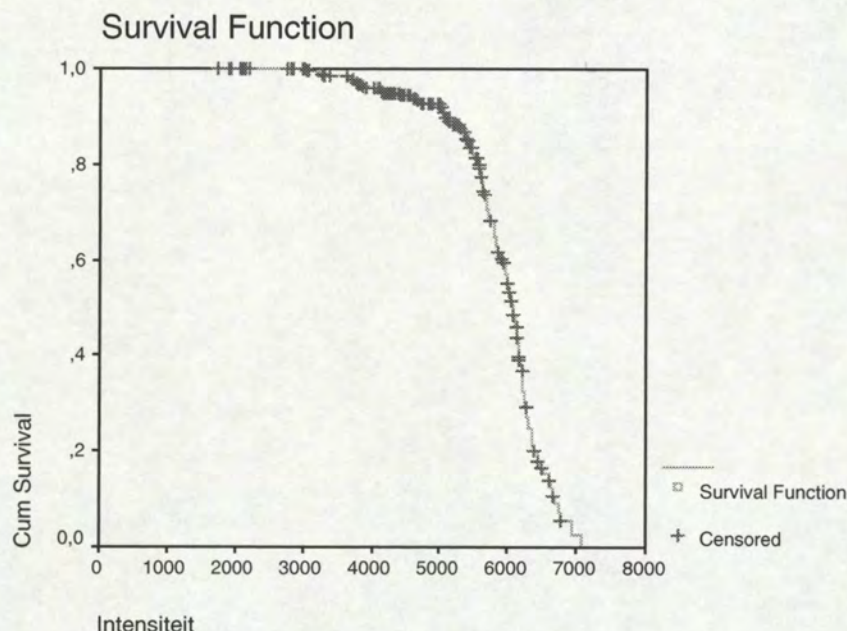
In figuur 2-6 is de uitvoer van deze methode grafisch weergegeven. Op de verticale as staat het percentage "overlevers", overlevende waarnemingen van de betreffende intensiteit; op de horizontale as de intensiteit. De capaciteit wordt bepaald door in de grafiek te kijken naar het punt waar de kans om te overleven 50% bedraagt. Sterfte is in deze termen het woord voor file.







figuur 2-6 Grafische uitvoer Kaplan Meier



### VRI's

Voor de VRI's op het onderliggend wegennet bij de aansluitingen Boxtel en Best hebben wij kunnen beschikken over de oorspronkelijke regelaarbestanden (CRABDEF.H, CRAPCOD.C en CRAPTAB.C). De afbeeldingen in figuur 2-2 en figuur 2-5 zijn verkregen uit de bij de regelaar behorende Dr. Halo III<sup>2</sup>-bestanden.

De werking van de regelingen op straat is door Rijkswaterstaat gecontroleerd en blijkt hetzelfde te zijn als in de regelingen is opgenomen. De regelingen in de modellen van Boxtel en Best zijn hiermee identiek aan de werkelijke regeling.

#### 2.4.2 Intensiteiten op de modelingangen ("entries")

De maatgevende intensiteit in zuidelijke richting treedt op in de ochtendspits. Het effect van de TDI's bij de aansluitingen Boxtel en Best-West is daarom bepaald onder invloed van de intensiteiten in de ochtendspits.

In noordelijke rijrichting is de maatgevende spits juist de avondspits. Daarom zijn voor de TDI bij Best de intensiteiten van de avondspits gemodelleerd.

Op basis van de volgende intensiteitscijfers is het model voor het basisjaar 2001 opgebouwd:

- MARE-cijfers voor de wegvakken van de A2;
- telgegevens van de kruispunten op het onderliggend wegennet.

<sup>2</sup> Dr. Halo III is een grafisch software pakket







De intensiteiten zijn voor een 4 uur durende spitsperiode per 5 minuten en in drie voertuigcategorieën (personenauto's, ongelede vrachtwagens en gelede vrachtwagens) in het model opgenomen. Op deze manier werden derhalve 48 "timeslices" verkregen. Voor beide rijbanen zijn de intensiteiten gemiddelde waarden over drie representatieve meetdagen in de periode oktober en november 2001:

- dinsdag 9 oktober 2001;
- dinsdag 6 november 2001;
- dinsdag 13 november 2001.

De dagen zijn geselecteerd uit 16 beschikbare meetdagen. Daarbij toegepaste selectiecriteria:

- verkeersaanbod, waarmee vakantiedagen zijn uitgesloten;
- filepatroon, waarmee meetdagen met ongevallen zijn uitgesloten;
- neerslaggegevens van het KNMI<sup>3</sup>, dagen met substantiële neerslag zijn uitgesloten. Daarbij is als grens 1 mm per uur gehanteerd.

De gebruikte dagen zijn de dagen die op basis van de vlekkenkaarten en het verloop van de intensiteiten aangemerkt zijn als dagen met een representatieve verkeersafwikkeling.

#### 2.4.3 Entry-exit matrix

In Flash/Flexsys-II- wordt geen routekeuze gemodelleerd. Elke verkeersstroom wordt door het model over één vaste route gestuurd. Het verkeer rijdt van een model-ingang, "entry" (of herkomst) genoemd, in een bepaalde verhouding naar de verschillende model-uitgangen, de "exits" (of bestemming). De verhouding waarin een bepaalde verkeersstroom op een entry zich verdeelt over de beschikbare exits, wordt als entry-exit matrix (e-e matrix) in het simulatiepakket opgegeven.

De omvang van de entry-exit matrix wordt bepaald door het totaal aantal entries en exits. Het kleinste denkbare model bevat de volgende entry-exit matrix:

**tabel 2-1 Voorbeeld entry-exit matrix**

entries	exits	A2	OWN
A2		doorgaand verkeer 's-Hertogenbosch - Eindhoven	afrit
OWN		toerit	0

Wordt het model uitgebreid met één of meer (takken van) kruisingen op het OWN, dan groeit het aantal entries en exits. Telkens zal voor elke entry een verdeling moeten worden opgegeven van het verkeer over alle beschikbare exits.

In tabel 2-2 is ter illustratie de e-e matrix weergegeven voor het netwerk Boxtel van de periode 8:00 – 9:00 uur.

<sup>3</sup> neerslaggegevens: zie bijlage 2







**tabel 2-2** Verdeling van inkomende verkeersstroom over beschikbare uitgangen

	A2 richting Eindhoven	aansluiting richting Liempde	aansluiting richting Boxtel	verzorgings- plaats Velder	Totaal
A2 vanuit 's-Hertogenbosch	87%	1%	6%	6%	100%
aansluiting vanuit Liempde	54%	0%	46%	0%	100%
aansluiting vanuit Boxtel	93%	7%	0%	0%	100%
verzorgingsplaats Velder	100%	0%	0%	0%	100%

De entry-exit matrices zijn samengesteld op basis van verschillende bronnen:

- MARE-data;
- visuele tellingen.

Indien mogelijk is voor elk uur een aparte e-e matrix gemaakt. Voor het netwerk Best-west was dit niet mogelijk. Vanwege de openstelling van de nieuwe rondweg is een aanvullende telling voor het drukste uur gebruikt (zie ook het kopje visuele tellingen verderop). Voor dit netwerk is één matrix gebruikt.

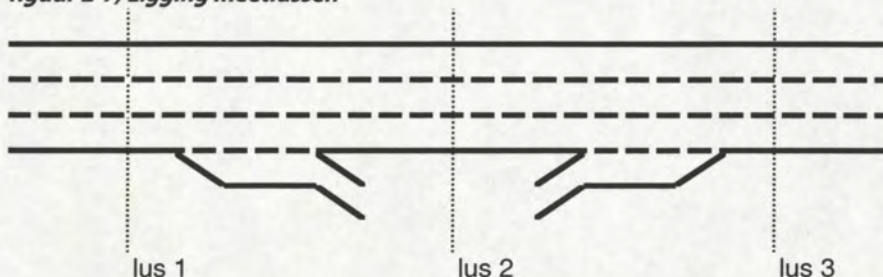
Voor alle intensiteitsvarianten (2001, 2005 zonder A50 en 2005 met A50) zijn de entry-exit matrices gelijk.

#### **MARE-data**

Uit de MARE-data zijn de intensiteiten afgeleid die bij de aansluiting in het model de afrit nemen (en die naar de verzorgingsplaats in het model Boxtel rijden). Dit is gedaan door de intensiteiten te vergelijken van de meetlus juist bovenstreams van de afrit en die juist stroomafwaarts van de afrit.

Uit dezelfde MARE-gegevens is het mogelijk de intensiteiten van de toerit te bepalen. Deze bewerking is uitgevoerd, maar deze cijfers zijn uitsluitend gebruikt om er de visuele tellingen mee te vergelijken. De intensiteiten van de toerit zijn (meer gedetailleerd dan op basis van MARE-cijfers mogelijk is) samengesteld uit de visuele tellingen.

In de onderstaande figuur is de ligging van de meetlussen voor het bepalen van de intensiteiten schematisch opgenomen.

**figuur 2-7, Ligging meetlussen**







### Visuele tellingen

Voor het onderliggend wegennet is gebruik gemaakt van visuele tellingen per kwartier in zes categorieën van de aansluitingen:

- aansluiting Boxtel:  
donderdag 25 september 1997, 7:00 – 10:00 uur;
- aansluiting Best-West:  
donderdag 14 oktober 1999, 7:00 – 10:00 uur;
- aansluiting Best:  
donderdag 14 oktober 1999; 15:30 – 18:30 uur.

De intensiteiten buiten de telperioden (zoals tussen 06:00 – 07:00) zijn geschat door extrapolatie van de beschikbare telgegevens.

Onderverdeling van de zes getelde voertuigklassen in drie voertuigtypen in het model:

- categorie 1: motorfietsen en licht verkeer;
- categorie 2: ongelede vrachtwagens en ongelede autobussen;
- categorie 3: geleed vracht verkeer.

De tellingen op de aansluiting Best-west zijn uitgevoerd vóór de openstelling van de ringweg Best. In aanvulling op de tellingen van 1999 zijn tellingen uitgevoerd op 19 april 2001 (dus na openstelling van de ringweg), van 7:30 tot 8:30 uur, in 2 categorieën (personenauto's en vrachtwagens).

## 2.5 Varianten

In onderstaande paragrafen is per aansluiting een opsomming van de gesimuleerde varianten weergegeven.

### 2.5.1 Varianten Boxtel

Voor aansluiting Boxtel zijn de volgende situaties gesimuleerd:

- Huidige situatie: basisjaar 2001:
  - Intensiteiten ochtendspits 2001, geen TDI aanwezig.
- Varianten planjaar 2005:
  - Zonder A50, intensiteiten ochtendspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Zonder A50, intensiteiten ochtendspits 2005, met enkelstrooks TDI;
  - Met A50, intensiteiten ochtendspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Met A50, intensiteiten ochtendspits 2005, met enkelstrooks TDI.

Hiernaast zijn voor het model Boxtel twee aanvullende 'optimalisatievarianten' gedraaid voor het planjaar 2005 zonder A50:

- Een tweestrooks TDI;
- Een verlengde invoegstrook en het verleggen van de stopstreep.

### 2.5.2 Varianten Best-West

Voor aansluiting Best-West zijn de volgende situaties gesimuleerd:

- Huidige situatie: basisjaar 2001:
  - Intensiteiten ochtendspits 2001, geen TDI aanwezig.
- Varianten planjaar 2005:
  - Zonder A50, intensiteiten ochtendspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Zonder A50, intensiteiten ochtendspits 2005, met enkelstrooks TDI;
  - Met A50, intensiteiten ochtendspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Met A50 intensiteiten ochtendspits 2005, met enkelstrooks TDI.







### 2.5.3 Varianten Best

Voor aansluiting Best zijn de volgende situaties gesimuleerd:

- Huidige situatie: basisjaar 2001:
  - Intensiteiten avondspits 2001, geen TDI aanwezig.
- Varianten planjaar 2005:
  - Zonder A50, intensiteiten avondspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Zonder A50, intensiteiten avondspits 2005, met dubbelstrooks TDI;
  - Met A50, intensiteiten avondspits 2005, geen TDI aanwezig;
  - Met A50, intensiteiten avondspits 2005, met dubbelstrooks TDI.

### 2.6 Simulatie

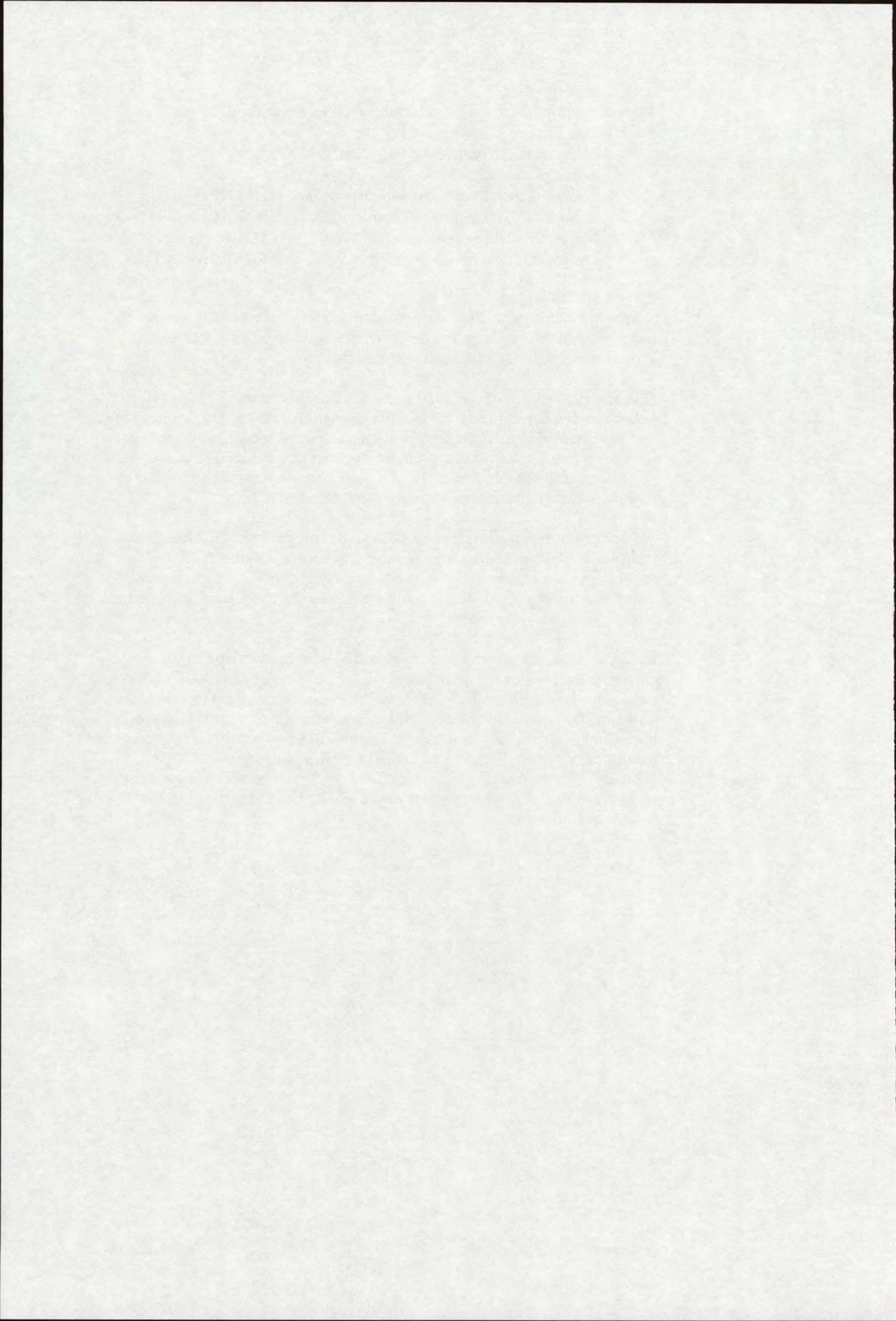
Voor een beter inzicht in de wijze van simuleren is onderstaand, zonder op alle details van de werking van het simulatiemodel in te gaan, een aantal aspecten van de modelruns nader uitgewerkt.

Elke simulatie-run start met een voorloop-run. Hierin wordt het netwerk belast met een constante intensiteit, die aanzienlijk lager is dan de intensiteit van het begintijdstip van de simulatie van de spitsperiode. Zodoende krijgt het netwerk tussen de simulatieruns de kans om leeg te lopen en eventuele wachtrijen volledig weg te werken. Als duur voor de voorlooprun is een uur ingesteld. Deze periode is in de analyse niet betrokken.

Na de voorloop-run start de simulatie van de spitsperiode. Gedurende deze tijd verandert de intensiteit per vijf minuten (hoofddrijbaan A2) of per kwartier (onderliggend wegennet). De na te bootsen spitsperiode start hierbij om 6:00 uur en eindigt om 10:00 uur (ochtendspits). Voor de avondspits is de periode 15:00 – 19:00 uur gehanteerd.

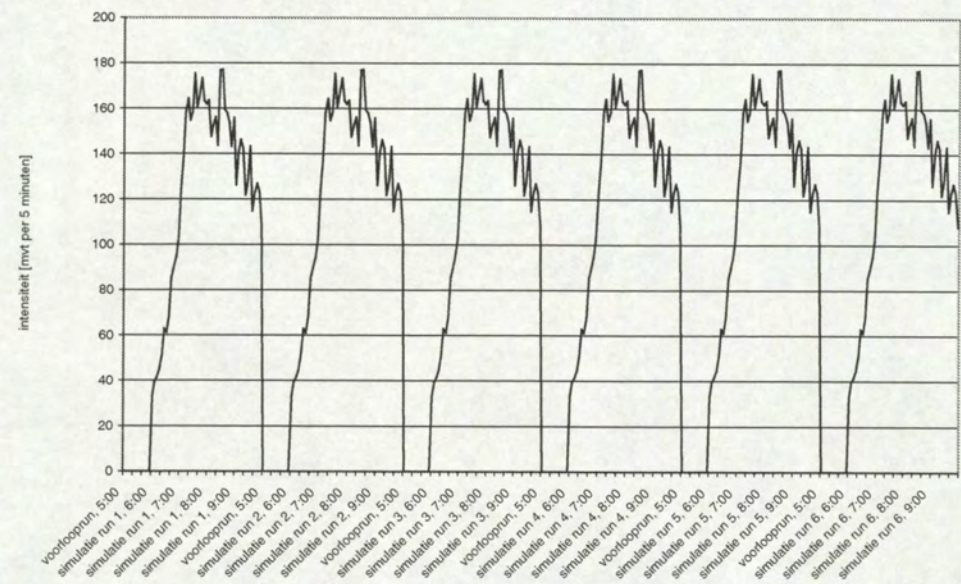
In figuur 2-8 is het verloop van de intensiteit weergegeven op één van de entries, gedurende de simulatie: hierin wordt zesmaal de sequentie 'voorloop-run - simulatierun' herhaald. Elke sequentie wordt aangeduid met de term 'sub-run'. De resultaten zijn bepaald op basis van alle sub-runs. Hoe groter het aantal sub-runs, hoe groter de statistische betrouwbaarheid. Op basis van informatie van de beheerder van het pakket (Rijkswaterstaat AVV) is gekozen voor een aantal van zes sub-runs. Dit aantal vormt een optimum tussen benodigde rekentijd en betrouwbaarheid. Onze ervaring met het pakket bevestigt dit.







figuur 2-8 Verloop intensiteit gedurende simulatie



In hoofdstuk 4 is een beschrijving opgenomen over de werking van TDI's en de wijze waarop deze in het model zijn ingevoerd.







### 3 Validatie

De validatie van het model behelst het zo goed mogelijk laten overeenkomen van de modeluitkomsten met de werkelijkheid, dit kan uiteraard alleen voor de huidige situatie. In de vergelijking tussen werkelijkheid en model is gekeken naar de volgende indicatoren:

- filepatroon:
  - tijdstip waarop de file begint;
  - locatie waar de file begint.
- verloop van intensiteiten op drie locaties op de A2:
  - direct achter de 'ingang' van het model;
  - in de bottleneck;
  - juist voor de 'uitgang' van het model.

#### Filepatroon

Het filepatroon is een indicatie voor een juiste berekening van de capaciteit van de bottleneck. Komt het filepatroon goed overeen, dan is de waarde van de capaciteit correct. Is er te weinig file en ontstaat deze te laat, dan is de capaciteit in het model te hoog ingesteld. Andersom: als de capaciteit te laag is ingesteld, dan ontstaat in de modeluitkomsten de file eerder en heftiger dan in de werkelijkheid.

#### Intensiteit

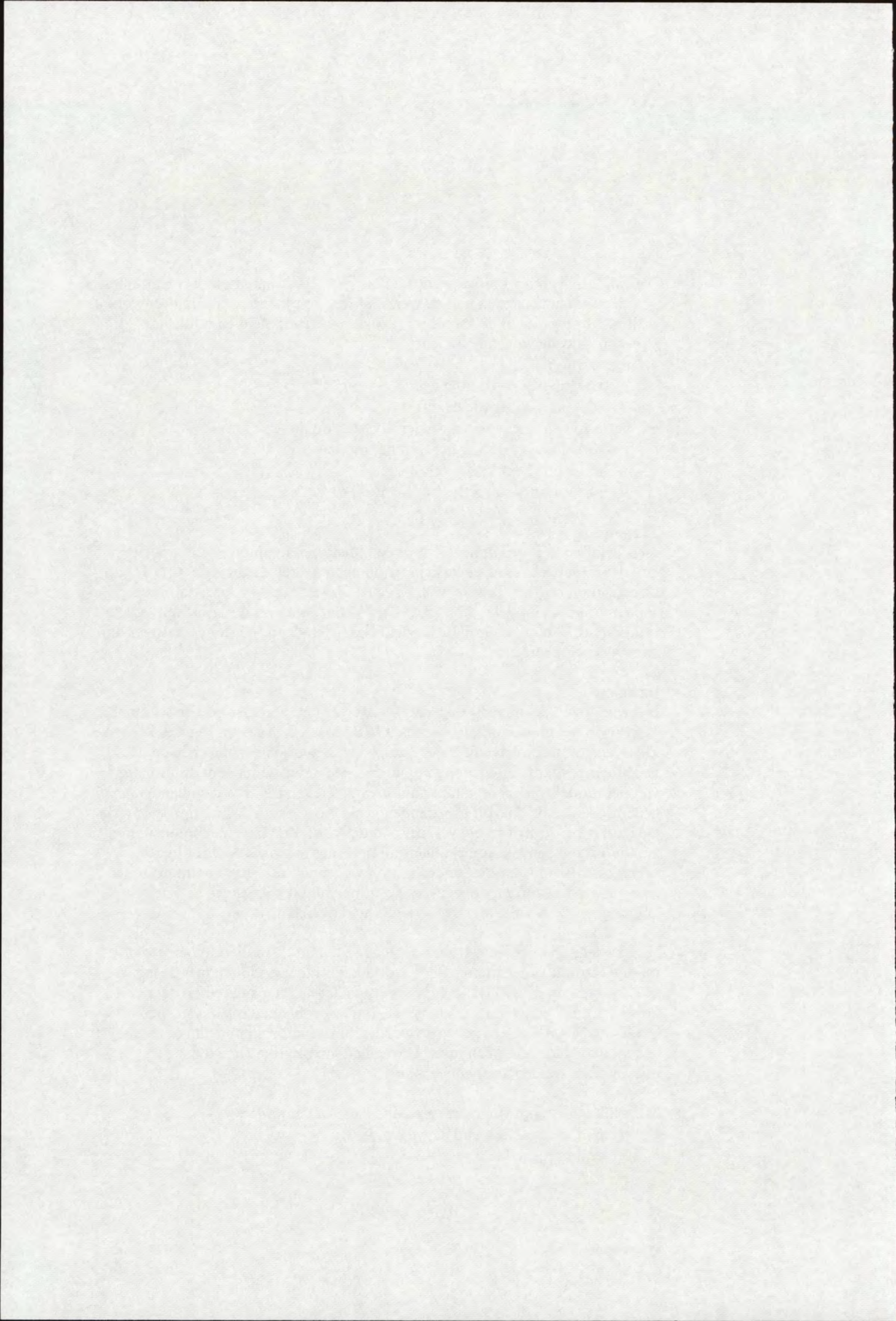
Het totaal van de intensiteit, gerekend over de hele spitsperiode, moet op elke meetlus in het model met de metingen in de MARE-gegevens overeenkomen. De intensiteiten direct achter de 'ingang' van het model vormen een controle voor de ingevoerde intensiteiten op de A2. De intensiteiten aan de 'uitgang' van het model zijn het resultaat van de intensiteiten op de verschillende generatoren en de daarbij behorende e-e matrices. Stuur – bij voorbeeld – de e-e matrix bij de afrit teveel verkeer van de A2 af, dan liggen de intensiteiten aan de 'uitgang' in het model lager dan in de metingen. Ook als er bij de verkeersstromen vanaf het onderliggend wegennet niet de juiste intensiteiten en e-e matrices worden opgegeven, komt het aantal voertuigen aan de 'uitgang' op de A2 niet met de werkelijkheid overeen.

Het model is gekalibreerd door de intensiteiten uit de modeluitvoer van de huidige situatie (intensiteiten 2001) zonder TDI te vergelijken met de gemeten intensiteiten uit de MARE-cijfers. Geëist is dat de intensiteiten op de meest bovenstrooms gelegen lus in elk geval zonder problemen overeenkomen, omdat de MARE-cijfers gebruikt worden om de intensiteiten van deze entry te bepalen. Hoe verder een meetlus weg ligt van de entry, hoe meer de intensiteiten zouden kunnen verschillen.

Mogelijke oorzaken van deze verschillen zijn onder andere:

- verschil in capaciteit van de wegvakken;
- verschil in rijsnelheid;







- gedrag op de weg (inhalen, uitvoegen, invoegen) is in het model anders dan in werkelijkheid.

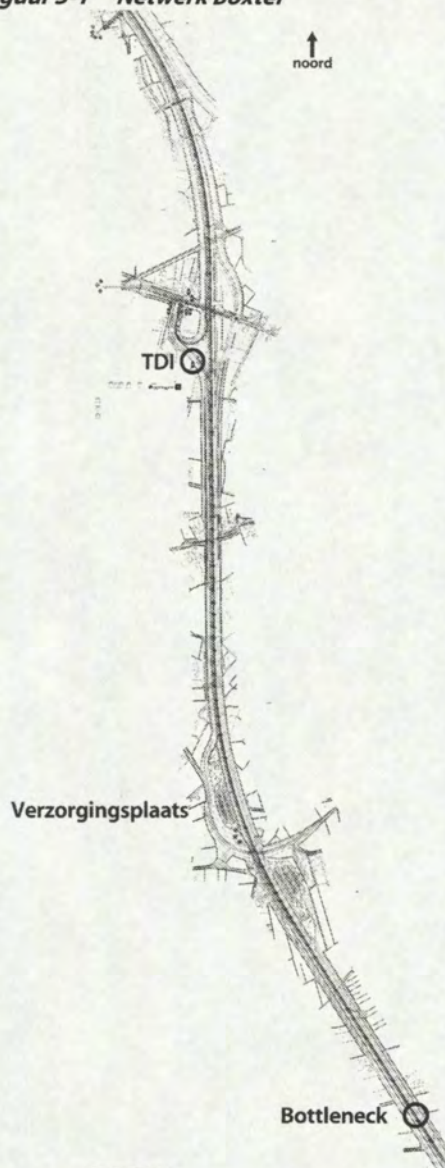
Elk van deze 'knoppen' in de simulatie is bij de validatie van het model gebruikt om de modelresultaten beter met de gemeten werkelijkheid te doen overeenkomen.

### 3.1 Boxtel

#### Netwerk

In figuur 3-1 is weergegeven hoe de aansluiting Boxtel in het model is opgenomen. Op de toerit is de TDI reeds ingebouwd. In de variant voor de huidige situatie en voor de varianten zonder TDI zijn de parameters van de TDI zodanig ingesteld dat deze het verkeer niet gaat regelen.

figuur 3-1 Netwerk Boxtel



In de figuur is te zien dat, naast de aansluiting zelf, ook een gedeelte van het onderliggend wegennet gemodelleerd is, inclusief de VRI aan het begin van de toerit (zie figuur 2-2).

In het model is ook de verzorgingsplaats Velder opgenomen. Hiervoor is gekozen omdat de feitelijke bottleneck bij Boxtel pas stroomafwaarts van de verzorgingsplaats ligt. Tussen de aansluiting Boxtel en de verzorgingsplaats bestaat de rijbaan van de A2 uit een 2+1 weefvak:

- twee rijstroken op de hoofdrijbaan en
- één aanliggende rijstrook.

De verzorgingsplaats is in feite als extra aansluiting op de A2 opgenomen in het model. De afrit naar de verzorgingsplaats en de toerit daarvandaan zijn in het model niet met elkaar verbonden.



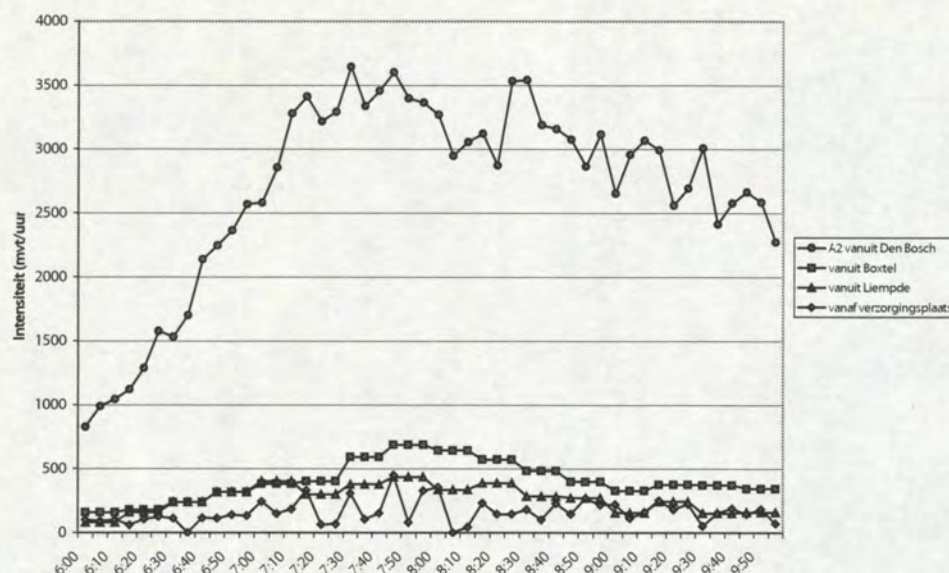




### Intensiteiten

De intensiteiten voor het model zijn bepaald voor alle model-ingangen (entries). Voor het bepalen van de instroom zijn de MARE gegevens voor de ochtendspits tussen 6:00 – 10:00 uur gebruikt. Voor de intensiteiten op het onderliggend wegennet zijn de visuele tellingen gebruikt. In de onderstaande grafiek zijn de gehanteerde intensiteiten voor alle modelingenangen weergegeven.

**tabel 3-1, Intensiteiten Boxtel 2001**



Hoe de bovenstaande intensiteiten zich verdelen over het netwerk is afhankelijk van de entry-exit matrix die is opgegeven. De bijbehorende matrix is opgenomen in bijlage 3.

Voor de twee varianten in het planjaar 2005 zijn de intensiteit opgehoogd of verlaagd met de onderstaande percentages:

**tabel 3-2, Aanpassingen intensiteiten voor het planjaar 2005**

	2005 zonder A50	2005 met A50
A2 vanuit Den Bosch	+ 13% t.o.v. 2001	-10% t.o.v. 2005
Baxtel	+ 12 % t.o.v. 2001	-10% t.o.v. 2005
Liempde	+ 12% t.o.v. 2001	+5% t.o.v. 2005
Verzorgingsplaats	+ 13% t.o.v. 2001	-10% t.o.v. 2005

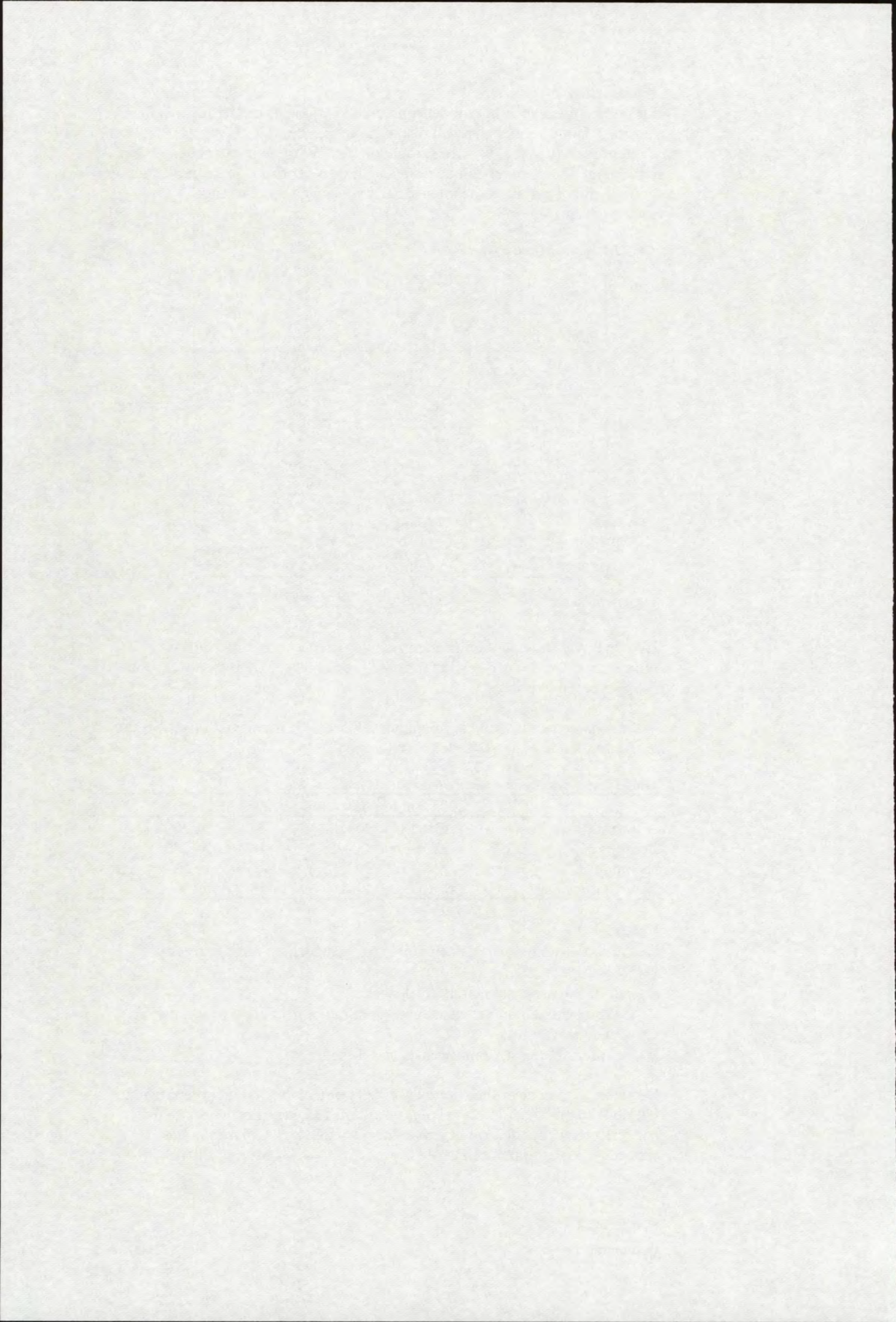
### Validatie

De validatie van het netwerk Baxtel is o.a. gebeurd op basis van een vergelijking van:

- het filepatroon: capaciteit bottleneck;
- de intensiteiten op het eerste meetpunt in het netwerk stroomopwaarts van de aansluiting;
- de intensiteiten stroomafwaarts van de toerit.

De eerste stap in het validatieproces is het controleren van het filepatroon. Uit de Kaplan-Meier analyse volgt voor hm. 135,5 (de bottleneck in dit netwerk) een capaciteit op de rijbaandoorsnede van 4.056 mvt/u. De capaciteit is hierbij met een verdeling van 55% - 45% over de rijstroken





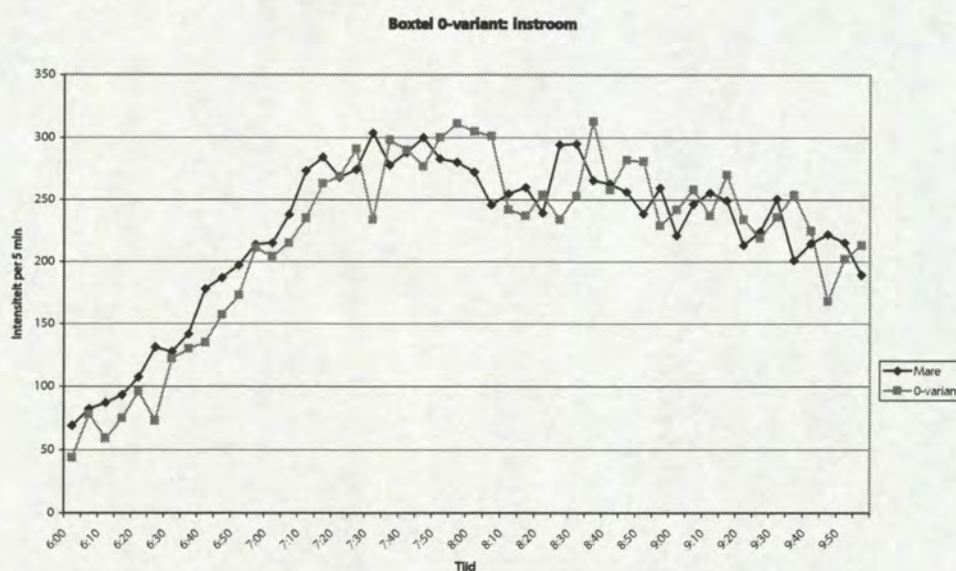


ingevoerd in het model. De capaciteit in het model is ingesteld op 2.237 mvt/u voor de linker rijstrook en 1.825 voor de rechter rijstrook.

Bij de validatie kwam naar voren dat de ingestelde capaciteit (voor Flexsys-II-) te hoog lag; de file begon te laat en was niet voldoende ernstig. Het filepatroon is sterk afhankelijk van intensiteit-capaciteit verhouding in de bottleneck. Omdat de intensiteiten overeenkomen met de werkelijkheid is in een iteratief proces de capaciteit verlaagd. Als eerste is de capaciteit met 10% verlaagd, dit gaf echter nog onvoldoende extra effect. Vervolgens is een modelrun gedraaid met een afname van 20%, deze verlaging gaf een te sterk filepatroon en dus een te sterke reductie te zien. De verlaging is uiteindelijk uitkomen op 15%, resulterend in een capaciteit van 3452 mvt/u (1.901 mvt/u op de linker rijstrook en 1.551 mvt/u op de rechter rijstrook). Het filepatroon kwam bij deze verlaging het meest overeen met de werkelijkheid. Een vlekkenkaart (een tijd/weg/snelheid grafiek) van de 0-situatie is opgenomen in bijlage 4.

Vervolgens is gekeken naar de intensiteiten stroomopwaarts van de aansluiting. Hierbij is gekeken of de omvang, en het verloop van de intensiteiten voldoende overeenkomt met de werkelijkheid. In figuur 3-2 is een vergelijking opgenomen tussen de oorspronkelijke MARE-intensiteiten en gegevens van de eerste meetlus in het model. Zoals in de grafiek is te zien komt het verloop goed overeen. Aan het einde van de spits is er sprake van een lichte verstoring in het model waardoor er enkele uitschieters in het verloop is te zien. Dit wordt veroorzaakt door terugstuwing van de file in het model. De intensiteiten zijn als gevolg hiervan, in de tijd iets verschoven. Hiernaast moest vanwege terugslag van de file in 2005 het netwerk met enkele kilometers worden uitgebreid. Door de extra wegvakken is de rijtijd van het begin van het netwerk tot aan de eerste meetlus hoger dan in werkelijkheid en komt het verkeer enkele minuten later bij het meetpunt aan. Het totale verkeersaanbod komt goed overeen.

**figuur 3-2, Intensiteitenverloop stroomopwaarts**



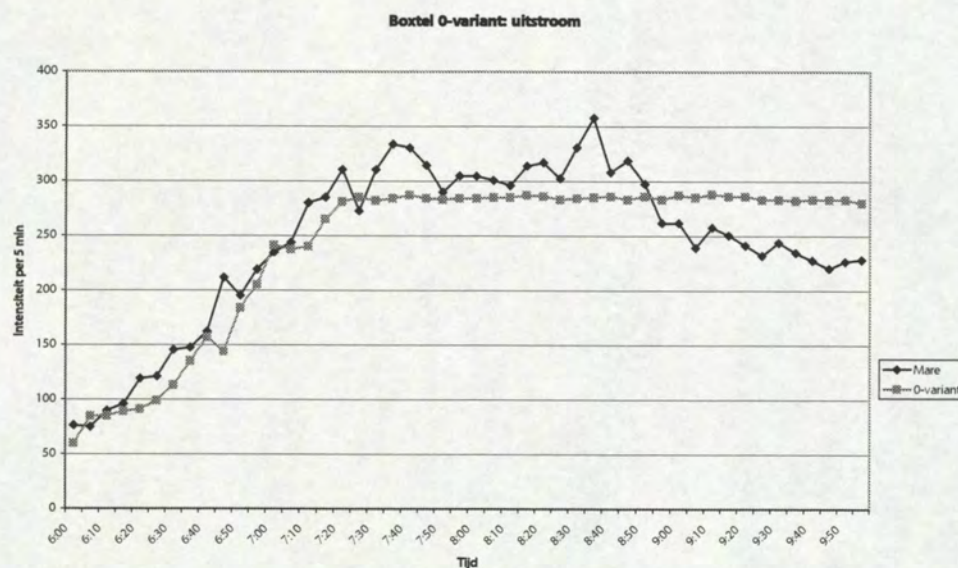






Tot slot zijn de intensiteiten aan het einde van het traject gecontroleerd. Het verloop van de intensiteit op het laatste meetpunt van het traject is opgenomen in figuur 3-3. Uit figuur 3-3 blijkt de invloed van de capaciteit op de intensiteiten in Flexsyt-II-: het model hanteert de capaciteit als absolute bovengrens voor de intensiteit. Als de intensiteit daarboven komt, wordt het overschot 'gebufferd' in de file.

**figuur 3-3, Intensiteitenverloop stroomafwaarts**



### Conclusie

Bij de validatie kwam naar voren dat het filebeeld niet goed overeen kwam met de werkelijkheid. Door het aanpassen van de capaciteit in het model is een representatief filebeeld gecreëerd. De intensiteit op de meetlus aan het einde van het traject gemeten ligt wel lager dan in werkelijkheid, dit is gezien de verlaging van de capaciteit en de wijze waarop Flexsyt-II- omgaat met de ingestelde capaciteit te verklaren. Deze afwijking op de laatste meetlus is minder ernstig dan het ontbreken van een file.







### 3.2 Best-West

#### Netwerk

In figuur 3-4 is weergegeven hoe de aansluiting Best-West in de huidige situatie gemodelleerd is.

*figuur 3-4 Netwerk Best-west*

#### Intensiteiten

De intensiteiten voor de A2 die gebruikt worden in het model zijn op dezelfde wijze bepaald als voor het netwerk van Boxtel. In verband met de openstelling van de nieuwe rondweg in 2001 zijn voor het bepalen van de intensiteiten op het onderliggend wegennet aanvullende tellingen gebruikt. Omdat deze tellingen alleen beschikbaar waren voor het drukste uur zijn de tellingen aangevuld. Hiervoor is gebruik gemaakt van de spitscurven (het verloop van

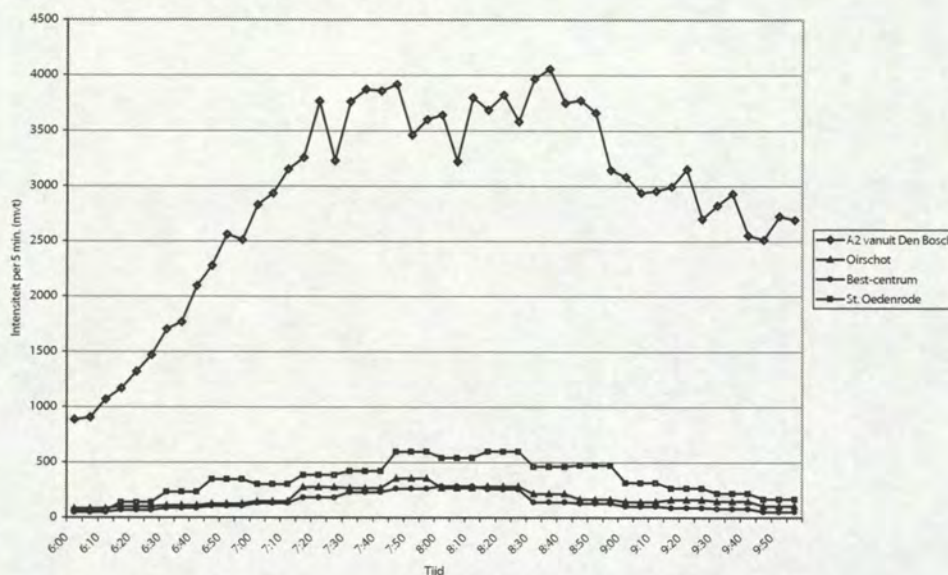






de intensiteit over de spits) van de visuele tellingen uit 1999. In figuur 3-5 zijn de gehanteerde intensiteiten opgenomen.

**figuur 3-5, Intensiteiten Best-west 2001**



Voor de intensiteiten in 2005 is gebruik gemaakt van de volgende percentages:

**tabel 3-3, Aanpassingen intensiteiten voor het planjaar 2005**

	2005 zonder A50	2005 met A50
A2 vanuit Den Bosch	+ 13% t.o.v. 2001	-10% t.o.v. 2005
Oirschot (ring)	+ 12 % t.o.v. 2001	-34% t.o.v. 2005
Best-centrum	+ 12 % t.o.v. 2001	+8% t.o.v. 2005
St. Oedenrode	+ 12% t.o.v. 2001	-62% t.o.v. 2005

### Validatie

Bij de validatie is vervolgens gekeken naar:

- het filepatronen: capaciteit bottleneck;
- de intensiteiten op het eerste meetpunt stroomopwaarts;
- de intensiteiten stroomafwaarts.

In het netwerk van Best-west wordt de capaciteit bepaald door het invoeggedrag. Er is in de vlekkenkaarten van de metingen geen bruikbare bottleneck (voor het bepalen van een capaciteit) te herkennen. Daarom is het voor dit netwerk niet mogelijk een Kaplan Meier-analyse uit te voeren: er zijn onvoldoende metingen van file-omstandigheden. De filetak ontbreekt in het basisdiagram en de curve van Kaplan Meier blijft steken boven 50%. Door het ontbreken van een statistisch bepaalde capaciteit is de capaciteit ingeschat. Als capaciteit op de rijbaan is 4.200 mvt/u gehanteerd. De capaciteit is als volgt verdeeld over de rijstroken: 2300 linker rijstrook + 1900 rechter rijstrook. Voor de invoegstrook is een capaciteit van 2000 mvt/u ingevoerd. Met deze capaciteiten ontstaat een realistisch filebeeld.

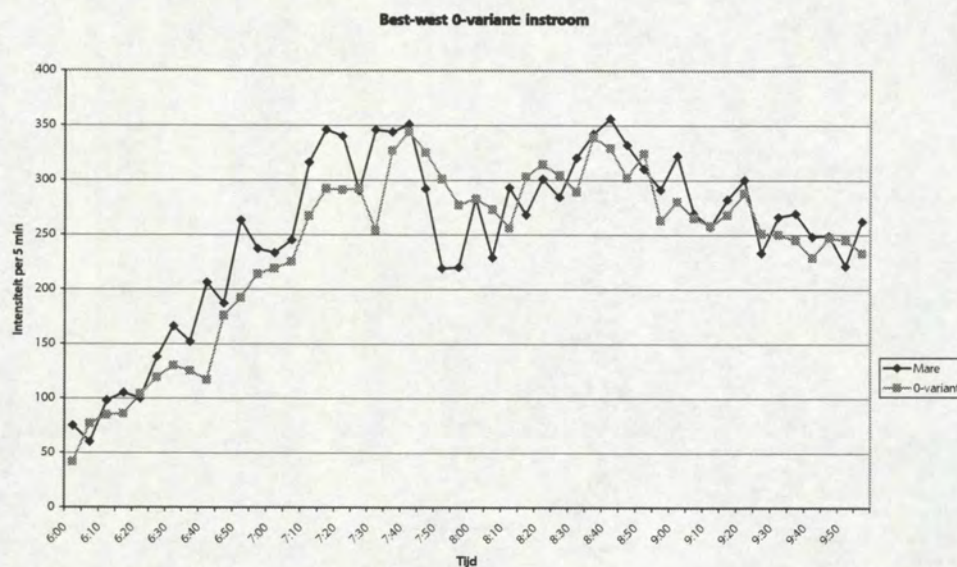
De intensiteiten op de eerste meetlus in het model komen goed overeen met de werkelijkheid. Op sommige momenten zijn de pieken in de intensiteit die wel uit de metingen voorkomen iets afgevlakt en loopt de intensiteit in het model iets achter op de werkelijkheid. Vanwege terugslag van de file in 2005 moest ook in dit model het netwerk met enkele kilometers worden uitgebreid waardoor de rijtijd met enkele minuten is toegenomen.





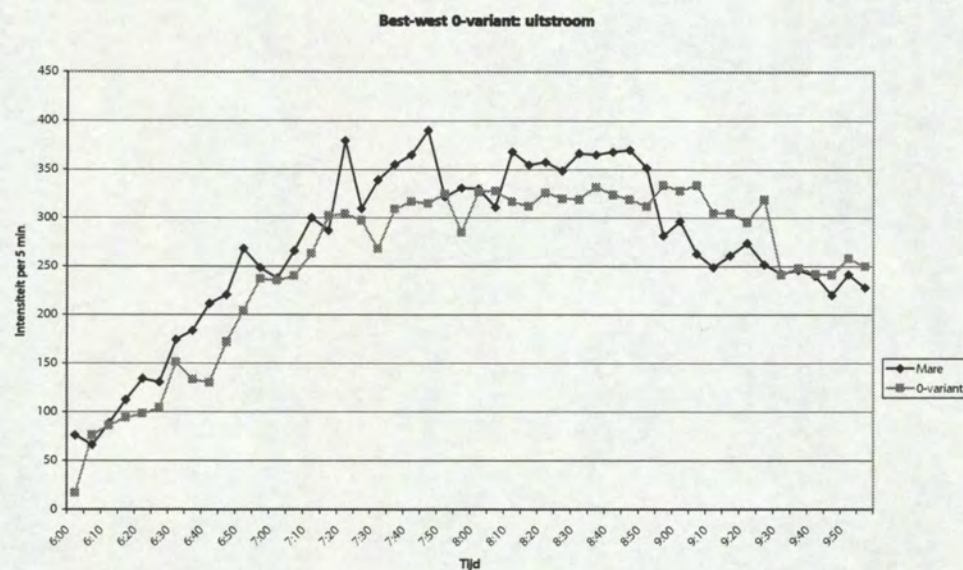


figuur 3-6, Intensiteitenverloop stroomopwaarts



De uitstroom van het model loopt (net als de instroom) iets achter op de werkelijkheid. Ook is te zien dat er in het model iets minder verkeer wordt doorgelaten en de file in het model iets langer blijft staan. Dit is te zien aan de verhoogde intensiteiten tussen 8:45 en 9:30 in het model.

figuur 3-7, Intensiteitenverloop stroomafwaarts



### Conclusie

Op basis van de MARE data kon voor dit traject geen capaciteit voor de bottleneck geschat worden. De capaciteit is daarom ingeschat. Bij de validatie kwam naar voren dat het model Best-west goed overeenkwam met de werkelijkheid en er geen verdere aanpassingen noodzakelijk waren.







### 3.3 Best

#### Netwerk

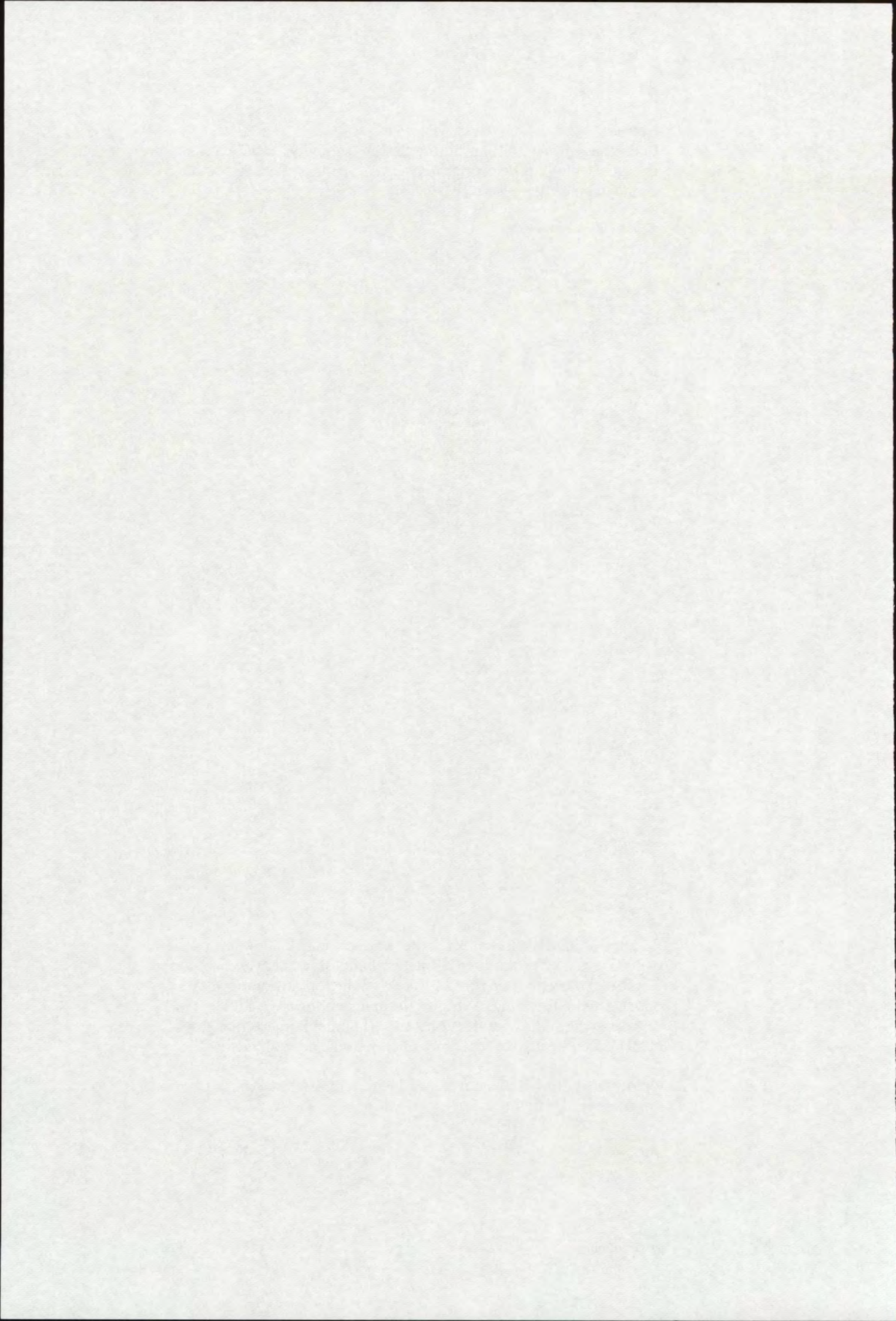
In is weergegeven hoe aansluiting Best in de huidige situatie gemodelleerd is. In tegenstelling tot de overige netwerken wordt bij Best de oostbaan (in de avondspits) gemodelleerd.

*figuur 3-8 Netwerk Best*

De aansluiting Best ligt direct achter knooppunt Ekkerswijer. Omdat de file in 2005 terugslaat tot buiten het netwerk moest het netwerk worden uitgebreid. Hierbij is de rijbaan enkele kilometers stroomopwaarts doorgetrokken en zijn er extra (fictieve) lussen toegevoegd. De verkeersstroom die over de A2 het model binnenkomt, is niet gesplitst in een oostelijke en westelijke tak, omdat het netwerk dat ook niet is.

Op de aansluiting Best staat een verkeersregelininstallatie die in het model is opgenomen (zie figuur 2-5).







### Intensiteiten

De intensiteiten voor het model zijn op dezelfde manier bepaald als voor Boxtel. In de figuur 3-9 is het verloop van de intensiteit voor alle modelingen weergegeven.

**figuur 3-9, Intensiteiten Best 2001**



### Validatie

Bij de validatie is vervolgens gekeken naar:

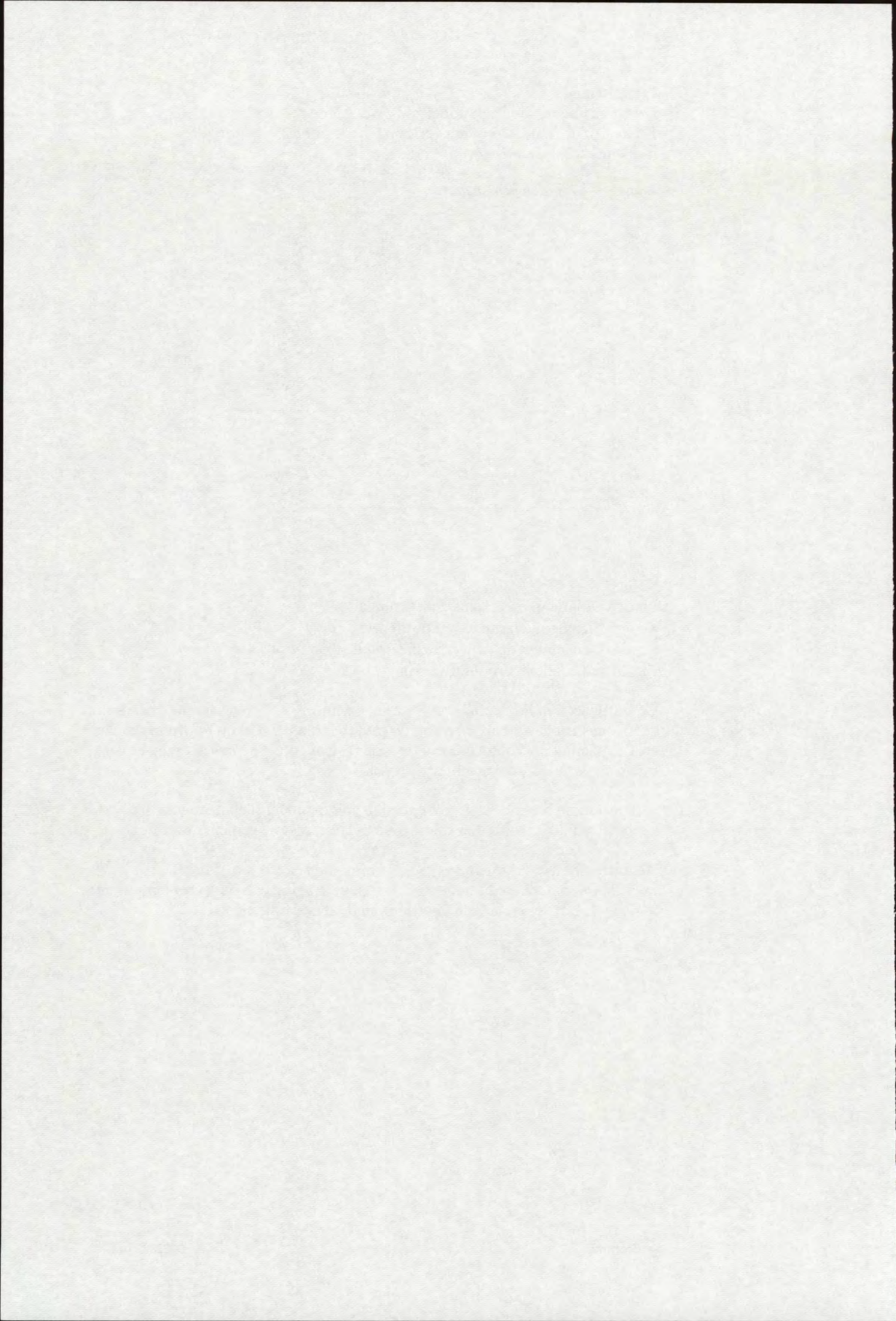
- het filepatronen: capaciteit bottleneck;
- de intensiteiten op het eerste meetpunt stroomopwaarts;
- de intensiteiten stroomafwaarts.

De bottleneck in het model van Best ligt op hm. 139,6, ongeveer 500 meter na de invoegstrook. De capaciteit op dit punt bedraagt 3.930 mvt/u. In het model is de capaciteit als volgt verdeeld over de rijstroken: 2.162 mvt/u op de linker rijstrook en 1.768 op de rechter rijstrook.

In de validatie blijkt deze waarde goed te voldoen. Het filepatroon en het verloop van de intensiteiten stemt goed overeen met de gemeten waarden.

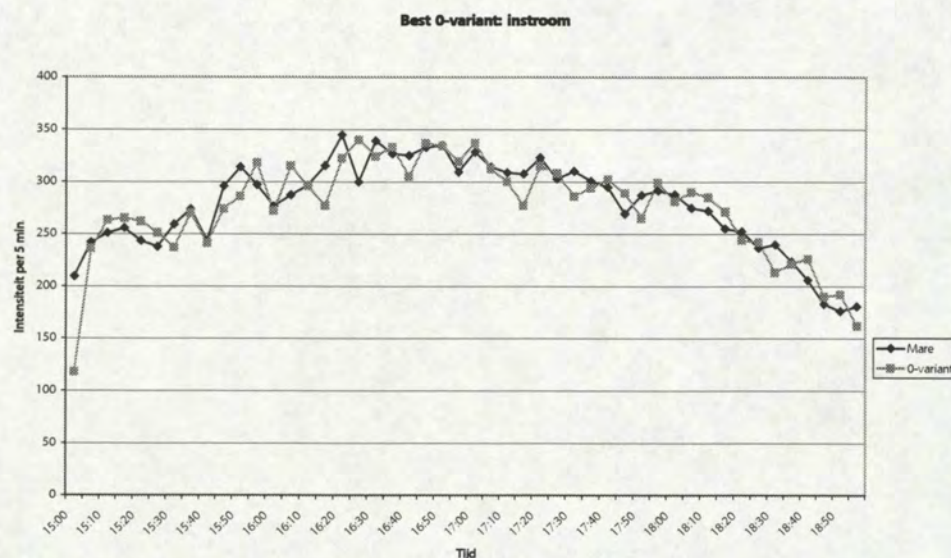
Het intensiteitenverloop in het model komt goed overeen met de werkelijkheid. Ook in dit netwerk is er een vertraging van ongeveer 5 minuten te zien (zie ook de verlaagde intensiteit in de eerste timeslice).





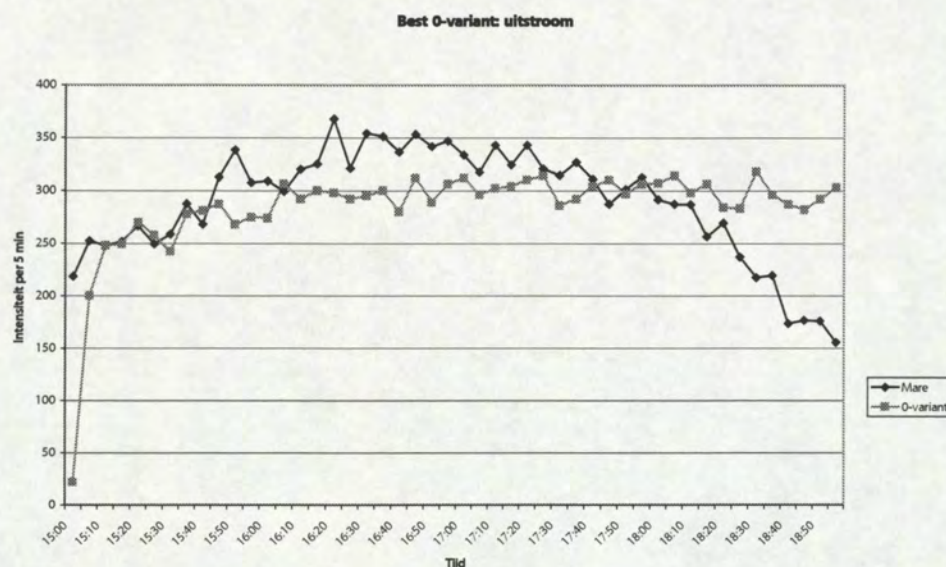


figuur 3-10, Intensiteitenverloop stroomopwaarts



Wordt gekeken naar de intensiteiten op de laatste meetlus stroomafwaarts, dan valt op dat er in de piek van de spits minder verkeer en aan het einde van de spits meer verkeer in het model wordt gemeten. In het model wordt het verkeer voor de bottleneck dus meer gebufferd dan in werkelijkheid. De totale omvang van het verkeersaanbod is gelijk.

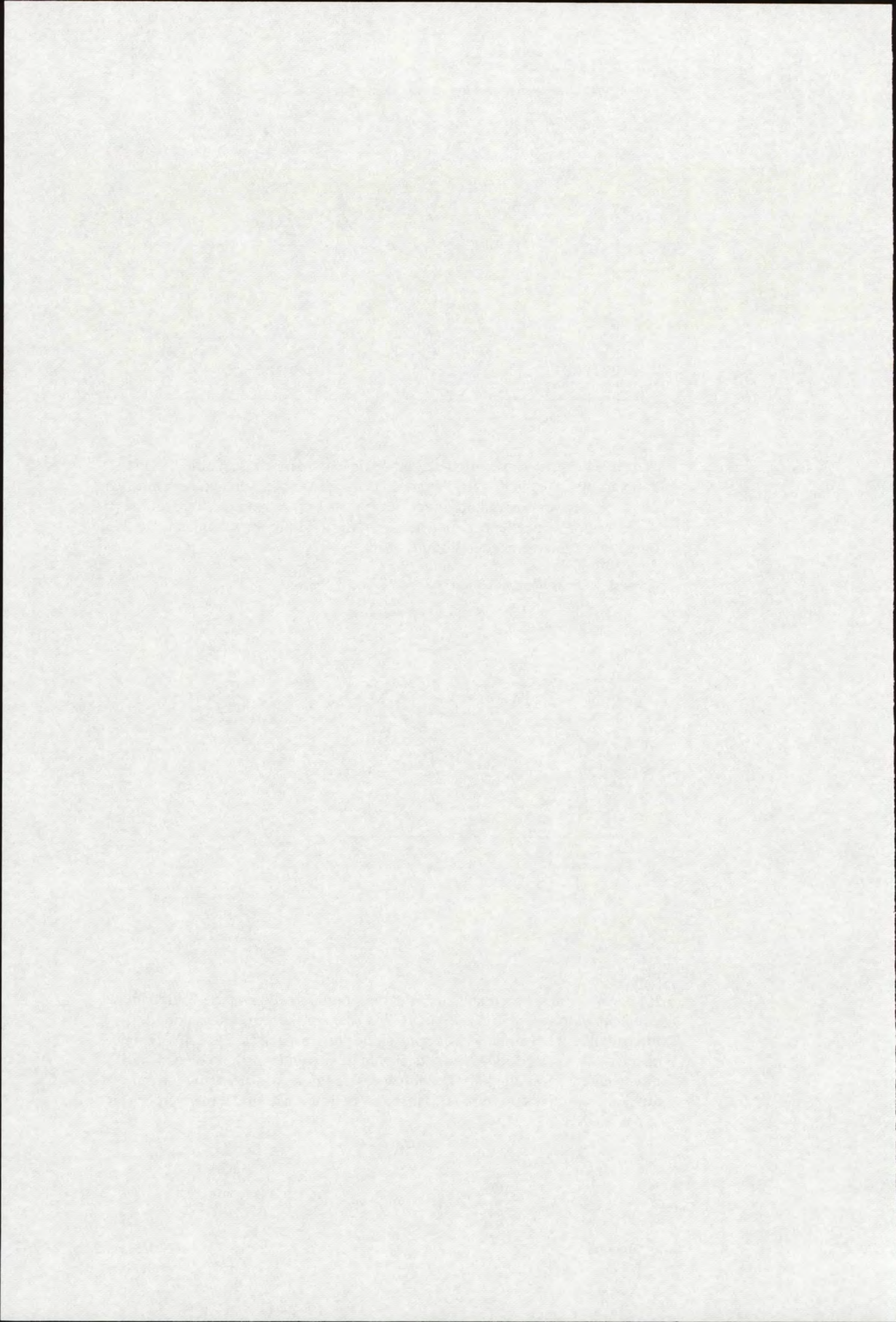
figuur 3-11, Intensiteitenverloop stroomafwaarts



### Conclusie

Bij de validatie kwam naar voren dat de gemodelleerde situatie voldoende overeenkwam met de werkelijkheid. Wel is er sprake van een verhoogde intensiteit aan het einde van de spits op de laatste meetlus. Deze afwijking is alleen op te lossen door het verhogen van de capaciteit of het verlagen van de intensiteiten. Deze aanpassing hebben echter tot gevolg dat de fileomvang afneemt, wat niet wenselijk is. Daarom is besloten het model niet verder aan te passen.







## 4 Effecten en modellering TDI

### 4.1 Effecten TDI

Door het plaatsen van een TDI kan het verkeer vanaf de toerit druppelsgewijs worden toegelaten op de hoofdrijbaan. Als gevolg hiervan verloopt het invoegen van 'losse' voertuigen soepeler dan een peloton (losse auto's vinden makkelijker een gaatje in de verkeersstroom). Het invoegproces vormt vaak een bottleneck; als gevolg van het soepeler invoegen ligt de capaciteit van de bottleneck minder laag dan zonder TDI. Uit evaluatiestudies<sup>4</sup> is gebleken dat bij de plaatsing van een TDI de capaciteit ter hoogte van de invoeger met gemiddeld 5% toeneemt (afhankelijk van de plaatselijke situatie). De TDI wordt standaard zodanig ingesteld, dat het verkeersaanbod op de toerit in de tijd alleen wordt herverdeeld. Het oorspronkelijke aanbod wordt in principe in dezelfde tijdsperiodes verwerkt.

Hiernaast kunnen de parameters van de TDI zodanig worden ingesteld dat de TDI de voertuigstroom op de toerit kan 'knijpen'. De piek in het verkeersaanbod wordt daarmee vastgehouden op het onderliggend wegennet en op een (iets) later moment toegelaten op de autosnelweg, wanneer op de snelweg voldoende 'gaten' / ruimte beschikbaar is.

Het effect van de TDI is afhankelijk van lokale omstandigheden. Een belangrijke rol daarbij spelen

- de huidige problemen met de verkeersafwikkeling: als het verkeer zonder grote problemen kan worden afgewikkeld, is het *potentiële* effect van de TDI kleiner dan bij grote afwikkelingsproblemen;
- de verhouding tussen de intensiteiten op de hoofdrijbaan en de toerit: zijn de intensiteiten op de toerit laag, dan heeft doseren een minder groot effect dan bij een aanzienlijke toestroom van verkeer.

### 4.2 Beknopte werking TDI

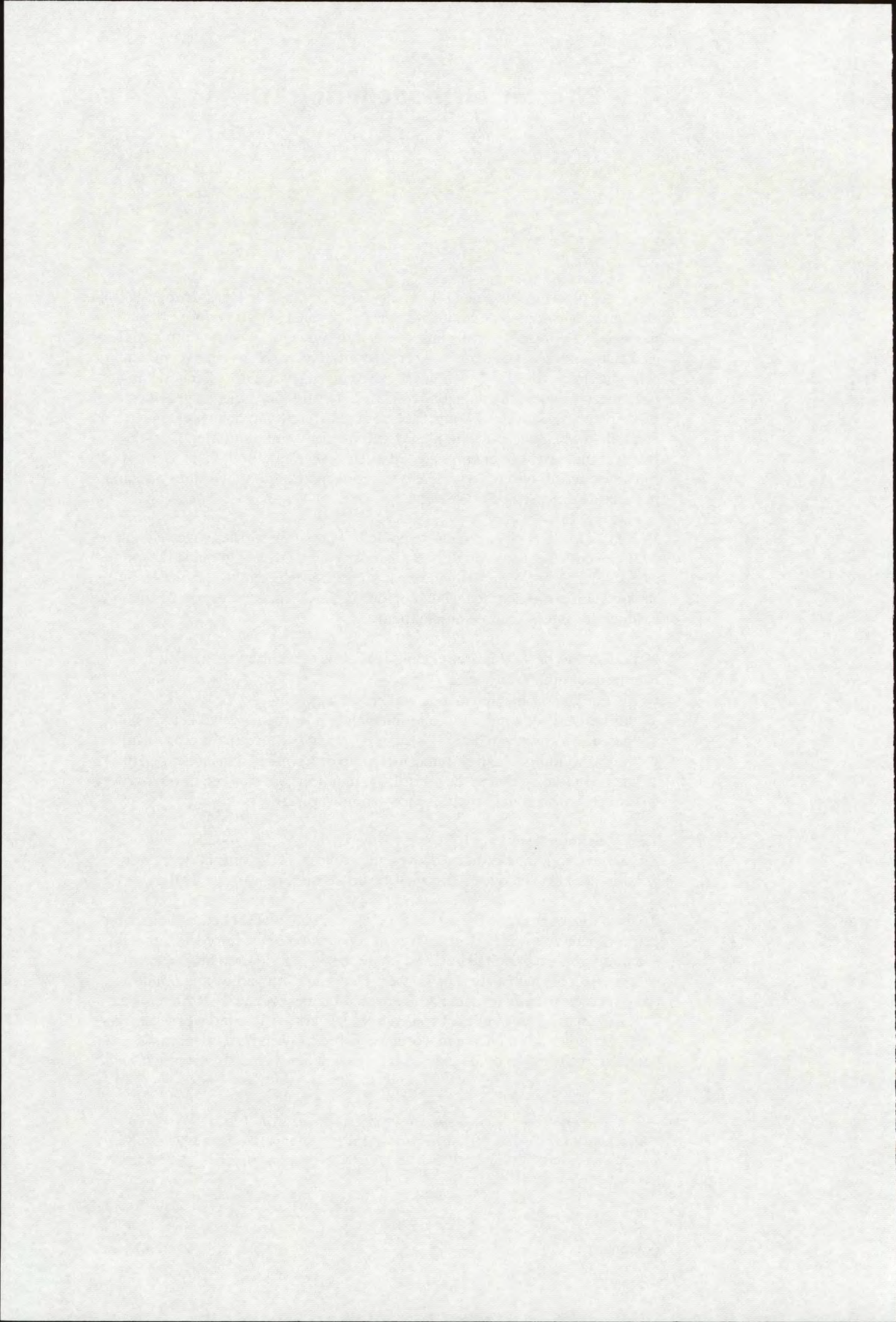
Zonder in detail in te gaan op de werking van een TDI wordt in deze paragraaf in het kort een overzicht gegeven van de werking van een TDI.

Zoals in de voorgaande paragraaf is beschreven is een TDI bedoeld om grote pelotons van voertuigen druppelsgewijs toe te laten op de hoofdrijbaan, en eventueel verkeer (kort) te bufferen op de toerit. Het doseren heeft echter weinig effect als het rustig is op de weg. Het is daarom van belang om de actuele verkeerssituatie te meten zodat bepaald kan worden of het zinvol is de TDI in te schakelen en om te bepalen hoeveel verkeer nog kan worden toegelaten. Om dit te kunnen meten worden er stroomopwaarts en stroomafwaarts van de aansluiting en op de toerit meetlussen in het wegdek aangebracht.

---

<sup>4</sup> 'Effecten van verkeersbeheersingsmaatregelen', Goudappel Coffeng 1999. Aanvulling op de Leidraad Evaluatiestudies Verkeersbeheersingsmaatregelen, Adviesdienst Verkeer en Vervoer 1998.







De TDI zal inschakelen als aan tenminste één van de volgende voorwaarden is voldaan:

1. De gemeten intensiteit op de toerit, én de gemeten intensiteit stroomopwaarts van de aansluiting overschrijden beide boven hun individuele intensiteitscriterium (parameter van de TDI);
2. De snelheid op de stroomopwaarts gelegen meetlus óf de snelheid op de stroomafwaarts gelegen meetlus onderschrijden hun individuele snelheidscriterium (parameter van de TDI).

Het inschakelen vindt alleen plaats als er geen sprake is van een zeer lage intensiteit op de toerit ( $<300$  vt/uur). Zelfs bij een file op de snelweg heeft het doseren bij deze zeer lage intensiteiten geen zin. De volgtijd van de voertuigen is bij een intensiteit van  $300$  vtg/uur  $12$  seconden, peletonvorming zal bij deze volgtijden niet snel optreden. De drempelwaarde voor een extra lage intensiteit op de toerit is een aparte parameter van de TDI en ligt onder de waarde van de reguliere intensiteitsdrempels voor de toerit (bij een éénstrooks TDI rond  $700$  vtg/uur).

Na het inschakelen meet de TDI de intensiteit tussen de afrit en de toerit en berekent hoeveel verkeer er nog op de hoofdrijbaan kan worden toegelaten. Hoeveel verkeer kan worden toegelaten is afhankelijk van de ingestelde capaciteit van de rijksweg. Deze capaciteit moet in het algoritme van de TDI worden opgegeven. Aan de hand van de hoeveelheid door te laten verkeer en het aantal beschikbare rijstroken op de toerit wordt een doseertijd berekend. Als de hoeveelheid toe te laten verkeer heel klein is, zal de doseertijd sterk oplopen. Dit werkt roodlichtnegatie in de hand, bestuurders accepteren een bepaalde maximum wachttijd. Daarom kent de TDI een maximale doseertijd, die default  $15$  seconden bedraagt.

Op de toerit liggen ook diverse lussen, waaronder voor de aanvraag van groen, geel en rood (deze tijden worden bij een TDI dynamisch bepaald), het uitvoeren van metingen van de intensiteit en het detecteren van file. De lussen voor de filedetectie liggen stroomopwaarts van de TDI en nabij het kruispunt. De filedetectie vormt een beveiliging tegen een te lange wachtrij en een te grote terugslag op het onderliggend wegennet. Zolang de filedetectie niet wordt aangesproken zal de TDI blijven doseren met de berekende doseertijd. Als de wachtrij zo lang wordt dat de filedetectie wordt aangesproken dan zal de TDI gedurende een korte periode verkeer met een minimale doseertijd te verwerken om zodoende de wachtrij te verkorten.

De TDI blijft regelen totdat aan beide van de onderstaande uitschakelcriteria wordt voldaan:

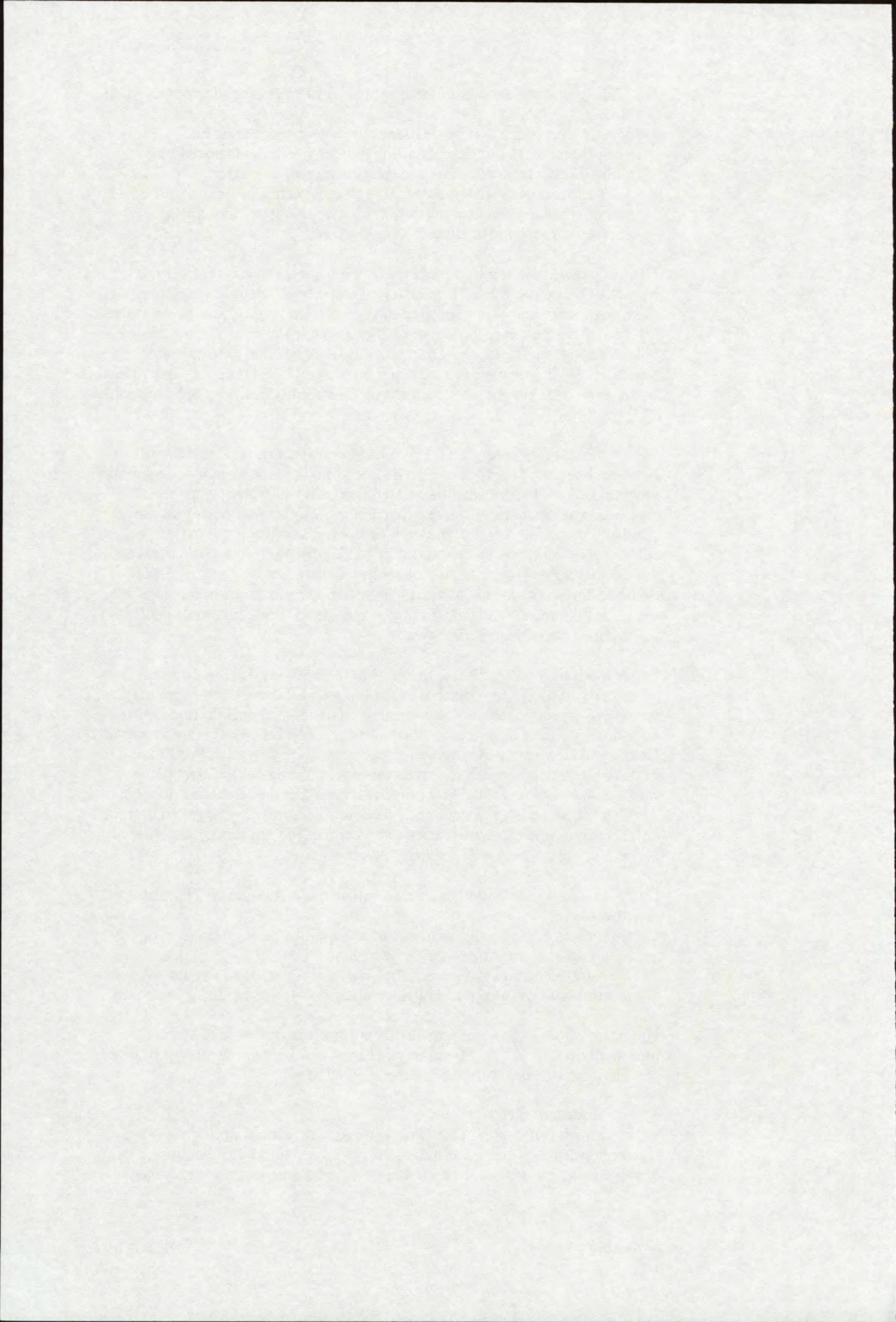
1. De intensiteit op de rijksweg, óf de intensiteit op de toerit komen onder het uitschakelcriterium voor de intensiteit;
2. De snelheid op zowel de stroomopwaarts, als de stroomafwaarts gelegen meetlus ligt boven de uitschakeldrempel voor de snelheid.

Hiernaast zal de TDI direct uitgaan als er sprake is van een extra lage intensiteit op de toerit ( $<300$  vtg/uur). Hierbij wordt geen rekening gehouden met het uitschakelcriterium voor de snelheid.

#### 4.3 Modellering TDI

TDI's kunnen eenvoudig in Flexsyt-II- worden ingevoerd door de RWS-C regelbestanden te koppelen aan het netwerk en de benodigde meetlussen op de juiste locatie in te tekenen en te koppelen aan de benodigde signaalgroe-







pen. Voor de enkelstrooks- en de tweestrooks TDI worden aparte regelingen gebruikt. Flexsyt-II- ziet de TDI hierna min of meer als een reguliere VRI, met maar één richting, geen conflicten en een minimale groentijd.

Flexsyt-II- houdt bij de berekening van de verkeersafwikkeling geen rekening met het invoegend verkeer (waaronder strookwisselingen en voertuigvolggedrag). Om het positieve effect van de TDI te modelleren is er bij de modelberekeningen van uitgegaan dat de capaciteit van de bottleneck bij de inzet van een TDI toeneemt met 5%. Indien er geen bottleneck op het traject aanwezig is wordt het effect van de TDI gemodelleerd door de capaciteit van de hoofdrijbaan, stroomafwaarts van de invoegstrook met 2% te verhogen<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Deze aanpassingen in het model zijn in overleg met de Adviesdienst Verkeer en Vervoer aangebracht.







## 5 Resultaten van de varianten

### 5.1 Varianten

In de navolgende paragrafen wordt per locatie ingegaan op de gemodelleerde varianten voor het planjaar 2005. Voor elk model zijn de volgende varianten nagebootst:

- planjaar 2005, zonder A50, geen TDI aanwezig;
- planjaar 2005, zonder A50, TDI aanwezig;
- planjaar 2005, met A50, geen TDI aanwezig;
- planjaar 2005, met A50, TDI aanwezig.

#### 5.1.1 Vergelijking van de varianten

De varianten worden op verschillende criteria beoordeeld, om te bepalen of het plaatsen van een TDI een zinvolle maatregel is die niet leidt tot onacceptabele neveneffecten. De indicatoren waarop beoordeeld wordt:

- totale vertraging in het netwerk als geheel;
  - het (gemiddeld) aantal voertuigverliesuren over de gehele spits;
  - de (gemiddelde) snelheid in het netwerk gedurende de spits;
- specifiek voor het traject op de A2:
  - de (gemiddelde) rijtijd;
  - de (gemiddelde) vertraging;
- specifiek voor het onderliggend wegennet:
  - vertraging voor het verkeer dat richting toerit rijdt;
  - de maximale wachtrijlengte op de toerit.

### 5.2 Boxtel, basisvarianten

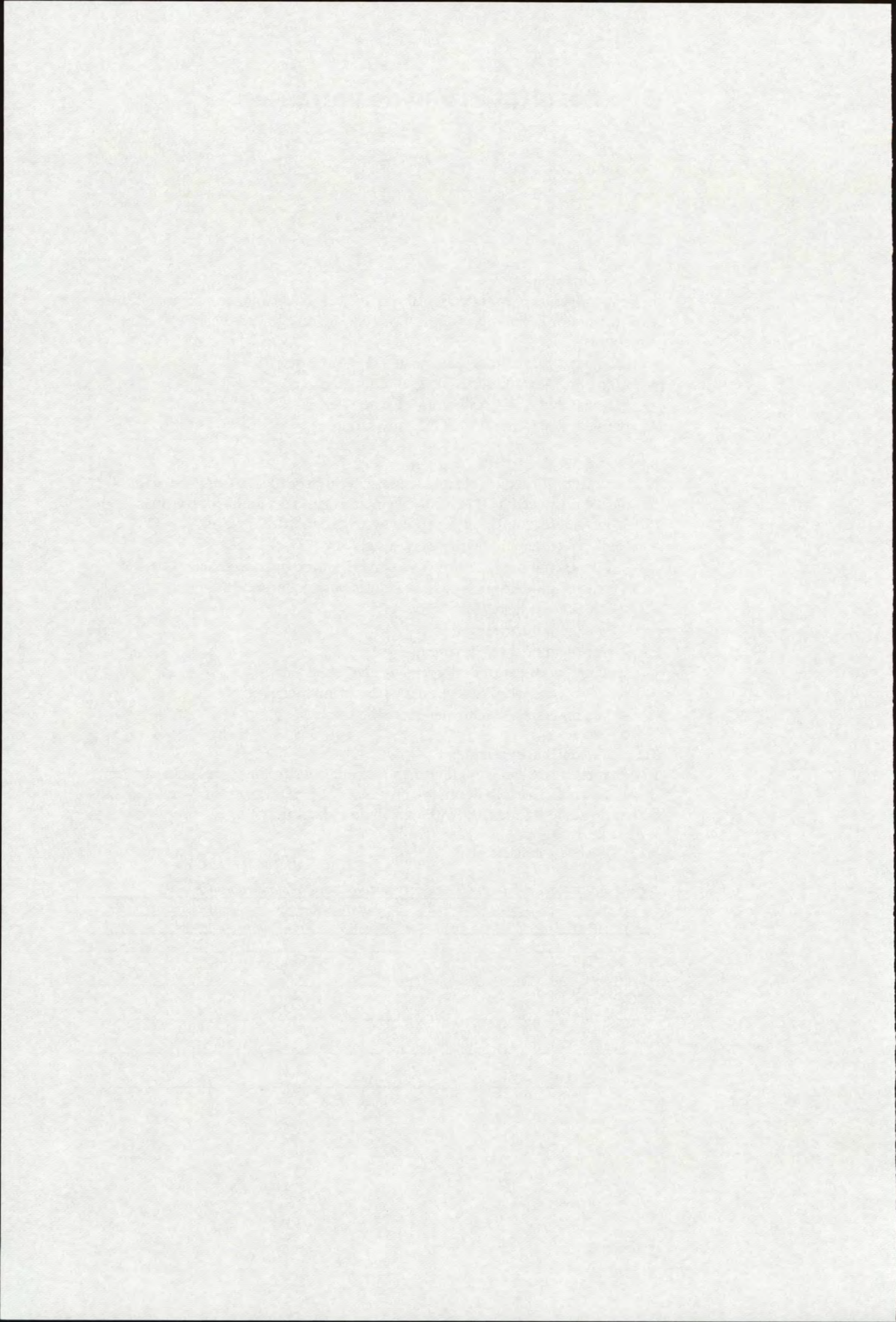
In de tabellen worden gemiddelde en maximale waarden gepresenteerd over de zes subruns. Het maximum is een statistisch maximum dat is berekend aan de hand van de standaardafwijking van de indicator.

#### 5.2.1 Netwerk-indicatoren

**tabel 5-1 Aantal voertuigverliesuren (voertuig-uren per simulatie-uur)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	285	312	21	25	21	24
2005 zonder A50 zonder TDI	656	707	50	55	45	48
2005 zonder A50 met TDI	535	578	41	45	39	42
2005 met A50 zonder TDI	341	361	26	29	26	28
2005 met A50 met TDI	220	251	15	19	15	18







**tabel 5-2 Snelheid in het netwerk (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	58	62	58	62	53	55
2005 zonder A50 zonder TDI	35	36	38	40	37	39
2005 zonder A50 met TDI	41	43	44	46	41	43
2005 met A50 zonder TDI	52	56	54	56	49	50
2005 met A50 met TDI	66	71	66	70	60	63

## 5.2.2 Indicatoren voor de A2

**tabel 5-3 Rijtijd voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:14:20	0:26:58	0:14:15	0:27:04	0:15:53	0:28:28
2005 zonder A50 zonder TDI	0:23:58	0:54:11	0:21:32	0:52:41	0:22:51	0:55:48
2005 zonder A50 met TDI	0:19:58	0:40:53	0:18:36	0:40:00	0:20:30	0:42:29
2005 met A50 zonder TDI	0:15:45	0:30:03	0:15:23	0:30:44	0:17:24	0:31:19
2005 met A50 met TDI	0:12:26	0:23:36	0:12:34	0:22:33	0:13:55	0:24:40

**tabel 5-4 Vertraging voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:07:17	0:20:03	0:05:15	0:18:15	0:06:02	0:18:39
2005 zonder A50 zonder TDI	0:16:55	0:47:08	0:12:32	0:43:20	0:13:00	0:46:20
2005 zonder A50 met TDI	0:12:55	0:33:32	0:09:36	0:30:26	0:10:39	0:32:33
2005 met A50 zonder TDI	0:08:42	0:22:45	0:06:23	0:20:52	0:07:34	0:21:44
2005 met A50 met TDI	0:05:23	0:15:58	0:03:35	0:13:23	0:04:05	0:14:35

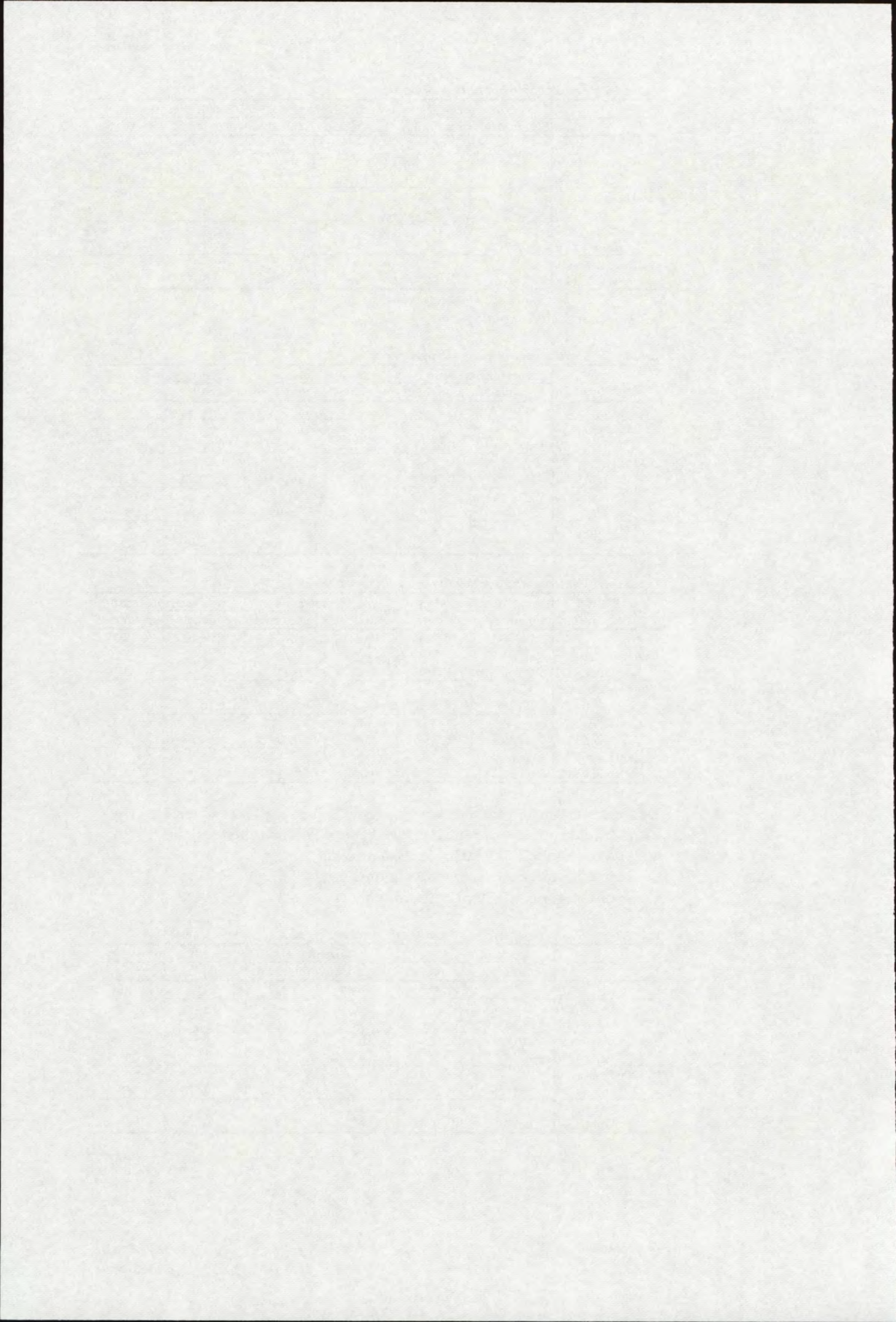
De totale weglengte van de A2 in het model bedraagt 14.003 meter. De vrije rijtijd (rijtijd zonder vertraging) en snelheid komen daarmee op:

- voor categorie 1: 0:07:03 = 119 km/uur;
- voor categorie 2: 0:09:00 = 93 km/uur;
- voor categorie 3: 0:09:51 = 85 km/uur.

**tabel 5-5 Trajetsnelheid voor doorgaand verkeer op de A2 (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum
2001	59	31	59	31	53	30
2005 zonder A50 zonder TDI	35	16	39	16	37	15
2005 zonder A50 met TDI	42	21	45	21	41	20
2005 met A50 zonder TDI	53	28	55	27	48	27
2005 met A50 met TDI	68	36	67	37	60	34







## 5.2.3 Indicatoren onderliggend wegennet

**tabel 5-6 I/C-verhouding toerit drukste spitsuur**

	2001	2005 zonder A50	2005 met A50
Intensiteit	700	789	737
Capaciteit TDI <sup>6</sup>	750	750	750
I/C-verhouding	0,93	1,05	0,98

**tabel 5-7 Vertraging vanuit de richting Boxtel, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	11	64	10	59	14	69
2005 zonder A50 zonder TDI	16	284	15	239	18	242
2005 zonder A50 met TDI	97	596	86	569	85	560
2005 met A50 zonder TDI	12	68	10	53	14	61
2005 met A50 met TDI	19	200	20	203	20	162

**tabel 5-8 Vertraging vanuit de richting Liempde tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	9	57	11	45	-	-
2005 zonder A50 zonder TDI	12	239	11	116	-	-
2005 zonder A50 met TDI	59	345	51	340	-	-
2005 met A50 zonder TDI	4	50	5	25	-	-
2005 met A50 met TDI	15	187	15	141	-	-

**tabel 5-9 Maximale wachtrijlengte voor de TDI (meters)**

	Vanuit Boxtel	Vanuit Liempde	opmerking
2001	geen	geen	-
2005 zonder A50 zonder TDI	405	365	terugslag tot op het opstelvak voor rechtsaf
2005 zonder A50 met TDI	796	365	blokkade van het opstelvak voor rechtdoorgaand verkeer vanuit Boxtel richting Liempde
2005 met A50 zonder TDI	geen	geen	-
2005 met A50 met TDI	405	279	terugslag tot op het opstelvak voor rechtsaf

(De afstand tussen het kruispunt en de TDI is 279 meter).

De bovengenoemde wachtrijlengte is de maximale wachtrijlengte die gedurende de spits in de simulatieruns is opgetreden. Dit is dus geen gemiddelde wachtrijlengte, het is niet goed mogelijk deze uit de Flexsys-II-uitvoer te halen.

<sup>6</sup> Praktijkwaarde uit de "Handleiding voorbereiding en uitvoering toeritdoseerinstallaties"







#### 5.2.4 Conclusie

##### Potentieel effect

De groei van de intensiteiten tussen 2001 en 2005 leidt in 2005 tot grotere vertraging dan in 2001. In de varianten met A50 is de vertraging kleiner dan zonder. Zowel met als zonder A50 is de omvang van de afwikkelingsproblemen zodanig, dat de TDI een voldoende groot potentieel effect heeft.

De I/C-verhoudingen op de toerit liggen hoog; zelfs bij minimale doseertijd kan de intensiteit op de toerit soms net niet verwerkt worden. Als de doseertijd hoger ligt dan de minimale waarde, mag – op basis van de I/C-verhoudingen – verwacht worden dat al snel een wachtrij ontstaat.

##### Effect in de simulaties

Het plaatsen van een TDI blijkt inderdaad een belangrijke bijdrage te leveren aan de vermindering van de voertuigverliesuren in het netwerk als geheel.

Voor het verkeer op de A2 betekent het aanleggen van een TDI een gemiddelde vermindering van de vertraging van 4 minuten (in 2005 zonder A50) en 3 min. 19 sec. (in 2005 met A50) op. De trajectsnelheid neemt bij de inzet van TDI met 7 km/u resp. 15 km/u toe.

Voor het verkeer op het onderliggend wegennet betekent de aanleg van een TDI een toename in de rijtijd van 81 seconden (2005 zonder A50) of 7 seconden (in 2005 met A50).

De toegenomen intensiteiten leiden zoals verwacht tot een aanzienlijke toename van de wachtrijlengte op de toerit. De lengte ervan is zodanig, dat het doorgaand verkeer vanuit Boxtel richting Liempde wordt gehinderd en in de staart van de wachtrij aansluit, terwijl dit verkeer geen gebruik maakt van de toerit.

##### Aanleg A50

Zoals verwacht mag worden is het effect van de TDI op de vertraging kleiner dan het effect van de aanleg van de A50. De aanleg van de A50 reduceert de wachtrijlengte op de toerit tot het niveau van 2001; er ontstaat dan geen wachtrij.

#### 5.2.5 Optimalisatie

In de optimalisatie wordt ernaar gestreefd de positieve bijdrage van de TDI aan de afwikkeling op de A2 te behouden en daarbij de negatieve neven-effecten op het onderliggend wegennet te verminderen. Deze neveneffecten zijn in Boxtel relatief fors; de wachtrij voor de TDI is aanzienlijk en blokkeert gedurende een deel van de spits het doorgaand verkeer op het onderliggend wegennet.

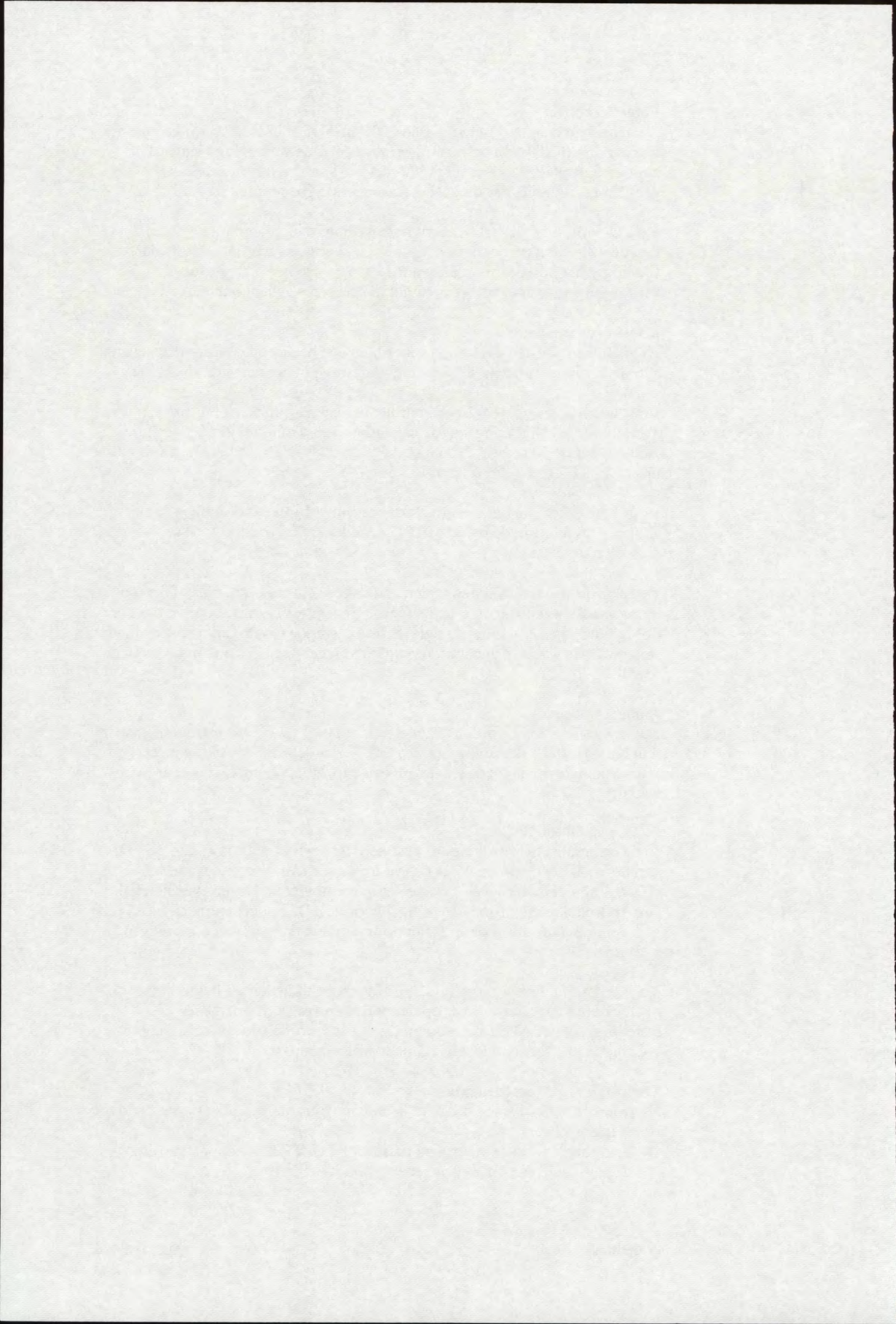
Voor de optimalisatie staan verschillende mogelijkheden ter beschikking: de opstelruimte voor het verkeer op de toerit kan vergroot worden en de instellingen van de TDI kan zodanig gewijzigd worden dat bij terugslag tot voorbij de kruising het doseerregime wordt aangepast.

##### Vergroten van de opstelruimte

Hiertoe zijn verschillende mogelijkheden, in volgorde van minst ingrijpend tot meest ingrijpend:

1. verdubbelen van de rijstroken tussen VRI en TDI, behouden van enkelstrooks TDI, samenvoegen gebeurt vóór de TDI;







2. verdubbelen van de rijstroken ter hoogte van de TDI: samenvoegen gebeurt ná de TDI;
3. verleggen van het puntstuk van de invoeging van de toerit op de A2. Daarmee wordt het weefvak (van ongeveer 1.5 km) verkort. De TDI kan eenzelfde aantal meters stroomafwaarts worden geplaatst als het weefvak wordt verkort;
4. combinatie van verleggen van puntstuk en verdubbelen van rijstroken tot aan de TDI;
5. combinatie van verleggen van puntstuk en verdubbelen van de TDI als geheel.

#### Instellingen TDI

6. maximum doseertijd verlagen. Default 15 seconden (capaciteit: 240 voertuigen per uur), bijvoorbeeld naar 10 seconden (capaciteit wordt 360 voertuigen per uur).
7. de lussen voor de filedetectie verleggen, zodat al bij kortere wachtrij de minimale doseertijd wordt gebruikt;
8. capaciteit van TDI-algoritme verhogen, waarmee meer verkeer wordt doorgelaten.

De bovenstaande oplossingen hebben tot gevolg dat de capaciteitswinst op de autosnelweg deels teniet wordt gedaan.

Van de bovenstaande oplossingen hebben oplossing 2 (verdubbelen aan rijstroken tot na de TDI), 3 (verleggen puntstuk en opschuiven TDI), of 6 (combinatie van beide) de voorkeur. In overleg met de opdrachtgever is besloten oplossing 2 en 3 te simuleren. Eventueel kunnen, indien de gekozen oplossing voldoende capaciteit biedt, de instellingen van de TDI worden aangepast zodat er extra winst met de TDI kan worden behaald.

### 5.3 Boxtel, optimalisatievarianten

In de volgende subparagrafen worden de resultaten van de twee optimalisatievarianten gepresenteerd. De varianten zijn alleen gesimuleerd voor het jaar 2005 en zonder de aanleg van de A50. Ter vergelijking zijn de resultaten van 2001 en 2005 zonder TDI in de tabellen opgenomen.

#### 5.3.1 Netwerk-indicatoren

**tabel 5-10 Aantal voertuigverliesuren (voertuig-uren per simulatie-uur)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	285	312	21	25	21	24
2005 zonder A50 zonder TDI	656	707	50	55	45	48
2005 zonder A50 met TDI	535	578	41	45	39	42
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	525	553	41	44	39	42
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	524	548	40	44	39	41







**tabel 5-11 Snelheid in het netwerk (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	58	62	58	62	53	55
2005 zonder A50 zonder TDI	35	36	38	40	37	39
2005 zonder A50 met TDI	41	43	44	46	41	43
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	42	43	44	46	40	43
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	42	44	44	46	40	42

## 5.3.2 Indicatoren voor de A2

**tabel 5-12 Rijtijd voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:14:20	0:26:58	0:14:15	0:27:04	0:15:53	0:28:28
2005 zonder A50 zonder TDI	0:23:58	0:54:11	0:21:32	0:52:41	0:22:51	0:55:48
2005 zonder A50 met TDI	0:19:58	0:40:53	0:18:36	0:40:00	0:20:30	0:42:29
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	0:19:47	0:41:51	0:18:45	0:39:54	0:20:43	0:41:54
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	0:19:52	0:40:23	0:18:47	0:38:29	0:20:43	0:40:36

**tabel 5-13 Vertraging voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:07:17	0:20:03	0:05:15	0:18:15	0:06:02	0:18:39
2005 zonder A50 zonder TDI	0:16:55	0:47:08	0:12:32	0:43:20	0:13:00	0:46:20
2005 zonder A50 met TDI	0:12:55	0:33:32	0:09:36	0:30:26	0:10:39	0:32:33
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	0:12:45	0:34:46	0:09:45	0:30:50	0:10:52	0:32:10
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	0:12:50	0:33:26	0:09:48	0:29:03	0:10:52	0:30:46







**tabel 5-14 Trajectsnelheid voor doorgaand verkeer op de A2 (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum
2001	59	31	59	31	53	30
2005 zonder A50 zonder TDI	35	16	39	16	37	15
2005 zonder A50 met TDI	42	21	45	21	41	20
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	42	21	45	21	41	20
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	42	21	45	22	41	21

### 5.3.3 Indicatoren onderliggend wegennet

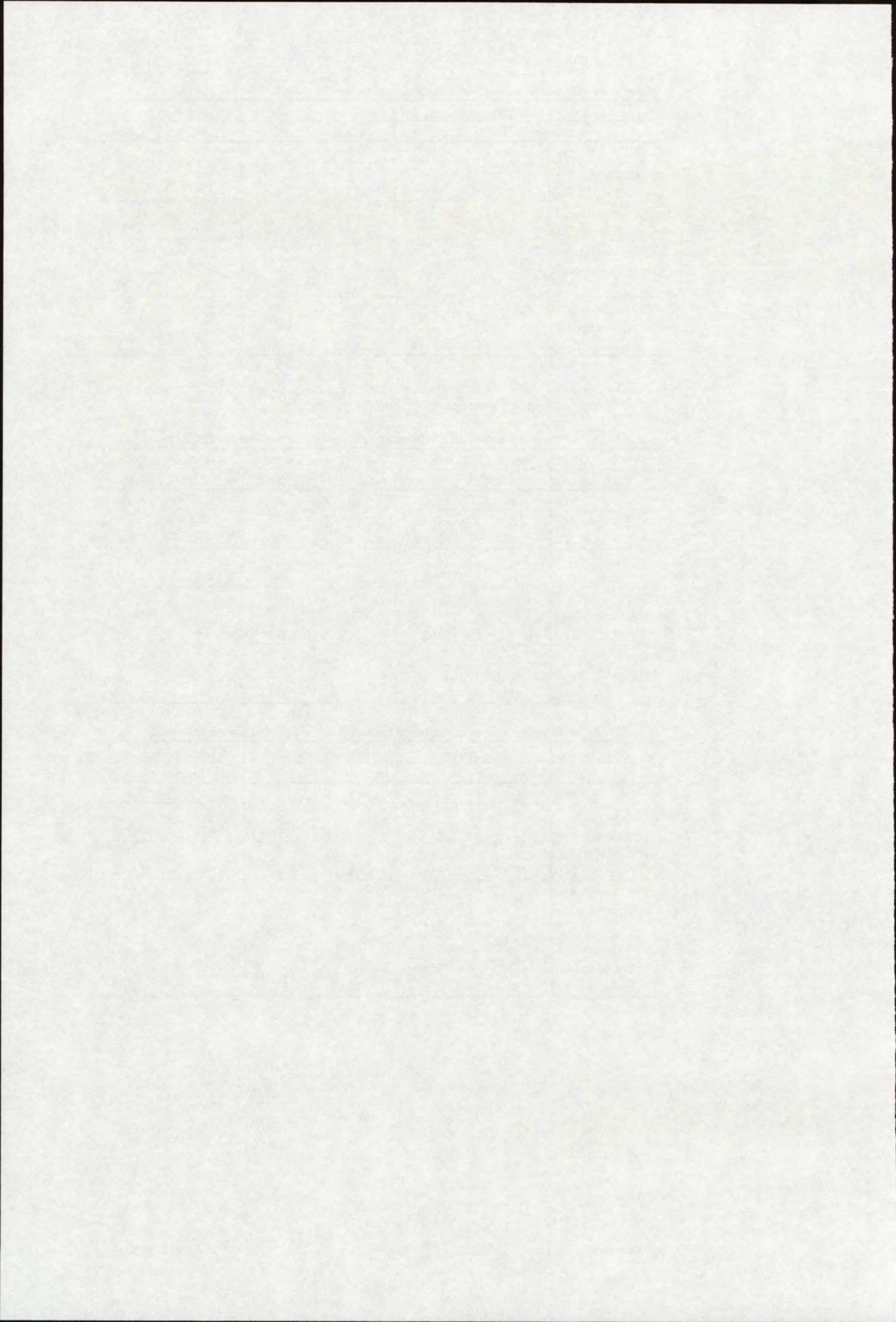
**tabel 5-15 Vertraging vanuit de richting Boxtel, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	11	64	10	59	14	69
2005 zonder A50 zonder TDI	16	284	15	239	18	242
2005 zonder A50 met TDI	97	596	86	569	85	560
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	79	492	79	433	62	490
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	116	498	89.5	487	100	488

**tabel 5-16 Vertraging vanuit de richting Liempde tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	9	57	11	45	-	-
2005 zonder A50 zonder TDI	12	239	11	116	-	-
2005 zonder A50 met TDI	59	345	51	340	-	-
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	60	447	51	346		
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	91	473	74	420		







tabel 5-17 Maximale wachtrijlengte voor de TDI [meters]

	Vanuit Boxtel	Vanuit Liempde	opmerking
2001	geen	geen	-
2005 zonder A50 zonder TDI	405	365	Terugslag tot op het opstelvak voor rechtsaf.
2005 zonder A50 met TDI	796	365	Blokkade van het opstelvak voor rechtendoorgaand verkeer vanuit Boxtel richting Liempde.
2005 zonder A50 met tweestrooks TDI	279	279	Wachtrij tot aan het kruispunt (bewust gecreëerd door het strenger laten doseren door aanpassing van de regelcapaciteit in het TDI algoritme).
2005 zonder A50 met verlengde invoegstrook	660	545	De wachtrij op de toerit is gedurende een klein deel van de spits (enkele minuten) langer dan de opstelruimte op de toerit. Ook op het rechtsafvak vanuit Boxtel staan voertuigen te wachten, maar deze blokkeren niet het rechtendoorgaande verkeer.

(De afstand tussen het kruispunt en de TDI is 279 meter).

#### Conclusie tweestrooks TDI:

Door de verhoogde afrijcapaciteit van een tweestrooks TDI neemt de vertraging op het OVN af. Bij ongewijzigde parameterinstellingen van de TDI heeft de TDI voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken en ontstaat er bijna geen wachtrij. Om de doorstroming op de A2 te bevorderen is de waarde van één parameter van de TDI, de capaciteit van de rijksweg, verlaagd. Hierdoor doseert de TDI strenger en ontstaat er een wachtrij. Door te variëren met de parameterinstellingen is de TDI dusdanig afgesteld dat de maximale wachtrijlengte slechts zeer kort en in de piek van de spits gelijk is aan de lengte van de toerit. Bij een tweestrooks TDI zijn de problemen op het OVN opgelost. Voor het verkeer op de toerit vanuit Boxtel neemt de gemiddelde wachttijd iets af t.o.v. een normale TDI, voor het verkeer vanuit Liempde is er geen verschil.

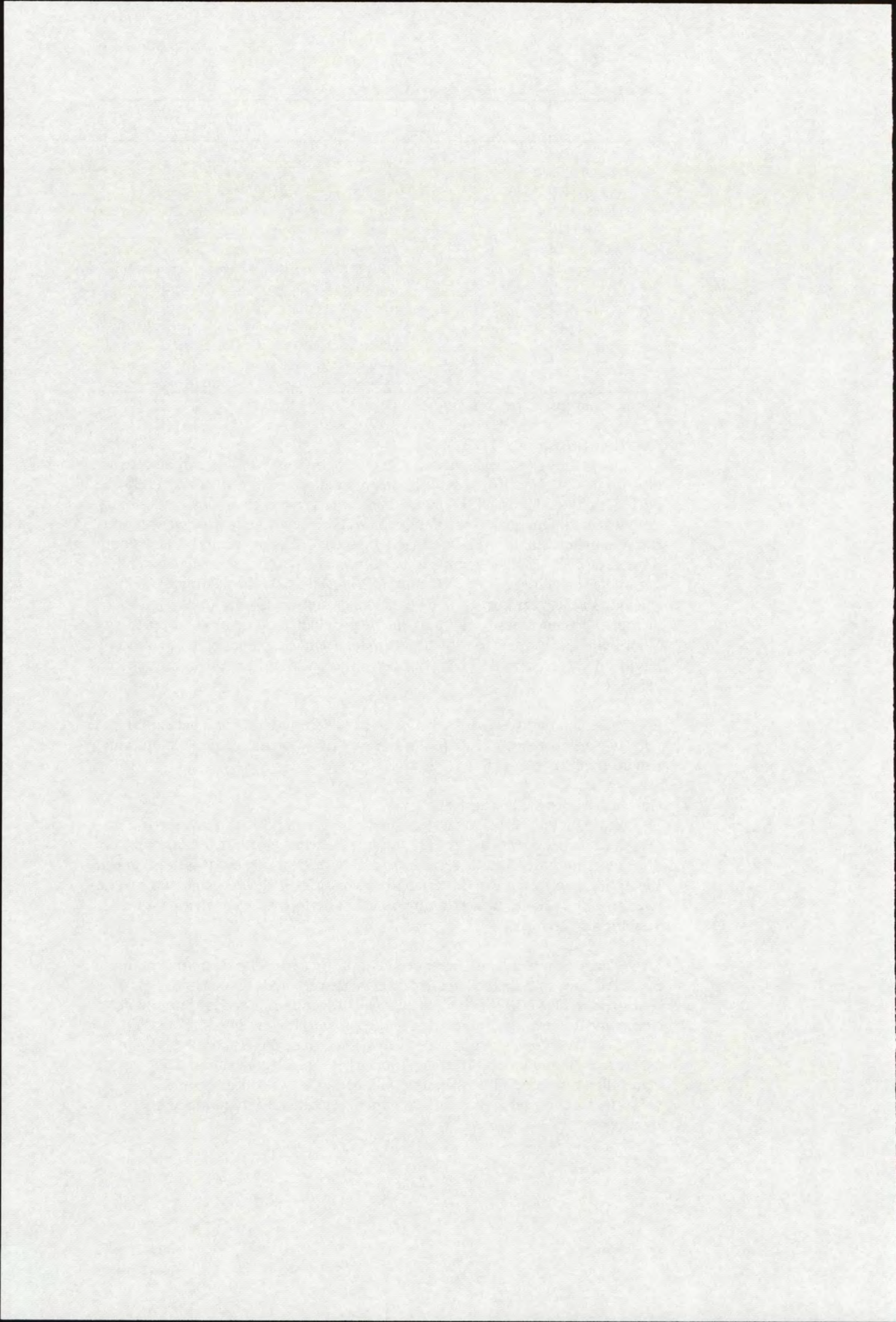
Hiernaast laat de tweestrooks TDI een lichte vermindering van het aantal voertuigverliesuren, en lichte afname van de rijtijd op de A2 zien ten opzichte van de enkelstrooks TDI.

#### Conclusie verlengde invoegstrook:

De variant met de verlengde invoegstrook heeft een positief netwerkeffect in vergelijking met de 'normale' TDI variant. De winst wordt met name gehaald door het vrijhouden van de rechtendoorgaande verkeersstroom tussen Boxtel en Liempde. De effecten van de verlengde invoegstrook zijn vergelijkbaar met de tweestrooks TDI. Op de vertraging op het onderliggend wegennet na is het verschil zeer gering.

De verlengde invoegstrook heeft een licht positief effect op de doorstroming op de A2. Doordat de filedetectie zowel bij de verlengde invoegstrook als de tweestrooks TDI langer vrij blijft kan de TDI gedurende een langere tijd de berekende doseertijd hanteren dan in de basisvariant. De tweestrooks TDI kan zowel strenger als minder streng doseren dan de enkelstrooks TDI. De exacte fine-tuning moet (op straat) tijdens het inregelen gebeuren. De verschillen tussen de TDI varianten (met name de twee optimalisatie varianten) zijn echter zeer gering en gezien de standaardafwijking niet significant.







De verlengde invoegstrook heeft van de drie TDI varianten de langste wachttijd op de toerit tot gevolg. In vergelijking met de normale TDI variant neemt de vertraging op de toerit met ongeveer 20 seconden toe. Dit verschil is gezien de mogelijkheid tot langer kunnen hanteren van de berekende doseertijd logisch. Wel zorgt de grotere opstelruimte ervoor dat het opstelvak voor het verkeer vanuit Boxtel richting Liempde vrij blijft. Het verkeer van Boxtel naar Liempde staat dus niet in de wachtrij. De maximale wachtrijlengte bij een verlengde invoegstrook (ongeveer 550 meter) is vergelijkbaar met de wachtrij van de tweestrooks TDI (2 keer 280 meter).

#### 5.3.4 Vergelijking tweestrooks TDI en verlengde invoegstrook

De optimalisatievarianten zijn beide in staat om de problemen op het onderliggend wegennet die optreden bij de normale TDI variant op te lossen. Beide varianten doen dit echter op hun eigen specifieke manier. Door de verschillen in bijvoorbeeld de mogelijkheid tot bufferen van verkeer en de mogelijkheid tot doseren (door de verschillende afrijcapaciteit en het strenger kunnen doseren van een tweestrooks TDI) wordt hetzelfde effect op een andere manier behaald.

De verkeerskundige effecten van de beide oplossingen zijn gelijk. De keuze tussen de beide varianten kan dus niet goed op verkeerskundige (doorstromings) criteria gemaakt worden. Wordt gekeken naar andere criteria, bijvoorbeeld flexibiliteit, logica en verkeersveiligheid dan bestaan er duidelijke verschillen. Zo geeft de tweestrooks TDI meer mogelijkheid tot een flexibele vorm van regelen en heeft de tweestrooks TDI een hogere afrijcapaciteit dan de enkelstrooks TDI. Hierdoor heeft de tweestrooks TDI betere mogelijkheid tot het wegwerken van de wachtrij in het geval de file toch terugslaat tot aan het filemeetpunt. De enkelstrooks TDI kan het verkeer in de huidige situatie net wel verwerken: op een dag met extreme intensiteiten is het echter mogelijk dat de TDI het verkeer net niet meer kan verwerken. De tweestrooks TDI geeft betere mogelijkheden tot het opvangen van (pieken) extra verkeer.

Een ander voordeel van een tweestrooks TDI is dat bij het verlengen van de invoegstrook, de TDI parallel aan de hoofdrijbaan zou komen te liggen. Voor een logisch verkeersbeeld en het verhogen van de verkeersveiligheid wordt bij de keuze voor deze variant geadviseerd de verlengde toerit op enige afstand van (en schuin op) de hoofdrijbaan te leggen zodat de lantaarns van de TDI minder goed zichtbaar zullen zijn voor het verkeer op de hoofdrijbaan.

### 5.4 Best-West, basisvarianten

#### 5.4.1 Netwerk-indicatoren

**tabel 5-18 Aantal voertuigverliesuren (voertuig-uren per simulatie-uur)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	193	224	12	15	15	17
2005 zonder A50 zonder TDI	499	514	38	41	42	44
2005 zonder A50 met TDI	473	516	35	39	40	45
2005 met A50 zonder TDI	131	137	7	8	9	10
2005 met A50 met TDI	119	127	6	7	8	9







**tabel 5-19 Snelheid in het netwerk (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	70	75	68	72	59	62
2005 zonder A50 zonder TDI	45	46	45	47	38	39
2005 zonder A50 met TDI	46	49	47	50	40	43
2005 met A50 zonder TDI	81	82	77	78	67	68
2005 met A50 met TDI	83	85	78	80	68	69

## 5.4.2 Indicatoren voor de A2

**tabel 5-20 Rijtijd voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:11:47	0:22:19	0:11:59	0:21:35	0:13:56	0:22:20
2005 zonder A50 zonder TDI	0:18:45	0:42:48	0:18:08	0:42:25	0:21:36	0:42:43
2005 zonder A50 met TDI	0:18:07	0:47:44	0:17:22	0:46:37	0:20:28	0:43:31
2005 met A50 zonder TDI	0:10:08	0:15:44	0:10:38	0:15:40	0:12:14	0:16:00
2005 met A50 met TDI	0:09:50	0:15:41	0:10:24	0:15:17	0:11:59	0:15:41

**tabel 5-21 Vertraging voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:04:56	0:16:10	0:03:13	0:12:20	0:04:21	0:14:31
2005 zonder A50 zonder TDI	0:11:54	0:35:48	0:09:23	0:33:05	0:12:00	0:34:03
2005 zonder A50 met TDI	0:11:15	0:40:53	0:08:37	0:37:13	0:10:54	0:35:21
2005 met A50 zonder TDI	0:03:17	0:08:59	0:01:53	0:07:04	0:02:38	0:08:14
2005 met A50 met TDI	0:03:00	0:08:42	0:01:39	0:06:40	0:02:25	0:07:34

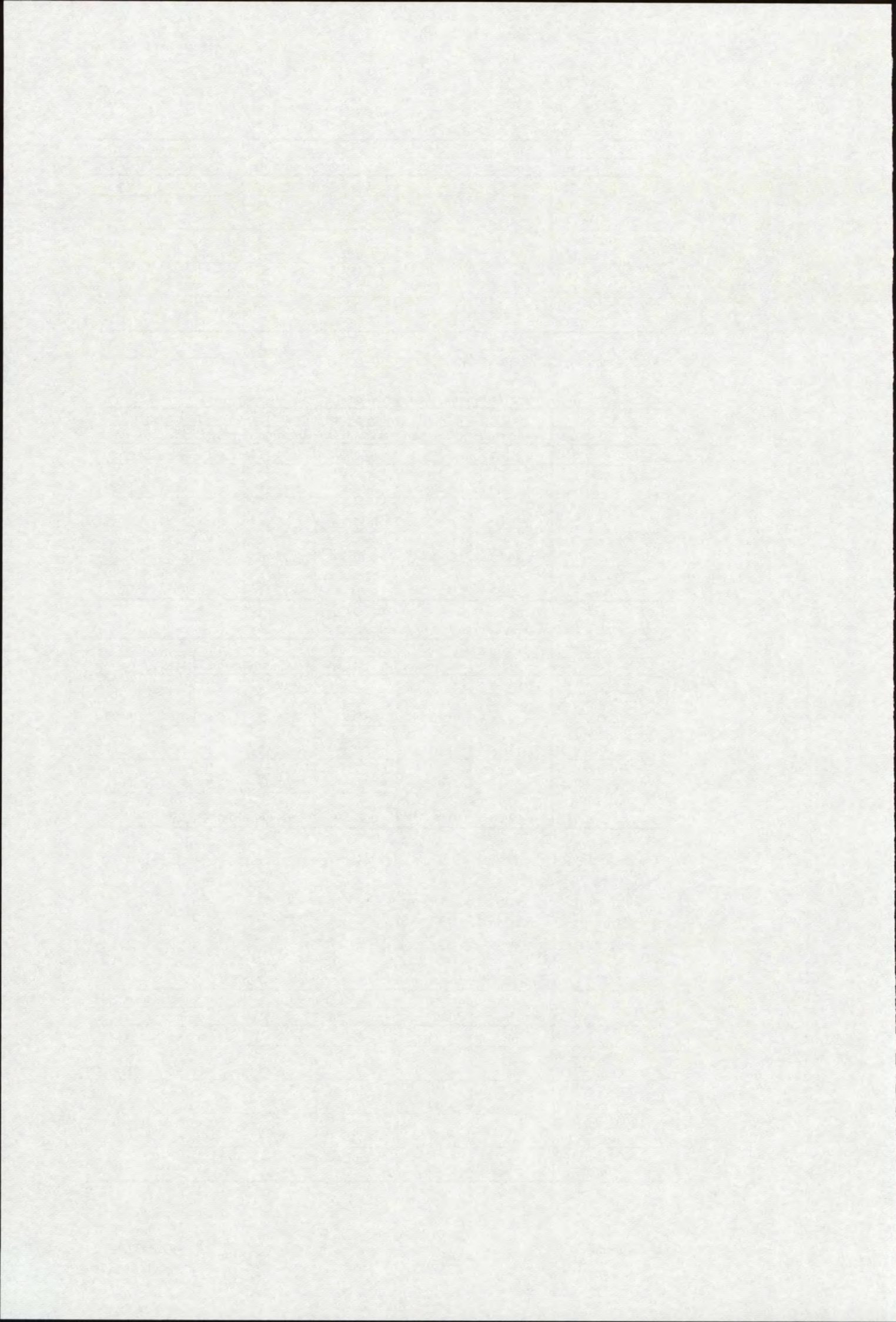
De trajectlengte bedraagt 13.570 meter. De vrije rijtijd en vrije snelheid bedragen voor:

- categorie 1: 0:06:51 = 119 km/u
- categorie 2: 0:08:45 = 93 km/u
- categorie 3: 0:09:35 = 85 km/u

**tabel 5-22 Trajetsnelheid voor doorgaand verkeer op de A2 (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum
2001	69	36	68	38	58	36
2005 zonder A50 zonder TDI	43	19	45	19	38	19
2005 zonder A50 met TDI	72	20	95	22	75	23
2005 met A50 zonder TDI	80	52	77	52	67	51
2005 met A50 met TDI	83	52	78	53	68	52







## 5.4.3 Indicatoren onderliggend wegennet

**tabel 5-23 I/C-verhouding toerit drukste spitsuur**

	2001	2005 zonder A50	2005 met A50
Intensiteit	547	617	308
Capaciteit TDI	750	750	750
I/C-verhouding	0,73	0,82	0,41

**tabel 5-24 Vertraging vanuit de richting Sint Oedenrode, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	11	58	6	47	5	49
2005 zonder A50 zonder TDI	11	63	6	51	6	53
2005 zonder A50 met TDI	18	122	14	90	15	74
2005 met A50 zonder TDI	6	49	3	57	-	-
2005 met A50 met TDI	6	83	2	29	-	-

**tabel 5-25 Vertraging vanuit de richting Oirschot, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	10	44	-	-	-	-
2005 zonder A50 zonder TDI	10	48	-	-	-	-
2005 zonder A50 met TDI	16	76	-	-	-	-
2005 met A50 zonder TDI	8	48	-	-	-	-
2005 met A50 met TDI	6	33	-	-	-	-

**tabel 5-26 Vertraging vanuit de richting Best-Centrum, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	5	43	-	-	-	-
2005 zonder A50 zonder TDI	5	48	-	-	-	-
2005 zonder A50 met TDI	12	97	18	67	-	-
2005 met A50 zonder TDI	5	35	-	-	-	-
2005 met A50 met TDI	5	70	3	19	-	-

(De afstand tussen het kruispunt en de TDI is 220 meter).







tabel 5-27 Maximale wachtrijlengte voor de TDI (meters)

	Vanuit Oirschot	Vanuit Best Centrum	Vanuit Sint Oedenrode	opmerking
2001	0	0	0	-
2005 zonder A50 zonder TDI	0	0	0	-
2005 zonder A50 met TDI	90	90	90	wachtrij van beperkte lengte tussen rotonde en TDI
2005 met A50 zonder TDI	0	0	0	-
2005 met A50 met TDI	0	0	0	-

#### 5.4.4 Conclusie

##### Potentieel effect

De problemen met de verkeersafwikkeling in de huidige situatie bieden voldoende potentieel effect voor de TDI. Het aantal voertuigverliesuren ligt echter lager dan bij Boxtel; het potentiële effect is daarom kleiner dan in Boxtel.

De I/C-verhoudingen op de toerit van de aansluiting Best-west liggen lager dan bij Boxtel, maar bieden naar ons inzicht nog voldoende mogelijkheden om het verkeer te doseren.

Het effect dat van een TDI in Best-west verwacht mag worden zijn als gevolg van de genoemde factoren kleiner dan bij Boxtel.

##### Effect in simulatie

Het plaatsen van een TDI heeft een positief netwerkeffect in 2005. Zowel met als zonder A50 heeft de TDI een verlaging van het aantal voertuigverliesuren tot gevolg. Ook de trajectsnelheid neemt met TDI met 1 resp. 2 km/uur toe.

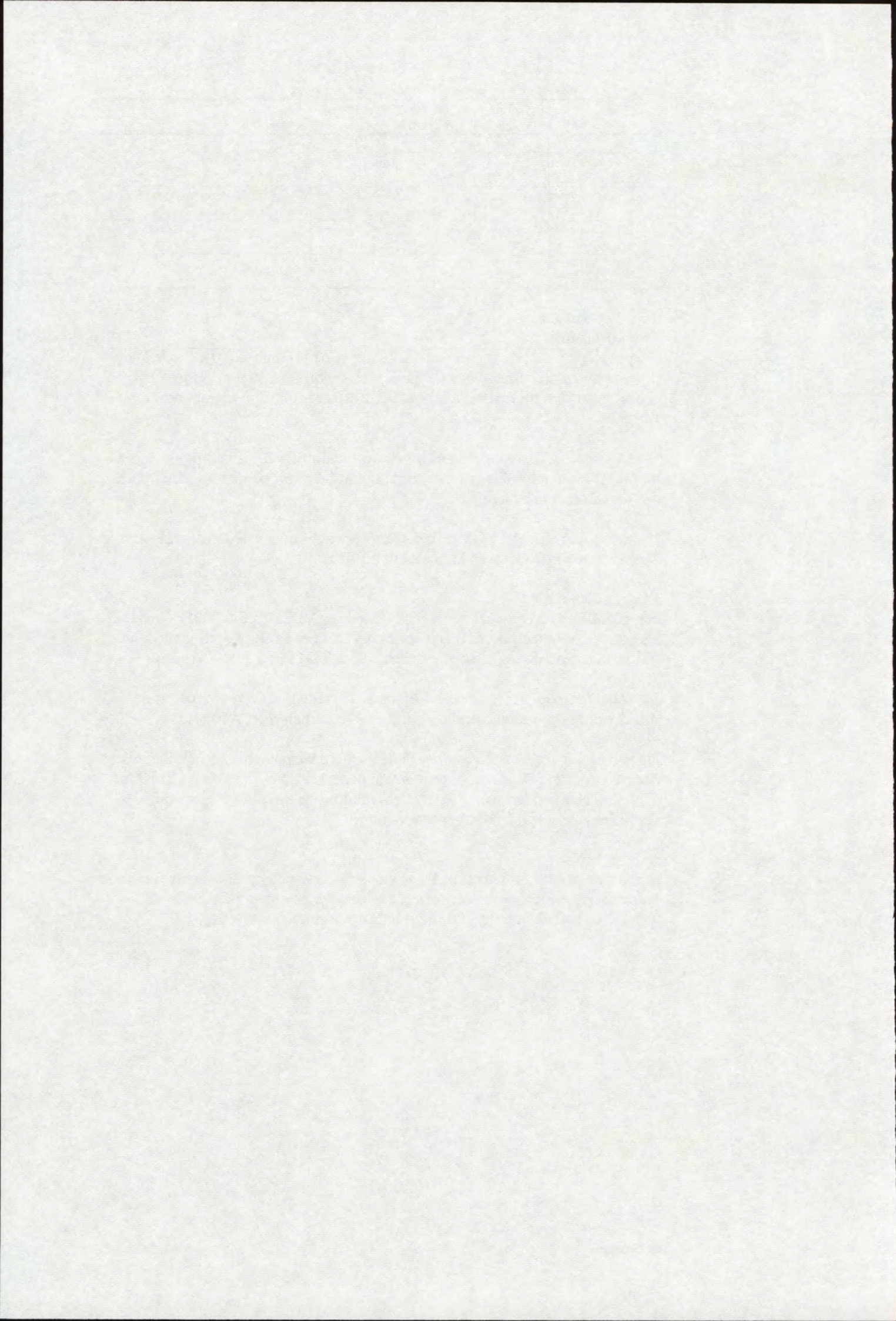
Voor het (personenauto) verkeer op de A2 betekent dit een afname in de rijtijd van 38 seconden (zonder A50) of 18 seconden (met A50).

De vertraging die ontstaat op het onderliggend wegennet is gering. De opstelruimte voor de TDI is toereikend om de beperkte lengte van de wachtrij te plaatsen. Het verkeer vanaf het onderliggend wegennet hoeft (gemiddeld) slechts enkele seconden langer te wachten.

##### Aanleg A50

De aanleg van de A50 heeft in Best-west grote invloed op het verkeersaanbod op de toerit. De omvang van de verkeersstroom neemt sterk af. Het (potentiële) effect van de TDI daalt daardoor aanzienlijk.







## 5.5 Best, basisvarianten

### 5.5.1 Netwerk-indicatoren

**tabel 5-28 Aantal voertuigverliesuren (voertuig-uren per simulatie-uur)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	585	609	34	36	40	43
2005 zonder A50 zonder TDI	1130	1150	72	77	66	69
2005 zonder A50 met TDI	1089	1109	69	76	64	68
2005 met A50 zonder TDI	639	666	38	40	42	44
2005 met A50 met TDI	603	656	36	39	40	45

**tabel 5-29 Snelheid in het netwerk (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum
2001	41	43	44	45	34	36
2005 zonder A50 zonder TDI	25	26	28	30	24	24
2005 zonder A50 met TDI	23	24	26	27	22	22
2005 met A50 zonder TDI	39	40	42	44	33	34
2005 met A50 met TDI	37	38	39	40	31	32

### 5.5.2 Indicatoren voor de A2

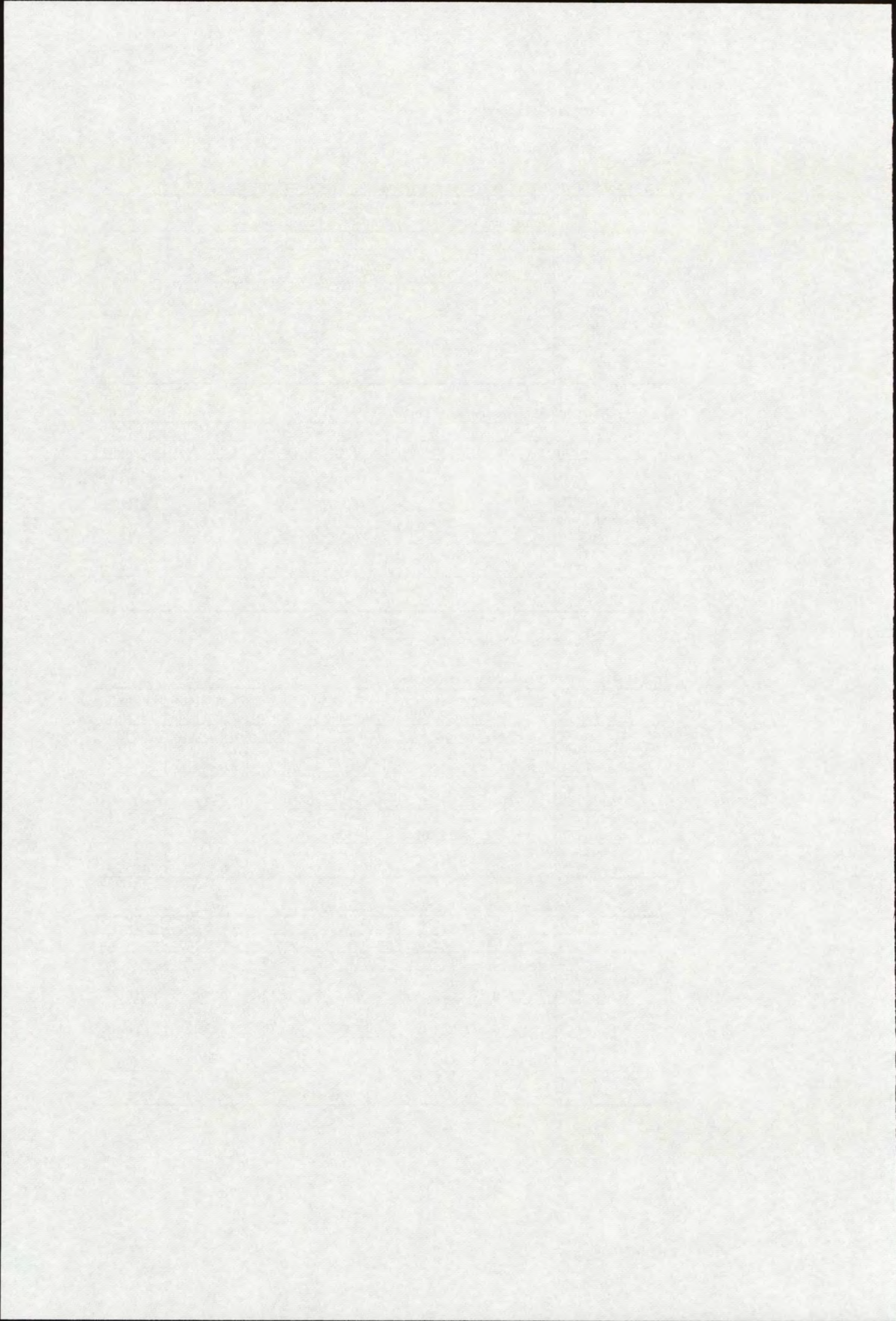
**tabel 5-30 Rijtijd voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:19:25	0:42:59	0:18:21	0:40:48	0:23:37	0:44:12
2005 zonder A50 zonder TDI	0:31:33	1:18:55	0:28:15	1:19:38	0:33:28	1:20:45
2005 zonder A50 met TDI	0:29:06	1:12:17	0:26:04	1:10:36	0:31:08	1:11:09
2005 met A50 zonder TDI	0:20:32	0:53:01	0:19:13	0:54:15	0:24:18	0:57:28
2005 met A50 met TDI	0:18:32	0:43:24	0:17:18	0:41:14	0:22:20	0:45:29

**tabel 5-31 Vertraging voor doorgaand verkeer op de A2**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	0:12:42	0:35:53	0:09:47	0:33:23	0:14:17	0:35:33
2005 zonder A50 zonder TDI	0:24:50	1:12:36	0:19:41	1:10:17	0:24:07	1:10:39
2005 zonder A50 met TDI	0:23:24	1:03:38	0:18:47	1:03:18	0:23:12	1:04:40
2005 met A50 zonder TDI	0:13:49	0:45:17	0:10:39	0:45:29	0:14:57	0:49:10
2005 met A50 met TDI	0:12:50	0:37:38	0:10:01	0:33:33	0:14:23	0:38:14







Gerekend over de lengte van het totale traject (13.280 meter) komt de gemiddelde rijtijd en trajectsnelheid op:

- voor categorie 1: 0:06:43 = 119 km/u;
- voor categorie 2: 0:08:42 = 93 km/u;
- voor categorie 3: 0:09:20 = 85 km/u.

**tabel 5-32 Gemiddelde trajectsnelheid voor doorgaand verkeer op de A2 (km/u)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum	gemiddelde	minimum
2001	41	19	43	20	34	18
2005 zonder A50 zonder TDI	25	10	28	10	24	10
2005 zonder A50 met TDI	27	11	31	11	26	11
2005 met A50 zonder TDI	39	15	41	15	33	14
2005 met A50 met TDI	43	18	46	19	36	18

### 5.5.3 Indicatoren onderliggend wegennet

**tabel 5-33 I/C-verhouding toerit drukste spitsuur**

	2001	2005 zonder A50	2005 met A50
Intensiteit	708	786	696
Capaciteit TDI (bij minimum doseer- tijd, 4 seconden)	1.450	1.450	1.450
I/C-verhouding	0,49	0,54	0,48

**tabel 5-34 Vertraging vanuit de richting Best, tussen generator en TDI (sec)**

variant	voertuigcategorie 1		voertuigcategorie 2		voertuigcategorie 3	
	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum	gemiddelde	maximum
2001	6	50	7	49	10	68
2005 zonder A50 zonder TDI	6	69	7	53	10	48
2005 zonder A50 met TDI	42	266	34	195	35	196
2005 met A50 zonder TDI	6	40	7	37	8	43
2005 met A50 met TDI	36	266	35	268	27	170

**tabel 5-35 Wachtrijlengte voor de TDI (meters)**

	Vanuit Best	opmerking
2001	0	-
2005 zonder A50 zonder TDI	0	-
2005 zonder A50 met TDI	217	terugslag tot op kruisingsvlak
2005 met A50 zonder TDI	0	-
2005 met A50 met TDI	177	terugslag totaan kruisingsvlak

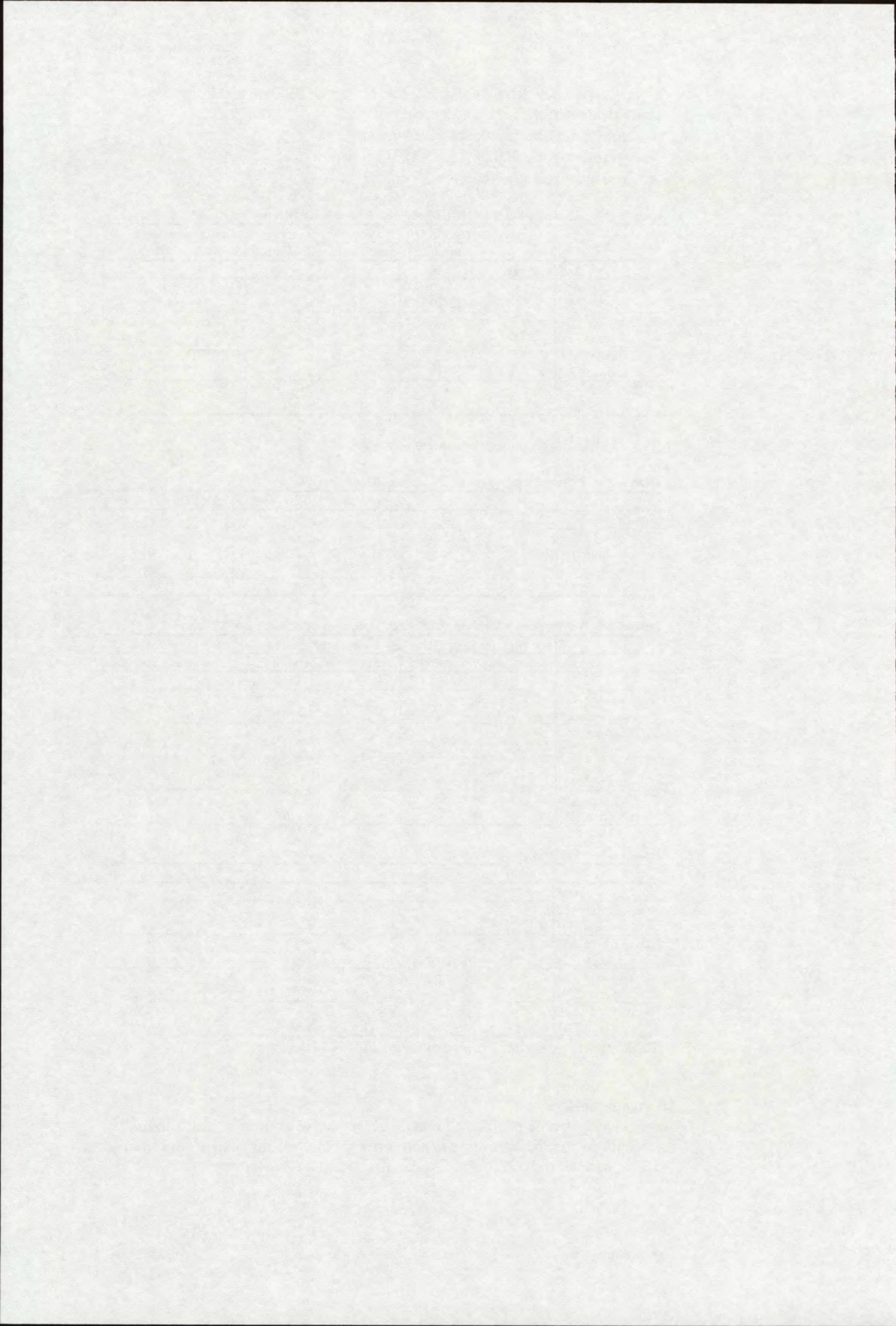
(De afstand tussen het kruispunt en de TDI is 150 meter).

### 5.5.4 Conclusie

#### Potentieel effect

De omvang van de problemen met de verkeersafwikkeling in Best zijn in vergelijking met beide andere situaties het grootst. Er lijkt een groot potentieel voor vermindering van de vertraging te zijn.







De verhouding tussen de intensiteiten op de toerit en de capaciteit van de TDI bij minimale doseertijd is gering. De TDI bij Best is twee rijstroken breed; de capaciteit is daardoor automatisch twee maal zo groot als in Boxtel en Best-west.

#### **Effect in de simulaties**

Het aantal voertuigverliesuren in het netwerk daalt bij de plaatsing van een TDI. Zoals verwacht heeft de TDI dus een positief netwerk effect. De snelheid in het netwerk neemt wel af. Gezien de rijtijdwinst op de A2 wordt de afname van de netwerksnelheid veroorzaakt door het verkeer op de toerit.

Voor het (personenauto) verkeer op de A2 neemt de rijtijd zonder aanleg van de A50 met 2 minuut en 27 seconden af, met de aanleg van de A50 neemt de rijtijd met 2 minuten af. De trajectsnelheid neemt op de A2 toe met resp. 2 (zonder A50) en 4 seconden (met A50).

Het verkeer vanuit Best ondervindt bij de plaatsing van de TDI's extra hinder. Gemiddeld over de spits doen personenauto's er 36 seconden (zonder A50) of 30 seconden (met A50) langer over om de A2 te bereiken. De wachtrij die hierbij optreedt komt maximaal tot op het kruisingsvlak. Door het filemeetpunt op een goede plek te leggen, en de parameters goed in te stellen moet het in de praktijk goed mogelijk zijn het kruisingvlak vrij te houden.

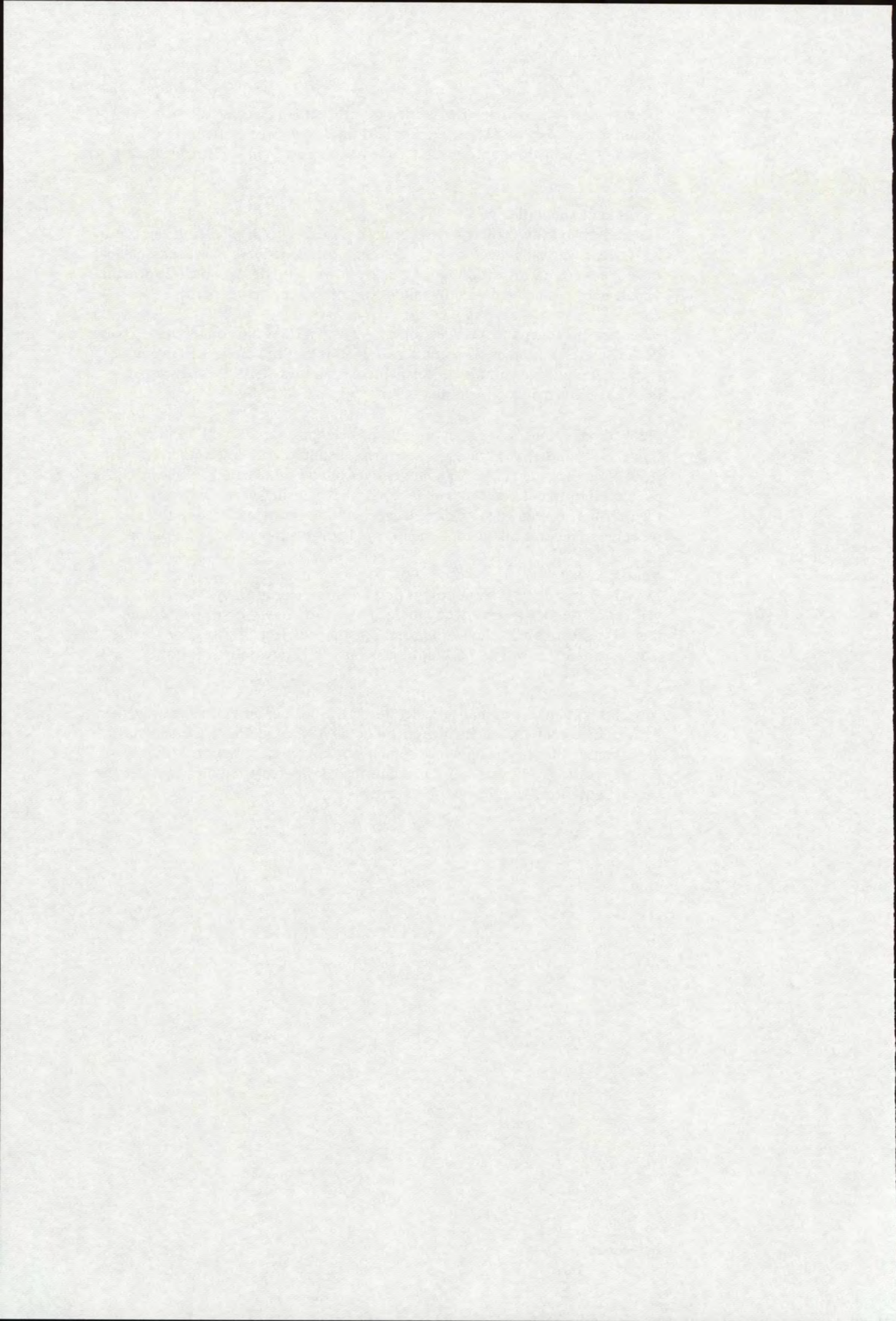
#### **Aanleg A50**

De aanleg van de A50 zorgt ook in Best voor een sterke afname van het verkeer op de toerit. Het effect van de aanleg van de A50 op de problemen met de verkeersafwikkeling zijn groter dan die van de TDI. Maar ook na de aanleg van de A50 zal de TDI bijdragen aan een betere doorstroming.

#### **5.5.5 Optimalisatie**

Mogelijk kan in de optimalisatie het doseerregime van de TDI iets stringenter worden ingesteld. De wachtrijlengte op het OWN zal hierdoor toenemen, maar met de filedetectie kan voorkómen worden dat deze wachtrij terugslaat tot het kruisingsvlak van de VRI en daarmee de verkeersstroom vanaf de afrit vanuit de richting Eindhoven blokkeert.







## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Algemeen

Op basis van de simulatiestudies wordt geadviseerd op alle toeritten een TDI te plaatsen. De TDI's hebben zowel bij Boxtel, Best-west en Best een positief netwerkeffect gezien de afname van het aantal voertuigverliesuren. De omvang van de problemen en het effect van de TDI verschilt per locatie. De verschillen worden o.a. veroorzaakt door:

- een verschil in verkeersaanbod op de A2;
- verschil in meetperiode. Bij een avondspits is vrijwel direct aan het begin van de spits een hoog aanbod waardoor de file eerder begint;
- de snelheid van het verkeer in de file;
- een verschil in filelengte.

Hoewel de omvang van de verkeersproblemen na aanleg van de A50 sterk afneemt hebben de TDI's ook na aanleg van de A50 een positief effect. Bij een toename van de intensiteiten wordt het effect van de TDI verder vergroot.

Het plaatsen van een TDI heeft bij geen van de locaties een blokkade voor het verkeer op het onderliggend wegennet tot gevolg.

De modelstudie wijst uit dat de TDI's haalbaar en nuttig kunnen zijn. Door de vele sturingsmogelijkheden is van belang het inregelen zorgvuldig te laten gebeuren. Wij adviseren u daarbij meerdere sessies te houden. In goed overleg met de betrokken partijen kan de werking van de TDI op de beleidsuitgangspunten worden afgestemd.

### 6.2 Boxtel

#### 6.2.1 Conclusie

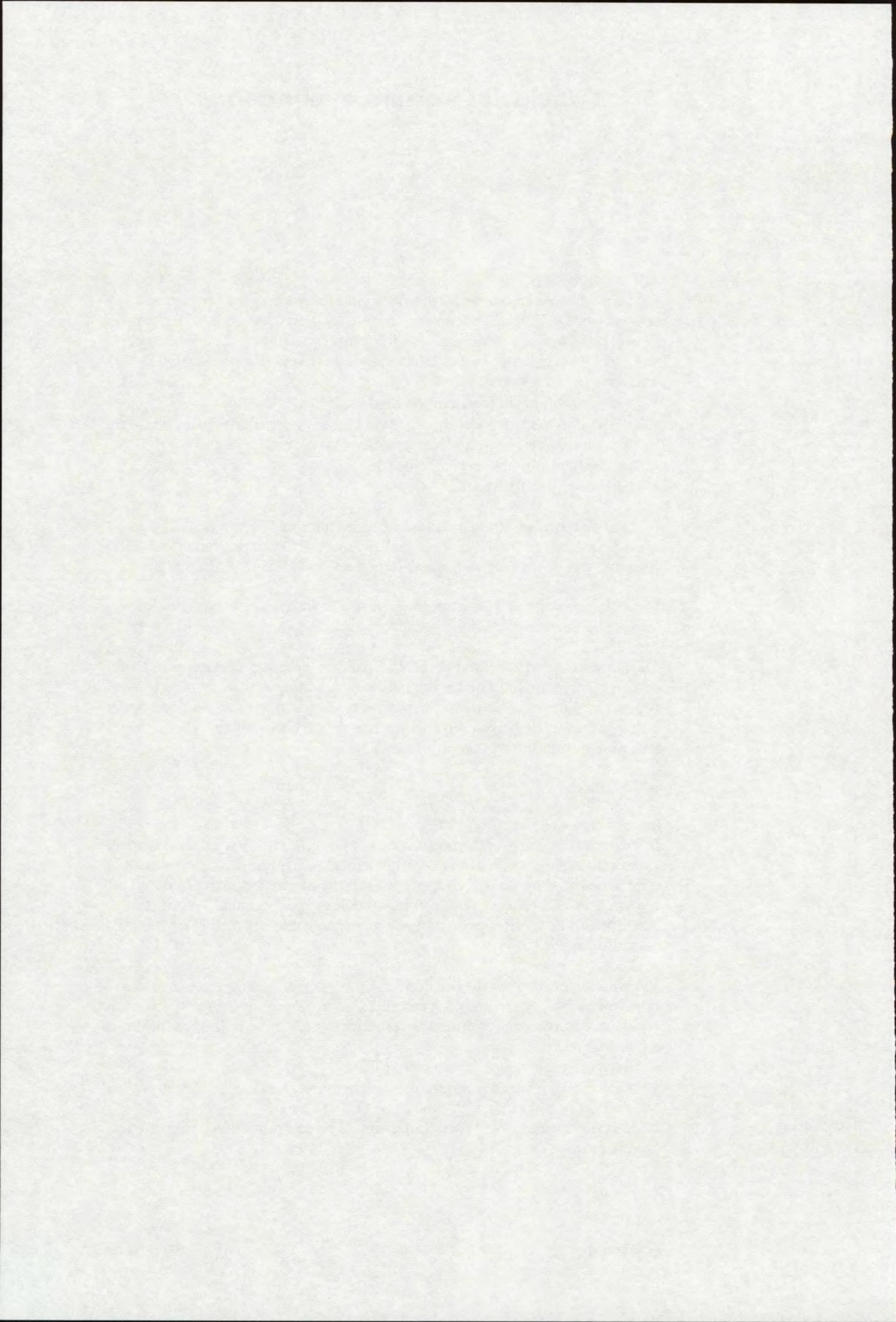
In de onderstaande grafieken zijn voor het netwerk van Boxtel enkele indicatoren samengevat. Gekozen is voor het aantal voertuigverliesuren (netwerk effect), de rijtijd op de A2 (effect doorstroming hoofdwegennet) en de wachttijd voor de TDI (effect doorstroming onderliggend wegennet). Voor de wachttijd op de toerit is gekozen voor de richting met het meeste verlies, in dit geval Boxtel.

Vanwege de problemen die ontstonden op het onderliggend wegennet zijn twee optimalisatievarianten doorgerekend. Om de negatieve effecten voor het regionale en provinciale verkeer te verminderen zijn twee optimalisatievarianten doorgerekend:

- het aanleggen van een tweestrooks TDI;
- het verlengen van de invoegstrook en het verleggen van de stopstreep van de TDI.

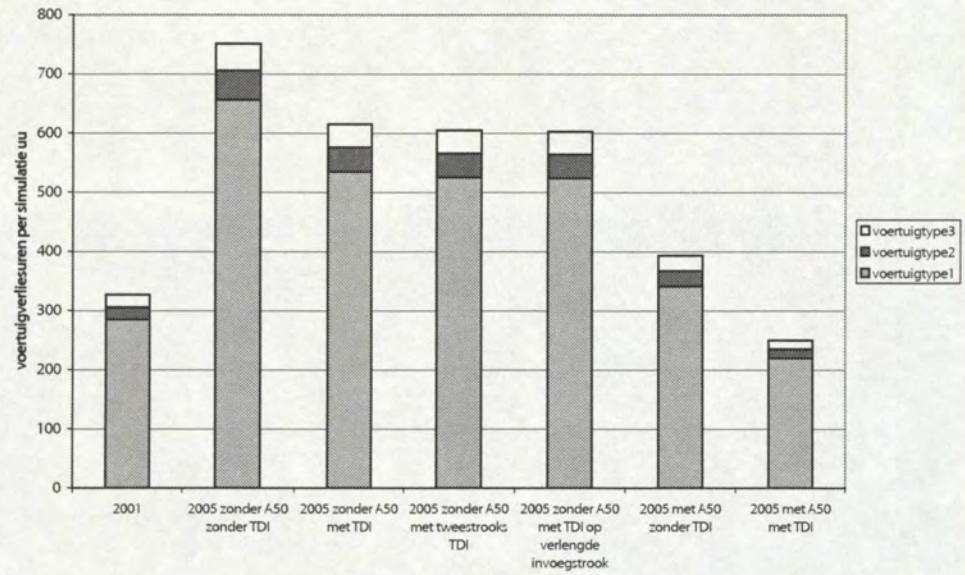
In de grafieken zijn ook de resultaten van de beide optimalisatievarianten opgenomen.



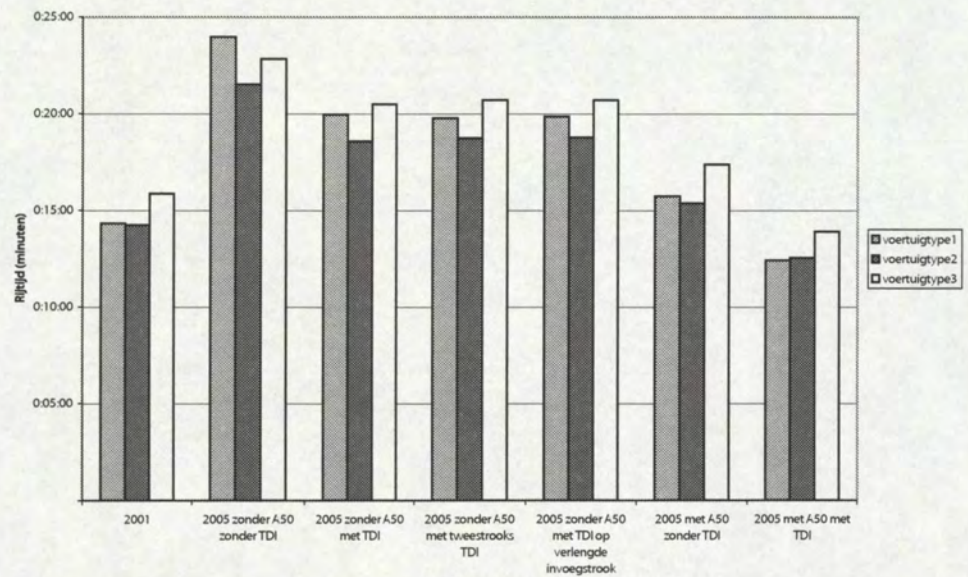




figuur 6-1, Voertuigverliesuren Boxtel



figuur 6-2, Gemiddelde rijtijd A2

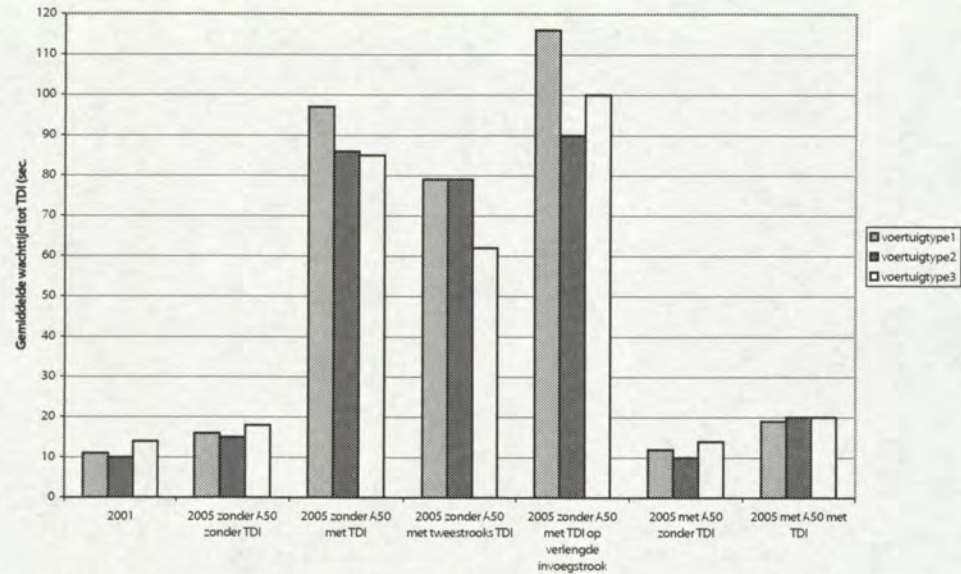








figuur 6-3, Gemiddelde wachttijd voor het verkeer vanuit Boxtel



Door de groei in de intensiteiten in 2005 neemt de omvang van de verkeersproblemen sterk toe t.o.v. 2001. Door het plaatsen van een TDI kunnen de negatieve effecten worden verminderd. Oorspronkelijk was op deze aansluiting een enkelstrooks TDI gepland. Uit de simulaties komt naar voren dat de TDI in de piek van de spits het verkeer net niet goed kan verwerken. De wachtrij op de toerit slaat in sommige gevallen terug tot op het kruisingsvlak van de toerit waardoor de verkeersstroom van Boxtel richting Liempde wordt geblokkeerd.

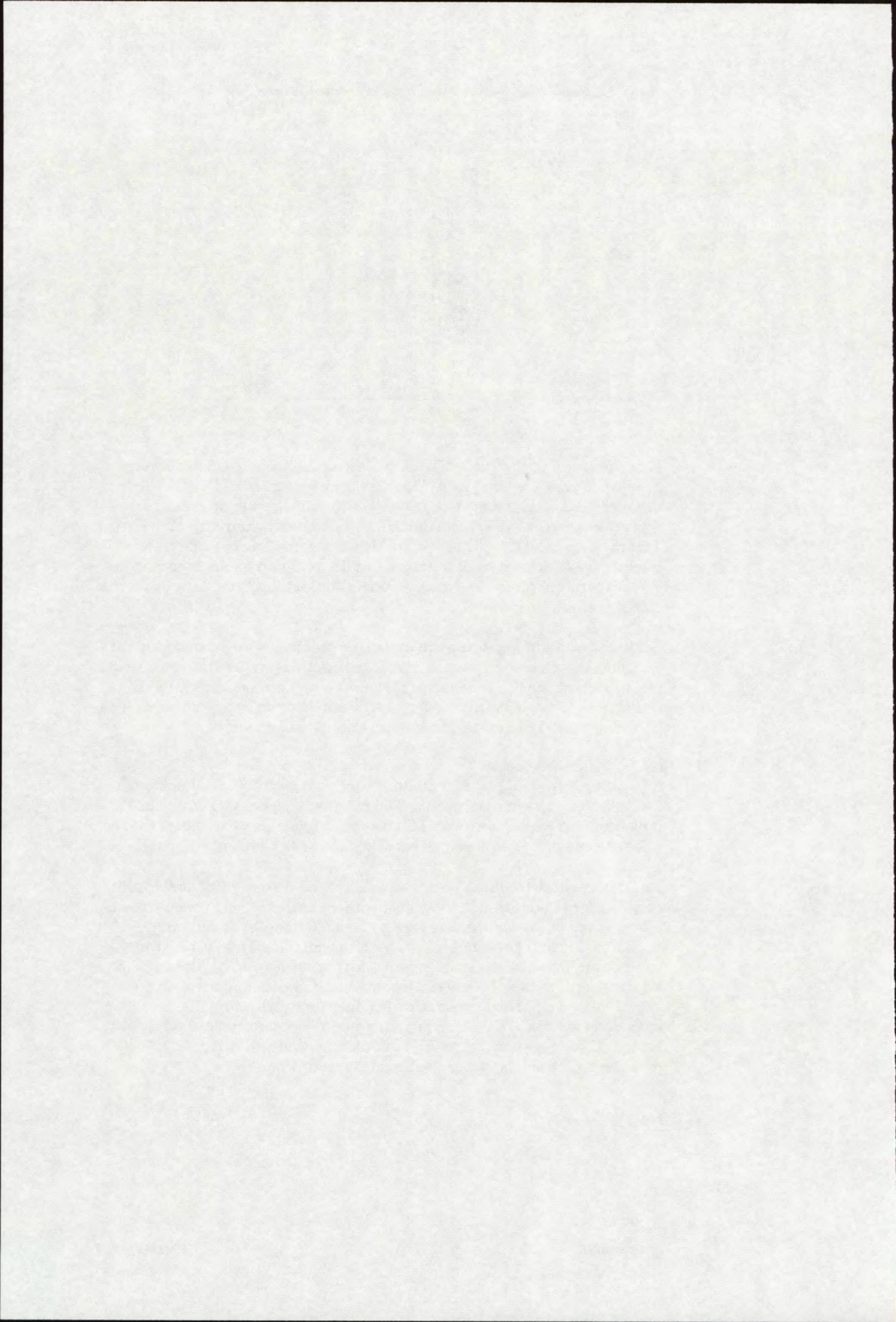
Beide optimalisatie varianten zijn in staat de problemen op het onderliggende wegennet op te lossen en leveren nagenoeg hetzelfde verkeerskundige effecten. Het aanleggen van een tweestrook TDI geeft echter een grotere flexibiliteit wat betreft de mogelijkheid tot doseren (de minimale en de maximale afrijcapaciteit is groter) en komt logischer over voor de weggebruiker.

#### 6.2.2 Aanbevelingen

Er wordt geadviseerd ook de TDI bij Boxtel als tweestrooks TDI uitvoeren. De capaciteit van een enkelstrooks TDI is kritisch, bij een piekdrukke in de intensiteit kan een enkelstrooks TDI het verkeer net niet verwerken. Door het dubbelstrooks uitvoeren wordt de capaciteit (en de flexibiliteit) verhoogd.

Naast het dubbelstrooks uitvoeren van de TDI bij Boxtel wordt aanbevolen de meetlussen voor het meten van de intensiteit en de snelheid verder stroomafwaarts van de invoegstrook te leggen dan in de standaard configuratie. Omdat in dit geval de bottleneck na de verzorgingsplaats ligt wordt geadviseerd de meetlussen hier net stroomopwaarts van te leggen. Als de lussen (zoals standaard) rond de 500 meter stroomafwaarts van het puntstuk worden gelegd zal de TDI te laat reageren op het ontstaan van filevorming. De file moet dan immers enkele kilometers aangroeien voordat het meetpunt wordt bereikt. Door de lussen dicht bij de bottleneck te leggen kan de TDI sneller reageren op een daling van de snelheden in de bottleneck.





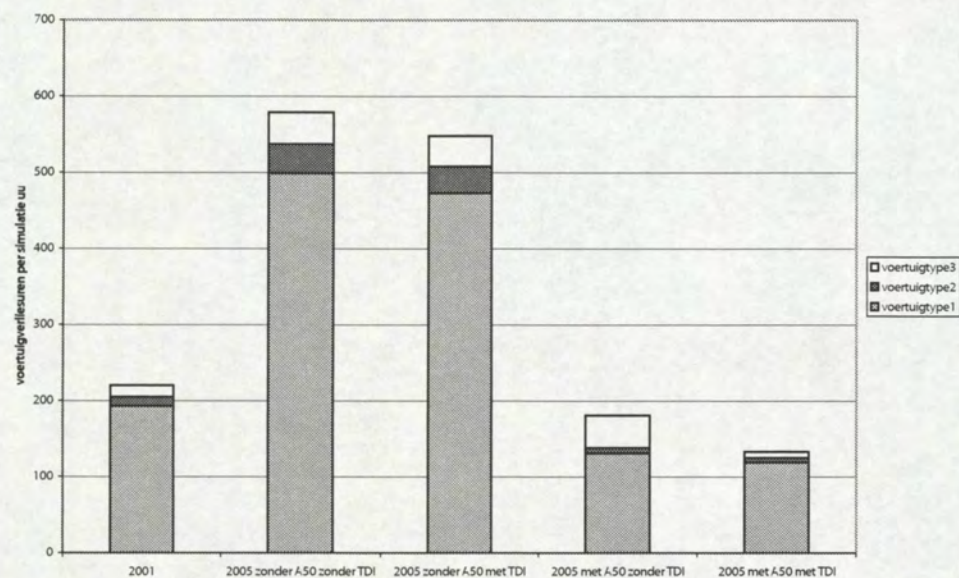


### 6.3 Best-west

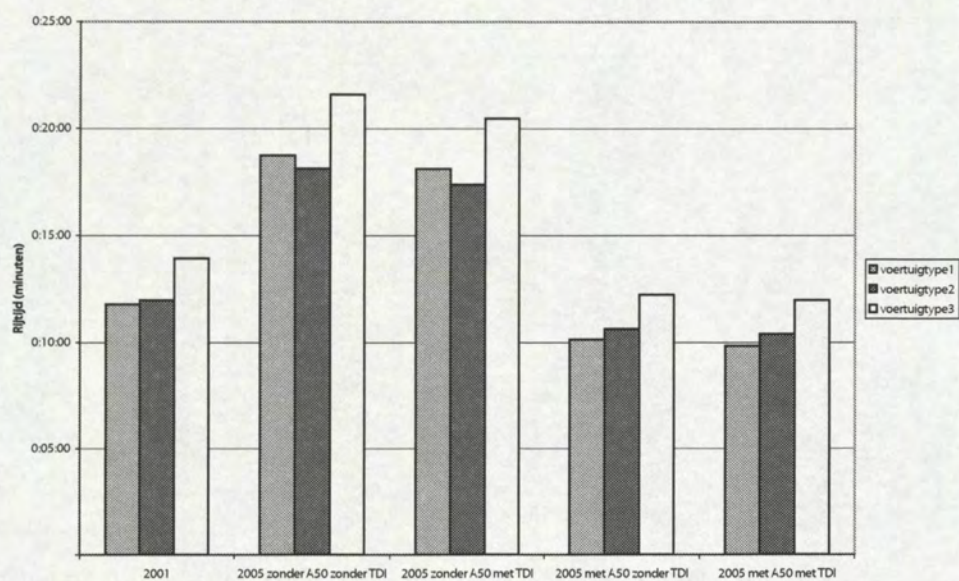
#### 6.3.1 Conclusies

In de onderstaande grafieken zijn de resultaten van de simulaties samengevat.

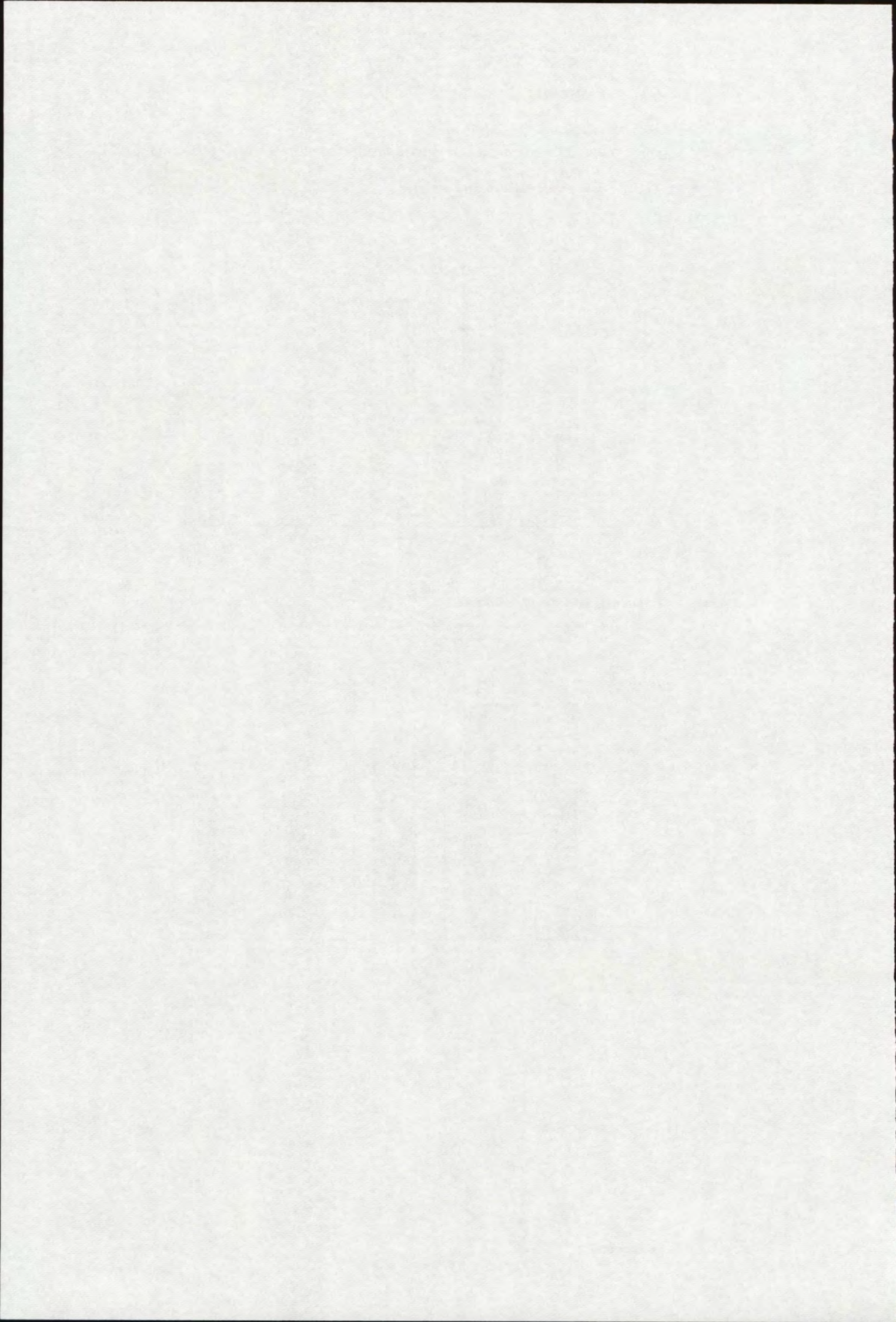
**figuur 6-4, Voertuigverliesuren Best-west**



**figuur 6-5, Gemiddelde rijtijd A2**

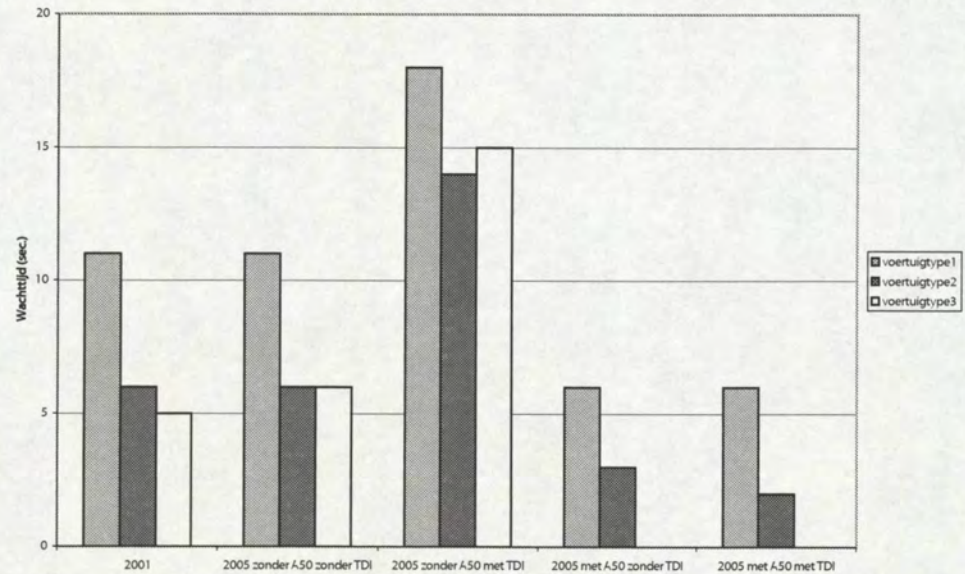








figuur 6-6, Gemiddelde wachttijd voor het verkeer vanuit Best-west



Uit de simulatiestudie komt naar voren dat de omvang van de verkeersproblemen in 2005 sterk toenemen. Met de aanleg van de A50 worden deze problemen sterk verminderd en komt zelfs onder het niveau van 2001.

Met het aanleggen van een TDI verbetert in beide situaties (zonder en met A50) de doorstroming.

### 6.3.2 Aanbeveling

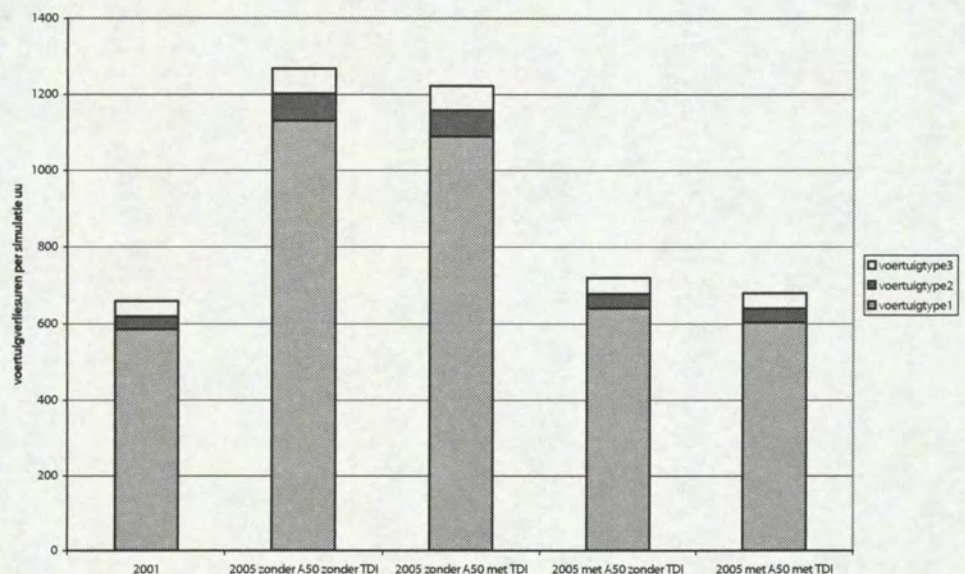
Op basis van de simulatieresultaten wordt geadviseerd de TDI aan te leggen.

## 6.4 Best

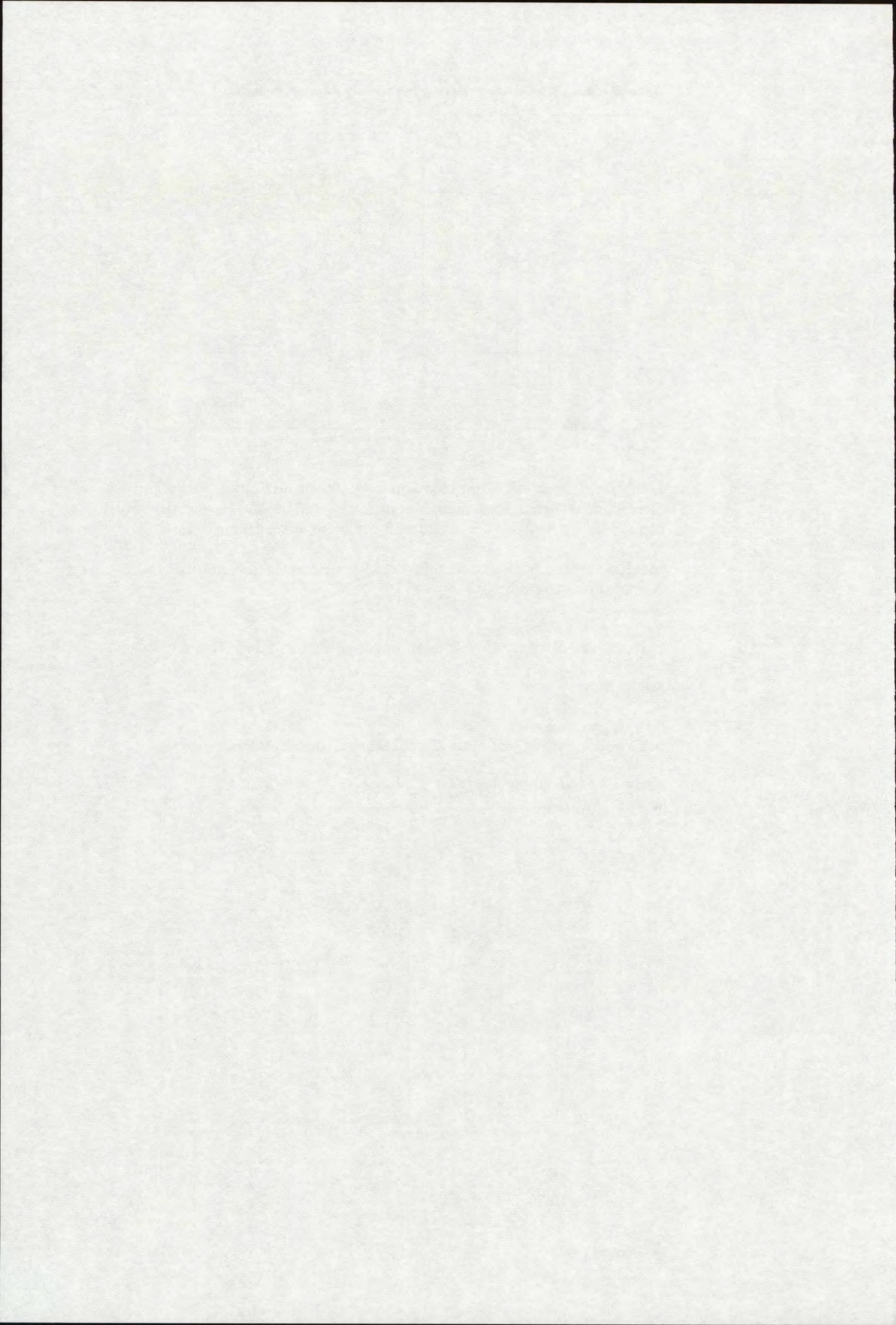
### 6.4.1 Conclusie

In de onderstaande grafieken zijn enkele modelresultaten samengevat:

figuur 6-7, Voertuigverliesuren Best

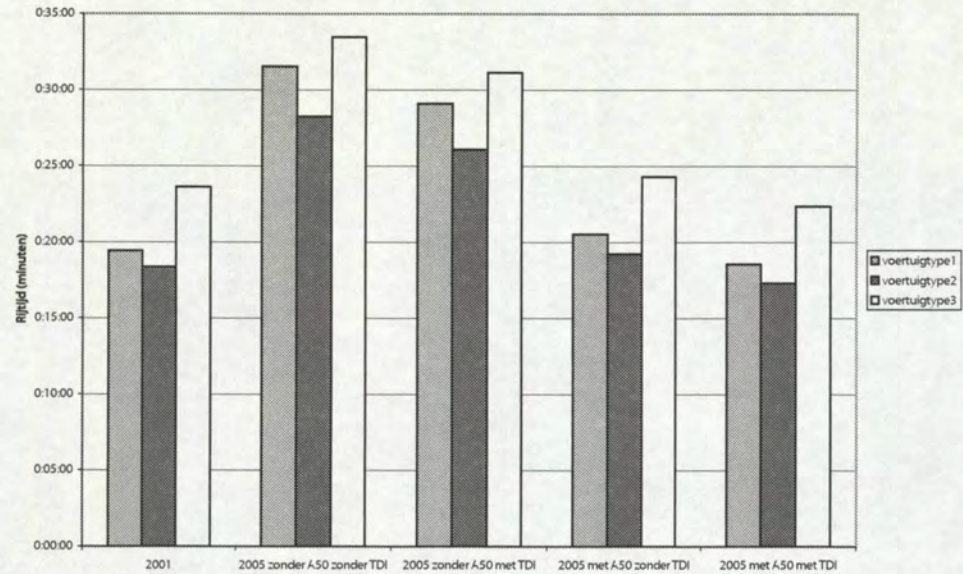




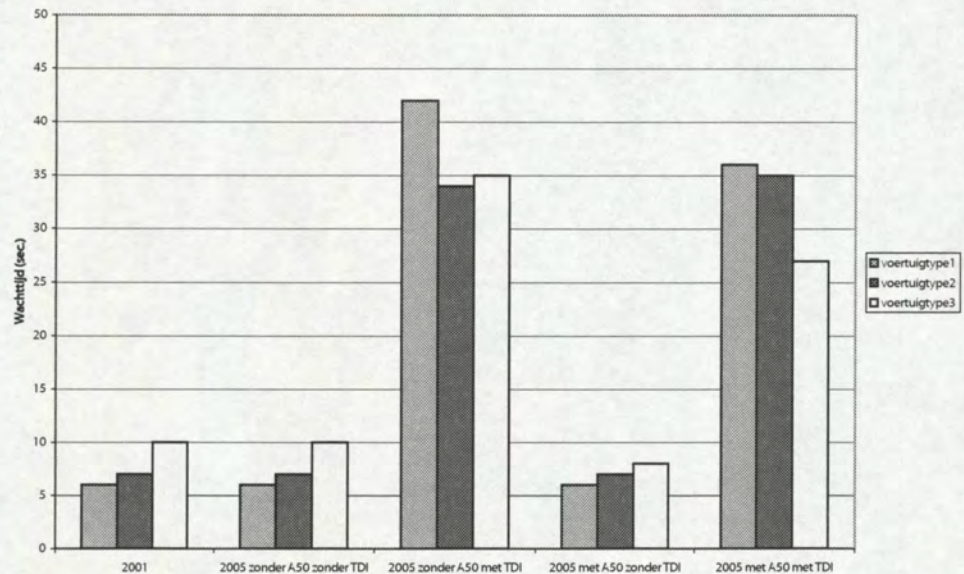




figuur 6-8, Gemiddelde rijtijd A2



figuur 6-9, Gemiddelde wachttijd voor het verkeer vanuit Best

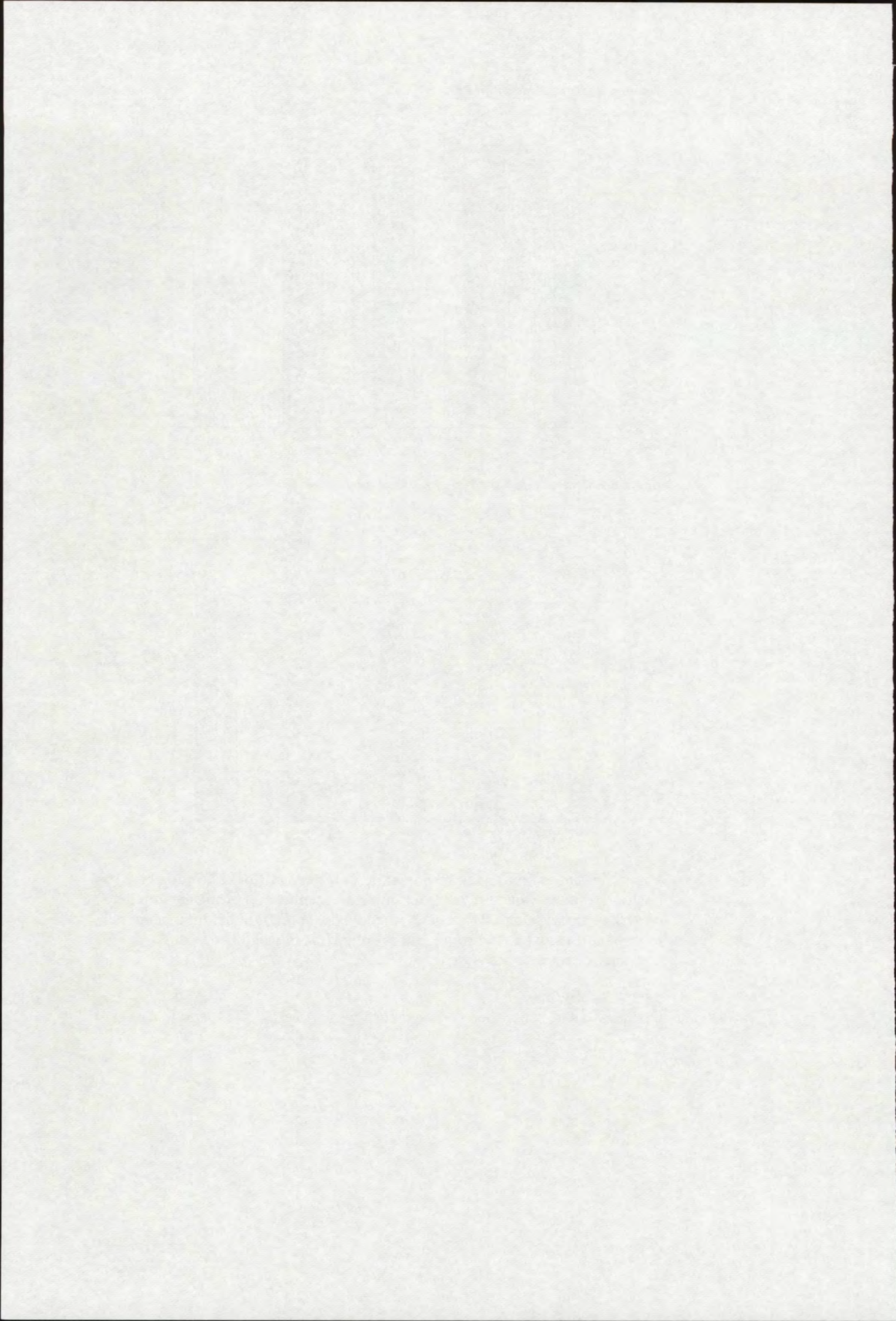


Uit de simulaties komt naar voren dat de TDI's een positief effect hebben op de doorstroming van de A2. Verder ontstaan geen (grote) problemen op het onderliggend wegennet. Hoewel de wachtrij op de toerit in het huidige model terugslaat tot aan het kruispunt zijn er voldoende mogelijkheden om negatieve effecten te bestrijden.

#### 6.4.2 Aanbeveling

Op basis van de simulatieresultaten wordt geadviseerd de TDI aan te leggen.



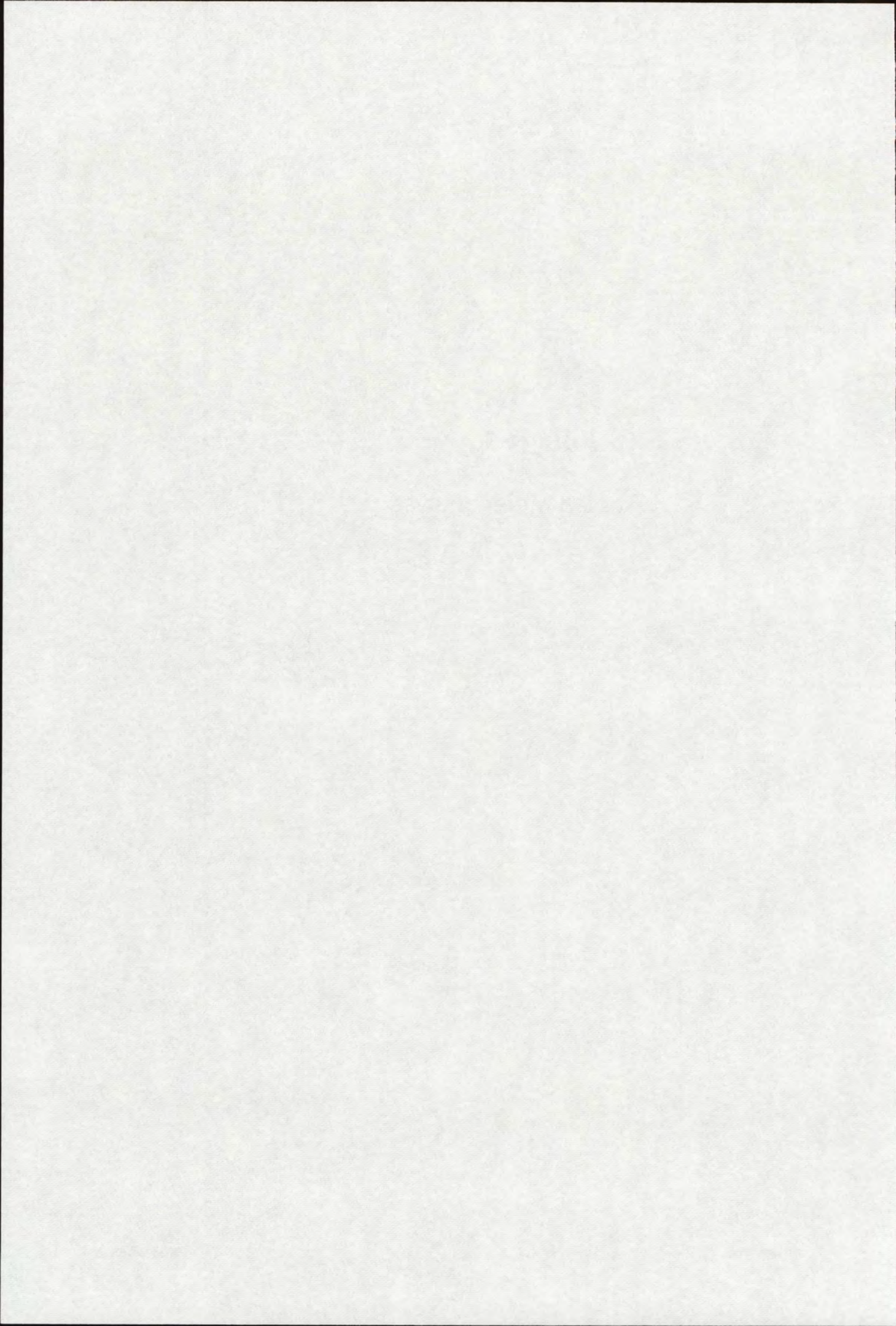




## **Bijlage 1**

### Kaplan Meier analyse





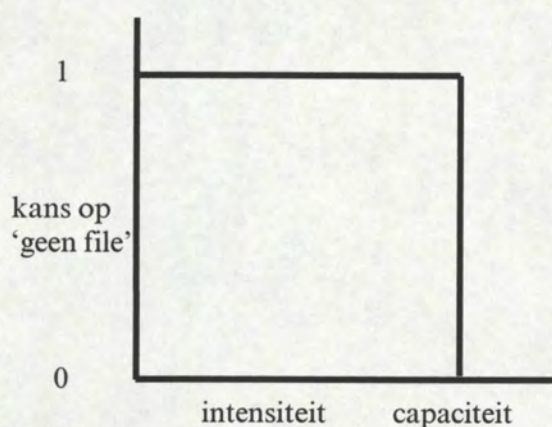


## Bijlage 1

### Kaplan Meier analyse

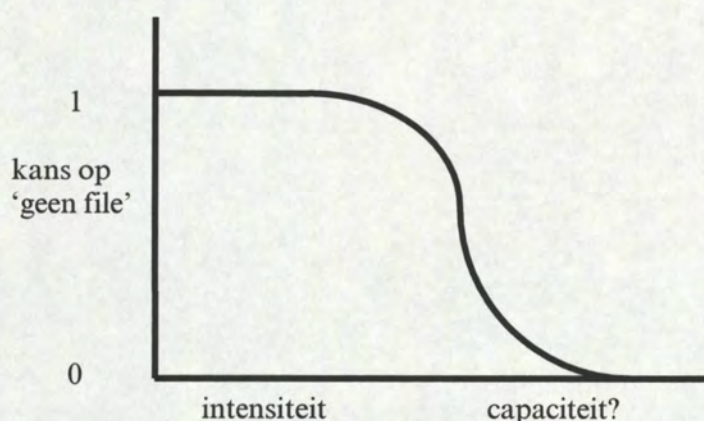
De Kaplan Meier analyse is een empirische benaderingswijze van de capaciteit van een wegvak.

Een wegvak heeft een bepaalde capaciteit. Hieraan kan een vaste waarde worden toegekend. Als de intensiteit lager is dan de capaciteit, zal geen file optreden; wanneer de intensiteit de capaciteit overschrijdt, zal wel file optreden. In onderstaande afbeelding is dit grafisch weergegeven; de kans op 'geen file' is 1 (intensiteit lager dan capaciteit) of 0 (intensiteit hoger dan capaciteit).



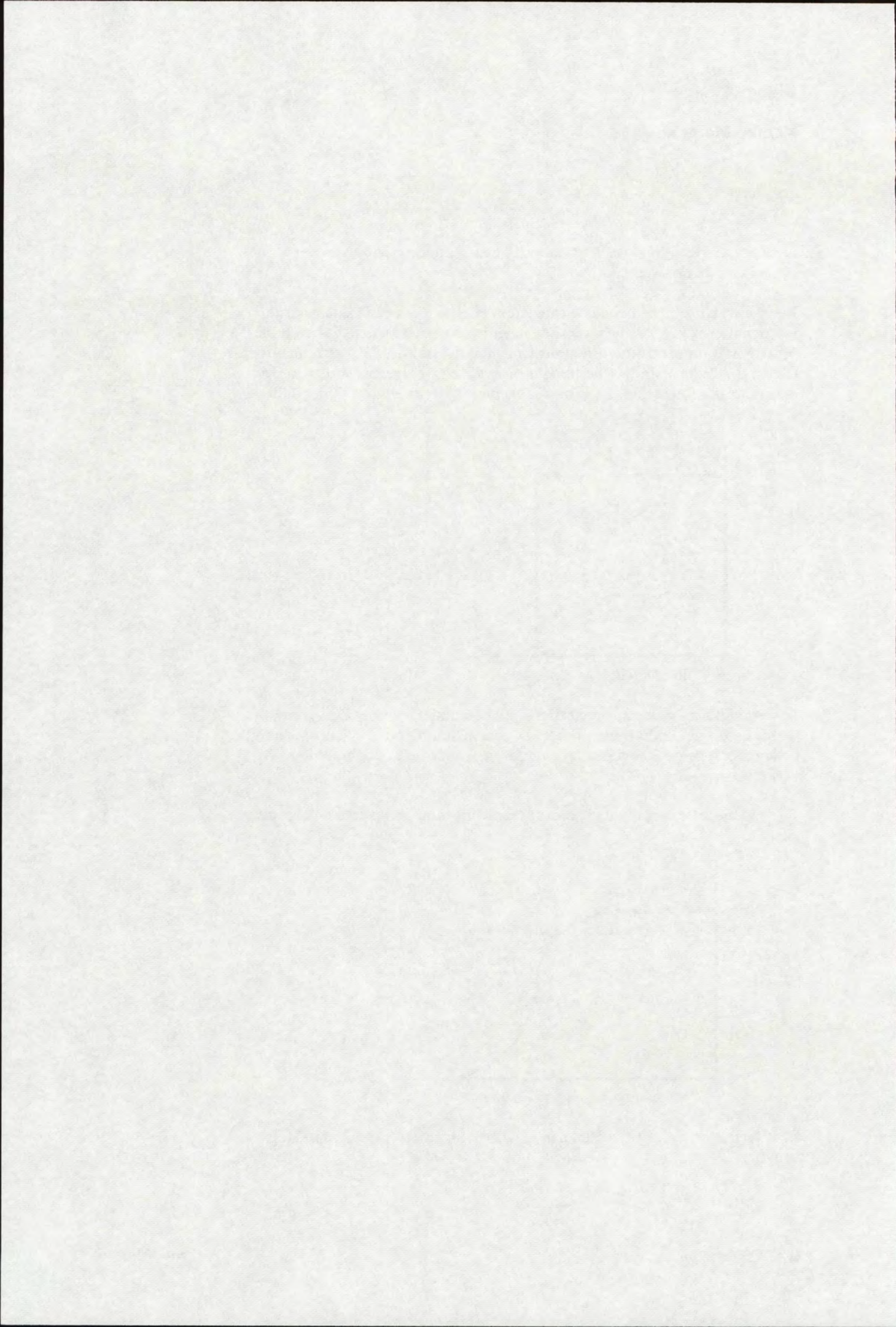
In werkelijkheid is de capaciteit niet één vaststaande waarde. De variatie wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld weersomstandigheden, lichtomstandigheden, het type weggebruikers (ochtendspits-rijders of zondagmiddag verkeer).

Bij een variabele capaciteit zal de kansverdeling van 'geen file' als volgt uit zien.



Er is geen eenduidige capaciteit aan te wijzen, hij varieert van situatie tot situatie.



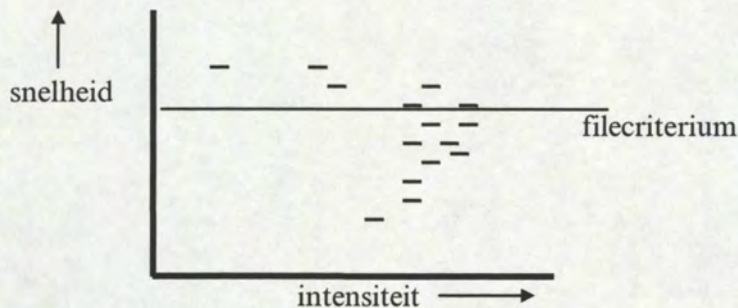




## Bijlage 1 (vervolg 1)

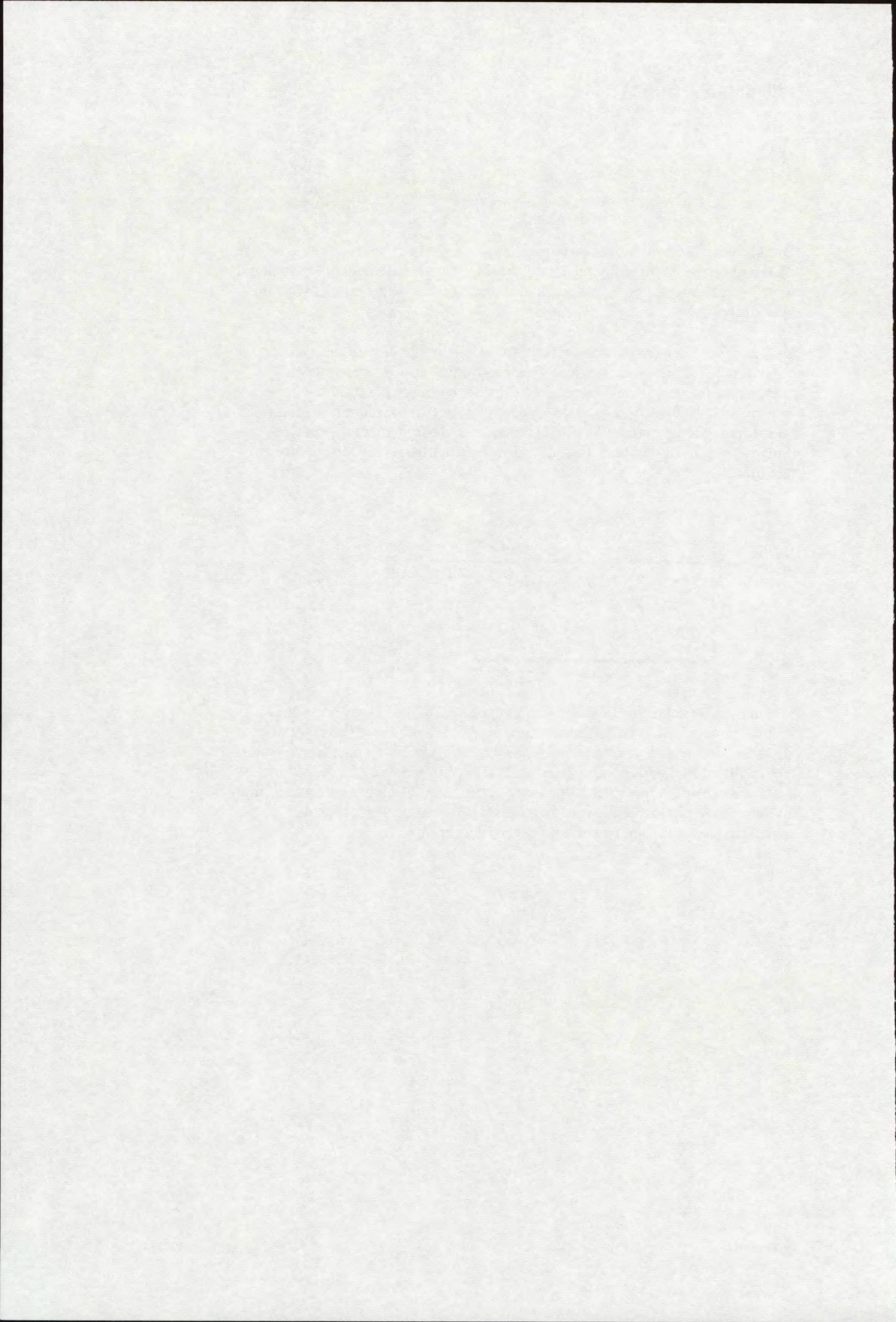
Om toch een uitspraak over de capaciteit te doen wordt gebruik gemaakt van werkelijk gemeten intensiteiten en de daarbij gemeten snelheden. De snelheid wordt uitgezet tegen de intensiteit in een zgn. snelheids-intensiteitsdiagram of basisdiagram.

Op basis van het basisdiagram wordt nu een snelheid bepaald die als filecriterium geldt. Hiervoor bestaan geen eenduidige voorschriften. In de praktijk wordt de snelheid opgegeven die de scheiding vormt tussen de 'bovenste' helft (vrij rijden) en de 'onderste' helft (file) van het basisdiagram; ter hoogte van het kruispunt van de dalende en de stijgende tak van de puntenwolk. In onderstaande figuur is dit punt aangegeven door de horizontale lijn.



Met een statistische toets worden de gemeten verkeerssituaties beoordeeld. Ligt de snelheid boven het filecriterium, dan 'overleeft' de verkeerssituatie. Op deze wijze wordt de overlevingskans van de verkeersafwikkeling bepaald. Het resultaat van de Kaplan-Meier analyse is een verdeling die de 'survival'-functie beschrijft. Uit de verdeling wordt afgelezen dat met zekere waarschijnlijkheid een bepaalde getalswaarde geldt als de capaciteit, gegeven de gebruikte meetwaarden en het opgegeven filecriterium.







## **Bijlage 2**

### Neerslaggegevens meetdagen







**Bijlage 2**

**Neerslaggegevens meetdagen**

Meetpunt Eindhoven, KNMI nummer 270, vliegveld Welschap. Neerslag in milimeters.

	dinsdag 9 oktober 2001	dinsdag 6 november 2001	dinsdag 13 november 2001
6:00 – 7:00 uur	0	0.1	0
7:00 – 8:00 uur	0	<0.05	0
8:00 – 9:00 uur	0	0.4	0
9:00 – 10:00 uur	<0.05	0.2	0
15:00 – 16:00 uur	0	0.1	<0.05
16:00 – 17:00 uur	0	0	<0.05
17:00 – 18:00 uur	0	0	0
18:00 – 19:00 uur	0	0.4	0



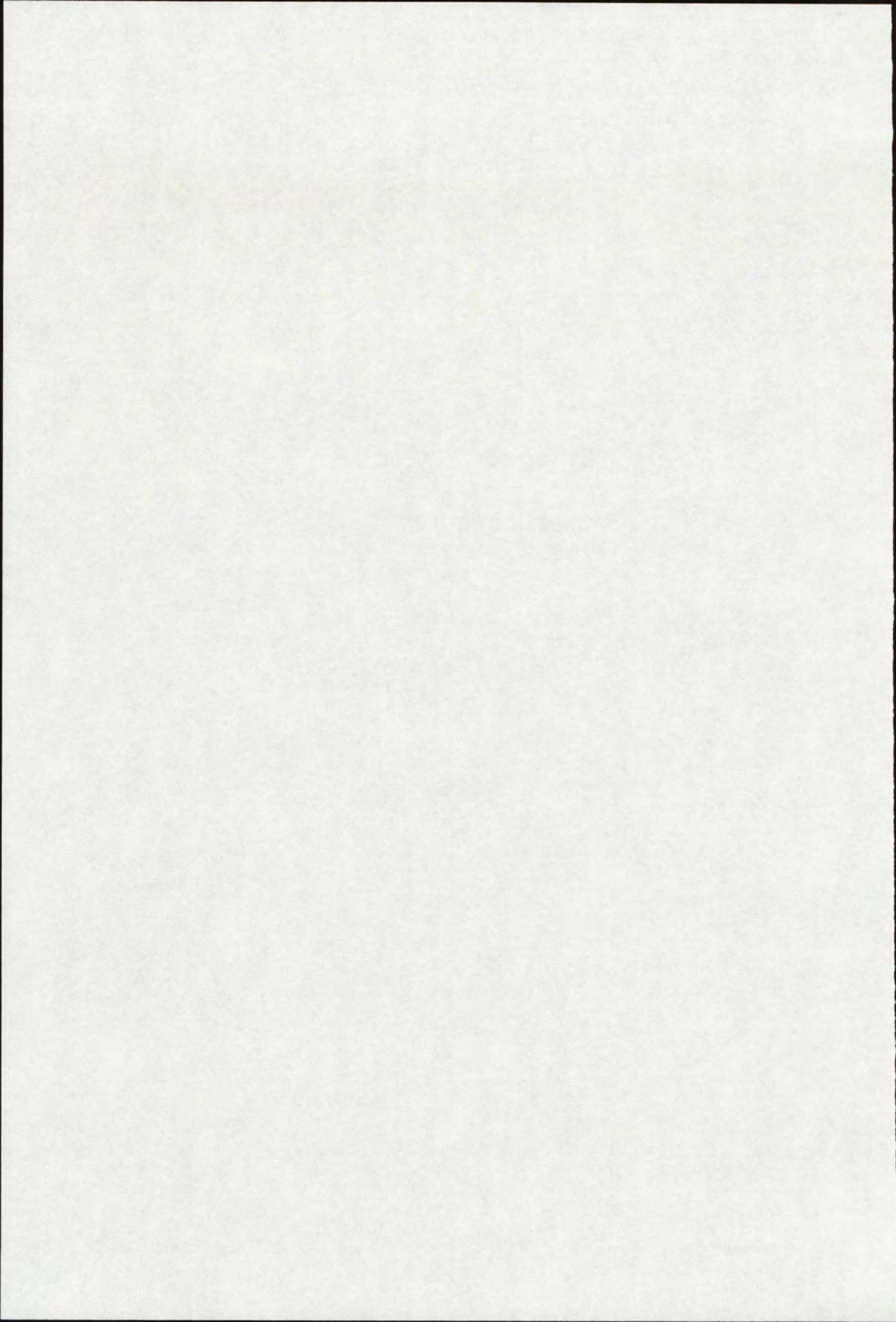




## **Bijlage 3**

### Entry-exit matrices







**Bijlage 3**

**Entry-exit matrices**

Boxtel:

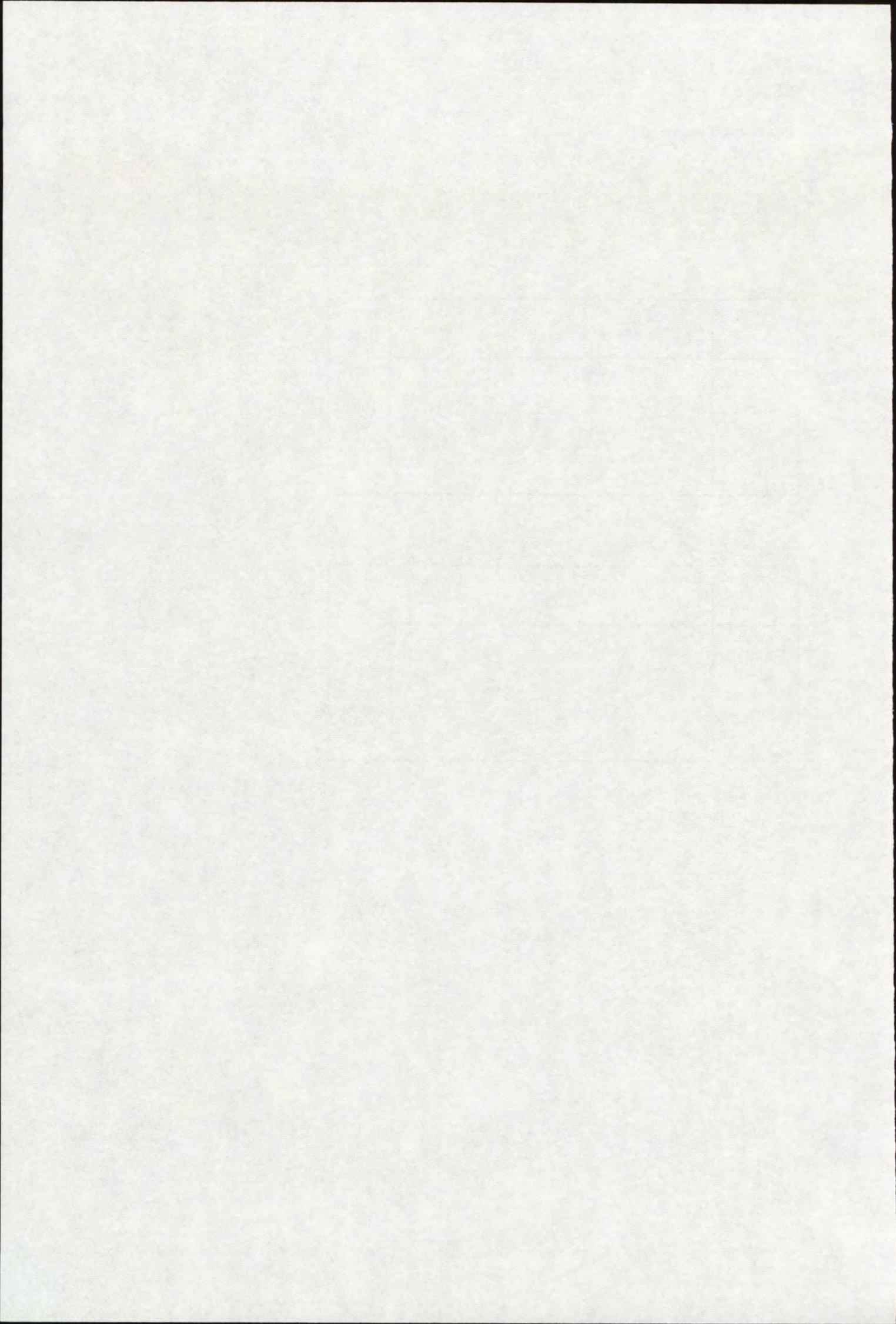
*06:00 – 07:00*

van/naar	Liempde	A2 ri. Eindhoven	Boxtel	ingang ver- zorgings- plaats	totaal
A2 vanuit Den Bosch	1%	88%	5%	6%	100%
Liempde	-	43%	57%	0%	100%
Boxtel	14%	86%	-	0%	100%
uitgang verzor- gingsplaats	0%	100%	0%	0%	100%

*07:00 – 08:00*

van/naar	Liempde	A2 ri. Eindhoven	Boxtel	ingang ver- zorgings- plaats	totaal
A2 vanuit Den Bosch	1%	87%	6%	6%	100%
Liempde	-	54%	46%	0%	100%
Boxtel	7%	93%	-	0%	100%
uitgang verzor- gingsplaats	0%	100%	0%	0%	100%







**Bijlage 3 (vervolg 1)**

**08:00 – 09:00**

van/naar	Liempde	A2 ri. Eindhoven	Boxtel	ingang ver- zorgings- plaats	totaal
A2 vanuit Den Bosch	1%	90%	4%	5%	100%
Liempde	-	35%	65%	0%	100%
Boxtel	13%	87%	-	0%	100%
uitgang verzor- gingsplaats	0%	100%	0%	-	100%

**09:00 – 10:00**

van/naar	Liempde	A2 ri. Eindhoven	Boxtel	ingang ver- zorgings- plaats	totaal
A2 vanuit Den Bosch	1%	88%	5%	6%	100%
Liempde	-	37%	63%	0%	100%
Boxtel	24%	76%	-	0%	100%
uitgang verzor- gingsplaats	0%	100%	0%	-	100%







### Bijlage 3 (vervolg 2)

#### Best-West:

van/naar	St. Oedenrode	A2 ri. Eindhoven	Best-centrum	Oirschot	totaal
A2 vanuit Den Bosch	1%	94%	2%	3%	100%
St. Oedenrode	-	82%	3%	15%	100%
Best-centrum	56%	40%	-	4%	100%
Oirschot	93%	2%	4%	-	99%

Voor Best-west was er slechts van één uur een verkeersstromenverdeling over het gehele netwerk aanwezig (07:30 –08:30). De intensiteiten op de modelingen zijn geïnterpoleerd op basis van de spitscurven uit de visuele tellingen uit 1999 en de MARE gegevens. Voor alle overige uren is dezelfde entry-exit matrix gebruikt.







**Bijlage 3 (vervolg 3)**

**Best:**

**06:00 – 07:00**

van/naar	A2 ri. Den Bosch	Best
A2 vanuit Eindhoven	94%	6%
Best	100%	-

**07:00 – 08:00**

van/naar	A2 ri. Den Bosch	Best
A2 vanuit Eindhoven	93%	7%
Best	100%	-

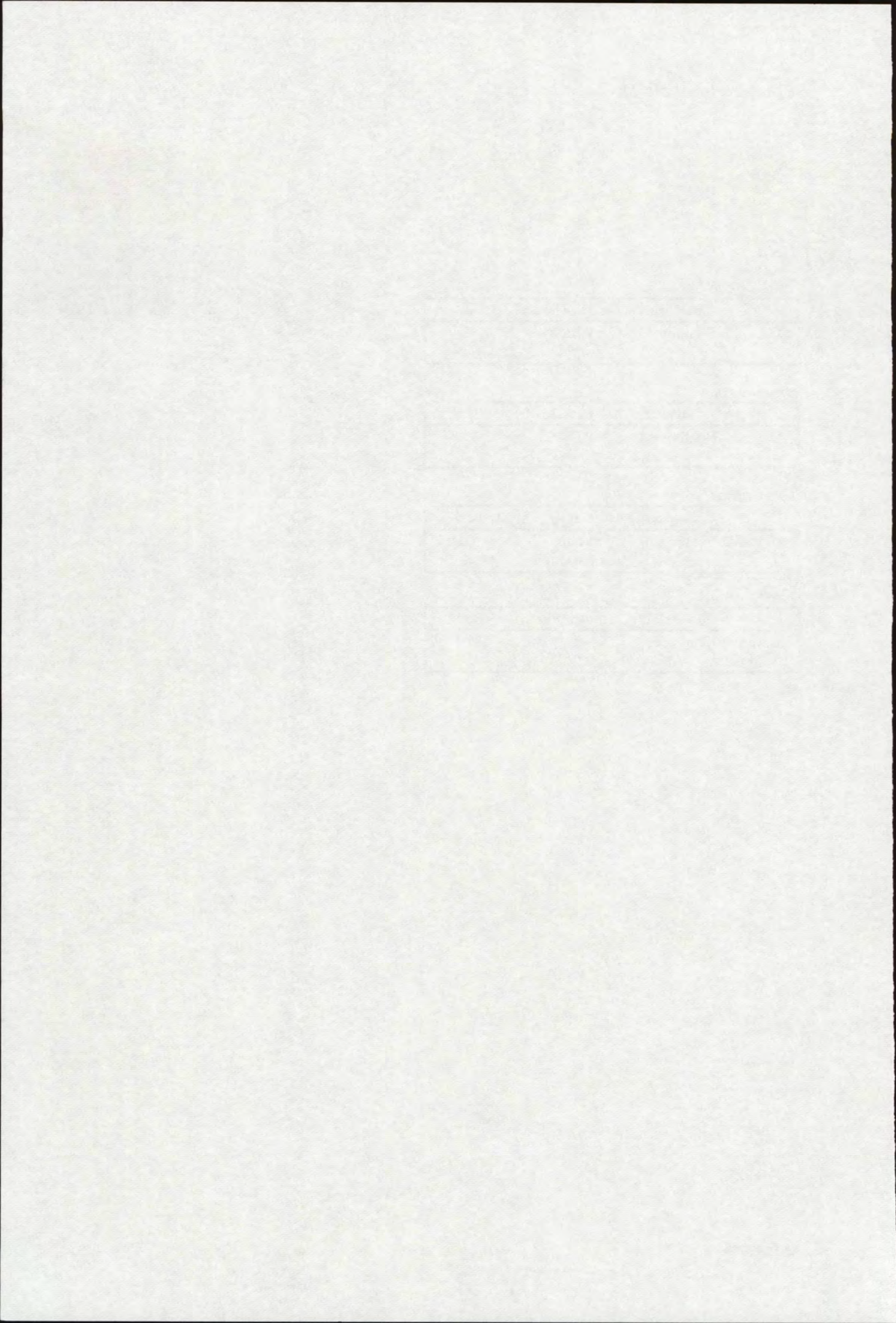
**08:00 – 09:00**

van/naar	A2 ri. Den Bosch	Best
A2 vanuit Eindhoven	91%	9%
Best	100%	-

**09:00 – 10:00**

van/naar	A2 ri. Den Bosch	Best
A2 vanuit Eindhoven	84%	16%
Best	100%	-



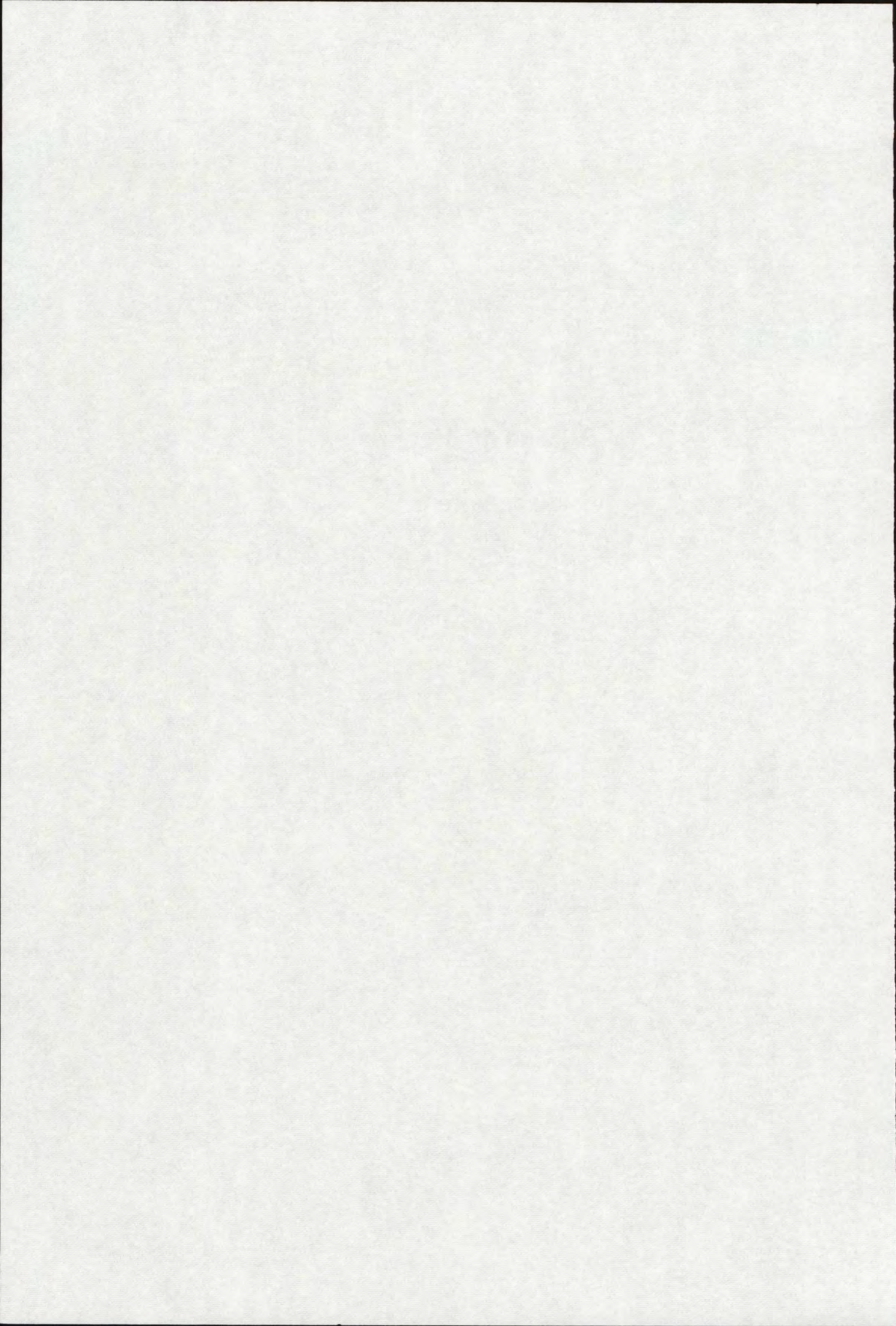




## **Bijlage 4**

### Vlekkenkaarten



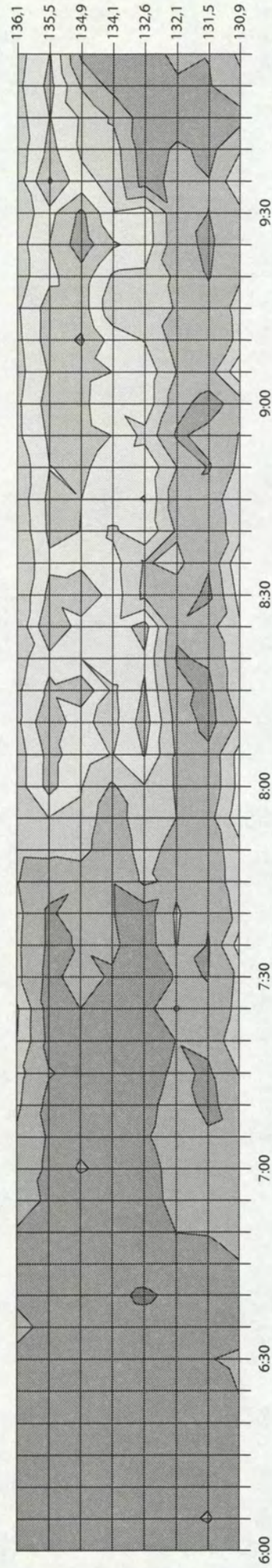




## Bijlage 4

### Vlekkenkaarten

Boxtel 0-variant



■ 30-40 ■ 40-50 ■ 50-60 ■ 60-70 ■ 70-80 ■ 80-90 ■ 90-100 ■ 100-110 ■ 110-120 ■ 120-130 ■ 130-140

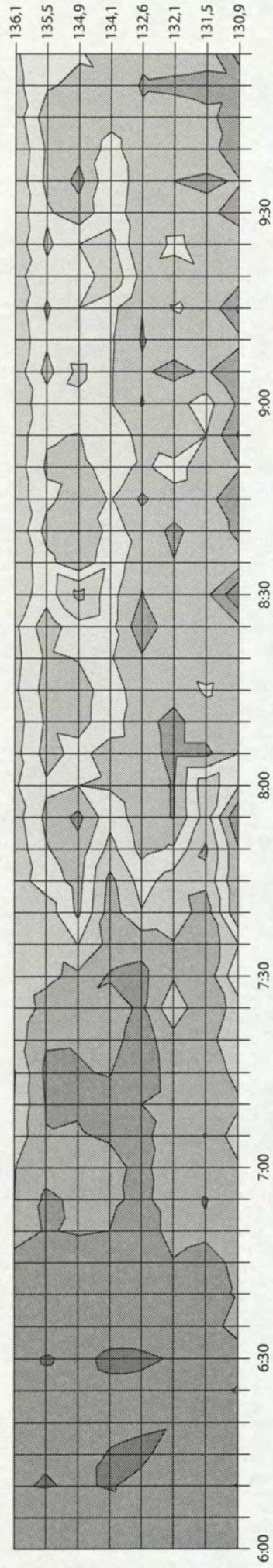






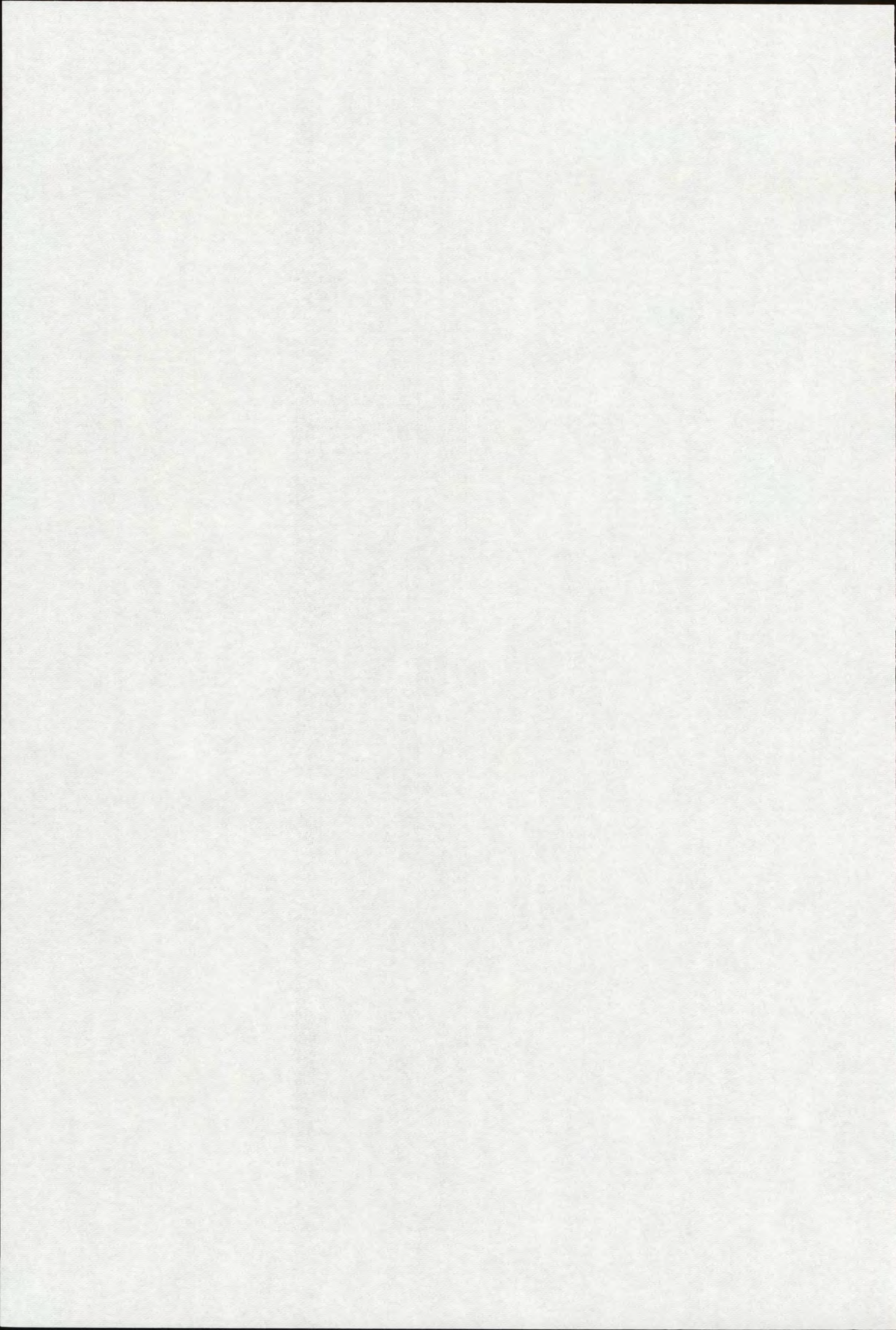
## Bijlage 4 (vervolg 1)

Boxtel 2005 zonder TDI



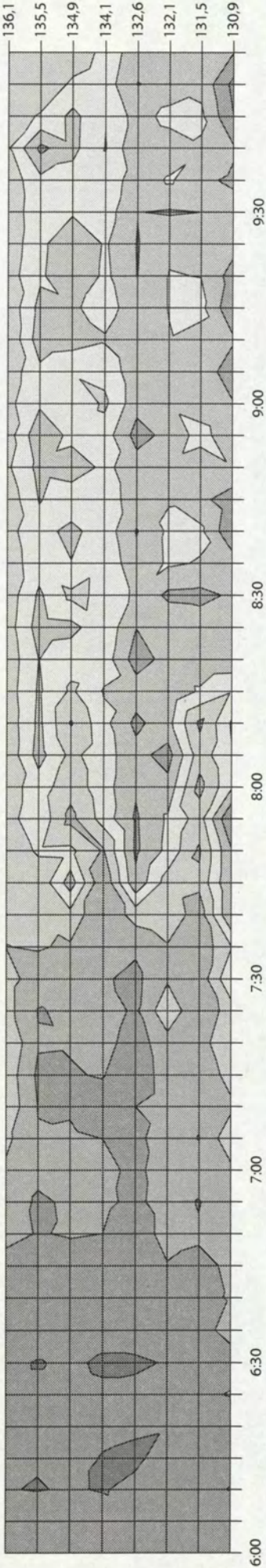
■ 30-40 ■ 40-50 ■ 50-60 ■ 60-70 ■ 70-80 ■ 80-90 ■ 90-100 ■ 100-110 ■ 110-120 ■ 120-130 ■ 130-140







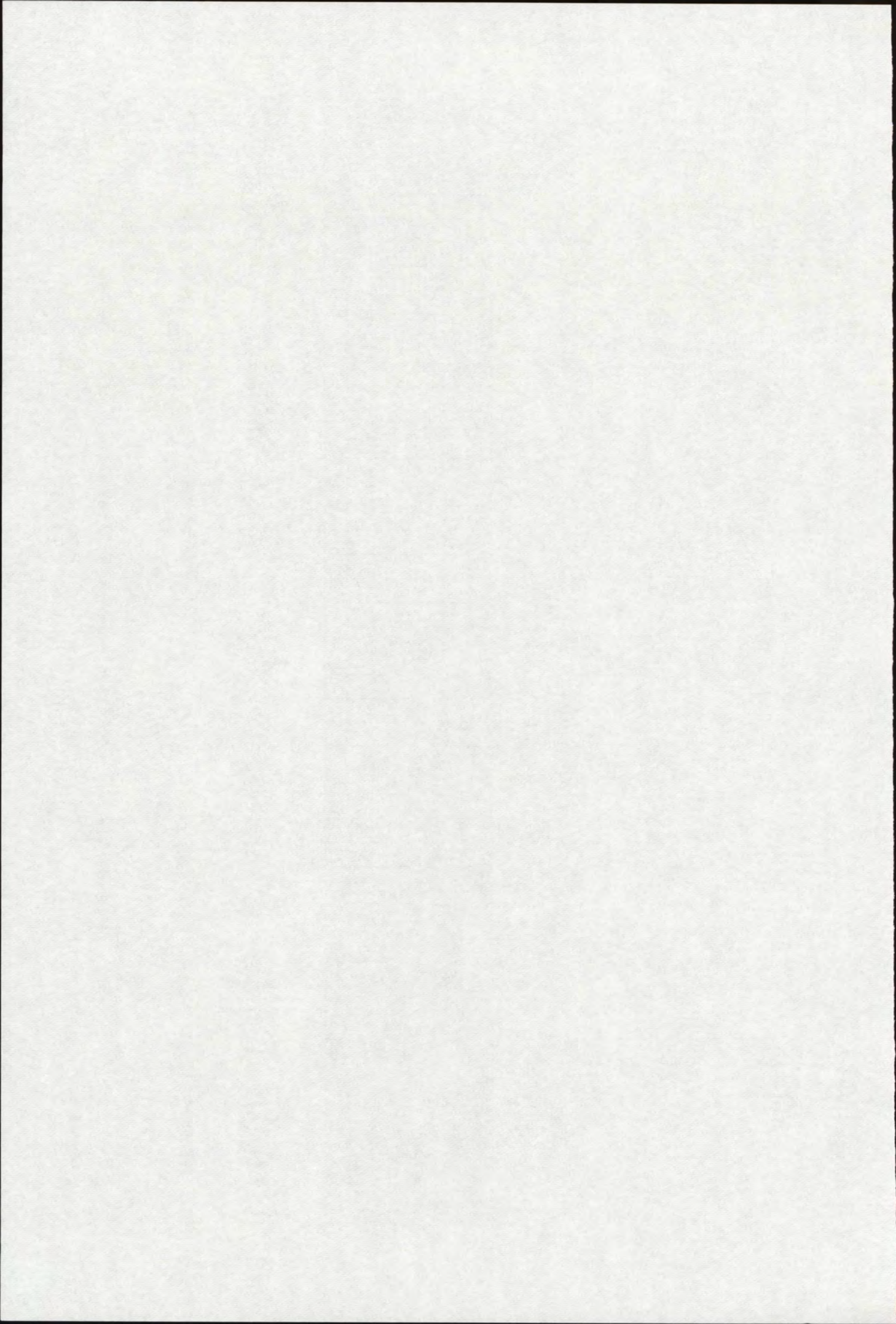
Boxtel 2005 met TDI



■ 30-40 ■ 40-50 ■ 50-60 ■ 60-70 □ 70-80 □ 80-90 □ 90-100 ■ 100-110 ■ 110-120 ■ 120-130 ■ 130-140

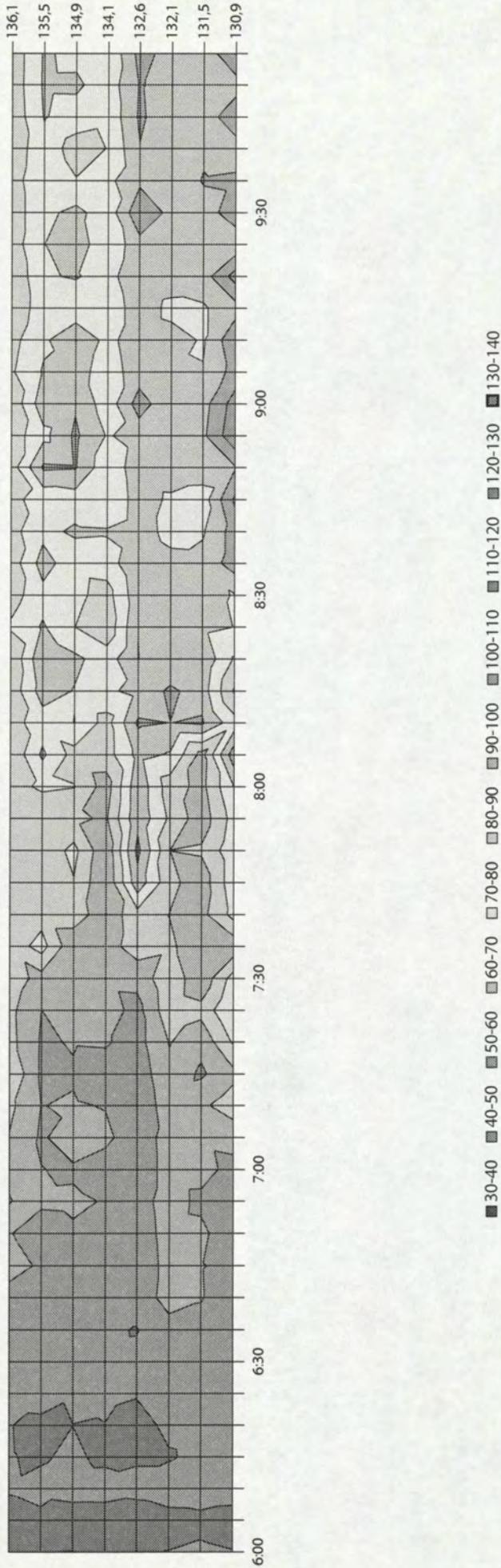
99323437, rev. 2



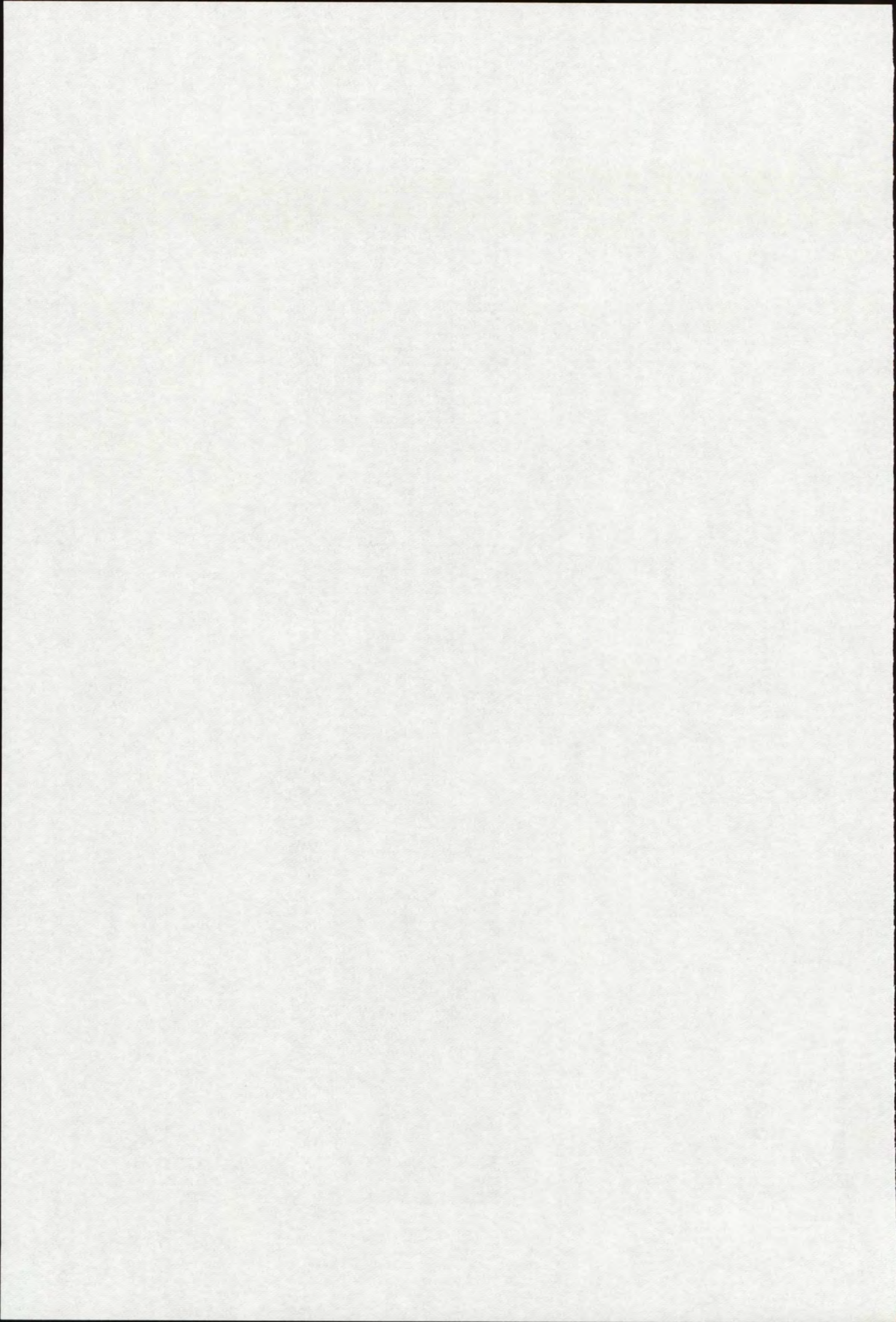




Boxtel tweestrooms TDI

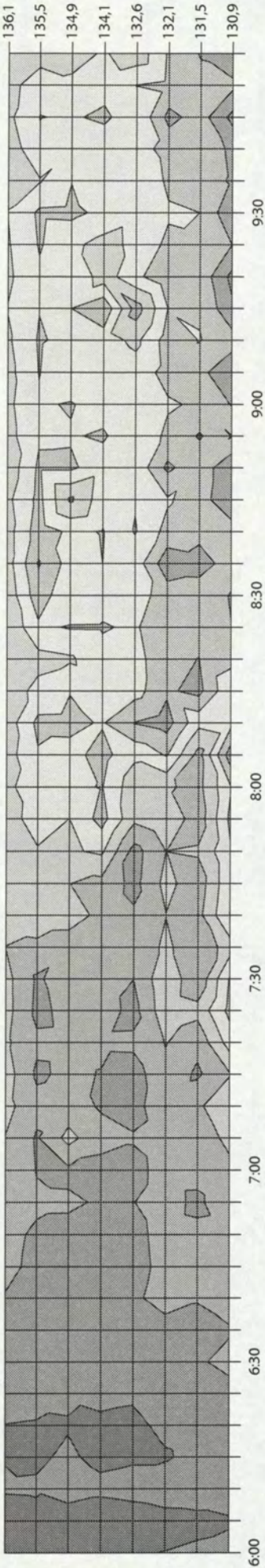






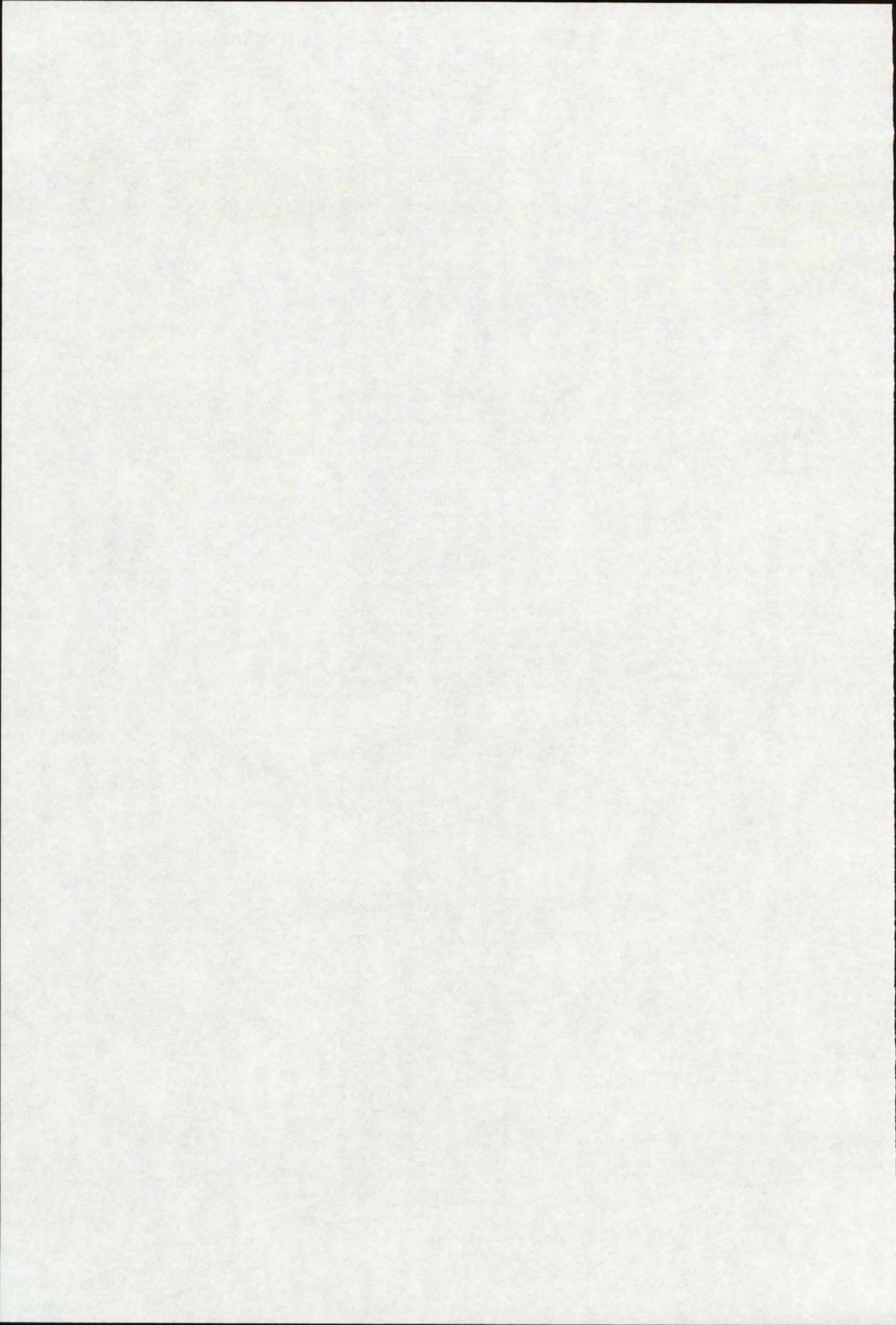


Boxtel verlengde invoegstrook



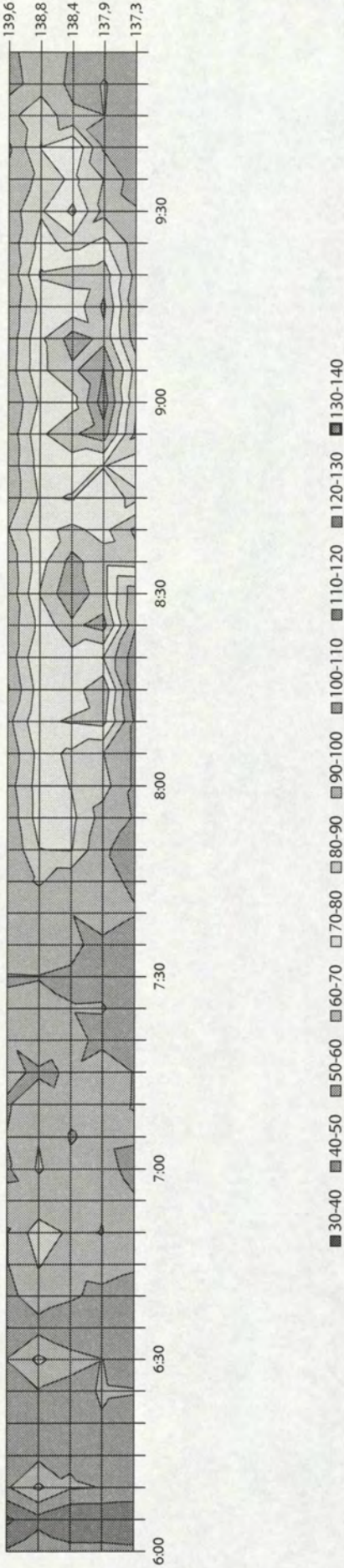
■ 30-40 ■ 40-50 ■ 50-60 ■ 60-70 ■ 70-80 ■ 80-90 ■ 90-100 ■ 100-110 ■ 110-120 ■ 120-130 ■ 130-140



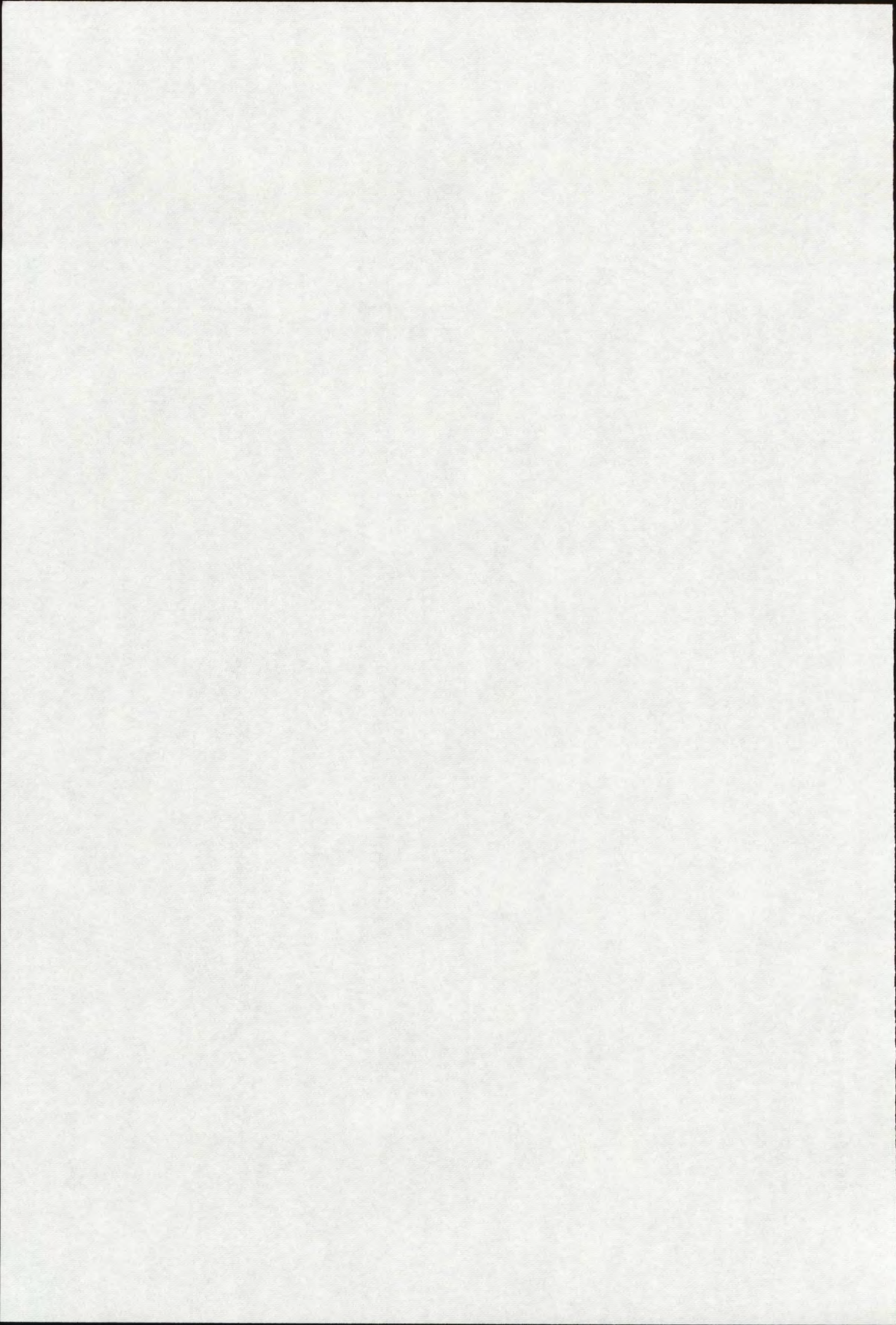




Best-west 0-variant

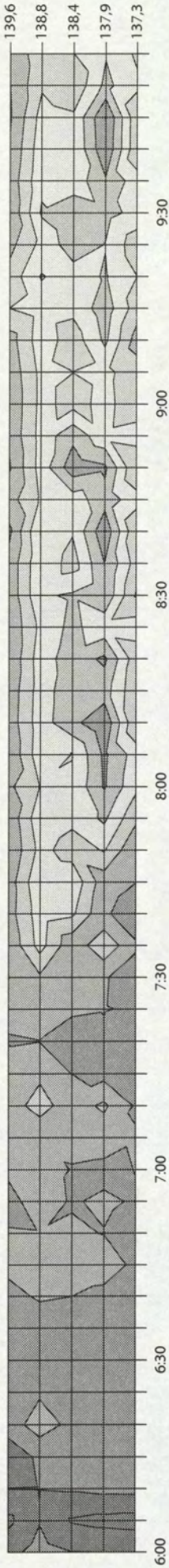




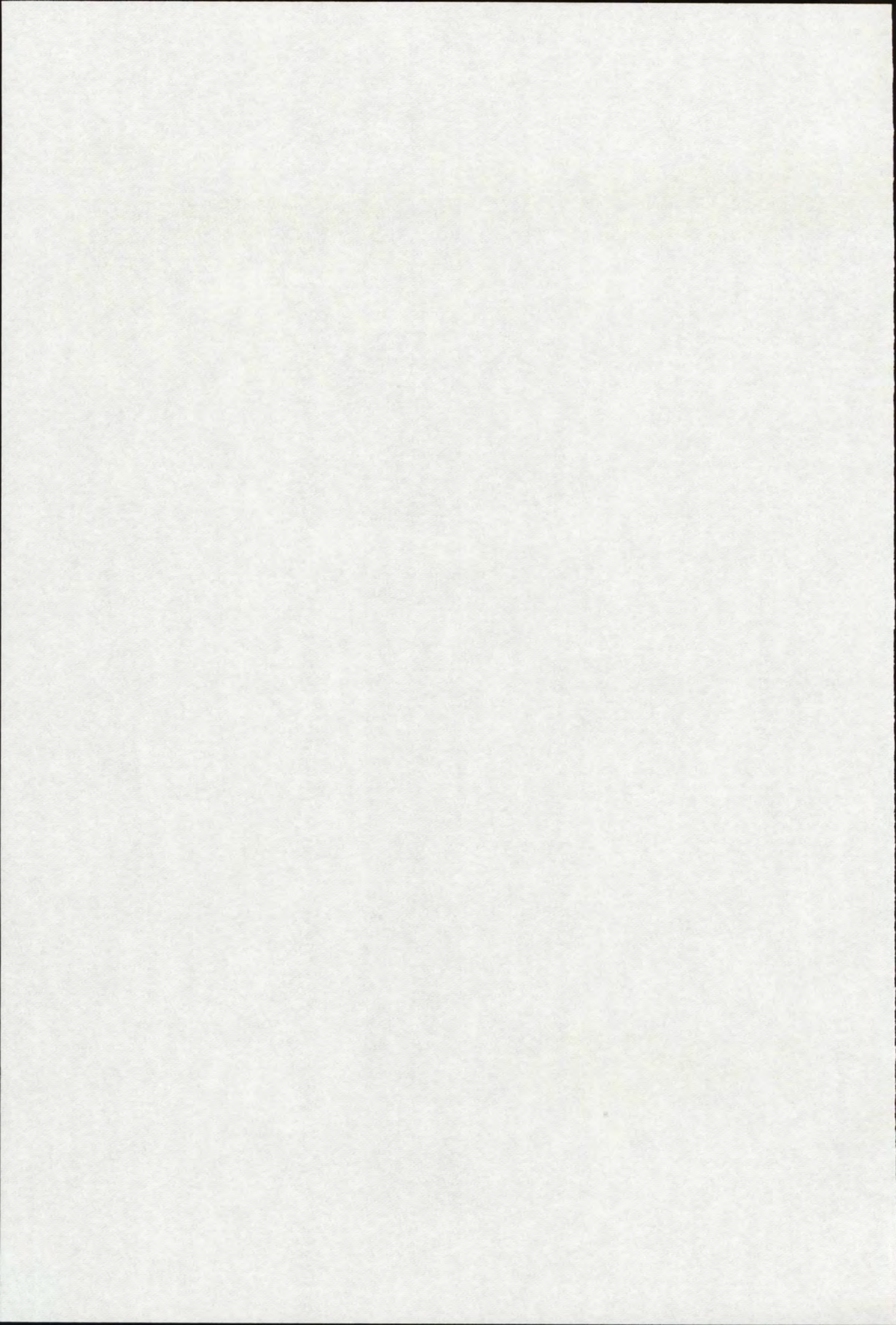




Best-west 2005 zonder TDI

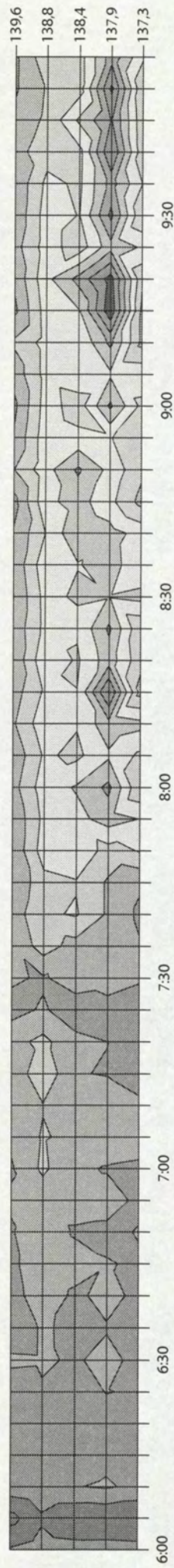








Best-west 2005 met TDI



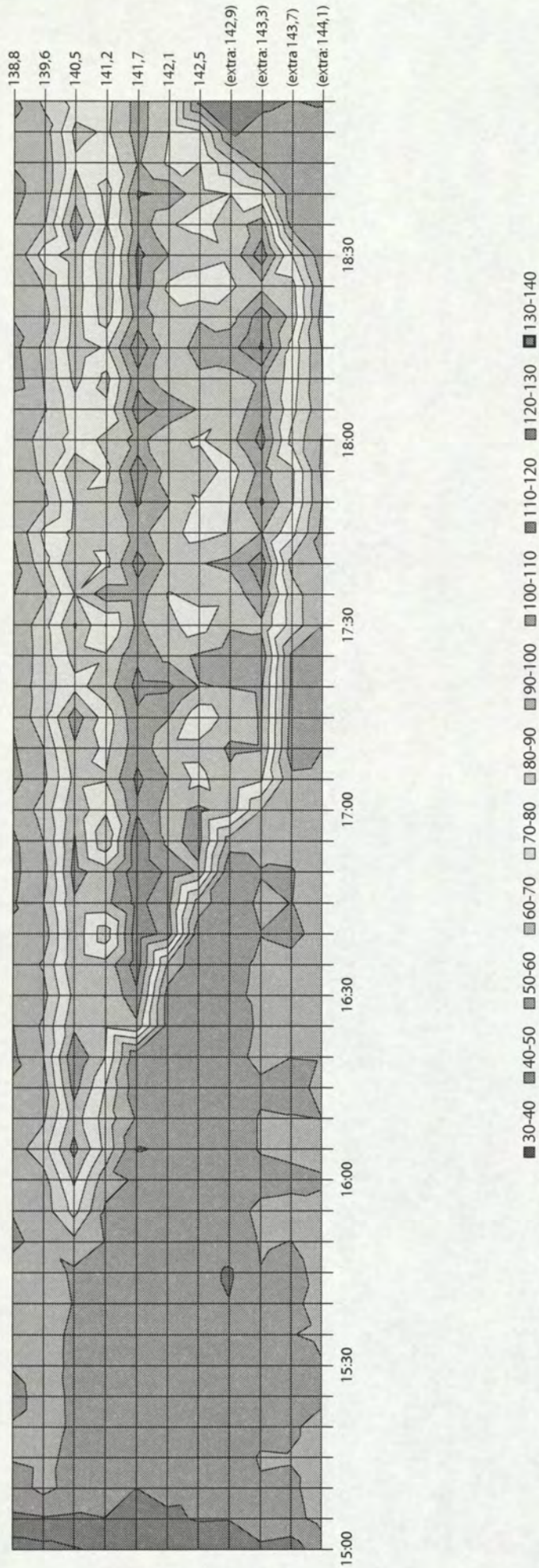
■ 30-40 ■ 40-50 ■ 50-60 ■ 60-70 □ 70-80 □ 80-90 □ 90-100 ■ 100-110 ■ 110-120 ■ 120-130 ■ 130-140







Best 0-variant

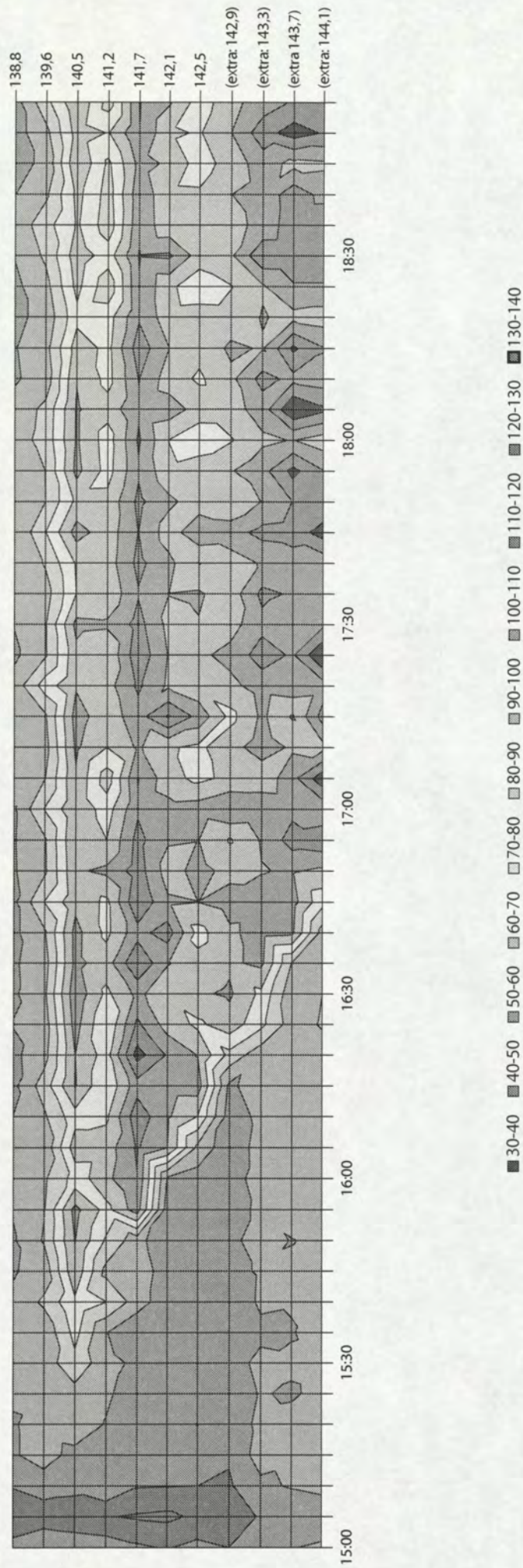




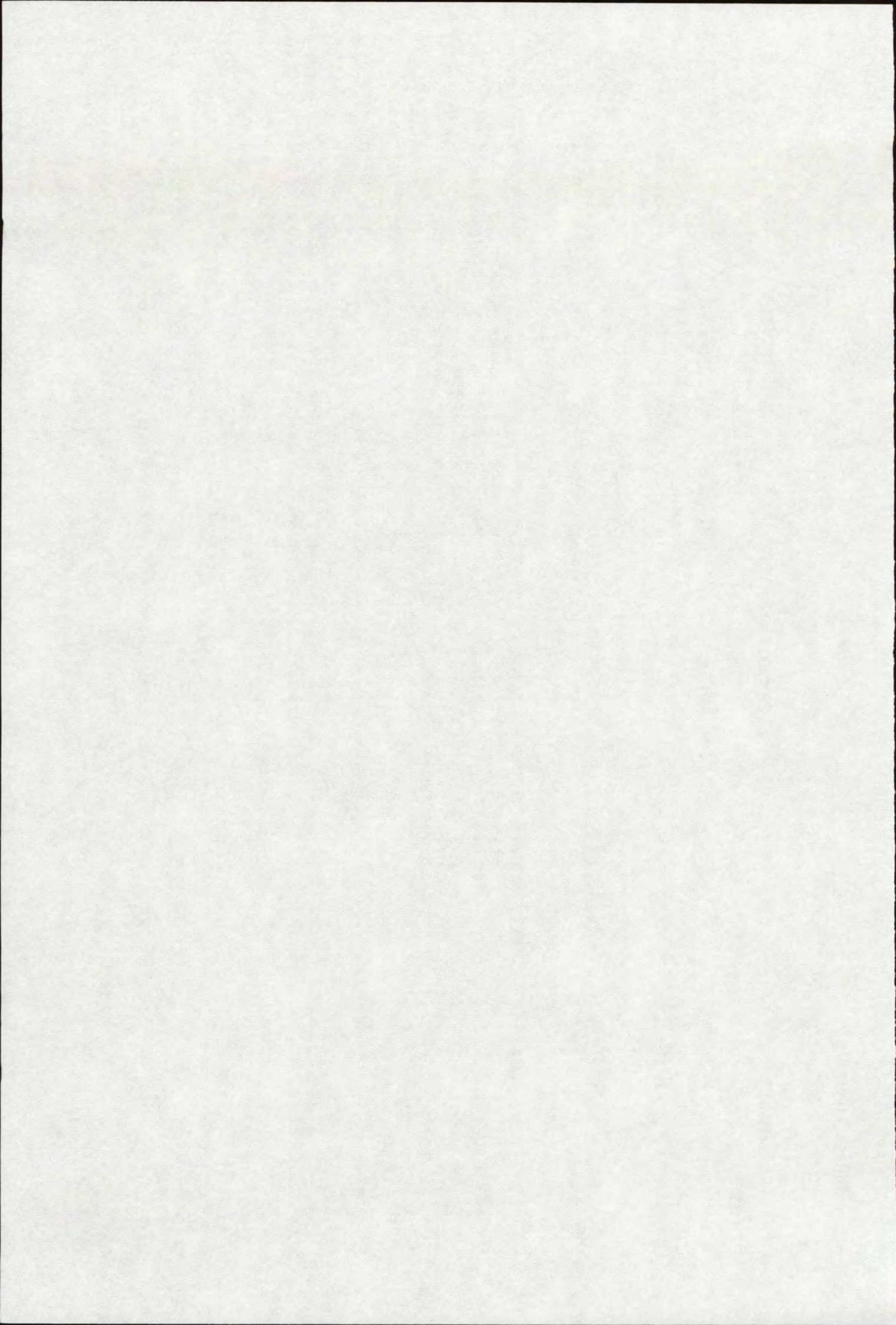




Best 2005 zonder TDI









Best 2005 met TDI

