

Resultaten Dynamische Simulaties

Aanvullend onderzoek oktober 2006 - januari 2007 planstudie Schiphol- Amsterdam-Almere

Definitief

In opdracht van:
Rijkswaterstaat

Grontmij Nederland bv
De Bilt, 25 januari 2007

Verantwoording

Titel : Resultaten Dynamische Simulaties
Aanvullend onderzoek oktober 2006 - januari 2007 planstudie
Schiphol-Amsterdam-Almere

Subtitel :

Projectnummer : 218682

Referentienummer :

Revisie :

Datum : 25 januari 2007

Auteur(s) : N.D. Cohn

E-mail adres : nick.cohn@grontmij.nl

Gecontroleerd door : F. de Jong

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : H. Otte

Paraaf goedgekeurd :

Contact : De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 36
F +31 30 220 19 23
E verkeer@grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Methodiek	4
1.1	NRM Randstad	4
1.2	Dynamisch Model.....	4
1.3	Beperkingen	5
2	Opzet Dynamische Model	6
2.1	Studiegebied	6
2.2	Alternatieven en simulatieperiodes.....	7
2.3	Uitsneden NRM	7
2.4	Vormgeving	7
3	Resultaten Beprijzen	10
3.1	Verwachtingen	10
3.2	Resultaten	10
4	Resultaten Zonder Beprijzen	11
4.1	Verwachtingen	11
4.2	Filelocaties	11
4.3	Trajecttijden	13
4.4	Analyse	15

1 Methodiek

1.1 NRM Randstad

Mogelijke verkeerskundige effecten van een aanpassing of uitbreiding van weginfrastructuur vormen een belangrijk element van een kostenbatenanalyse. In het geval van rijkswegen worden deze effecten normaliter berekend op basis van het NRM. Door het NRM toe te passen, worden de volgende gedragseffecten systematisch opgenomen in de berekeningen:

- vervoerwijzekeuze;
- totale distributie van verplaatsingen (bestemmingskeuze);
- dagdeelkeuze (vertrektijdstipkeuze);
- routekeuze.

Hierin worden tevens de effecten van beprijzen opgenomen. Met beprijzen wordt verondersteld dat het prijsbeleid bestaat uit een algemene heffing van € 3,4 cent per km en een congestieheffing van € 11 cent per km. Deze congestieheffing geldt voor alle wegen waar meer dan 70 km/u wordt gereden en de intensiteit van het verkeer hoog is t.o.v. de capaciteit van de weg (I/C -ratio $> 0,8$).

In het geval van deze studie, is het NRM Randstad toegepast. Dit model bevat het hoofdwegenet voor heel Nederland. In de Randstad is het onderliggende wegennet redelijk gedetailleerd opgenomen. Dit betekent dat het model een breed beeld bevat van reistijden en afstanden van de ‘omliggende wereld’ van het te onderzoeken traject.

De uitkomsten van de statische toedelingstechniek in het NRM Randstad bevatten het effect van terugslag niet. Aan een verbeterde toedelingstechniek wordt gewerkt, maar deze is op dit moment niet beschikbaar. Om deze tijdelijke situatie te overbruggen, wordt een dynamische simulatie gebruikt om reistijden te berekenen voor een referentiesituatie en voor het Locatiespecifiek en Stroomlijn alternatief.

1.2 Dynamisch Model

Paramics is een microsimulatie van individuele voertuigen. In deze simulatie worden de invloeden van aspecten van individueel gedrag meegenomen, zoals de agressiviteit van bestuurders, de bekendheid met het wegennet, weefgedrag, rijstrookkeuze en routekeuze (zie bijlage). Enkele belangrijke aspecten maken dit een dynamisch model:

- Het keuzegedrag wordt per tijdstap (bijvoorbeeld per minuut) opnieuw berekend. Dit betekent bijvoorbeeld dat bestuurders andere routes kunnen kiezen afhankelijk van de situatie op de weg tijdens de simulatieperiode.
- De verkeersvraag is verdeeld over de simulatieperiode: bestuurders vertrekken op verschillende tijdstippen en hun aankomsttijden op hun bestemmingen zijn afhankelijk van de wegsituatie en de gedragsmodellen.
- De modeluitkomsten zijn een resultaat van individuele keuzes over tijd (binnen de simulatieperiode). Reistijden worden bepaald door de combinatie van deze individuele keuzes, het weggedrag, de effecten van verkeersregelingen en de daaruit resulterende wachtrijvorming.
- De uitkomsten van simulaties met identieke invoergegevens kunnen van elkaar afwijken. Dit komt doordat individuen niet altijd precies dezelfde keuzes maken. Dit betekent dat meer simulaties moeten worden gedraaid en dat de uitkomsten met elkaar moeten worden gemiddeld om eindresultaten te produceren.

De wegcapaciteit is geen invoergegeven (zoals in het NRM) maar een resultaat van de simulatie. Doordat individuele voertuigen gesimuleerd worden en de vormgeving van het wegennet wordt gebruikt, zijn de locaties, opbouw en 'blocking back' van de filevorming realistischer dan in een statisch model. Hierdoor kan het dynamische model reistijden berekenen die gebaseerd zijn op realistische congestie en filevorming. De hoeveelheid verkeer is een invoergegeven en niet zoals in het NRM het resultaat van de toedeling.

1.3 Beperkingen

Dynamische modellen worden sinds enkele jaren voor kosten-batenanalyses gebruikt. Dit wordt gebruikelijk gedaan door de onderlinge verschillen tussen gesimuleerde alternatieven te meten en waarden. De combinatie van een dynamische simulatie met een statisch model (zoals het NRM) is naar onze mening tot nu toe niet gebruikt voor een kosten-batenanalyse.

Het toepassen van een dynamisch model voor een KBA brengt een aantal beperkingen met zich mee.

- **Studiegebied:** Door het gedetailleerde niveau van Paramics en de daarvoor benodigde reken-tijden kan niet het gehele studiegebied van het NRM Randstad geanalyseerd worden. Het beperkt zich (in deze studie) tot enkele deeltrajecten van het hoofdwegennet (zie beschrij-ving studiegebied hieronder).
- **Koppeling met NRM:** Het is niet mogelijk om het dynamische model direct aan het NRM Randstad te koppelen. Ten eerste is het voor deze studie ontwikkelde model veel kleiner dan het NRM Randstad. Een directe koppeling zou resulteren in een interne inconsistentie in het NRM doordat alleen de wegvakken die in het dynamische model zijn opgenomen, beïnvloed zouden worden. Ten tweede wordt alle keuzegedrag in beide modellen totaal anders gemo-delleerd, waardoor een koppeling mogelijk tot onverklaarbare resultaten zou kunnen leiden. Een voorbeeld hiervan is het fundamentele verschil tussen de toedelingen van beide model-len: het NRM Randstad zoekt een evenwicht op basis van de verkeersvraag en de beschikba-re capaciteit. Elke modelrun met dezelfde uitgangspunten resulteert in dezelfde uitkomsten. Het dynamische model is een combinatie van individuele keuzes waarbij een totaal even-wicht nooit wordt bereikt. Verstoring kan optreden omdat individuele niet altijd rationele, geïnformeerde keuzes maken. Elke simulatierun kan verschillende resultaten geven.
- **Doordat de modellen niet aan elkaar direct zijn gekoppeld,** ontbreekt er een terugkoppeling van de reistijden uit het dynamische model naar de gedragsmodellen van het NRM.
- **Routekeuze:** Voor deze studie is gekozen om de routekeuze van het NRM aan te houden in het dynamische model. Hierdoor is het uitgesloten dat bepaalde effecten twee keer in de ana-lyse worden opgenomen, zoals het uitwijken van het verkeer van het hoofdwegennet naar het onderliggende wegennet (of v.v.). De uitwisseling van het verkeer tussen twee routes op het hoofdwegennet is tevens uitgeschakeld in het dynamische model. Dit betekent dat het ver-keer in het dynamische model de routekeuze niet aanpast afhankelijk van veranderende rij-tijden tijdens de simulatie.
- **Interpretatie en gebruik:** De beperkingen van de eerste twee punten betekenen dat er enige terughoudendheid geboden is bij de interpretatie van de uitkomsten van het dynamische mo-del en het gebruik van de dynamische reistijden in de KBA. De resultaten worden gezien als mogelijke aanvullingen op de KBA omdat de effecten van congestie in het NRM beperkt zijn.

2 Opzet Dynamische Model

Het dynamische model moet aanvullende informatie bieden voor de KBA ten opzichte van de resultaten van het NRM. Er is gekozen voor een dynamisch model waarbij uitsluitend de *aanvullende* verkeerskundige effecten worden gemodelleerd. In dit geval betekent dit dat het dynamische model een eigen verkeersafwikkeling (inclusief mogelijke congestie en filevorming) simuleert, maar verder geen andere effecten. De vervoersvraag, vervoerwijzekeuze, bestemmingskeuze, vertrektijdstipkeuze (de hoeveelheid verkeer binnen de 2-uurs spitsperiodes) en routekeuze komen rechtstreeks uit het NRM en worden in het dynamische model niet aangepast.

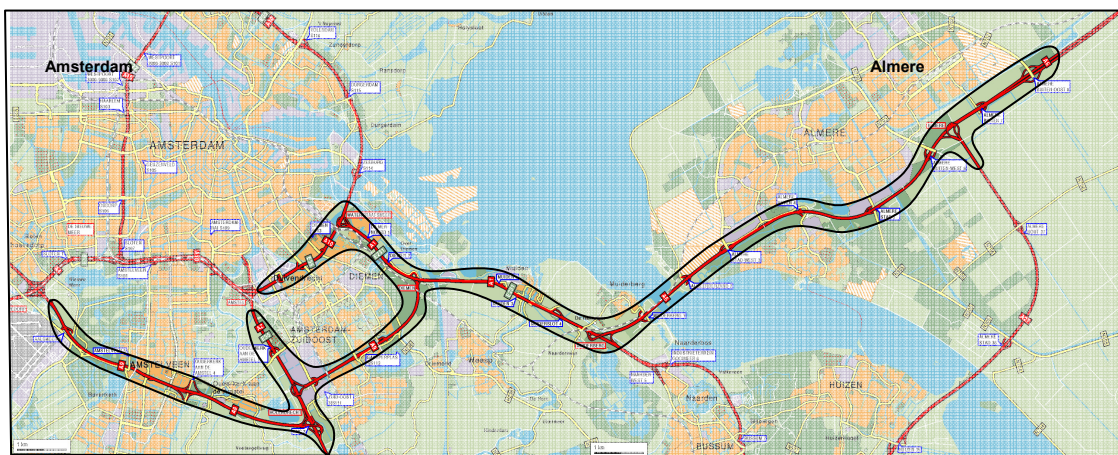
Het dynamische model is relatief klein vergeleken met de omvang van het NRM Randstad. Wegens het detailniveau van het dynamische model en de verwachte rekentijden, is er voor gekozen om het model te beperken tot de belangrijkste wegen in het studiegebied.

2.1 Studiegebied

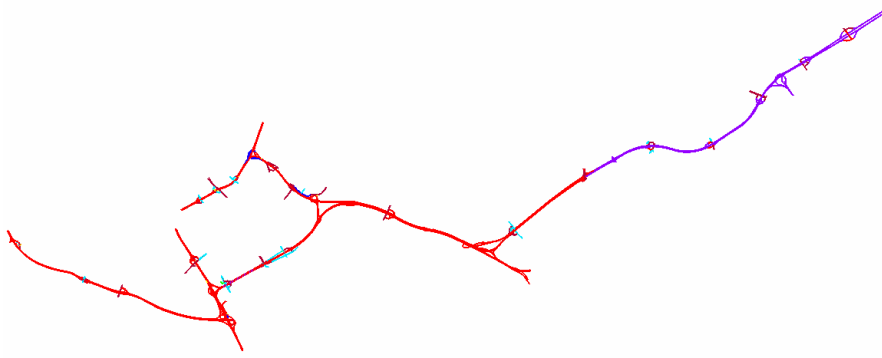
Het dynamische model bevat de volgende wegen (zie Figuur 2-1 en Figuur 2-2):

- A9 vanaf knooppunt Badhoevedorp tot en met knooppunt Diemen
- A10 vanaf knooppunt Amstel tot vóór de aansluiting Zeeburg
- A2 vanaf knooppunt Amstel tot en met knooppunt Holendrecht
- A1 vanaf knooppunt Watergraafsmeer tot en met de aansluiting Naarden-West
- A6 vanaf knooppunt Muiderberg tot en met de aansluiting Almere Buiten-Oost

Het model bevat uitsluitend het hoofdwegenet, met uitzondering van de lokale wegen en kruispunten onder aan de aansluitingen. Knooppunt Amstel (A2/A10) is niet in het model opgenomen.



Figuur 2-1: Studiegebied



Figuur 2-2: Netwerk dynamisch model

2.2 Alternatieven en simulatieperiodes

Het planjaar 2020 is gehanteerd. De volgende situaties zijn gesimuleerd:

- referentie met en zonder beprijzen;
- locatiespecifiek met en zonder beprijzen;
- stroomlijn met en zonder beprijzen.

De alternatieven met beprijzen zijn onderling vergeleken en de alternatieven zonder beprijzen zijn onderling vergeleken. Het referentiealternatief met beprijzen is uitsluitend bedoeld voor het bepalen van de effecten van terugslag.

Het NRM Randstad berekent resultaten voor twee-uurs spitsperiodes (7:00-9:00 uur en 16:00-18:00 uur) en voor een gemiddelde restdagperiode. Om de opbouw en afwikkeling van de spitsperiodes goed te kunnen simuleren, is met het dynamische model met de volgende periodes gewerkt:

- ochtendperiode: 5:00-11:00 uur;
- avondperiode: 15:00-20:00 uur.

Vertrekprofielen zijn voor beide perioden toegepast waardoor er evenveel verkeer in de twee-uurs spitsperiodes vertrekt als in de NRM spitsperiodes. Dynamische resultaten worden voor de twee-uurs periodes (van het NRM) geaggregeerd.

Er is geen aparte simulatie gemaakt van een gemiddelde restdag periode/uur.

2.3 Uitsneden NRM

Voor elke variant en dagdeel is een specifieke matrix (verkeersvraag) uit het NRM gebruikt. Deze matrices zijn gemaakt door de resultaten van het NRM voor de respectievelijke varianten en dagdelen 'uit te snijden' voor het studiegebied dat in het dynamische model is opgenomen. Hierdoor zijn de door het NRM-berekende herkomst-bestemmingsbewegingen op basis van alle NRM-gedragsmodellen (inclusief routekeuze) op het hoofdwegennet direct overgenomen in het dynamische model. De effecten van beprijzen op het verkeer zijn in het NRM berekend en zijn in de uitsnedematrix inbegrepen. Beprijzen is niet op een andere wijze in het simulatiemodel opgenomen.

2.4 Vormgeving

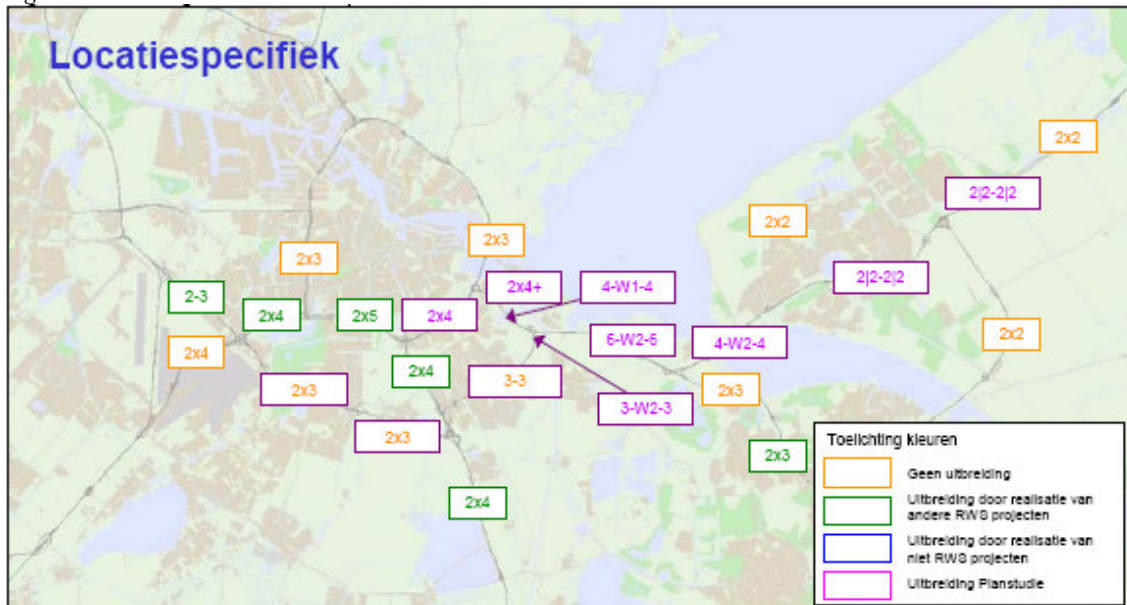
De alternatieven zijn n.a.v. de eerdere analyses verkeerskundig geoptimaliseerd. De infrastructuur op de A6, A1 en A10-oost voor het Locatiespecifieke en Stroomlijnalternatief zijn aan elkaar gelijk gesteld. De onderstaande figuren en tabel geven een overzicht van de rijstrook configuraties voor de beide varianten.

Het belangrijkste verschil is dat de volgende aanpassingen uitsluitend in het Stroomlijn alternatief zijn opgenomen:

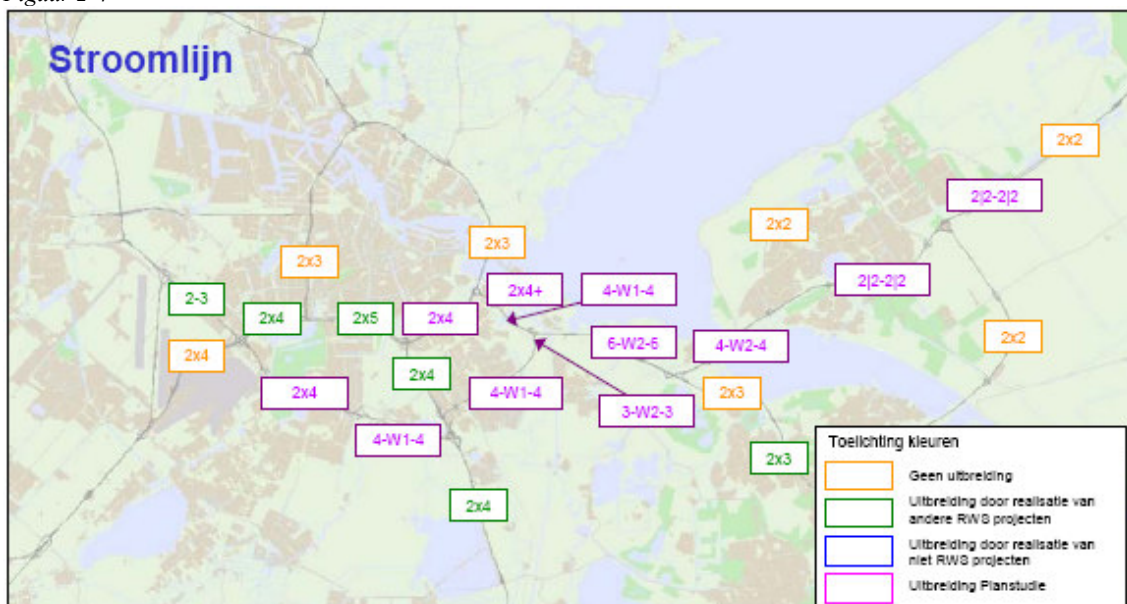
- de wisselstrook op de A9 Gaasperdammerweg wordt vanaf Gaasperplas doorgetrokken over knooppunt Holendrecht tot aan de A9 Amstelveen;
- de A9 Gaasperdammerweg wordt tussen Gaasperplas en Holendrecht verbreed (een extra rijstrook per richting);
- de aansluitingen Gaasperplas en Bijlmermeer (A9 Gaasperdammerweg) worden gedeeltelijk gecombineerd om het weefverkeer op de A9 te verminderen;
- de A9 tussen knooppunt Holendrecht en knooppunt Badhoevedorp wordt met één rijstrook per richting verbreed.

Een aantal kleine optimalisaties van het wegontwerp is in het dynamische model opgenomen om de doorstroming zo realistisch mogelijk te kunnen simuleren.

Figuur 2-3



Figuur 2-4



Tabel 2-1: Vormgeving uitbreidingsalternatieven

Alternatief	Stroomlijn	Locatiespecifiek
Scenario	Het European Coordination (EC)	Het European Coordination (EC)
Infrastructuur	Conform het Nulalternatief, aangevuld met:	Conform het Nulalternatief, aangevuld met:
A6	- Vanaf Almere-Oost tot aan knooppunt Almere stad West vormgegeven als een hoofd- en parallelstructuur met in totaal 4x2 rijstroken - Vanaf Almere.stad West worden de hoofd- en parallelbanen samengevoegd en komen er twee wisselstroken bij (4-2w-4) - Aansluiting Almere Zand vervalt, extra aansluiting Almere Havendreef - De Hollandsche Brug is uitgebreid naar 2x4 rijstroken en twee wisselstroken. De twee wisselstroken gaan /komen naar/van Amsterdam.	- Vanaf Almere-Oost tot aan knooppunt Almere stad West vormgegeven als een hoofd- en parallelstructuur met in totaal 4x2 rijstroken. - Vanaf Almere.stad West worden de hoofd- en parallelbanen samengevoegd en komen er twee wisselstroken bij (4-2w-4) - Aansluiting Almere Zand vervalt, extra aansluiting Almere Havendreef - De Hollandsche Brug is uitgebreid naar 2x4 rijstroken en twee wisselstroken. De twee wisselstroken gaan /komen naar/van Amsterdam.
A1	- Tussen de knooppunten Muiderberg en Diemen vormgegeven als 2x6 met een 2 wisselstroken (6-2w-6) en ter hoogte van de Vechtbrug als 5 rijstroken met 2 wisselstroken. - Wisselstroken zijn niet toegankelijk richting en komend van 't Gooi - Bij knooppunt Diemen wordt 1 wisselstrook doorgetrokken tot afslag Diemen en gaan er twee naar de A9. - Tussen de knooppunten Diemen en Watergraafsmeer vormgegeven als 2x4 en een benuttingsstrook aan beide zijden	- Tussen de knooppunten Muiderberg en Diemen vormgegeven als 2x6 met een 2 wisselstroken (6-2w-6) en ter hoogte van de Vechtbrug als 5 rijstroken met 2 wisselstroken. - Wisselstroken zijn niet toegankelijk richting en komend van 't Gooi - Bij knooppunt Diemen wordt 1 wisselstrook doorgetrokken tot afslag Diemen en gaan er twee naar de A9. - Tussen de knooppunten Diemen en Watergraafsmeer vormgegeven als 2x4 en een benuttingsstrook aan beide zijden.
A9	- Passage Amsterdam Rijnkanaal vormgegeven als 2x3 rijstroken en twee wisselstroken. - Overgaand in 4 rijstroken en 1 wisselstrook en 5 rijstroken en 1 wisselstrook.. - Tussen aansluiting Gaasperplas en aansluiting Oudekerk a/d/ Amstel vormgegeven als 2x4 met 1 wisselstrook. - Tussen aansluiting Oudekerk a/d/ Amstel en knooppunt Badhoevedorp uitgevoerd als 2x4 rijstroken	- Passage Amsterdam Rijnkanaal vormgegeven als 2x3 rijstroken en twee wisselstroken. - Overgaand in 4 rijstroken en 1 wisselstrook en 5 rijstroken en 1 wisselstrook.
A10	Tussen de knooppunten Watergraafsmeer en Amstel vormgegeven als 2x4.	Tussen de knooppunten Watergraafsmeer en Amstel vormgegeven als 2x4.
Extra	Wisselstroken optimaal ingezet over de dag	Wisselstroken optimaal ingezet over de dag
Beprijzen	Variabilisatie en congestieheffing ($I/C > 0.8$)	Variabilisatie en congestieheffing ($I/C > 0.8$)

3 Resultaten Beprijzen

3.1 Verwachtingen

De belangrijkste resultaten uit de dynamische simulaties die voor de kosten-batenanalyse bestemd zijn, zijn de reistijden. Het doel van de dynamische modellering is het verkrijgen van inzichten in de effecten van de verschillen tussen de varianten op de verkeersafwikkeling en mogelijke filevorming. De verwachting was dat bepaalde filevorming zichtbaar zou worden in de dynamische simulaties, dat in de NRM-resultaten niet voorkomt. Tevens was de verwachting dat de verschillen tussen de alternatieven groot zouden zijn in de situatie zonder beprijzen en minder groot in de situatie met beprijzen. Verschillen in de afwikkeling tussen de referentiesituatie, Locatiespecifiek en Stroomlijn alternatieven moeten hierdoor duidelijker worden dan uit de NRM-resultaten blijkt. Deze verschillen worden gemeten aan de hand van reistijden.

3.2 Resultaten

De resultaten van de dynamische simulaties met beprijzen geven geen plausibel beeld van de verkeersafwikkeling. Met uitzondering van de verkeersafwikkeling op de A1 zijn er nauwelijks significante verschillen te zien tussen de twee alternatieven. Dit komt doordat het toepassen van beprijzen per alternatief de verkeersvraag zodanig aanpast, dat de belangrijkste verkeersknelpunten zijn weggewerkt. Hierdoor worden relatieve verschillen tussen de referentie en de uitbreidingsalternatieven bijna onzichtbaar. Door de toepassing van heffingslocaties zijn op enkele specifieke delen van het netwerk uitwijk- of sluiproutes ontstaan. Dit is in het gebied rond de A9 Gaasperdammerweg van belang: in het locatiespecifieke alternatief is deze weg niet verbreed en daardoor onaantrekkelijk, waardoor verkeer naar het onderliggende wegennet wordt verdreven (en uit de simulatie). In Stroomlijn is de A9 Gaasperdammerweg wel verbreed waardoor dit verkeer op het hoofdwegennet blijft. Hierdoor verdwijnen eventuele verschillen in reistijden. Een zuivere vergelijking tussen de alternatieven wordt hierdoor bemoeilijkt. Op basis van deze resultaten blijkt het Stroomlijn alternatief weinig tot geen verschil in doorstroming te geven ten opzichte van het Locatiespecifieke alternatief.

Deze conclusie lijkt niet in overeenkomst met de conclusies uit de dynamische modelstudie die tijdens de zomer 2006 is uitgevoerd. In die studie werd geconcludeerd dat het Stroomlijn alternatief significante rijtijdverbeteringen presteerde ten opzichte van Locatiespecifiek. De uitgangspunten van die studie waren echter anders dan de huidige uitgangspunten:

- In de zomer is één matrix berekend voor Stroomlijn (met de bijbehorende beprijzen uitgangspunten); deze matrix is voor beide alternatieven gebruikt. Door dezelfde matrix te gebruiken met dezelfde effecten van beprijzen, zijn de effecten van het toevoegen van capaciteit op de A9 Gaasperdammerweg veel zichtbaarder geworden dan in de huidige studie.
- In de zomer waren de verschillen in de vormgeving van het netwerk groter tussen de twee alternatieven. Het knooppunt Diemen, bijvoorbeeld, was uitsluitend in het Stroomlijn alternatief opgenomen. In de huidige studie zijn de verschillen in de extra capaciteit en vormgeving veel kleiner tussen de twee uitbreidingsalternatieven.
- In de zomer was de Gooiseweg een congestieheffingslocatie, in de huidige studie niet meer. Zoals eerder beschreven kan dit soort verschijnselen van beprijzen leiden tot andere intensiteiten op het hoofdwegennet.

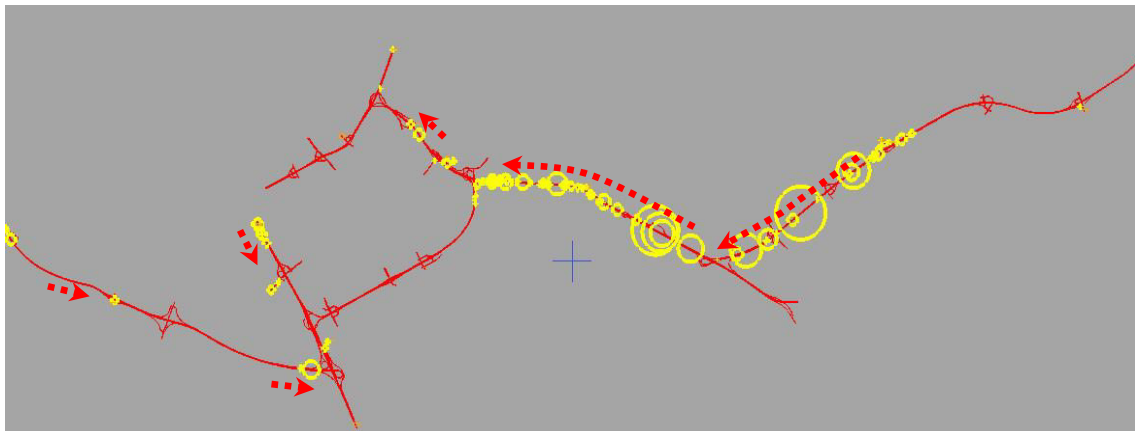
4 Resultaten Zonder Beprijzen

4.1 Verwachtingen

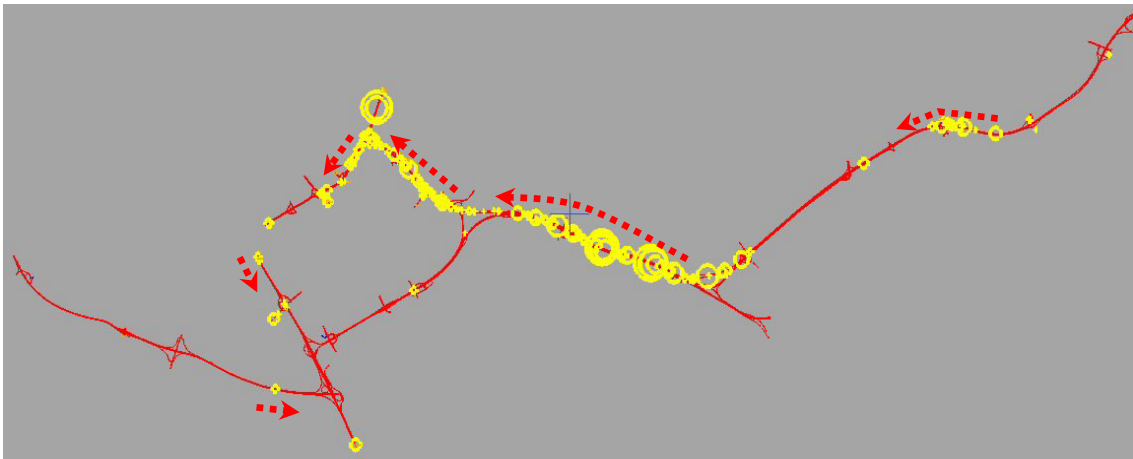
Het doel van de dynamische modellering is het verkrijgen van inzichten in de effecten van de verschillen tussen de referentiesituatie en de uitbreidingsvarianten op de verkeersafwikkeling en mogelijke filevorming. De verwachting was dat de simulaties de locaties en lengtes van files realistischer zou weergegeven dan in de NRM-resultaten. Verschillen in de afwikkeling tussen de referentiesituatie, Locatiespecifiek en Stroomlijn alternatieven moeten hierdoor zichtbaarder worden. Deze verschillen worden gemeten aan de hand van reistijden, snelheden en beelden van filevorming. Daarnaast moeten de simulaties inzicht geven in mogelijke verbeteringen van het verkeerstechnische ontwerp van de alternatieven.

4.2 Filelocaties

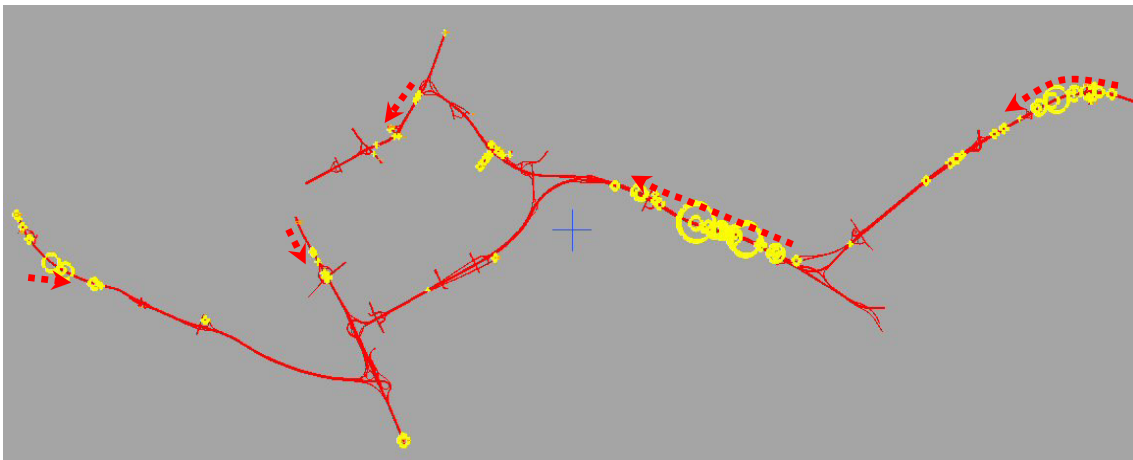
In de hierna weer gegeven figuren zijn de filelocaties per alternatief weer gegeven met behulp van Paramics. De gele cirkels in de figuren duiden op rijen van stilstaande voertuigen in het model. De figuren van de ochtendspits zijn van de situatie om 8:30. De beelden van de avondspits geven de situatie van 17:30 aan. Op de bij dit rapport behorende CD staan filmopnames van de simulaties van de twee uitbreidingsalternatieven, voor zowel de situatie om 8:30 en de situatie van 17:30. Deze opnames geven een beeld van de belangrijkste files en knooppunten.



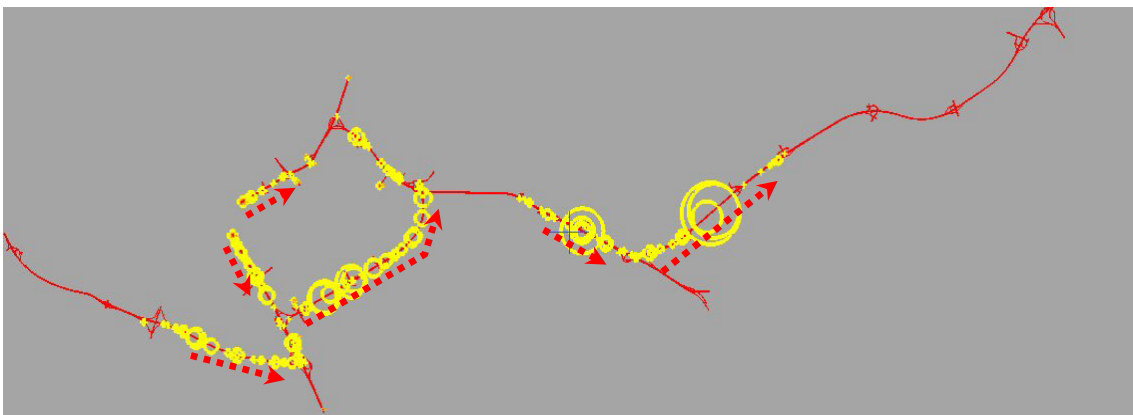
Figuur 4-1: Referentie Ochtend



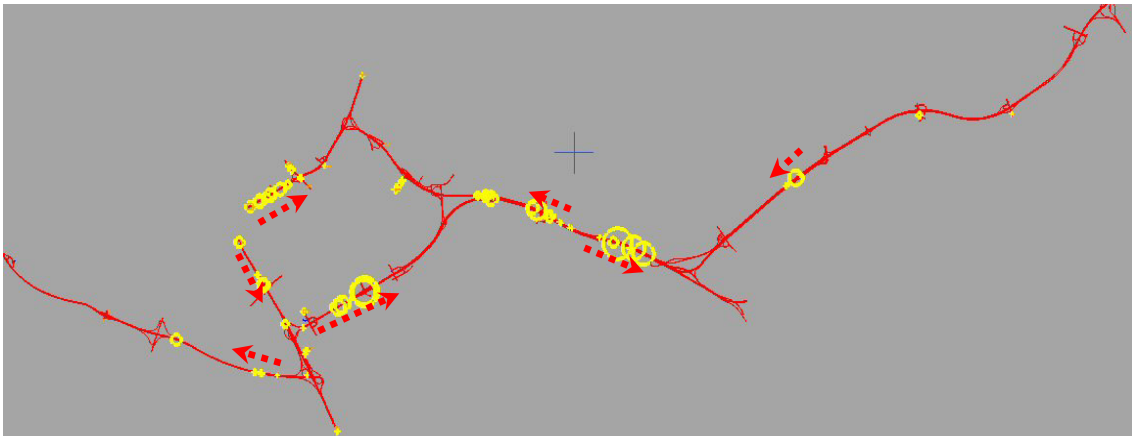
Figuur 4-2: Locatie specifiek Ochtend



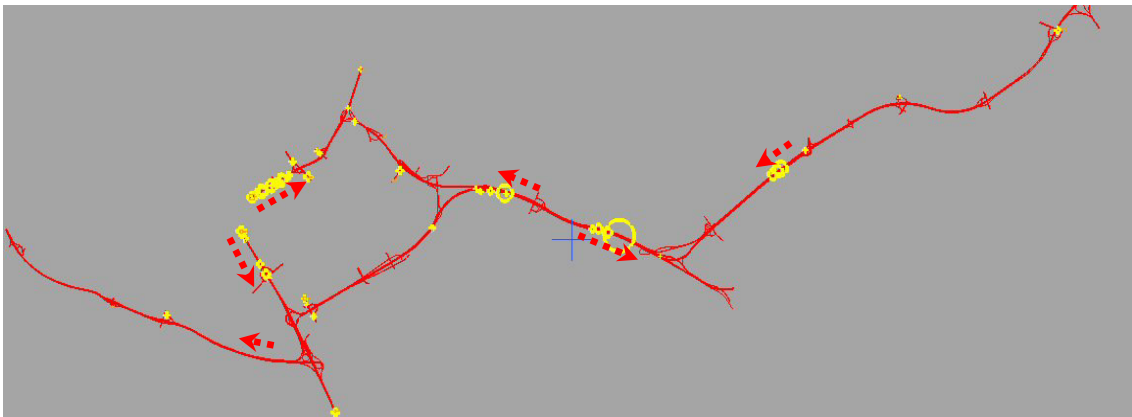
Figuur 4-3: Stroomlijn Ochtend



Figuur 4-4: Referentie Avond



Figuur 4-5: Locatie specifiek Avond

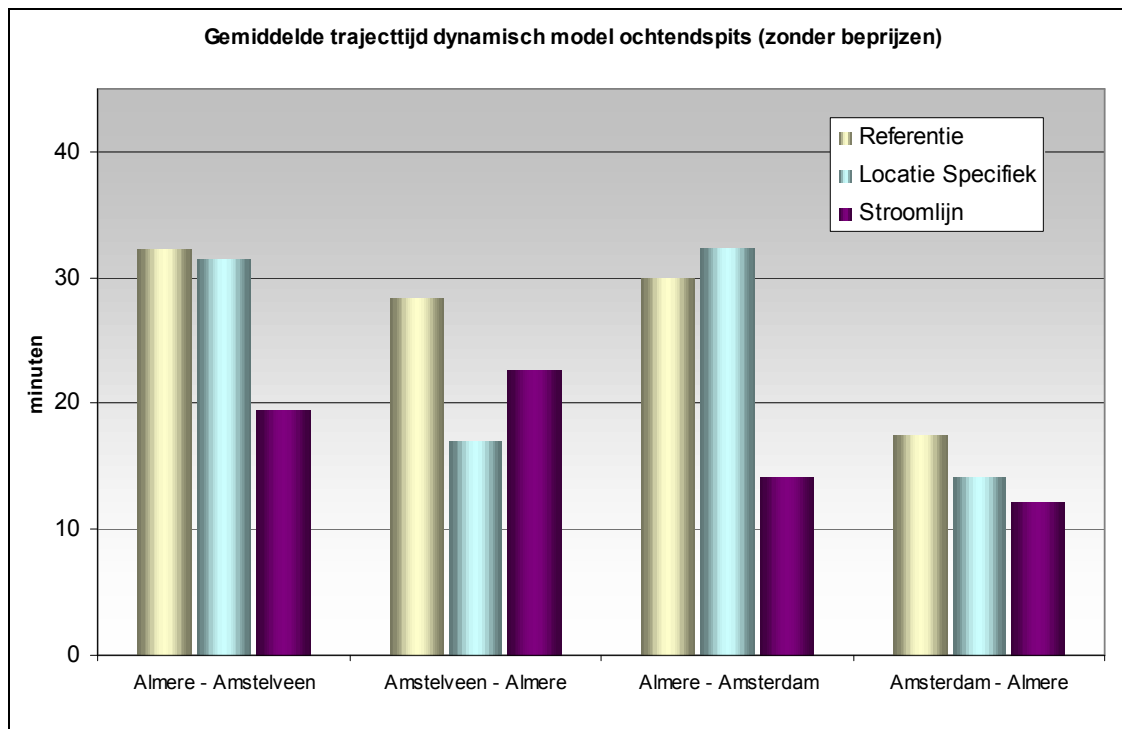


Figuur 4-6: Stroomlijn Avond

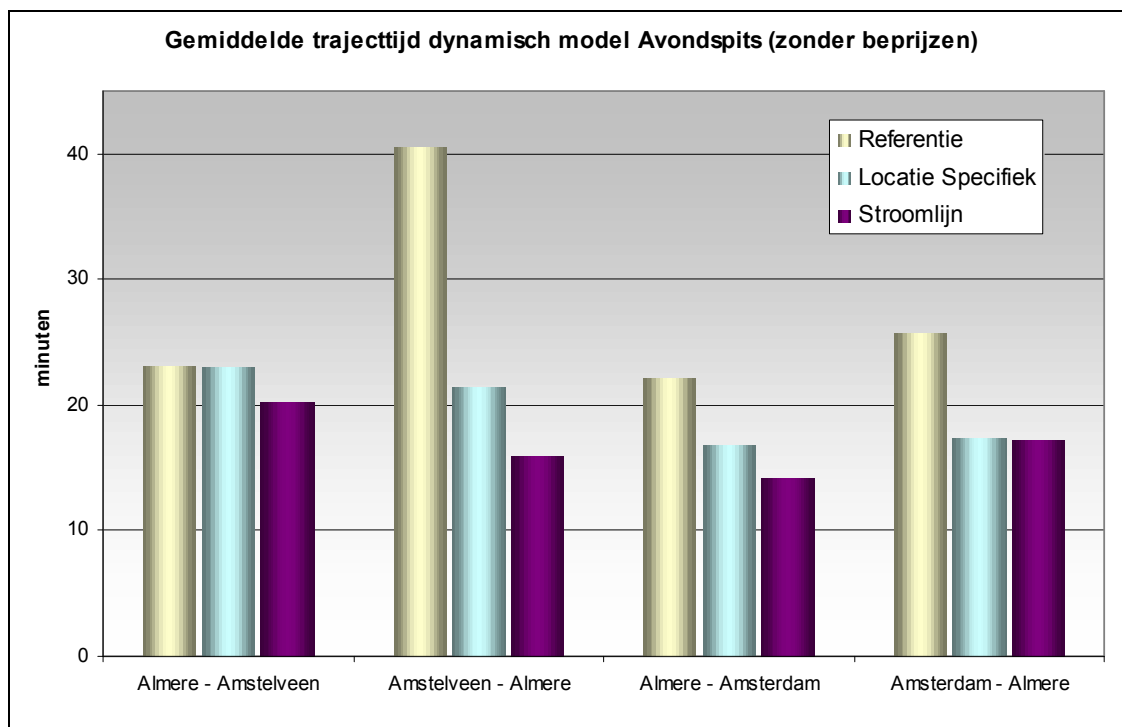
4.3 Trajecttijden

Als belangrijkste uitvoerstatistiek zijn trajecttijden (reistijden) voor het gesimuleerde wegennet gerapporteerd voor de referentie en de twee alternatieven. Deze tijden zijn in de onderstaande grafieken opgenomen, voor zowel de ochtendspits als de avondspits. De gerapporteerde trajecten zijn:

- *Almere – Amstelveen:*
Almere Stad West – knooppunt Muiderberg – knooppunt Diemen – knooppunt Holendrecht – knooppunt Badhoevedorp
- *Amstelveen – Almere:*
Knooppunt Badhoevedorp – knooppunt Holendrecht - knooppunt Diemen – knooppunt Muiderberg – Almere Stad West
- *Almere – Amsterdam:*
Almere Stad West – knooppunt Muiderberg – knooppunt Diemen – knooppunt Watergraafsmeer – knooppunt Amstel
- *Amsterdam – Almere:*
Knooppunt Amstel – knooppunt Watergraafsmeer - knooppunt Diemen – knooppunt Muiderberg – Almere Stad West



Figuur 4-7: Gemiddelde trajecttijden ochtendspits



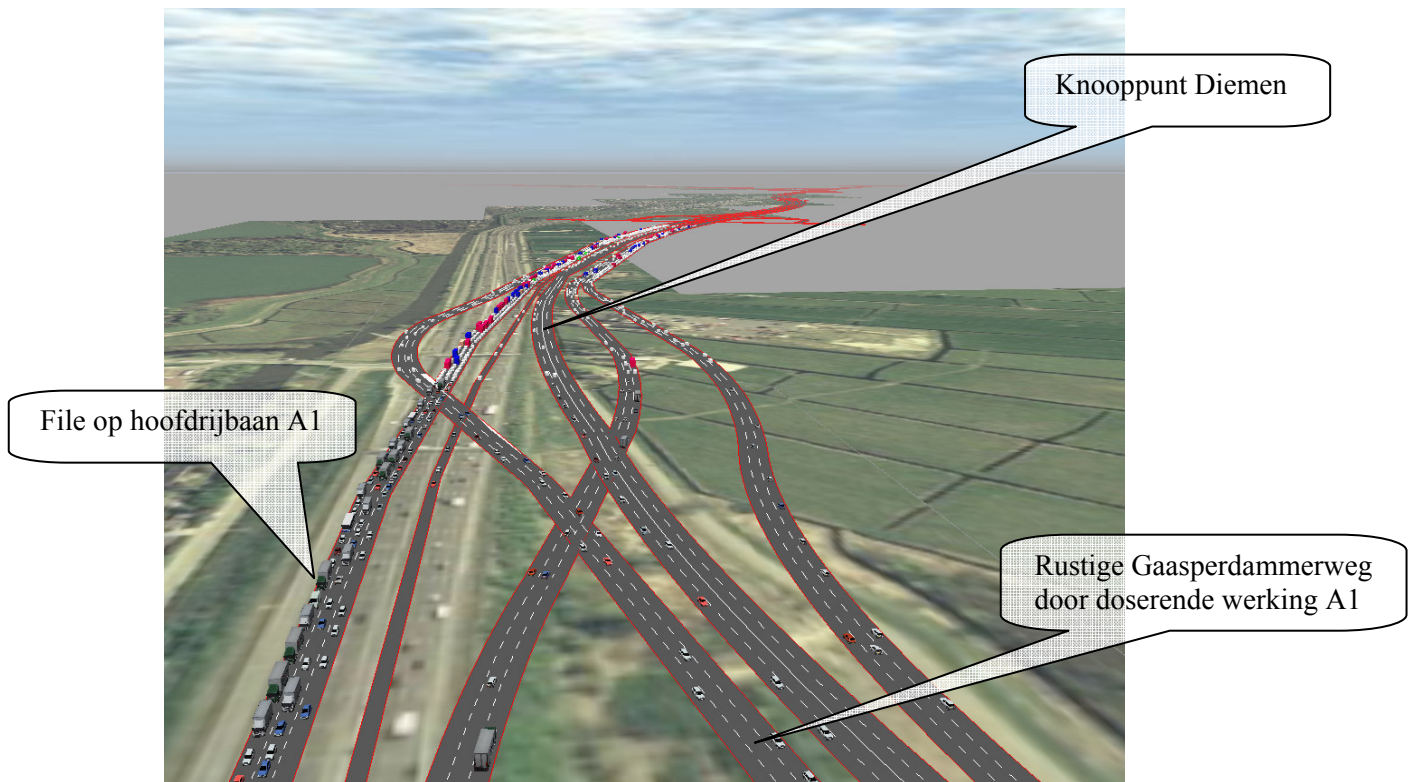
Figuur 4-8: Gemiddelde trajecttijden avondspits

4.4 Analyse

Ochtendspits

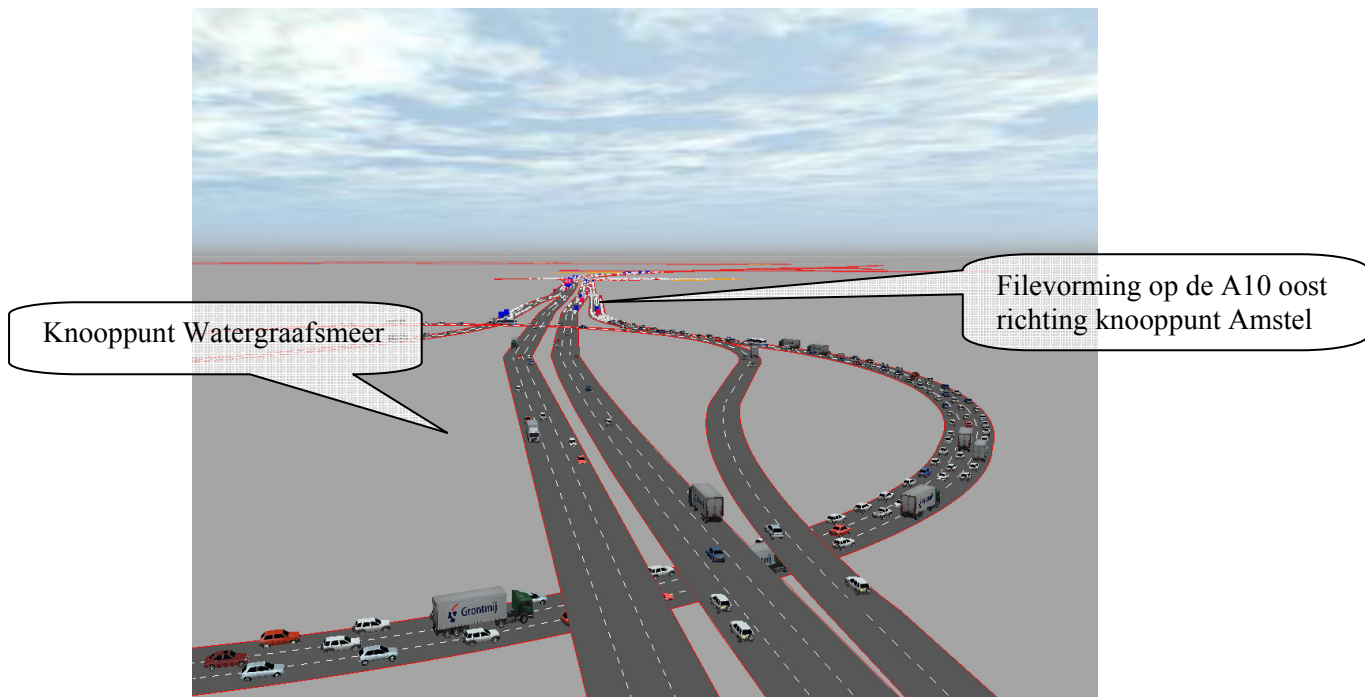
Het totaalbeeld van de verkeersafwikkeling in de verschillende alternatieven is realistisch. In de referentiesituatie is de A1 een grote bottleneck in de spitsrichting en heeft een doserende werking op het verkeer dat de A9 Gaasperdammerweg oprijdt. De A6 stroomt in de ochtendspits niet goed door richting Amsterdam. In combinatie met de terugslag op de A1 betekent dit een lange file van knooppunt Diemen terug tot Almere, zie filebeeld figuur 4.1.

In het Locatiespecifieke alternatief wordt meer verkeer aangetrokken door de uitbreidingen van de A10, A1 en A6. De doorstroming op de A6 is door de nieuwe vormgeving sterk verbeterd, maar het verkeer stopt op de A1 en kan niet goed wegstromen richting de A10 en de A9 Gaasperdammerweg. Ten opzichte van de referentie is de lange file vanaf Almere ‘opgeschoven’ richting Amsterdam (zie figuren 4.2 en 4.9).



Figuur 4.9: File op de A1 in Locatiespecifiek Ochtendspits

In Stroomlijn biedt de uitbreiding van de A9 Gaasperdammerweg een uitkomst voor het verkeer dat op de A1 rijdt. Dit verkeer kan nu beter doorstromen. Door aangepaste bestemmings- en routekeuze (minder verkeer over de A10, meer over de A9) is er ook minder file op de A10, zie de filebeelden figuur 4.2 en 4.3.



Figuur 4.10: Filevorming Locatie Specifiek A10 oost Ochtendspits

In de simulaties van de ochtendspits zijn er enkele opvallende uitkomsten:

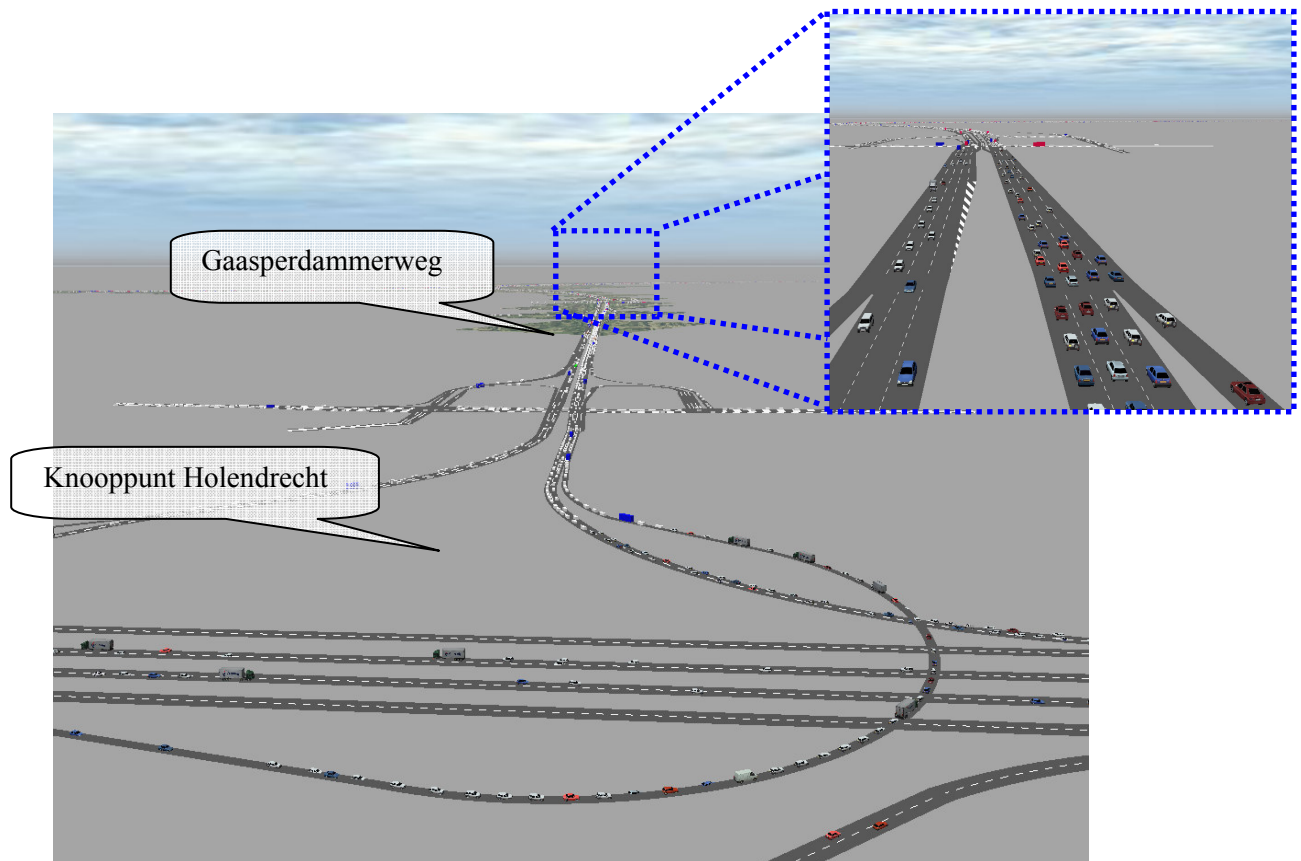
- In het Stroomlijnalternatief is de doorstroming op de A2 vanaf knooppunt Amstel richting Holendrecht, niet optimaal. Dit komt doordat in dit alternatief veel meer verkeer vanaf knooppunt Amstel voor een route over de A9 Gaasperdammerweg kiest dan in Locatiespecifiek. De doorstroming op deze locatie kan door aanpassing van het ontwerp van het knooppunt Holendrecht worden verholpen.
- Op het traject Badhoevedorp-Holendrecht ontstaat een wachtrij in de referentie en Stroomlijn, maar niet in Locatiespecifiek. Dit komt door een coderingsfout in het NRM op de afrit van de aansluiting Amstelveen. Hierdoor is er veel minder verkeer in Locatiespecifiek dat deze afrit gebruikt, waardoor de wachtrij op de A9 veel korter is dan in de andere twee alternatieven.
- Op de A10 is de reistijd richting knooppunt Amstel korter dan verwacht, doordat het knooppunt zelf niet in de simulatie is opgenomen.

Deze punten hebben weinig invloed op het totaalbeeld van de verkeersafwikkeling dat door de simulaties wordt gegeven.

Avondspits

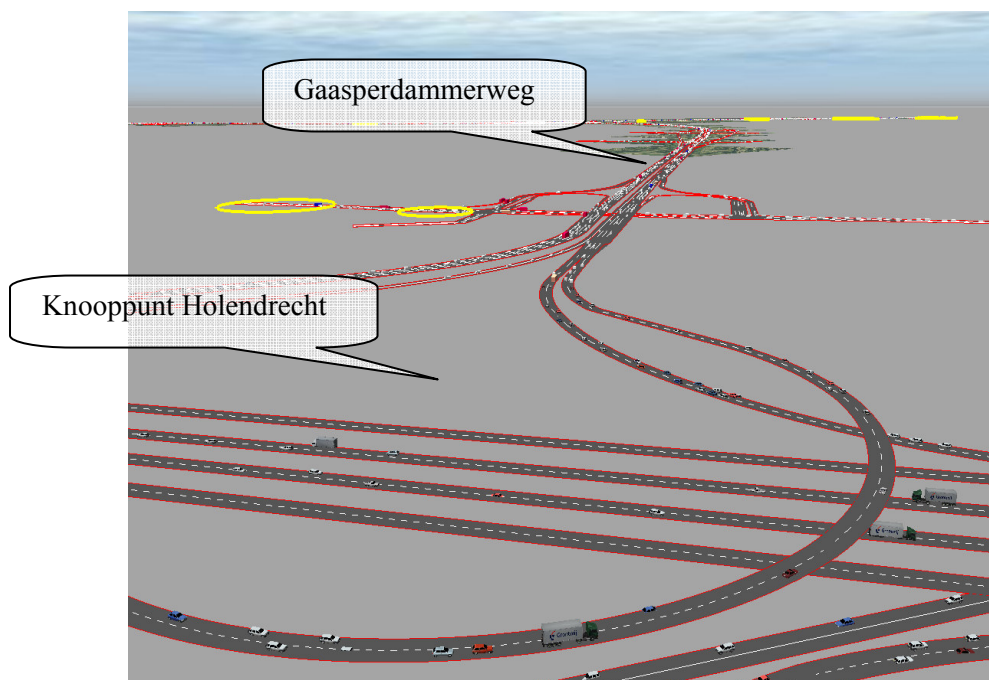
In de referentiesituatie staan de langste files op de A9 Gaasperdammerweg, de A1 voor knooppunt Muiderberg en de A6. Het verkeer op de A2 is vertraagd richting Utrecht, zie ook filebeeld figuur 4.4.

Het Locatiespecifieke alternatief biedt soelaas voor het verkeer op de A6 tussen knooppunt Muiderberg en Almere Stad West. Door een verbeterde A6 en het nieuwe ontwerp van de A1, kan het verkeer op de A1 beter worden afgewikkeld. De A9 Gaasperdammerweg behoudt file in dit alternatief. Dit leidt tot terugslag van files op het knooppunt Holendrecht en de A2 (zie figuur 4.11). NB Terugslag en filevorming op het onderliggend wegennet is niet zichtbaar.



Figuur 4.11: Filevorming Gaasperdammerweg Locatie Specifiek Avondspits

In het Stroomlijn alternatief is ten opzichte van Locatiespecifiek de file op de A9 Gaasperdammerweg verdwenen (zie figuren 4.11 en 4.12). Daarnaast is er extra verbetering in de verkeersafwikkeling op de A1, zie ook de filebeelden in de figuren 4.5 en 4.6.



Figuur 4.12: Doorstroming Gaasperdammerweg Stroomlijn Avondspits

Algemeen

Het algemene verkeersbeeld dat de dynamische simulaties geven van de situatie zonder beprijzen in het hart van het studiegebied, is plausibel. De filelocaties komen grotendeels overeen met de verwachtingen. Beide uitbreidingsalternatieven zorgen voor zichtbare verbeteringen in de verkeersafwikkeling en in reistijden. Het Locatiespecifieke alternatief kent echter forse terugslag van file op de A1 en A6 in de ochtendspits. Het terugslageffect is ook aanwezig in het Stroomlijnalternatief, maar beperkter. Ook in de avondspits is er minder terugslag en een betere doorstroming in het Stroomlijnalternatief dan in Locatiespecifiek.

Bijlage 1 : Paramics

Bijlage 1

Paramics

Algemeen

Paramics is door SIAS en Quadstone ontwikkeld als het systeem ‘Microscopic Simulation on Parallel Computers’. Net als andere microsimulatiemodellen gebruikt Paramics gedragsregels van bestuurders en individuele voertuigen om het verkeer te simuleren. Hiermee wordt het mogelijk om complexe verkeerssituaties en de effecten van grote en kleine storingen op een realistische manier in beeld te brengen.

Voertuigbewegingen in Paramics worden bepaald door de interactie tussen verschillende gedragsmodellen. Deze gedragsmodellen worden simultaan toegepast op het niveau van individuele voertuigen. De resultaten kunnen op individueel en geaggregeerd niveau worden weergegeven.

Invoer

Een Paramics microsimulatiemodel wordt gebouwd op basis van de volgende invoergegevens:

Wegontwerp/vormgeving wegennet: de werkelijke afmetingen en vormgeving van het wegennet worden gebruikt om het Paramics netwerk te bouwen. De vormgeving heeft invloed op de snelheid en het gedrag van de voertuigen in het model. De wegcapaciteit is geen invoer voor Paramics, maar een resultaat van de combinatie van de vormgeving, de verkeersvraag en de gedragsmodellen.

Verkeersregelingen: de werkelijke verkeersregelingen die ‘op straat draaien’ kunnen worden gekoppeld aan een Paramics simulatie. Daarnaast biedt Paramics verschillende opties voor het simuleren of benaderen van (voertuigafhankelijke) regelingen, inclusief de effecten van zachte weggebruikers.

Verkeersvraag: Paramics bevat geen eigen ritgeneratie of bestemmingskeuze. Matrices van externe bronnen moeten worden gebruikt. De verdeling van het verkeer in de tijd (de verdeling van vertrek-tijdstippen binnen bijvoorbeeld een ochtendspits) wordt door de gebruiker expliciet aangegeven. Dit kan bijvoorbeeld op basis van verkeersonderzoek. Paramics bevat een matrixschatter, waarmee een matrix uit externe bronnen aangepast kan worden op basis van verkeerstellingen.

Gedrag in Paramics

De gedragsmodellen in Paramics worden elke tijdstap opnieuw berekend tijdens een simulatie. Een tijdstap kan een tiende van een seconde zijn of een langere periode. Per tijdstap worden de volgende gedragskeuzes bepaald:

- acceleratie;
- invoegen op wegvak;
- routekeuze op kruispunt;
- rijstrookkeuze op wegvak;
- wachtrijen.

Acceleratie wordt bepaald door:

- de wenssnelheid van het voertuig op een wegvak, afhankelijk van agressie, voertuigtype en wegvakkenmerken;
- het vermogen van het voertuig;
- de locatie en snelheid van het volgende voertuig (direct vóór voertuig);
- de locatie en snelheid van voertuigen op of nabij het kruispunt die voorrang hebben;
- de eis om te stoppen of afslaan op het kruispunt;
- de aanwezigheid van voldoende ruimte tussen voertuigen om in te voegen;

Bijlage 1 (vervolg 1)

- de noodzaak te accelereren om in te kunnen voegen;
- de moeilijkheid om een voertuig in te halen;
- de noodzaak om op een bushalte te stoppen (voor bussen).

Prioriteiten worden bepaald voor elke beweging:

- barred: niet toegestaan;
- minor: moet voorrang verlenen aan meer dan één andere verkeersstroom;
- medium: moet voorrang verlenen aan één andere verkeersstroom;
- major: heeft voorrang.

Deze prioriteiten zijn tevens afhankelijk van de precieze situatie en welke afslagbeweging wordt gemaakt.

Invoegen (merging) wordt bepaald door:

- de bepaling van de wensnelheid voor het invoegen;
- de beschikbaarheid van ruimte om in te voegen;
- de prioriteiten;
- de wensnelheid in het algemeen.

Routekeuze

Elke keer een voertuig op een nieuwe link rijdt, wordt de routekeuze opnieuw bepaald en worden de volgende twee afslagbewegingen bepaald. De routekeuze wordt bepaald door:

- mogelijke verboden voor bijvoorbeeld vrachtwagens, taxi's of andere voertuigtypes;
- de reistijd van de verschillende mogelijke routes vanaf het punt waar het voertuig zich bevindt; deze tijd is dynamisch bepaald;
- eventuele reiskosten zoals tol;
- de bekendheid van het voertuig (bestuurder) met het gebied: bestuurders die bekend zijn, kunnen mogelijk kiezen uit andere routes dan bestuurders die de bijvoorbeeld de bebording volgen;
- een willekeurighedsfactor, waarbij het verschil tussen twee routes mogelijk wel of niet door de bestuurder als een significant verschil wordt ervaren.

Rijstrookkeuze

Wanneer een voertuig de routekeuze heeft gemaakt en daarmee de volgende twee afslagbewegingen, wordt deze informatie gebruikt om te bepalen welke rijstroken gebruikt kunnen worden. Als dit betekent dat er van rijstrook gewisseld moet worden, gebeurt dit wanneer er ruimte ontstaat naast het voertuig. Wanneer en hoe dit gebeurt wordt door de agressiviteit van een voertuig beïnvloed. Dit gedrag wordt tevens beïnvloed door de informatie die een voertuig op een gegeven locatie heeft. In Paramics is het mogelijk te bepalen wanneer een bestuurder weet dat een splitsing, kruispunt of afslag op komst is.

Wachtrijen

Paramics bepaalt snelheden, acceleratie, afstanden tussen voertuigen en de volgende afslagbewegingen van voertuigen. De wachtrijvorming in Paramics is niet uitsluitend een product van de gegevens uit de Paramics gedragsmodellen, maar ook van calibratie en validatie op basis van waargenomen gegevens. Statistieken over wachtrijvorming en de voertuigen in wachtrijen kunnen op verschillende wijzen worden verzameld, afhankelijk van de wensen van de gebruiker.

Uitvoer

Paramics uitvoer in de vorm van visuele simulaties van het verkeer is een krachtig communicatiemiddel. Daarnaast kunnen de resultaten van simulaties op basis van statistieken uitgebreid worden gerapporteerd. Hierbij een selectie van de mogelijkheden:

- aantallen voertuigen in wachtrijen;
- snelheden;
- intensiteiten;
- verliestijden;
- trajecttijden;
- afslagbewegingen.

Deze gegevens kunnen per simulatieperiode, uur, kwartier of minuut worden gerapporteerd, afhankelijk van de wensen van de gebruiker. Met behulp van de Paramics Data Analysis Tool kunnen plots en grafieken worden gemaakt. Het is hierin tevens mogelijk resultaten te middelen over meervoudige simulatieruns.