

Masterproef

*Het bepalen van filelocaties en reistijden op basis van
verkeerstellingen*

Promotor :
Prof.dr.ir Tom BELLEMANS

Supervisor :
dr. Mario COOLS

Jolanda Van Gool

*Master Thesis nominated to obtain the degree of Master of Transportation Sciences ,
specialization Mobility Management*

2 0 1 0
2 0 1 1

FACULTY OF BUSINESS ECONOMICS

Master of Transportation Sciences: Mobility Management

Masterproef

*Het bepalen van filelocaties en reistijden op basis van
verkeerstellingen*

Promotor :
Prof.dr.ir Tom BELLEMANS

Supervisor :
dr. Mario COOLS

Jolanda Van Gool

*Master Thesis nominated to obtain the degree of Master of Transportation Sciences,
specialization Mobility Management*

Woord vooraf

Dit onderzoek vormt de masterproef ter beëindiging van mijn opleiding Master Verkeerskunde, optie Mobiliteitsmanagement aan de Universiteit Hasselt. Het onderzoeken van de fileproblematiek is een goed afstudeerthema voor mijn specialisatie naar mobiliteitsmanagement. In dit onderzoek wordt er op zoek gegaan naar een methodiek die op basis van verkeerstellingen zowel een filelocatie als de verliestijd kan bepalen.

Het schrijven van deze masterproef was niet altijd eenvoudig. Daarom wil ik hier iedereen bedanken voor zijn of haar hulp en steun bij het maken van dit onderzoek. Enkele van hen zou ik hier graag vernoemen.

Eerst zou ik graag mijn promotor Prof.dr.ir. Tom Bellemans en co-promotor Dr. Mario Cools willen bedanken voor hun deskundig advies en opbouwende kritiek. Tijdens het schrijven van deze masterproef heb ik nog veel van hen kunnen leren. Daarnaast zou ik ook Mevrouw Katrien Declercq willen bedanken voor haar tijd en advies bij het verwerken van de gegevens. Haar grondige kennis van SAS heeft mij enorm geholpen.

Graag zou ik ook een woord van dank willen uitbrengen naar mijn ouders. Dankzij hen heb ik de kans gekregen om deze opleiding te volgen en te mogen proeven van het studentenleven. Daarnaast wil ik zowel aan mijn ouders als aan mijn zus en mijn vriend ook een woord van dank uitbrengen voor hun steun, liefde en vertrouwen. Als laatste wil ik ook mijn vriendin Veva bedanken omdat ik mede dankzij haar vijf geweldige jaren heb gekend in Diepenbeek zowel bij het studeren als daarbuiten.

Tenslotte wil ik mij richten tot u als lezer. Hopelijk kan ik u bekoren met dit rapport als resultaat van mijn onderzoek.

Veel leesplezier,

Jolanda van Gool, mei 2011

Samenvatting

Een toenemende vraag naar mobiliteit zorgt ervoor dat er dagelijks files staan op het Vlaamse hoofdwegennet, wat leidt tot negatieve gevolgen voor de economie, bereikbaarheid, veiligheid, enzovoort. Het detecteren van de filelocaties en het bepalen van de grootte van de problemen, is de eerste stap naar de oplossing voor het fileprobleem. Om de verkeersstromen te meten, worden er al sinds de jaren zeventig systematisch detectiesystemen in de weg verwerkt. Deze hebben voor het bepalen van de intensiteit een betrouwbaarheidsinterval van 95-98% (Klein 2006). Daarom zal op basis van verkeerstellingen hier een onderzoek worden gedaan naar het bepalen van filelocaties en de bijhorende verliestijden.

Voor het bepalen van filelocaties zijn er 2 methoden die hier worden uitgewerkt. Enerzijds is er de methodiek die zich baseert op de richtlijn van Rijkswaterstaat (NL) (2009) waarbij een filelocatie wordt gedefinieerd als een locatie waar meermaals per week file voortkomt. Anderzijds is er een afgeleide definitie op basis van een onderzoek van Maerivoet (2010) waarbij er minstens een eenmalige file moet plaatsvinden die minstens een uur duurt. Voor het correct toepassen van deze methodieken moeten eerst de files worden bepaald. Voor de intensiteiten geldt de richtlijn van 25 voertuigen per rijstrook en voor het criteria snelheid geldt de grens van 50 km/u (Vanhove 2008). De bepaling van files op basis van snelheid dient in dit onderzoek als vergelijkingsmateriaal. Als voorbereiding voor deze berekeningen wordt de data verwerkt en geaggregeerd naar kwartierniveau per dag van de week met het statistisch programma SAS. De berekeningen zullen worden uitgevoerd per locatie waarna de resultaten in het algemeen worden besproken.

Na het bepalen van de filelocaties worden ook de verliestijden bepaald op basis van intensiteiten. Ook hier worden de verliestijden op basis van snelheid berekend omdat dit een goed vergelijkingscriteria is. Er worden 4 modellen die zich baseren op intensiteiten getest, namelijk de BPR-functie, Geüpdate BPR-functie, MTC-functie en Akçelik-functie. De geselecteerde locaties worden samengevoegd per route. De resultaten worden weergegeven in een gemiddeld aantal minuten per kilometer per route.

Uit dit onderzoek voor het bepalen van filelocaties en verliestijden op basis van intensiteiten blijkt dat voor het gedeelte filelocaties het best beide methoden tegelijk gebruikt kunnen worden. Deze weergeven namelijk de filelocaties die te kampen hebben met structurele files die meermaals voorkomen en minstens een uur duren. Voor de locaties die als gevolg van de 2 verschillende methodieken een ander resultaat krijgen is er geen echte richtlijn die bepaalt welke methodiek het best is. Verder zijn er 2 routes die opvallen. Dit zijn de routes Gent – Brussel en Brussel – Overijse die te kampen hebben met doordeweekse ochtendspitsen als gevolg van de vele pendelaars en een zondagse avondspits als gevolg van de terugkomst van kustbezoekers.

Voor de verliestijden is er wel een bepaalde richtlijn gevonden. Voor de I/C-waarden onder de 0,94 blijkt het model op basis van snelheid de beste indicator te zijn. Voor I/C-waarden boven de 0,94 is de Akçelik-functie een betere indicator. Ondanks dat dit de beste indicatoren zijn, onderschatten ze in de meeste gevallen de verliestijden. De 3 andere modellen weergeven over de hele lijn een grote onderschatting van de verliestijden.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	- 1 -
Samenvatting	- 3 -
Inhoudsopgave	- 5 -
Lijst van figuren en tabellen.....	- 9 -
Figuren.....	- 9 -
Tabellen	- 11 -
Inleiding	- 15 -
1 De begrippen 'file' en 'filelocatie'	- 17 -
1.1 Definities.....	- 17 -
1.2 Soorten files	- 18 -
1.2.1 Structurele files	- 18 -
1.2.2 Tijdelijke of incidentele files.....	- 20 -
1.2.3 Filegolven.....	- 20 -
1.3 Ontstaan van files: theoretische achtergrond	- 21 -
1.4 Oorzaken van files.....	- 22 -
1.4.1 Oorzaken aan de vraagzijde	- 23 -
1.4.2 Oorzaken aan de aanbodzijde.....	- 25 -
1.5 Problemen van files	- 25 -
1.5.1 Economisch	- 25 -
1.5.2 Bereikbaarheid.....	- 26 -
1.5.3 Verkeersveiligheid	- 26 -
1.5.4 Milieu.....	- 27 -
1.6 Mogelijke maatregelen	- 27 -
1.6.1 Verplaatsingsmarkt	- 28 -
1.6.2 Vervoersmarkt.....	- 28 -
1.6.3 Verkeersmarkt.....	- 29 -

2	Detecteren van files en filelocaties	- 31 -
2.1	Verschillende detectiemethoden	- 34 -
2.1.1	Manuele tellingen en observaties.....	- 34 -
2.1.2	Elektronisch met behulp van inductielussen en tellussen	- 34 -
2.1.3	Elektronisch met behulp van videobeelden	- 36 -
2.1.4	Luchtfoto's	- 36 -
2.1.5	Combinatie inductielussen en camera's	- 37 -
2.1.6	GPS.....	- 37 -
2.2	Gevonden resultaten in de literatuur.....	- 37 -
2.2.1	Op basis van gegevens afkomstig van inductielussen en camera's-	37 -
2.2.2	Op basis van GPS	- 38 -
3	De begrippen 'reistijd' en 'verliestijd'	- 39 -
3.1	Reistijd	- 39 -
3.1.1	BREVER-wet	- 40 -
3.2	Verliestijd.....	- 40 -
3.3	Gevonden resultaten in de literatuur.....	- 40 -
3.3.1	Met betrekking op reistijden	- 40 -
3.3.2	Met betrekking op verliestijden	- 41 -
4	Richtlijnen om files en filelocaties te berekenen	- 43 -
4.1	Richtlijnen om files te bepalen	- 43 -
4.1.1	Op basis van snelheden	- 43 -
4.1.2	Op basis van dichtheid	- 43 -
4.1.3	Op basis van intensiteit (en capaciteit).....	- 45 -
4.1.4	Op basis van intensiteit en snelheid.....	- 46 -
4.1.5	Op basis van dichtheid en snelheid	- 47 -
4.1.6	Conclusie	- 49 -
4.2	Richtlijnen om filelocaties te bepalen	- 49 -
4.2.1	Conclusie	- 50 -

5	Methodieken om reis- en verliestijden te bepalen	- 51 -
5.1	Op basis van snelheden	- 51 -
5.1.1	Op basis van snelheid en afstand	- 51 -
5.1.2	Op basis van percentielen	- 52 -
5.2	Op basis van stromen	- 53 -
5.2.1	De BPR-functie.....	- 55 -
5.2.2	HCM-functie	- 57 -
5.2.3	MTC-functie.....	- 57 -
5.2.4	Akgelik model	- 59 -
5.2.5	Overzicht 4 modellen	- 61 -
6	Methodiek	- 65 -
6.1	Deel 1: Dataverwerking	- 65 -
6.1.1	Data-analyse	- 65 -
6.1.2	Aggregeren van de data in tijd en ruimte	- 67 -
6.1.3	Selecteren van data.....	- 70 -
6.2	Deel 2: Bepalen van files en filelocaties.....	- 71 -
6.2.1	Bepalen van de files	- 71 -
6.2.2	Bepalen filelocaties.....	- 79 -
6.3	Deel 3: Bepalen van de verliestijden	- 83 -
7	Resultaten	- 89 -
7.1	Filelocaties	- 89 -
7.1.1	Op basis van meerdere dagen per week.....	- 89 -
7.1.2	Op basis van uurcriterium	- 90 -
7.1.3	Vergelijking van de 2 methoden.....	- 91 -
7.2	Verliestijden	- 96 -
7.2.1	Verliestijden per route	- 96 -
7.2.2	Algemeen.....	- 121 -
8	Conclusies en aanbevelingen	- 123 -

9	Bibliografie.....	- 125 -
10	Bijlagen.....	- 135 -
10.1	Onderzoeksplan	- 135 -
10.1.1	Informeren.....	- 135 -
10.1.2	Problematiseren	- 135 -
10.1.3	Informatiseren.....	- 137 -
10.1.4	Analyseren	- 137 -
10.1.5	Adviseren	- 138 -
10.1.6	Tijdschema.....	- 138 -
10.2	Bijlage 2: Uitstoot emissies	- 139 -
10.3	Overzicht geselecteerde locaties.....	- 140 -
10.4	Verschillen tussen methodieken per jaar opgedeeld in al dan geen vakantie - 144 -	
10.4.1	2003 Geen vakantie	- 144 -
10.4.2	2003 Vakantie	- 144 -
10.4.3	2004 Geen vakantie	- 145 -
10.4.4	2004 Vakantie	- 146 -
10.4.5	2005 Geen Vakantie	- 146 -
10.4.6	2005 Vakantie	- 147 -
10.5	Filelocaties per route	- 148 -

Lijst van figuren en tabellen

Figuren

Figuur 1: Structurele ochtendfile 2007 (Het nieuwsblad 2007)	- 19 -
Figuur 2: Structurele ochtendfiles en avondfiles in 2008 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008b)	- 19 -
Figuur 3: Structurele ochtendfiles en avondfiles in 2009 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2009).....	- 20 -
Figuur 4: Fundamenteel diagram Greenshield	- 22 -
Figuur 5: Dagverloop van het totaal aantal voertuigkilometers op het hoofdwegenennetwerk in België tijdens een weekdag of weekenddag (Maerivoet & Yperman 2008, p.14)	- 24 -
Figuur 6: 3-marktenmodel (van de Riet & Egeter 1998)	- 27 -
Figuur 7: Bepalen tijdsgebruik (May 1990, p.12)	- 31 -
Figuur 8: Bepalen Ruimtegebruik.....	- 33 -
Figuur 9: Profielen verkeermodi (Lep 2010)	- 36 -
Figuur 10: Componenten reistijd (Huisken e.a. 2005)	- 39 -
Figuur 11: Relatie intensiteit & snelheid.....	- 47 -
Figuur 12: Relatie dichtheid & snelheid.....	- 47 -
Figuur 13: Combinatierooster doorgaande snelweg Versie 26 juli 2010 (Afdeling Verkeerscentrum - Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken)	- 48 -
Figuur 14: Combinatierooster lussen & op- en afritten Versie 20 april 2010 (Afdeling Verkeerscentrum - Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken)	- 48 -
Figuur 15: Verlies in snelheid: BPR-modellen	- 56 -
Figuur 16: Verlies in tijd: BPR-modellen	- 56 -
Figuur 17: Verlies in snelheid: MTC-functie	- 58 -
Figuur 18: Verlies in tijd MTC-functie	- 58 -
Figuur 19: Verlies in snelheid: Akçelik-model	- 60 -
Figuur 20: Verlies in tijd: Akçelik-model	- 61 -
Figuur 21: Verlies in snelheid: BPR-modellen, TCM-model + Akçelik-model.....	- 62 -
Figuur 22: Verlies in tijd: BPR-modellen, TCM-model + Akçelik-model.....	- 62 -

Figuur 23: Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Gasthuisberg richting Gasthuisberg Afrit 2 rijstroken	- 68 -
Figuur 24: Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Oprit Meise richting Meise 3 rijstroken	- 68 -
Figuur 25 Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Grimbergen richting Strombeek-Bever 4 rijstroken	- 69 -
Figuur 26 : Selecteren locaties	- 71 -
Figuur 27: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier per dag van de week: Lille richting Eindhoven	- 73 -
Figuur 28: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier per dag van de week: afrit UZ Jette richting Zellik.....	- 75 -
Figuur 29: Gemiddelde snelheid per kwartier per dag van de week: Lille richting Eindhoven	- 77 -
Figuur 30: Gemiddelde snelheid per kwartier per dag van de week: Afrit UZ Jette richting Zellik	- 79 -
Figuur 31: Verliestijden buiten de vakantie Lille richting Eindhoven.....	- 85 -
Figuur 32: Verliestijden tijdens de vakantie Lille richting Eindhoven	- 85 -
Figuur 33: Verliestijden buiten de vakantie Afrit UZ Jette richting Zellik.....	- 87 -
Figuur 34: Verliestijden tijdens de vakantie Afrit UZ Jette richting Zellik.....	- 87 -
Figuur 35: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van meerdere dagen per week.....	- 89 -
Figuur 36: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van het uurcriterium.....	- 90 -
Figuur 37: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier van de dag: Gent - Brussel: Erpe-Mere richting Aalst.....	- 94 -
Figuur 38: Relatie mate en duur van overschrijding	- 95 -
Figuur 39: Verliestijden route A12 Brussel - Antwerpen	- 97 -
Figuur 40: Verliestijden route E17 Gent - Antwerpen	- 98 -
Figuur 41: Verliestijden route E19 Antwerpen - Meer	- 99 -
Figuur 42: Verliestijden route E19 Brussel - Antwerpen.....	- 101 -
Figuur 43: Maximale verliestijd route E19 Brussel - Antwerpen	- 101 -
Figuur 44: Verliestijden route E19 Antwerpen - Brussel	- 102 -
Figuur 45: Verliestijden route E313 Geel - Antwerpen	- 103 -
Figuur 46: Verliestijden route E313 Antwerpen - Geel	- 104 -
Figuur 47: Verliestijden route E314 Leuven - Tielt-Winge.....	- 105 -

Figuur 48: Verliestijden route E314 Tielt-Winge - Leuven.....	106 -
Figuur 49: Verliestijden route E34 Turnhout - Antwerpen	108 -
Figuur 50: Verliestijden route E40 Leuven - Brussel	109 -
Figuur 51: Verliestijden route E40 Brussel - Leuven.....	110 -
Figuur 52: Maximale verliestijden route E40 Brussel - Leuven	111 -
Figuur 54: Verliestijden route E40 Gent - Brussel.....	112 -
Figuur 55: Verliestijden route E40 Brussel - Gent	113 -
Figuur 56: Maximale verliestijden route E40 Brussel - Gent	113 -
Figuur 57: Verliestijden route E40 Gent - Oostende	114 -
Figuur 58: Profiel Wetteren richting Wetteren afrit.....	115 -
Figuur 59: Verliestijden E411 Brussel - Overijse	116 -
Figuur 60: Verliestijden route R0 Brusselse Binnenring.....	117 -
Figuur 61: Maximale verliestijden route R0 Brusselse Binnenring.....	118 -
Figuur 62: Verliestijden route R0 Brusselse Buitenring	119 -
Figuur 63: Maximale verliestijden route R0 Brusselse Buitenring	119 -
Figuur 64: Verliestijden route R1 Antwerpse Binnenring	120 -
Figuur 65: Verliestijden route R1 Antwerpse Buitenring	121 -
Figuur 66: Uitstoot emissies benzine wagens	139 -
Figuur 67: Uitstoot emissies diesel wagens	139 -

Tabellen

Tabel 1: Verliesuren in 2002 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2010; Miermans & Gysen 2006).....	41 -
Tabel 2: Bepalen LOS volgens Highway Capacity Manual (1985).....	45 -
Tabel 3: Kansverdeling reistijden traject Brussel - Antwerpen (Maerivoet 2010, p.54)	53 -
Tabel 4: Kansverdeling verliestijden traject Brussel - Antwerpen (Maerivoet 2010, p.54)	53 -
Tabel 5: Vertragingparameter volgens Akçelik per wegtype (Rupinder Singh 1999).....	60 -
Tabel 6: Verliestijden per I/C-waarde voor de verschillende modellen	63 -
Tabel 7: Beschrijving kolommen datasets meetgegevens.....	66 -
Tabel 8: Verdeling aantal locaties volgens aantal rijstroken.....	66 -

Tabel 9: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Lille richting Eindhoven	- 74 -
Tabel 10: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Afrit UZ Jette richting Zellik	- 76 -
Tabel 11: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van snelheid: Lille richting Eindhoven	- 78 -
Tabel 12: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Afrit UZ Jette richting Zellik	- 79 -
Tabel 13: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van meerdere dagen per week: Lille richting Eindhoven	- 80 -
Tabel 14: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van meerdere dagen per week: Afrit UZ Jette richting Zellik.....	- 81 -
Tabel 15: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van uurcriterium: Lille richting Eindhoven	- 82 -
Tabel 16: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van uurcriterium: Afrit UZ Jette richting Zellik.....	- 83 -
Tabel 17: Overzicht modellen.....	- 84 -
Tabel 18: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van meerdere dagen per week.....	- 90 -
Tabel 19: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van het uur criterium	- 91 -
Tabel 20: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken in percentage.....	- 92 -
Tabel 21: Verdeling filelocaties route Gent – Brussel	- 93 -
Tabel 22: Verdeling filelocaties route Brussel - Overijse.....	- 93 -
Tabel 23: Aantal filelocaties volgens beide methoden: A12 Brussel-Antwerpen	- 96 -
Tabel 24: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E17 Gent - Antwerpen..	- 97 -
Tabel 25: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E19 Antwerpen – Meer.	- 99 -
Tabel 26: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E19 Brussel – Antwerpen	- 100 -
Tabel 27: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E313 Antwerpen - Geel-	103 -
Tabel 28: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E314 Leuven - Tielt-Winge	- 105 -
Tabel 29: Verdeling filelocaties E34 Antwerpen – Turnhout	- 107 -
Tabel 30: Verliestijden route E34 Antwerpen – Turnhout	- 107 -

Tabel 31: Verdeling filelocaties route E40 Brussel – Leuven	109 -
Tabel 32: Verdeling filelocaties route E40 Gent - Brussel	111 -
Tabel 33: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E411 Brussel - Overijse-	115 -
Tabel 34: Verdeling filelocaties voor beide methoden: R0 Brusselse Ring	116 -
Tabel 35: Tijdschema	138 -
Tabel 36: Overzicht geselecteerde locaties.....	143 -
Tabel 37: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2003 Geen vakantie	144 -
Tabel 38: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2003 Vakantie	145 -
Tabel 39: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2004 Geen vakantie	145 -
Tabel 40: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2004 Vakantie	146 -
Tabel 41: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2005 Geen vakantie	146 -
Tabel 42: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2005 Vakantie	147 -
Tabel 43: Verdeling filelocaties A12 Brussel - Antwerpen	148 -
Tabel 44: Verdeling filelocaties E17 Gent - Antwerpen.....	148 -
Tabel 45: Verdeling filelocaties E19 Antwerpen - Meer.....	148 -
Tabel 46: Verdeling filelocaties E19 Brussel - Antwerpen	149 -
Tabel 47: Verdeling filelocaties E313 Antwerpen - Geel	149 -
Tabel 48: Verdeling filelocaties E314 Leuven - Tielt-Winge.....	149 -
Tabel 49: Verdeling filelocaties E34 Antwerpen- Turnhout.....	150 -
Tabel 50: Verdeling filelocaties E40 Brussel - Leuven	150 -
Tabel 51: Verdeling filelocaties E40 Gent - Brussel.....	150 -
Tabel 52: Verdeling filelocaties E40 Oostende - Gent	151 -
Tabel 53: Verdeling filelocaties E411 Brussel- Overijse	151 -
Tabel 54: Overzicht filelocaties R0 Ring Brussel	151 -
Tabel 55: Verdeling filelocaties R1 Ring Antwerpen	152 -

Inleiding

“Vlaanderen slijt dicht!” is een fenomeen dat zich al jaren voortdoet en regelmatig als slagzin wordt gebruikt (Schillebeeckx & De Beus 2011; CD&V Vlaams Parlement geen datum; VLEVA 2007). Het aantal voertuigen in België is het laatste decennia jaarlijks gestegen met gemiddeld 1,7%, waardoor het wagenpark in 2010 15% groter was dan in 2000 (Belgische federale overheid 2010d). In absolute getallen zijn er op 10 jaar tijd bijna 1 miljoen voertuigen bij gekomen. Daarnaast is ook het gebruik gestegen van 90,04 miljard voertuigkilometers in 2000 naar 98,23 miljard voertuigkilometers in 2009. Een derde van deze kilometers werden op de snelweg afgelegd (Belgische federale overheid 2010a). Ondanks investeringen in infrastructuur, mobiliteitscampagnes, enzovoort, is het begrip file op het hoofdwegenetwerk een dagelijks probleem geworden. Verschillende locaties hebben (bijna) dagelijks te kampen met congestie.

Al sinds 1928 worden Belgische snelwegen systematisch voorzien van detectiemethodieken om het verloop van het verkeer op te volgen. Aan de hand van deze gegevens kan worden bepaald of er congestie aanwezig is en kan er een indicatie worden gegeven van de verliestijd. Meestal worden deze vaststellingen gedaan op basis van een combinatie van 3 mogelijke indicatoren: intensiteit, dichtheid of snelheid. Op basis van deze intensiteitgegevens zal in deze masterproef de Vlaamse fileproblematiek dieper onderzocht worden.

Het doel van dit onderzoek is:

Het ontwikkelen van een wetenschappelijk onderbouwde methodiek die op basis van minuut gebaseerde verkeerstellingen filelocaties en de verliestijden kan bepalen.

Enkele belangrijke vragen die hiervoor beantwoord moeten worden zijn: “Wat zijn files, filelocaties, reis- en verliestijden?”. Het beschrijven en bepalen van de juiste definities, problemen en criteria zal een groot deel van dit onderzoek in beslag nemen aangezien dit veel invloed heeft op de latere berekeningen. Daarnaast moeten er vragen worden gesteld omtrent de gegevensverzameling. Op welke wijze worden deze verzameld en welke invloed heeft dat op de resultaten of de berekeningsmethoden? In dit onderzoek zal er worden gewerkt met gegevens afkomstig van het Vlaams Verkeerscentrum die dateren uit de jaren 2003,2004 en

2005. Hoe deze gegevens het best kunnen worden verwerkt, is een laatste grote onderzoeksvraag.

In dit rapport zal er daarom onderzoek worden gedaan naar een goede definitie van de begrippen file en filelocatie in hoofdstuk 1. Naast het definiëren zal zowel de theoretische achtergrond, de soorten, de problemen, en de maatregelen worden besproken in dit hoofdstuk. Belangrijk voor dit onderzoek is het bepalen van de goede criteria voor deze begrippen rekening houdend met de wijze waarop de gegevens werden verzameld. Het bekijken van de detectiemethoden zal worden besproken in hoofdstuk 2. Een toespitsing op de begrippen reis- en verliestijden gebeurt in hoofdstuk 3. Hier zullen ook resultaten uit andere studies met betrekking tot het berekenen van reis- en verliestijden aan bod komen. In de hoofdstukken 4 en 5 zullen de richtlijnen en methoden worden besproken die in de praktijk hanteerbaar zijn voor de berekeningen van file, filelocatie, reis- en verliestijden. De methodiek die hier gehanteerd wordt en zich baseert op de resultaten van hoofdstukken 4 en 5, wordt beschreven in hoofdstuk 6. De resultaten van deze methodiek op de gegevens van het Vlaams Verkeerscentrum en de analyse van deze data, is terug te vinden in hoofdstuk 7. Aansluitend volgen de conclusies en aanbevelingen.

1 De begrippen 'file' en 'filelocatie'

Voor er aan een methodiek gewerkt kan worden, moet er eerst onderzoek worden gedaan naar de betekenis van alle begrippen en hun achtergrond. Eerst zullen er enkele algemene definities voor file en filelocaties worden gegeven die in de literatuur zijn gevonden. Daarna zal er dieper worden ingegaan op de verschillende soorten files en de theoretische achtergrond. Ook naar de oorzaken, problemen en maatregelen van files zal worden gekeken om zo een volledig beeld van de problematiek te geven.

1.1 Definities

In Van Dale woordenboek (2010) wordt het begrip '**file**' ,in functie van dit onderzoek, gedefinieerd als "*rij wachtende voertuigen*". Volgens het Prisma woordenboek (Ficq-Weijnen & Weijnen 2002, p.149) wordt het gedefinieerd als "*lange rij stilstaande of langzaam voortbewegende personen of voertuigen*". Het Vlaams Verkeerscentrum bestempelt file als een vertraging op een wegvlak waarbij de Level of Service (LOS) de waarde 1 of 2 krijgt. De waarde van de level of service wordt berekend op basis van de bezettingsgraad in combinatie met de gemiddelde snelheid. Voor wegvlakken gelegen op snelwegen worden andere criteria toegepast ten opzichte van wegvlakken gelegen op op- en afritten (Hoornaert 2011; Vlaamse overheid 2007). Volgens Rijkswaterstaat (NL) (2009) kan er van file worden gesproken indien de gereden snelheid lager is dan 50 km/u gedurende een filelengte van 2 km. Naast deze algemene definitie van file, wordt het begrip file bij Rijkswaterstaat ook gebruikt als verzamelnaam van 3 soorten stagnerend verkeer: langzaam rijdend verkeer, langzaam rijdend tot stilstaand verkeer of stilstaand verkeer. Het langzaam rijdend verkeer wordt gedefinieerd als verkeer dat minimaal 25 km/u en maximaal 50 km/u rijdt over een minimale lengte van 2 km. Langzaam rijdend tot stilstaand verkeer kan over het algemeen over grotere lengtes langzaam rijden maar staat op bepaalde stukken stil. Al het verkeer dat over een lengte van 2 km niet boven de 25 km/u komt, wordt beschouwd als stilstaand verkeer. Bij het zoeken naar verdere literatuur kan er ook gebruik worden gemaakt van het synoniem congestie of de Engelse vertalingen congestion, traffic jam of queue (van der Vorst & Harris 1999).

Filelocaties kunnen in 2 opzichten worden bekeken. Enerzijds als de plaats waar een file plaats vindt, met andere woorden als loutere aanduiding van een plaats.

Anderzijds kan een filelocatie ook worden gezien als een locatie waar structurele fileproblemen zich voordoen. Indien deze benadering wordt bedoeld wordt ook de benaming filegevoelige locatie gebruikt (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008a). Rijkswaterstaat hanteert hiervoor de regel dat een filelocatie een plaats is waar meermaals per week files voorkomen (Rijkswaterstaat 2010a).

Bovenstaande definities zijn nog niet concreet genoeg om mee te werken. Het onderzoek naar specifieke richtlijnen en grenswaarden komt later nog aan bod in hoofdstuk 0.

1.2 Soorten files

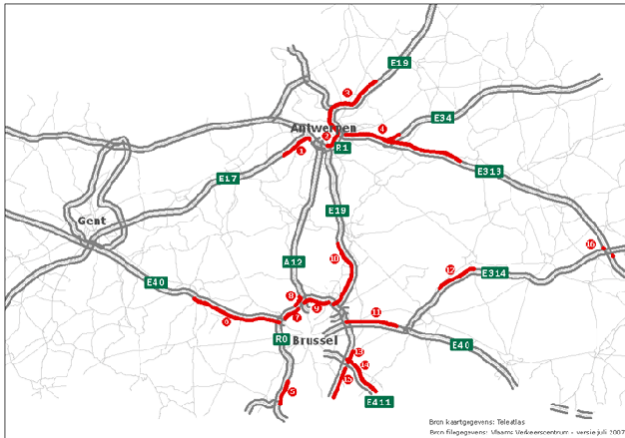
Files zijn op te delen in 2 grote categorieën: structurele files en tijdelijke of incidentele files. Deze indeling heeft vooral belang wanneer het gaat over het bestrijden van de fileproblematiek. Daarnaast is er nog het begrip filegolven, dat hier als derde soort zal worden besproken maar onder beide categorieën kan vallen.

1.2.1 Structurele files

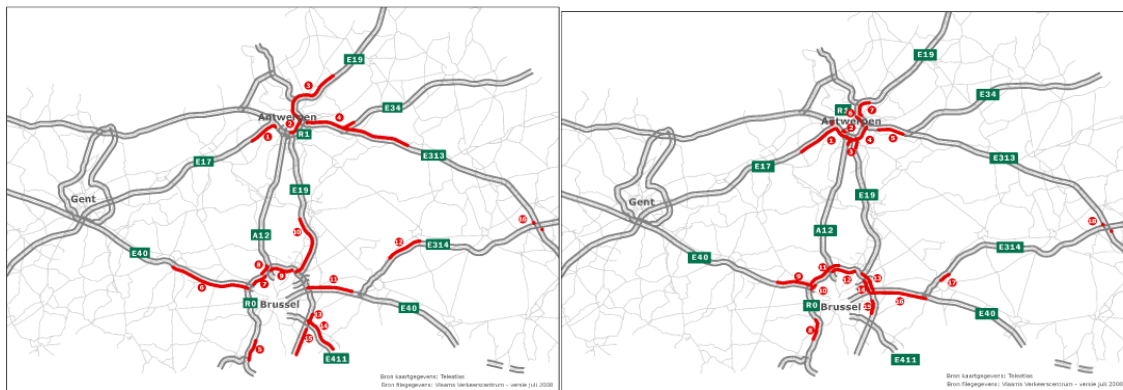
Structurele file is congestie ten gevolge van een bepaalde capaciteit van de verkeersinfrastructuur die de vraag op een bepaald moment van de dag niet kan verwerken. Een belangrijke eigenschap hiervan is dat het afhankelijk is van plaats en tijd. Doordat structurele files zich vaak voordoen 's morgens en 's avonds wanneer mensen pendelen tussen thuis en werk, worden structurele files meestal opgedeeld in ochtendfile en avondfile. Een derde opdeling betreft een hoge intensiteit/capaciteitsverhouding gedurende overige momenten van een dag (De Ceuster & Immers 2001).

In Vlaanderen worden jaarlijks de structurele files in kaart gebracht door het Vlaams Verkeerscentrum (2010) te Antwerpen. Het Vlaams Verkeerscentrum is een afdeling van de Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken. Bij een visuele vergelijking tussen de overzichtskaarten van de ochtendspits in 2007 (Figuur 1), 2008 (Figuur 2) en 2009 (Figuur 3) valt op te merken dat de lengtes van de structurele files tussen 2007 en 2008 nauwelijks langer zijn geworden. Dit kan te wijten zijn aan de economische crisis die het jaar 2008 kende. Tussen 2008 en 2009 is er wel een duidelijke groei van de files op te merken. Zowel naar Brussel als naar Antwerpen zijn de files in lengte toegenomen. Sinds 2009 is er ook sprake van file richting Gent. Maar de meeste files concentreren zich voornamelijk op de invalswegen en ringwegen naar Antwerpen en Brussel.

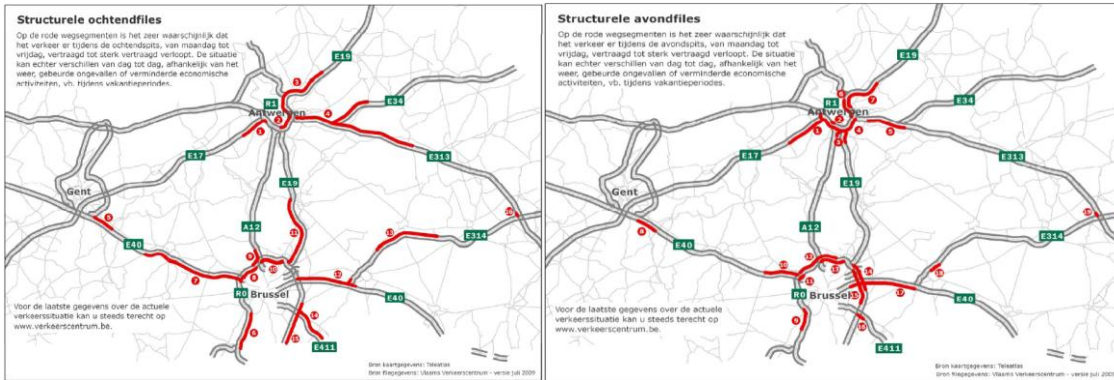
Visueel is er een lichte stijging op te merken tussen de avondspits in 2008 (Figuur 2) en 2009 (Figuur 3). Veel opvallender is het feit dat tijdens de avondspits zowel het aantal files als de lengte van deze files opmerkelijk kleiner zijn dan in de ochtendspits. Dit komt doordat er 's avonds een grotere spreiding is van het verkeer dan 's morgens (Nuyts & Zwerts 2004; Maerivoet & Yperman 2008, p.14). Doordat de avondspits langer duurt, is er een duidelijke afname van het aantal avondfiles ten opzichte van de ochtendfiles terug te vinden.



Figuur 1: Structurele ochtendfile 2007 (Het nieuwsblad 2007)



Figuur 2: Structurele ochtendfiles en avondfiles in 2008 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008b)



Figuur 3: Structurele ochtendfiles en avondfiles in 2009 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2009)

1.2.2 Tijdelijke of incidentele files

De andere categorie gaat over incidentele of tijdelijke files. Als gevolg van onverwachte gebeurtenissen zoals ongevallen, werkzaamheden, slecht weer, een voertuig met pech, enzovoort, wordt de capaciteit van een bepaald deel infrastructuur sterk beperkt. Incidentele files zijn onvoorspelbaar en dus niet afhankelijk van tijd en plaats en daardoor is het oplossen van deze fileproblematiek vaak moeilijker (De Ceuster & Immers 2001; Miermans & Gysen 2006).

1.2.3 Filegolven

Indien er sprake is van een korte file die zich tegen de rijrichting in verplaatst, gaat het over een filegolf. Het is een dagelijks fenomeen waarbij als gevolg van een korte verstoring (incident, langzaam invoegen, slecht zicht, werkzaamheden, enzovoort) een korte file ontstaat. Het verkeer vooraan in de file gaat al snel terug rijden, maar achteraan komt er nog steeds verkeer bij waardoor de file zich tegen de rijrichting in verplaatst. Dit leidt tot vertragingen en gevaarlijke situaties (Rijkswaterstaat 2010b).

Kijkfiles zijn goede voorbeelden van filegolven. Hierbij willen bestuurders van de andere rijrichting kijken wat er gebeurd is en remmen ze hierdoor af. Door het harmonica-effect zullen voertuigen hierachter telkens harder en harder moeten afremmen, tot ze op een gegeven moment stil staan en er een file wordt gecreëerd. Vooraan komt het verkeer al snel terug op gang.

In dit onderzoek wordt er op zoek gegaan naar filelocaties en zullen enkel de structurele files aan bod komen.

1.3 Ontstaan van files: theoretische achtergrond

Een theoretische verklaring voor het ontstaan van files kan worden teruggevonden in de verkeersstromentheorie. Deze theorie beschrijft mathematisch de interactie tussen voertuigen en infrastructuur (May 1990). Twee belangrijke begrippen die hier gerelateerd aan zijn, zijn de begrippen: intensiteit (ook stroom of flow genoemd) en capaciteit. Indien de intensiteit de capaciteit benadert of overschrijdt, ontstaat er een file.

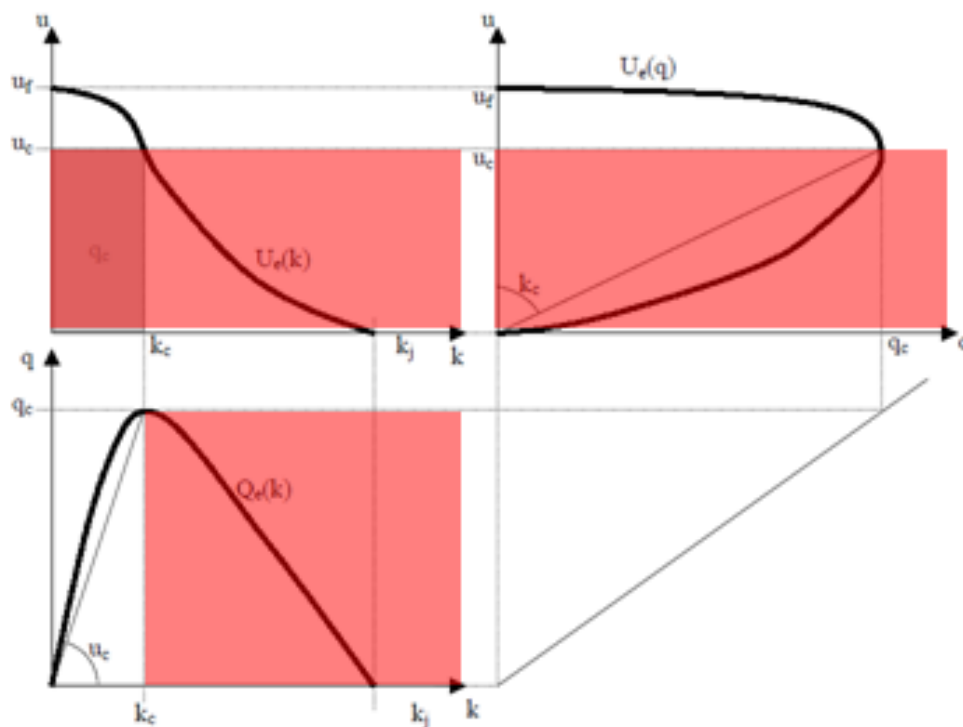
In de definitie van een file komt ook het aspect snelheid aan bod. Dit aspect in relatie tot het ontstaan van files, kan worden bewezen aan de hand van het speed-flow model van Greenshield dat in 1935 werd ontwikkeld. Dit model wordt veel gebruikt in de verkeersstromentheorie (May 1990; Immers & S Logghe 2002; Van Aerde & Rakha geen datum; Lighthill & Whitham 1955; Li 2003). In 1935 legde Greenshield (1935) al de relatie tussen intensiteit (q), snelheid (u) en dichtheid (k). Ook Greenberg (1959), Underwood (1961) en Northwestern deden onderzoek naar de relatie tussen deze grootheden.

De macroscopische relatie tussen deze drie grootheden wordt voorgesteld in het fundamenteel diagram (Figuur 4). Uit dit diagram kan worden afgeleid hoe files ontstaan aan de hand van verschillende regimes:

- Het eerst regime wordt free flow genoemd. Hier kent het verkeer geen hinder door een lage intensiteit en dichtheid en kan het zich verplaatsen met een maximale ontwerpsnelheid van de infrastructuur. Dit is het best zichtbaar op de grafiek die de macroscopische relatie tussen intensiteit en snelheid weergeeft (rechtsboven op het fundamenteel diagram). In de Highway Capacity Manual (Transportation Research Board 2000) wordt bij een stroom van 1300 voertuigen per uur per rijstrook geen invloed uitgeoefend op de free flow speed van 120 km/u en is er geen verliestijd.
- Het tweede regime heet capaciteitsverkeer. Hierbij is de intensiteit gelijk aan de capaciteit of de intensiteit/capaciteitsverhouding (I/C waarde) gelijk aan de waarde 1. De term capaciteitsverkeer slaat op het feit dat de waarde van de intensiteit hier wordt bepaald door de capaciteit. Indien het hoogste punt van de grafiek die de macroscopische relatie tussen intensiteit en dichtheid weergeeft (linksonder) wordt geprojecteerd op de grafiek die de relatie

tussen snelheid en dichtheid (linksboven) weergeeft, is het duidelijk zichtbaar dat de snelheid hier niet de maximale ontwerpsnelheid is.

- Het derde regime is deze van het verzadigd verkeer, ook congestie of file genoemd. De dichtheid ligt hier tussen de capaciteitsdichtheid en de maximale dichtheid. De grote dichtheid doet de snelheid snel dalen. De maximale dichtheid wordt in de literatuur ook jam density genoemd en op het fundamenteel diagram terug te vinden in de grafiek die de macroscopische relatie tussen dichtheid en snelheid weergeeft als punt k_j . Op de grafiek met de macroscopische relatie tussen intensiteit en snelheid kan de file worden gezien als het deel waar zowel de intensiteit als snelheid dalen. Op het diagram zijn de congestiecondities in het rood aangeduid.



Figuur 4: Fundamenteel diagram Greenshield

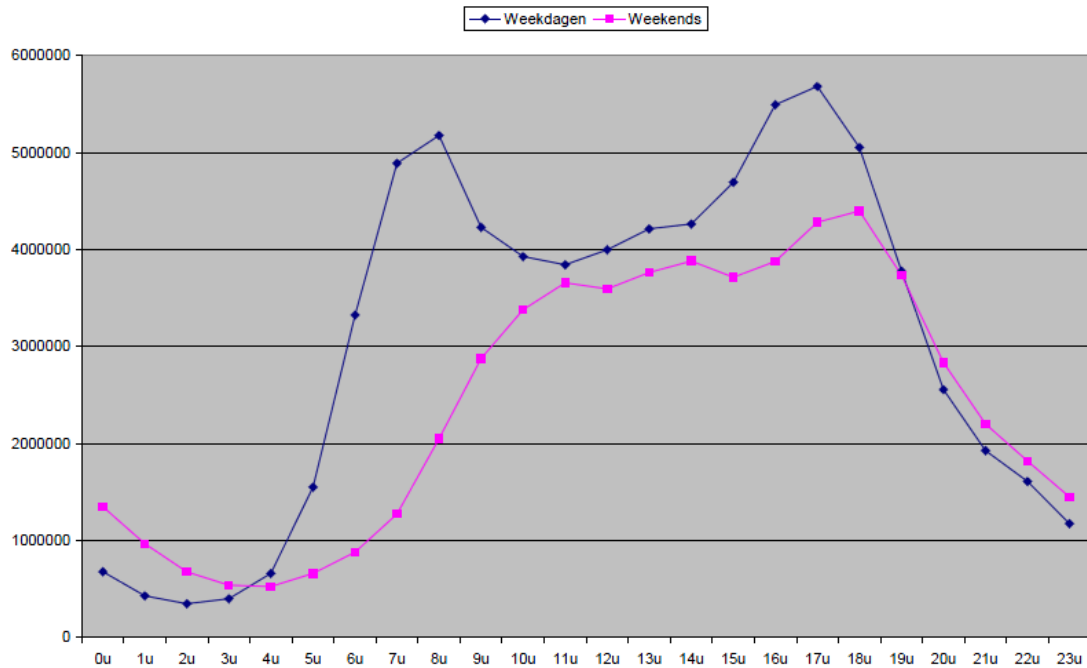
1.4 Oorzaken van files

Er zijn verschillende oorzaken te vinden waardoor een file ontstaat. Deze oorzaken kunnen verdeeld worden volgens het marktprincipe op een bepaald moment: enerzijds kan er een te grote vraagzijde zijn en anderzijds een te kleine aanbodzijde.

1.4.1 Oorzaken aan de vraagzijde

Door een nog steeds **groeïende vraag naar mobiliteit** via de weg zal het aantal files en de lengtes van bestaande files enkel toenemen (Van Brempt 2004; Crevits 2009). Deze groeiende vraag is een combinatie van veranderingen in demografie, economie, sociale en culturele factoren en technologie (Cools e.a. 2009). Demografisch is er voor België een groei op te merken (Belgische federale overheid 2010b) met een veranderende structuur als kleinere huishoudens (Belgische federale overheid 2010c) en een langere levensverwachting. Economisch zijn de begrippen globalisering en een stijgende koopkracht belangrijk bij het verklaren van een groeiende mobiliteit. Afstanden vergroten en de bevolking kan meer consumeren, wat langere en extra verplaatsingen oplevert. Door de centrale ligging binnen Europa en economische polen in en rondom België zoals de Antwerpse en Rotterdamse haven, de Vlaamse Ruit, het Ruhrgebied, de Randstad,... is België een echt transitland. Daarnaast zijn er nog sociale en culturele factoren die de laatste decennia veranderd zijn. Hierbij wordt gedacht aan de vrouw die mee werken gaat, individualisering, flexibiliteit,... Ook de attitude ten opzichte van een vervoersmodi is belangrijk. Uit onderzoek van Haustein en Hunecke (2007) blijkt dat een hoge verwachte mobiliteitsnood, ook perceived mobility necessity genoemd, zorgt voor een verhoogde voorkeur naar de wagen. Op gebied van technologie is er sinds de industriële revolutie veel vooruitgang geboekt waardoor gemotoriseerd verkeer en vliegtuigen dagelijkse begrippen zijn geworden. De reissnelheid is hierdoor sterk gestegen en de reiskost (Blijenberg 2002) is als gevolg van de massaproductie sterk gedaald. Hierdoor wordt verplaatsen aantrekkelijker en stijgt het wagenpark in België (Belgische federale overheid 2010d).

Vooraf de **concentratie in tijd en ruimte** zorgen voor de nodige congestieproblemen. Op Figuur 5 is het dagverloop van het totaal aantal voertuigkilometers op het hoofdwegennet in België te zien (Maerivoet & Yperman 2008). Er zijn 2 concentratiemomenten in tijd zichtbaar namelijk de ochtend- en avondspits.



Figuur 5: Dagverloop van het totaal aantal voertuigkilometers op het hoofdwegennetwerk in België tijdens een weekday of weekenddag (Maerivoet & Yperman 2008, p.14)

Ook ruimtelijk zijn er concentraties in plaats te vinden die zorgen voor congestie. Vooral de Ring rond Brussel en Antwerpen en de verbindingswegen van de Vlaamse Ruit, hebben te kampen met capaciteitsproblemen (Van Brempt 2004). Door de vernieuwde en snellere verplaatsings- en communicatiemogelijkheden zijn mensen uit de stad getrokken op zoek naar de ideale plek (Boudry e.a. 2003). Ruimtelijk werden er woonwijken, winkelcentra en bedrijventerreinen ingericht die enkel per wagen bereikbaar zijn. De mensen wonen in de voorsteden en moeten dagelijks pendelen naar de steden. Voor Brussel varieert het aantal pendelaars tussen de 300 000 pendelaars per dag (Degreef 2007) tot 362 000 pendelaars per dag (Béghin 2010).

In hoofdstuk 1.2.1 Structurele files staat vermeld dat de avondspits minder zwaar is dan de ochtendspits. Bij het bekijken van bovenstaande figuur, lijkt het dat deze vaststelling wordt tegengesproken. De piek in de avond ligt hoger en is breder dan deze van de ochtendspits. De figuur weergeeft het totaal aantal voertuigkilometers op het hoofdwegennetwerk op een bepaald tijdstip. Waar deze voertuigkilometers werden verreden kan niet worden afgeleid op deze figuur. Er kan enkel worden

vastgesteld dat er 's avonds meer kilometer worden verreden op het hoofdwegennet. Er zijn 2 redenen terug te vinden waardoor de avondspits minder zwaar is dan de avondspits. Enerzijds werd er Logghe en Vanhove (2004) vastgesteld dat er 's morgens meer voertuigen gebruik maken van het onderliggend netwerk. Anderzijds zorgt een betere spreiding in tijd en ruimte in de avondspits een vermindering van de filedruk (Nuyts & Zwerts 2004; Maerivoet & Yperman 2008).

1.4.2 Oorzaken aan de aanbodszijde

Ondanks dat Vlaanderen over het dichtste wegennetwerk beschikt, als gevolg van de volgpolitiek uit het verleden (Van Brempt 2004), is er op piekmomenten toch sprake van een te kleine capaciteit. Als gevolg van het grote aanbod infrastructuur voor de auto ontstond er een trend van suburbanisatie (Van Brempt 2004; Boudry e.a. 2003) en werd Vlaanderen verder uitgebouwd. Het uitvoeren van een beleid werd hierdoor een stuk moeilijker.

Voor zowel het goederenvervoer en personenvervoer zijn er over het algemeen 3 alternatieven voor het wegverkeer: vervoer over het water, over het spoor of via de lucht. Het aanbod van deze vervoersmodi is onvoldoende om de stijging in de vraag op te vangen. Vooral voor het goederenvervoer kan zowel het spoor als de binnenvaart de huidige groei nog niet opvangen (Crevits 2009) als gevolg van een te klein aanbod.

1.5 Problemen van files

Files zijn niet enkel het probleem van wachten maar hebben grootschaligere maatschappelijke problemen. Zowel economisch als op gebied van bereikbaarheid, veiligheid en milieu zijn er negatieve gevolgen te vinden van congestie. Hieronder worden enkele negatieve gevolgen uitgeklaard met betrekking op congestie.

1.5.1 Economisch

Het spreekwoord "Stilstaan is achteruitgaan" is ook hier van toepassing. Economisch kunnen files als kosten voor de maatschappij worden gezien aangezien deze personen geen andere dingen kunnen doen op dat moment. Er wordt een bepaalde waarde op tijd vastgesteld, in de economie ook wel opportuiniteitskost genoemd (Lipsey & Christal 2004), die verschillend is voor het soort van reiziger. Deze waarden zijn, afhankelijk van de bron, 44€-46€ voor vrachtwagenbestuurders, 22€-24€ voor zakenreizigers, 6€-7€ voor pendelaars en

4€-5,50€ voor overige bestuurders (S. Logghe & F. Vanhove 2004; De Ceuster & De Schrijver 2002). Deze waarden geven weer hoeveel een bestuurder wil betalen om een uur sneller op zijn bestemming te zijn. In 2002 kostten de files de maatschappij per werkdag 460.000 euro, op zaterdag 33.000 euro en in het totaal 114 miljoen euro per jaar (S. Logghe & F. Vanhove 2004).

1.5.2 Bereikbaarheid

Dat congestie negatieve effecten heeft voor de bereikbaarheid op verschillende niveaus is inmiddels als door verschillende studies bewezen (Verberght & Vanelslander 2010; Crevits 2009; Macauter 2010; bam 2005; Planbureau voor de leefomgeving 2010). Doordat een bepaalde locatie niet te bereiken is, zonder hiervoor in de file te moeten staan, verlaagt de aantrekkelijkheid voor deze locatie en de gevestigde ondernemingen. Een goede en vlotte bereikbaarheid is daarom zeer belangrijk. Als gevolg van de vele files is de bereikbaarheid in Vlaanderen intussen zo verslechterd dat het een bedreiging wordt voor de Vlaamse vitale functies (Vlaamse overheid geen datum).

1.5.3 Verkeersveiligheid

Regelmatig is er in de media te horen of te lezen dat er een voertuig is ingereden op een file met vaak ernstige gevolgen. Zoals eerder al werd vermeld, zijn schokgolven gevaarlijke dagelijkse fenomenen. De file verplaatst zich tegen de rijrichting in waardoor een file op een onverwachte plaats kan ontstaan. Van Geirt en Vanrie (2006) berekenden dat tussen 1991 en 2002 1054 ongevallen werden geregistreerd waarbij een vrachtwagen betrokken was op een autosnelweg bij file of wegenwerken. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat er doorheen de jaren een stijging was van dit soort ongevallen en dat de gevolgen ernstig zijn. Anders gezegd wil dit zeggen dat er om de 2 en een halve dag een vrachtwagen ergens in België inrijdt in een file. Algemene gegevens over verkeersveiligheid en files in België werden niet gevonden.

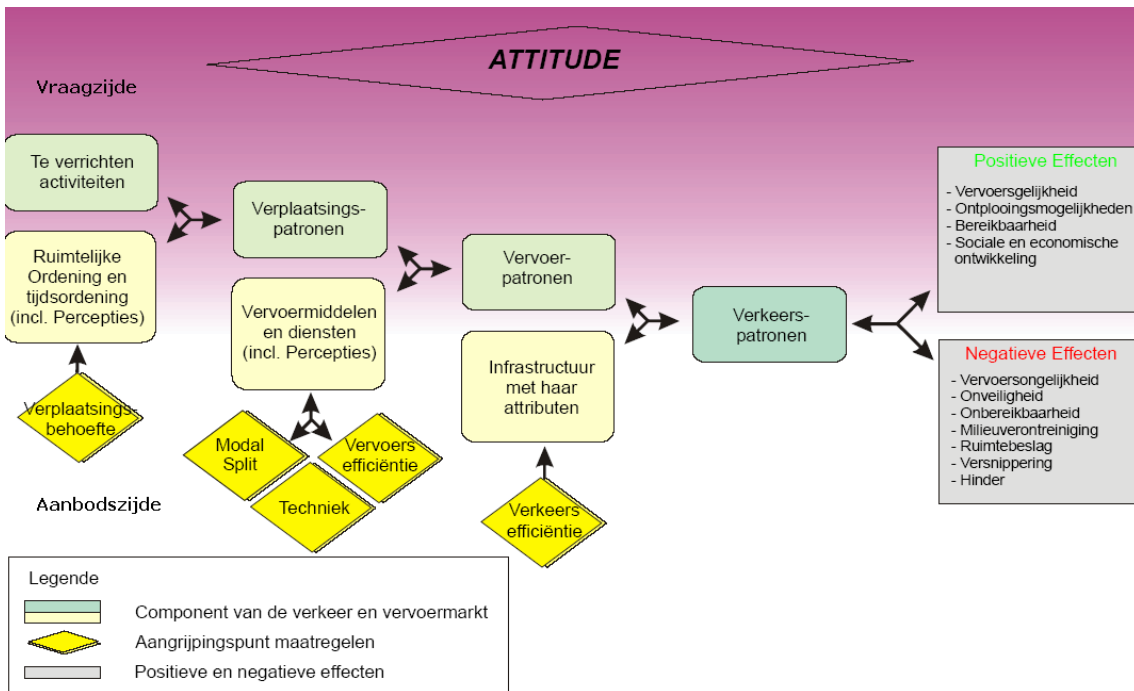
In Groot-Brittannië zijn er enkele specifieke onderzoeken gedaan naar het effect van congestie op de verkeersveiligheid (Verhoef & Rouwendal 2004; Wang e.a. 2009; Noland & Quddus 2005). Uit deze studies bleek dat het effect van congestie op de verkeersveiligheid zeer klein is.

1.5.4 Milieu

Het milieu is sinds enkele jaren een zeer belangrijk aspect geworden met betrekking tot het verkeer. Uit onderzoek op basis van het Copert4 softwareprogramma (Laboratory of Applied Thermodynamics (LAT) 2010) blijkt dat de uitstoot van voertuigen bij lagere snelheden 2 keer hoger ligt dan bij hogere snelheden. Hiermee wordt aangetoond dat congestie slechter is voor het milieu dan rijdende voertuigen. Dit komt doordat voertuigen in de file steeds moeten optrekken en afremmen en hiermee meer brandstof verbruiken. In bijlage 10.2 zijn de emissieresultaten, verkregen met Copert4, in grafiekvorm terug te vinden.

1.6 Mogelijke maatregelen

Voor het beleid zijn er verschillende aangrijpingspunten waarmee kan worden ingegrepen. In het mobiliteitsplan (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2001) wordt er gebruikt gemaakt van het 3-marktenmodel (van de Riet & Egeter 1998) dat bestaat uit de verplaatsingsmarkt, vervoersmarkt en verkeersmarkt. Elke markt bestaat uit een vraagzijde en een aanbodzijde. Het beleid probeert via aangrijpingspunten aan de aanbodzijde maatregelen te nemen tegen de files.



Figuur 6: 3-marktenmodel (van de Riet & Egeter 1998)

1.6.1 Verplaatsingsmarkt

Op niveau van de verplaatsingsmarkt kan het beleid maatregelen nemen op gebied van ruimtelijke ordening en tijdsordening die invloed hebben op de verplaatsingsbehoefte en indirect op het verkeersvolume. Bij het plannen van woongebieden of herinrichten van stedelijke gebieden moet er worden getracht om een goed evenwicht te vinden tussen de verschillende motieven van verplaatsen. Zo moet er worden geprobeerd om de verschillende functies wonen, werken, onderwijs, winkelen, ontspanning, enzovoort ruimtelijk samen te brengen zodat ze bereikbaar zijn met duurzame vervoersmodi. Om de concentraties in tijd kleiner te maken, moet er getracht worden om via maatregelen de vraag in de spitsuren te verminderen en tijdens de daluren beter te benutten. Mogelijke maatregelen hiervoor zijn variabele werkuren, telewerken aanmoedigen (Baeyens 2009), enzovoort. Ook het principe van rekeningrijden kan een grote invloed hebben op het aantal verplaatsingen en via variabele prijzen kan het ook invloed hebben op het moment van verplaatsen. Dat rekeningrijden een daling van het verkeersvolume teweeg kan brengen werd reeds bewezen in Singapore, Durham, Stockholm en Londen (Santos & Fraser geen datum; Harland & McGarGill 2009; Assosiaton of British Drivers 2007; Staley 2009).

1.6.2 Vervoersmarkt

Een tweede soort van maatregelen hebben een aangrijpingspunt aan de vervoersmarkt. Er kan op 3 verschillende punten worden ingegrepen: modale keuze, vervoersefficiëntie en techniek. Bij het beïnvloeden van de modale keuze moet de attractiviteit van alternatieve vervoerswijze van de personenwagen worden verhoogd. Zo kan er een kwaliteitsverbetering worden gerealiseerd van het bestaande openbaar vervoer systeem op gebied van stiptheid (NMBS 2010), informatie, service,... of een uitbreiding van het collectieve systeem. Daarnaast moet ook de kwaliteit van multimodale systemen en knooppunten worden verbeterd. Uiteraard moet er ook in het goederenvervoer worden ingegrepen. Het spoor en binnenvaart kunnen hier, mits een beter en groter aanbod, een groter aandeel in verkrijgen.

Ook in de omgang met de auto kan er worden ingegrepen op gebied van vervoersefficiëntie in de vorm van het aanmoedigen van carpoolen en autodelen. De gemiddelde bezettingsgraad van een personenwagen bedraagt volgens het onderzoek verplaatsingsgedrag 2008-2009 1,8 met een standaardafwijking van

1,06. De minima en maxima bedragen 1 en 7 personen per voertuig (Vlaamse overheid 2010). Voor het goederenvervoer kunnen vrachten beter worden ingepland waardoor leegrijden wordt verminderd.

Ook de technologie kan zijn bijdrage leveren om de negatieve effecten van het verkeer te verminderen. Hierbij kan de autosector een bijdrage leveren om de voertuigen veiliger en zuiniger te maken. Er zijn verschillende soorten intelligente voertuigsystemen (IVS), onderdeel van intelligente transportsystemen (ITS), terug te vinden in een voertuig die gericht zijn om de veiligheid te verhogen. Hierbij kan gedacht worden aan ABS, advanced cruise control, gordelverklipper, enzovoort. Uit een literair onderzoek van SWOV (Christoph 2010) naar het effect van deze systemen blijkt dat ze een positief effect hebben op de verkeersveiligheid en daarmee een goede maatregel zijn.

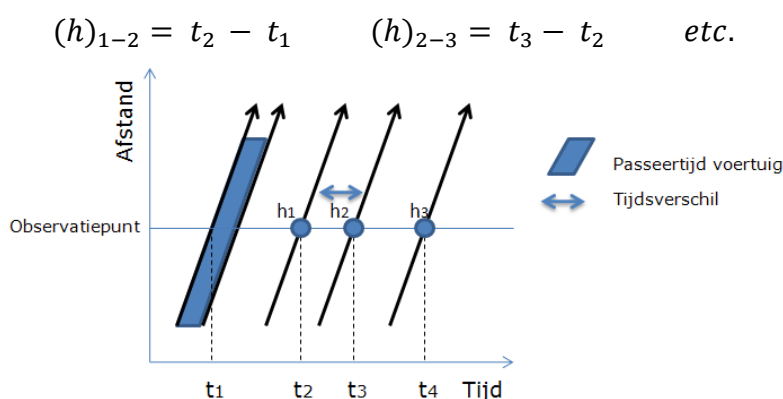
1.6.3 Verkeersmarkt

Maatregelen op de verkeersmarkt moeten trachten om zo efficiënt mogelijk om te gaan met de verkeersvraag. Zo moet er worden getracht om de capaciteit van het bestaande infrastructuursysteem optimaal en goed te benutten. Er zijn 2 invalshoeken die maatregelen kunnen leveren om een efficiënter gebruik te creëren. In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004) worden wegen gecategoriseerd naar functie. Hieraan zijn bepaalde criteria gesteld op gebied van vorm, gebruik, snelheid, enzovoort die in de praktijk nog verbeterd kunnen worden. Via het systeem van categoriseren kan de bereikbaarheid en leefbaarheid worden verhoogd. Anderzijds zijn er nog maatregelen uit het domein van ITS toe te passen. Met behulp van dynamisch verkeersmanagement (DVM) kan het verkeer beter worden begeleid waardoor een snellere afwikkeling mogelijk is. In het boek Intelligent transport systems van Piaro (2006) wordt lange afstand verkeersmanagement, begeleiding bij alternatieve route, variabele snelheidscontroles, toeritdosering, incidentdetectie en opvolging, enzovoort aangehaald als mogelijke maatregelen om een grotere efficiëntie te bekomen en zo congestie te verminderen (Miermans & Gysen 2006).

2 Detecteren van files en filelocaties

Sinds in 1928 (Klein 2006, p.36) in Baltimore intelligente transportsystemen (ITS) hun intrede hebben gedaan bij het detecteren van voertuigen, is er een grote waaier aan detectiemethodieken ontstaan. Naast manuele tellingen of observaties wordt er veel gebruik gemaakt van wegverkeersensoren, ook traffic flow sensors genoemd, in allerlei varianten en toepassingsgebieden. Een wegverkeersensor is een apparaat dat de passage of aanwezigheid van voertuigen weergeeft en zo gegevens kan leveren die onderzoek ondersteunen (Klein 2006). Met behulp van sensoren kunnen zowel voertuigen als assen worden geteld, aanwezigheid van voertuigen worden gedetecteerd en bewegingen worden opgespoord. Ook kan de snelheid en het gewicht van een voertuig worden gemeten en de voertuigen worden geclassificeerd volgens zijn eigenschappen. Inductielussen, videobeelden, radars, nummerplaatidentificatie, enzovoort zijn enkele methodieken die gebruik maken van sensoren. De verschillende detectiemethoden hebben elk hun eigen karakteristieken, doelen, werking en toepassingsgebieden.

Daganzo (1997) maakt een onderverdeling van de detectiemethoden in 2 categorieën: stationary observers en time-lapse aerial photographs. Bij **stationary observer** wordt er van op een vaste plaats het aantal passerende voertuigen en hun doorkomsttijd geobserveerd en geregistreerd. Hiermee kan het tijdsgebruik (h_i) van een bepaalde weg worden gemeten. Het tijdsgebruik weergeeft de tijd die verstrijkt tussen de aankomsten van 2 opeenvolgende voertuigen (May 1990, p.12). Het tijdsgebruik wordt weergegeven met letter h en de geregistreerde tijdstippen met een t. Dit levert volgende formules op.



Figuur 7: Bepalen tijdsgebruik (May 1990, p.12)

Het berekenen van het tijdsgebruik op microniveau is een goede maatstaf om de intensiteit op macroniveau te bepalen. De stroom of intensiteit worden uitgedrukt in voertuigen per tijdseenheid. In formulevorm ziet dit er als volgt uit:

$$q = \frac{m}{T}$$

Met: q = stroom

m = aantal geobserveerde voertuigen tijdens een gegeven tijdsinterval T

T = lengte van tijdsinterval T

Bij langere periodes, waar T oneindig is, veel voertuigen en vergelijkbare tijdsgebruiken wordt er gebruik gemaakt van volgende formules:

Eerst moet het tijdsinterval T worden bepaald aan de hand van volgende formule:

$$T \approx \sum_{i=1}^m h_i$$

Waarna een deling door m leidt tot een bepaalde frequentie $\frac{1}{q}$ of q^{-1} .

$$q^{-1} = \frac{T}{m} \approx \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m h_i = \bar{h}$$

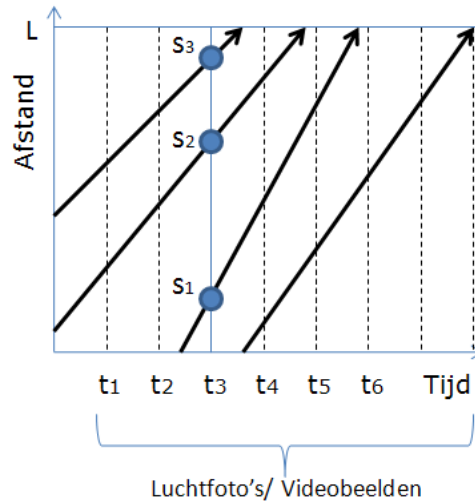
Ook de snelheden kunnen met behulp van de verzamelde data worden berekend. Om de snelheden te kennen zijn er meestal wel 2 opeenvolgende stationary observers nodig. De gemiddelde snelheid wordt berekend volgens volgende formule:

$$v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Enkele veel toegepaste methoden zijn de manuele tellingen of observaties, aanbrengen van tellussen of inductielussen en gebruik maken van videobeelden op vaste plaatsen. De beschrijving en werking van deze technieken volgt later nog.

Aan de hand van de **time-lapse aerial photographs** wordt er gekeken hoe een voertuig zich beweegt in de ruimte en zo kan het ruimtegebruik (s_j) worden bepaald. Op verschillende tijdstippen worden de posities van verschillende

voertuigen gemeten. Het aflezen van de waarden gebeurt op de y-as. Luchtfoto's en camerabeelden zijn hiervoor goede technieken die in de praktijk worden toegepast.



Figuur 8: Bepalen Ruimtegebruik

Het microscopisch ruimtegebruik is een goede maatstaf om de macroscopische eenheid dichtheid te berekenen. De dichtheid kan worden berekend door het aantal zichtbare voertuigen op het beeld (n) te delen door de lengte van de weg (L). In formulevorm ziet dat er als volgt uit:

$$k = \frac{n}{L}$$

Met: k = dichtheid

n = aantal zichtbare voertuigen op het beeld

L = lengte van de weg of het wegsegment

Indien er sprake is van een lange weg, veel voertuigen en vergelijkbare ruimtes, kan volgende formule worden gebruikt:

$$k^{-1} = \frac{L}{n} \approx \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s_j = \bar{s}$$

2.1 Verschillende detectiemethoden

2.1.1 Manuele tellingen en observaties

In functie van dit onderzoek staan personen opgesteld op een vaste plaats langs een bepaald traject. Bij passage van een voertuig wordt de doorkomsttijd genoteerd op een daarvoor voorbereid formulier. Indien het onderzoek betrekking heeft over langere afstand, zal de doorkomsttijd moeten worden gekoppeld aan een identificatienummer (nummerplaat). Het correct meten van de snelheid van een voertuig is met het blote oog niet mogelijk. Als het over een telling of observatie op een punt gaat kan een speed gun of lidar gun (Neltornics geen datum) hier een oplossing bieden. Deze werken op basis van het Doppler-effect waarbij een verandering in de golflengte van geluid of licht ontstaat doordat de afstand tussen het voertuig en de speed gun groter of kleiner wordt (Sterrenkunde in Nederland 2010; Serway & Jewett 2006). Indien het over een bepaald traject gaat, moeten er meerdere observatieplaatsen zijn. Met behulp van deze gegevens kan de gemiddelde snelheid worden berekend aan de hand van volgende formule:

$$v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

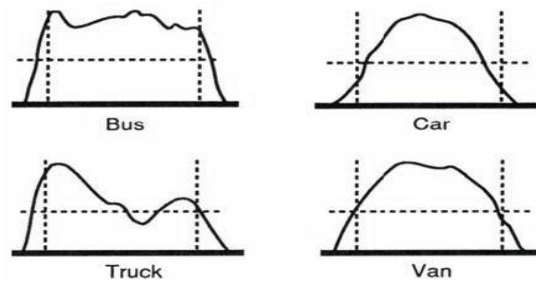
Na de registratie ter plaatse worden de gegevens ingevoerd in de computer. Dit invoerproces is een tijdrovende activiteit waar snel fouten kunnen insluipen en zo de data minder betrouwbaar kan maken. Eenmaal de gegevens ingegeven zijn, kunnen statistische programma's als SAS, SPSS, enzovoort voor de verwerking zorgen. Naast intensiteiten en snelheden kan ook het tijdsgebruik worden bepaald. Intensiteiten kunnen simpelweg worden bekomen door een som van het aantal voertuigen te maken. De snelheden worden gemeten en gegeven door de speed gun of lidar gun.

2.1.2 Elektronisch met behulp van inductielussen en tellussen

Inductielussen en tellussen zijn afhankelijk van hun toepassing goede voorbeelden van drukgevoelige sensoren of inductieve loop detectoren. Een kleine 40% van het huidige marktaandeel in detectoren bevatten dit soort sensoren of detectoren (Klein 2006). Voor tijdelijke onderzoeken wordt er meestal gebruik gemaakt van pneumatic tubes. De rubberen lussen worden over het wegdek aangebracht en bij passage van een voertuig ontstaat er een beweging van lucht in de lus. De verandering wordt geregistreerd door de meetapparatuur die geïnstalleerd is aan

het uiteinde van de lus. De rubberen buizen op zich zijn goedkoop maar hebben een groot slijtpercentage waardoor regelmatig vervangen noodzakelijk is. Door de duidelijke zichtbaarheid kan het rijgedrag worden beïnvloed waardoor de data minder representatief is. Indien de lussen dienen om kennis te verkrijgen over de intensiteit, is dit geen probleem, maar voor het meten van snelheid is dit wel een nadeel. De gemiddelde snelheid kan enkel worden verkregen indien 2 pneumatic tubes dicht bij elkaar (minder dan 10 meter) worden geïnstalleerd en wordt berekend volgens volgende formule: $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. De installatie is zeer simpel wat ook kan leiden tot diefstal.

Indien er vaste detectoren worden gebruikt, worden inductielussen bij het aanleggen van de infrastructuur geïmplementeerd in het wegdek. Inductielussen beslaan 33,85% van de sensormarkt die zich richt op detectie van verkeer (Klein 2006). Een inductielus is een lus bestaande uit koperdraad die verbonden is met een elektronische schakeling en bevat een spoel die aangesloten is op een wisselspanning en een frequentie van 40-120 kHz heeft. Deze spoel heeft 2 belangrijke eigenschappen met betrekking tot het detecteren van voertuigen: zelfinductie en verlies van weerstand. Bij passage van een metalen voertuig binnen het elektromagnetische veld van de spoel is er een afname van de zelfinductie en een toename van de weerstand. Deze veranderingen worden geregistreerd door een aangesloten verwerkingsunit. Deze verwerkingsunit, ook detectorstation genoemd, kan de veranderingen in weerstand en zelfinductie waarnemen en omzetten naar de gewenste variabelen en output. Deze output kan variëren van het aantal voertuigen tot passagetijden tot de bezettingsgraad bij een enkele lus en verschillende snelheden bij 2 dichtbij elkaar liggende lussen. Op basis van deze data kan later de intensiteit, dichtheid en gemiddelde snelheid worden afgeleid. Naast deze gegevens kunnen voertuigen ook worden geclassificeerd volgens type modi. Tijdens de passage van een voertuig verandert de weerstand en zelfinductie continu, waardoor een bepaald 'profiel' van een voertuig wordt gemaakt. Voor de verschillende modi zijn de verschillende 'profielen' weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 9: Profielen verkeermoti (Lep 2010)

De gevoeligheid van de lus kan worden afgesteld door ofwel de lusvorm aan te passen of het aantal windingen rond de spoel te veranderen. Deze gevoeligheid, ijzel en metaal in de omgeving beïnvloeden de accuraatheid en nauwkeurigheid van de verzamelde data. De nauwkeurigheid voor de intensiteit bedraagt 95-98%, voor de snelheid is dit 96% en voor het bepalen van de lengte en voertuigclassificatie is dit 95%. Doordat de gegevens elektronisch worden verzameld, kunnen deze automatisch worden ingeladen in statistische programma's waardoor de kans op fouten kleiner wordt. De inductieloop is een vorm van stationary observers en volgt de algemene berekeningen van deze categorie.

2.1.3 Elektronisch met behulp van videobeelden

Door het plaatsen van camera's op verschillende plaatsten langs het traject, kunnen de actuele situaties worden doorgegeven naar een controlekamer. Hier wordt gekeken of er sprake is van filevorming. In Vlaanderen worden deze beelden doorgezonden naar het Verkeerscentrum Vlaanderen. Bij de verdeling van Daganzo (1997) valt het gebruik van videobeelden of camerabeelden onder beide categorieën afhankelijk van hun toepassing. Via videobeelden kan dus zowel het tijdsgebruik als ruimtegebruik worden bepaald. De interpretatie van de beelden is meestal manueel maar kan ook automatisch worden gedaan. Afhankelijk van de gewenste output worden ofwel de formules van stationary observers of die van time-lapse aerial photographs gebruikt.

2.1.4 Luchtfoto's

Door op verschillende tijdstippen een nieuwe luchtfoto te maken, kan de evolutie van objecten door de ruimte worden gevolgd. Hiermee kan ook worden gekeken of er zich filevorming voor gaat doen of voordoet. Luchtfoto's zijn een duidelijk voorbeeld van time-lapse aerial photographs en meten het ruimtegebruik. De

formules die hierboven werden gebruikt voor time-lapse aerial photographs in het algemeen zijn ook hier van kracht.

2.1.5 Combinatie inductielussen en camera's

In de praktijk worden de verschillende systemen in combinatie gebruikt. Al sinds de jaren zeventig zijn de autosnelwegen in België voorzien van inductielussen (S. Logghe & F. Vanhove 2004). Met de data afkomstig van deze inductielussen kunnen modellen worden opgebouwd. Een veel voorkomende combinatie is deze van inductielussen met camera's. Vooral op filegevoelige locaties en knooppunten worden camera's geplaatst als aanvulling op de inductielussen om zo betere waarnemingen te doen (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008a).

2.1.6 GPS

Een heel ander soort van detectie gebeurt met behulp van global positioning systems (GPS). Hierbij zenden verschillende satellieten signalen naar de GPS. Aan de hand van de duur van het signaal tussen satelliet en GPS wordt de afstand tussen beide bepaald. De locaties van de satellieten zelf worden ook doorgegeven waardoor de GPS op basis van bovenstaande gegevens de locatie van een voertuig kan bepalen. Een global positioning system kent een nauwkeurigheid van 10 tot 20 meter. Dit wil zeggen dat de gegevens een spreiding kunnen hebben van 10 tot 20 meter. Naast enkel het bepalen van een locatie kan de GPS ook gegevens betreffende route en snelheid berekenen en opslaan (Smithsonian Institution 1998). Met behulp van deze gegevens doet GPS fabrikant TomTom al enkele jaren onderzoek naar de meest filegevoelige locaties in België (Kempen actueel 2010).

2.2 Gevonden resultaten in de literatuur

Bij verschillende onderzoeken worden zogenaamde tops samengesteld om te bepalen waar de zwaarte files en filelocaties voorkomen. Elk hebben ze hun eigen berekeningsmethoden. Enkele van deze onderzoeken worden hier kort besproken alsook hun resultaten.

2.2.1 Op basis van gegevens afkomstig van inductielussen en camera's

Bij onderzoek van het Vlaams Verkeerscentrum (Hoornaert 2011) wordt er gewerkt met automatische tellingen afkomstig van een combinatie van inductielussen en camera's. Voor het bepalen van files wordt er beroep gedaan op de begrippen filekans en relatieve benuttingsgraad. De filekans is gebaseerd op het aantal fileberichten in de media en dit bepaald de tijd dat er op die bepaalde locatie een

file heeft voorgedaan. Deze tijd is de indicator voor de filekans. Op basis van deze filekans worden de kaarten zoals figuren 1, 2 en 3 opgesteld. Daarnaast wordt er ook gewerkt met de relatieve benuttingsgraad. Deze weergeeft de verhouding tussen een gemiddeld dagvolume en de uurcapaciteit van een weg. Hiermee kan een overzicht worden gemaakt van de meest verzadigde wegvakken op het hoofdwegennet in Vlaanderen. Naast de locaties kunnen ook het aantal uren van oververzadiging worden berekend. Hieruit blijkt dat gedurende meer dan 16 uur van een dag een oververzadiging is op de Brusselse Ring op het wegvlak UZ Jette richting Zellik (Hoornaert 2011, p.30). Er werd een top 40 opgesteld waarbij 18 plaatsen op de Brusselse Ring gelegen zijn. Hieruit blijkt dat de Brusselse Ring het meest met congestie te kampen heeft. 16 van de 40 locaties zijn gelegen op de Ring van Antwerpen. De relatieve benuttingsgraad ligt hier telkens lager dan deze van de Brusselse Ring. Uit deze gegevens blijkt de Brusselse Ring filegevoeliger te zijn dan de Antwerpse Ring en andere locaties in Vlaanderen.

2.2.2 Op basis van GPS

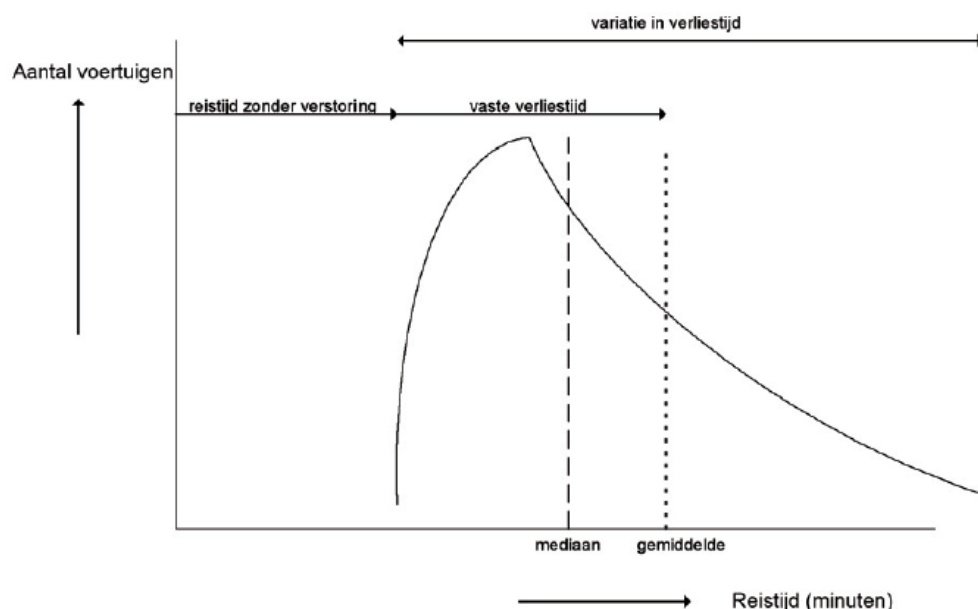
Zoals hierboven al vermeld doet TomTom onderzoek naar filegevoelige locaties met behulp van GPS gegevens. Volgens dit onderzoek zijn 40% van de Brusselse stadsassen overbelast en wijst de gemiddelde snelheid onder de 30 km/u op het feit dat Brussel in de ochtendspits vast staat. In Leuven en Aalst worden respectievelijk 31% en 26% van de stadsassen aan sterke vertragingen blootgesteld. Voor Antwerpen geldt een percentage van 20% wat een opmerkelijk verschil is met Brussel (VTM 2011; Kempen actueel 2010; Connexie 2010).

3 De begrippen 'reistijd' en 'verliestijd'

Hier zullen de begrippen reistijd en verliestijd worden beschreven. Net zoals bij de begrippen file en filelocatie zullen de berekeningen later nog aan bod komen. Naast de definiëring van de begrippen, wordt er gekeken naar resultaten uit de literatuur.

3.1 Reistijd

Afhankelijk van in welke context het begrip 'reistijd' moet dienen, varieert de definitie. Aangezien het hier voornamelijk gaat over privévervoer, wordt de volgende definitie gehanteerd: "De totale reistijd van herkomst naar bestemming, met inbegrip van wachten en wandelen aan de twee uiteinden van de reis en op transferpunten" (Mijn woordenboek MMX 2010). In het Engels worden de termen 'overall travel time' en 'journey time' gebruikt (van der Vorst & Harris 1999). Huisken, Meurs en Kock (2005) hebben het begrip reistijd als volgt gedefinieerd: "de vaste reistijd, reistijd zonder verstoringen, vermeerderd met de gemiddelde verliestijd". De verliestijd ontstaat doordat er een lagere snelheid wordt gereden dan mogelijk. Er zijn dus twee reistijden die in functie van dit onderzoek van belang zijn. Deze zijn de reistijden in een free flow situatie ofwel het eerste regime van het fundamenteel diagram en deze in verzadigd verkeer ofwel het derde regime van het fundamenteel diagram.



Figuur 10: Componenten reistijd (Huisken e.a. 2005)

3.1.1 BREVER-wet

Een belangrijke wet met betrekking tot reistijden is de bekende BREVER-wet (Hupkens 1977). Deze wet houdt in dat er een behoud is van reistijd en verplaatsingen. Wat wil zeggen dat de tijd die wordt besteed aan verplaatsen op lange termijn ongeveer hetzelfde blijft. Rekening houdend met deze wet en de snelheidsverhoging van het verplaatsen, wil dit zeggen dan er meer kilometers worden verreden en dat de kans op congestie verhoogd.

3.2 Verliestijd

Voor het begrip 'verliestijd' werd volgende definitie gevonden: "*Verliestijd is het verschil in ongehinderde rijtijd en de werkelijke rijtijd*" (Encyclo MMX 2010). Er zijn meerdere oorzaken die kunnen leiden tot verliestijd. Het grootste deel van de verliestijd is de wachttijd. Dit kan het gevolg zijn van een rood verkeerslicht, het niet meteen kunnen afslaan door toekomstend verkeer, file, enzovoort. Daarlangs moet het simpelweg afremmen en optrekken voor een bepaald obstakel (overstekende voetganger, verkeerslicht, enzovoort) ook worden gezien als verliestijd. In studies van Transport & Mobility Leuven (Maerivoet & Yperman 2008; Maerivoet 2010) wordt gesproken over gemiddelde verliestijden. Deze worden gedefinieerd als "*het verschil van de gemiddelde reistijd en de reistijd in een onbelast netwerk met vrij-stromend verkeer*". Het gaat hier om gemiddelde tijden omdat het de tijd weergeeft dat een gemiddeld voertuig verliest per kilometer op een gemiddeld uur in een periode.

3.3 Gevonden resultaten in de literatuur

3.3.1 Met betrekking op reistijden

Volgens het tijdsbestedingspatroon van 2005 (Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie 2007) van een gemiddelde Belg blijkt dat deze gemiddeld 1:30 uur per dag besteedt aan verplaatsen. In 1966 was dit voor de mannen 1:05 uur en voor de vrouwen 0:45 uur. Momenteel wordt er meer tijd besteed aan verplaatsen ten opzichte van 1966. Files worden hiervoor als oorzaak gegeven. Wel kan gezegd worden dat de 90 minuten die een Belg dagelijks besteed aan verplaatsen overeenkomt aan de BREVER-wet (Hupkens 1977) die de reistijd op 70 à 90 minuten per dag vastlegt.

3.3.2 Met betrekking op verliestijden

In 2000 was het totaal aantal verliesuren op het hoofdwegennet rond Brussel gelijk aan 3 miljoen uur, wat 7,31% is van het totaal aantal voertuiguren hier. Voor Antwerpen ging het om 1,2 miljoen verliesuren of 4,51% van het totaal aantal voertuiguren. In 2002 (Tabel 1) is er een stijging te vinden van het aantal verliesuren en het percentage ten opzichte van het aantal gereden uren. Voor het hoofdwegennet rond Brussel liep het aantal verliesuren op naar 3.911.564 uren of 9,49% van het aantal gereden uren. Dit wil zeggen dat bijna 10% van het verkeer hinder heeft ondervonden van congestie. Ook het hoofdwegennet rond Antwerpen kende een stijging naar 1.485.710 verliesuren. 5,78% van het verkeer had hier last van de congestie.

	Aantal gereden voertuiguren	Aantal verliesuren	Verhouding verliesuren t.o.v. aantal gereden uren
Regio Brussel	41.213.917	3.911.564	9,49
Regio Antwerpen	25.699.645	1.485.710	5,78
Rest van Vlaanderen	38.023.277	435.345	1,14
Totaal	104.936.839	5.832.619	5,55

Tabel 1: Verliesuren in 2002 (Verkeerscentrum Vlaanderen 2010; Miermans & Gysen 2006)

Uit onderzoek van Logghe en Vanhove (2004) blijkt dat personenwagens en vrachtwagens in 2002 respectievelijk 8,3 miljoen en 0,9 miljoen uren in de file stonden. Opmerkelijk is het verschil in waarden tussen beide onderzoeken. Dit verschil kan te maken hebben als gevolg van andere berekeningsmethoden.

4 Richtlijnen om files en filelocaties te berekenen

Wanneer spreek je nu echt over een file en filelocatie? De meeste definities zijn niet concreet genoeg om antwoord te kunnen geven op deze vraag. Uit de definitie van Rijkswaterstaat blijkt het aspect snelheid een maatstaf te zijn. Dit is ook een grootheid in het fundamenteel diagram van Greenshield (1935). Daarnaast zijn ook dichtheid en intensiteit grootheden van dit fundamenteel diagram. In dit deel wordt gezocht naar met literatuur onderbouwde technieken en methodieken die kunnen zeggen wanneer er al dan niet sprake van file is op een bepaalde locatie en of deze locatie ook een filelocatie is. De gevonden richtlijnen gelden enkel voor onderzoek op het hoofwegennet.

4.1 Richtlijnen om files te bepalen

4.1.1 Op basis van snelheden

Zoals boven bij de definitie al werd aangehaald, hanteert Rijkswaterstaat de regel dat er sprake van file is indien er langzamer wordt gereden dan 50 km/u gedurende een filelengte van 2 kilometer (Rijkswaterstaat 2009). Deze regel geldt al indien beide voorwaarden 1 minuut voorkomen. In het rapport "Analyse van de mobiliteit op de Belgische autosnelwegen: Verkeersindices 2002-2005" van Transport & Mobility Leuven staat te lezen: "Een file start wanneer de minuutwaarde van de genormaliseerde snelheid zakt onder de 50 km/u" (F Vanhove 2008, p.23). Ook hier blijkt de snelheidsgrens van 50 km/u op autosnelwegen een maatstaf te zijn als indicatie van een file.

Er wordt hier gesproken over een minuutwaarde en over genormaliseerde snelheid. In het onderzoek werd de data geaggregeerd tot op minuutniveau. Indien de gemiddelde genormaliseerde snelheid per minuut lager ligt dan 50 km/u, wordt er van een file gesproken.

In formulevorm kan dit als volgt worden voorgesteld:

$$\bar{v}_{\text{minuut}} \leq 50 \text{ km/h}$$

4.1.2 Op basis van dichtheid

De grootheid dichtheid wordt uitgedrukt in aantal voertuigen per kilometer en is gemakkelijk te berekenen met behulp van time-lapse aerial photographs. Op de genomen foto worden het aantal voertuigen geteld. In België zijn alle wegen

uitgerust met inductielussen, die onder de categorie stationary observer valt. Om met behulp van deze inductielussen de dichtheid te kennen, wordt de percentuele bezetting berekend. De percentuele bezetting is een vaak gebruikte indicator voor de dichtheid (Transportation Research Board 1985) en wordt uitgedrukt in percentuele tijd dat een punt of een kort wegsegment wordt bezet. Daarnaast worden verschillende waarden van dichtheid snel waargenomen door de gebruiker. Congestie is een vorm van een level of service (LOS). Indien deze service te laag wordt, spreekt men over congestie of file. In de Highway Capacity Manual (Transportation Research Board 1985) wordt een level of service aangegeven met een letter gaande van A naar F. Hierbij staat A voor een zeer goede free-flow conditie en F voor congestie.

De dichtheid kan variëren van 0 tot de dichtheid die een bumper aan bumper situatie weergeeft, ook gekend als jam density. Deze jam density varieert naarmate het gemiddeld ruimtegebruik varieert en ligt binnen het interval 115 tot 155 voertuigen per kilometer. Hiermee wordt de relatie tussen dichtheid en ruimtegebruik aangetoond en kan worden verduidelijkt met volgende formule:

$$k = \frac{1000}{\bar{d}}$$

Met k = dichtheid

\bar{d} = gemiddeld ruimtegebruik (meters)

In de Highway Capacity Manual (Transportation Research Board 1985) wordt er gesproken van congestie als er een bezetting van 28-42% of meer is. De berekeningen in Tabel 2 baseren zich op cijfers uit de Highway Capacity Manual en werden in functie van dit onderzoek omgezet naar voertuigen per rijstrookkilometer. De formule om de dichtheid bij de bijhorende percentuele bezetting te berekenen ziet er als volgt uit:

$$k = \frac{1000}{\bar{L}_V + L_D} \%OCC$$

Met k = Dichtheid (voertuigen/rijstrookkilometer)

\bar{L}_V = Gemiddelde lengte van het voertuig (meters)

L_D = Lengte detectiezone (meters)

% OCC = percentuele bezetting

In de Highway Capacity Manual wordt de som van \bar{L}_V en L_D op 22 feet per voertuig geschat. Omgezet in meters bedraagt dit 6,7056 meters per voertuig. Uitgaande van de 28-42% bezettingsgraad, die hierboven al werd aangehaald, wil dit zeggen dat er van congestiecondities kan worden gesproken als er op een bepaald moment 42 voertuigen of meer aanwezig zijn op een rijstrookkilometer.

Dichtheid (voertuigen/ rijstrookkilometer)	Percentuele bezetting (%)	Serviceniveau	Stroomcondities
0-7	0-5	A	Niet-overbelaste stroomcondities
7-12	5-8	B	
12-19	8-12	C	
19-26	12-17	D	
26-42	17-28	E	Dichtbij capaciteit stroomcondities
42-62	28-42	F	Overbelaste stroomcondities
>62	>42	G	

Tabel 2: Bepalen LOS volgens Highway Capacity Manual (1985)

4.1.3 Op basis van intensiteit (en capaciteit)

Structurele files ontstaan doordat er een concentratie is in tijd en ruimte van een bepaalde vraag. Deze vraag uit zich bij filevorming in de vorm van een intensiteit die de maximale capaciteit benadert of

. Hierdoor is het zoeken naar een methodiek of techniek op basis van intensiteit en capaciteit niet onlogisch. Transport & Mobility Leuven (F Vanhove 2008) hanteert voor het bepalen van files op basis van intensiteit en capaciteit volgende richtlijnen:

Er is sprake van een file indien het volume groter is dan:

- 50 voertuigen per minuut voor een autosnelweg met 2 rijstroken;
- 75 voertuigen per minuut voor een autosnelweg met 3 rijstroken;
- 100 voertuigen per minuut voor een autosnelweg met 4 rijstroken.

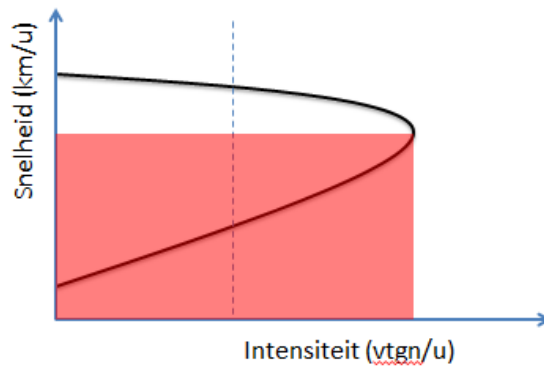
Opgemerkt moet worden dat Vanhove bij deze richtlijn ook een snelheidscriteria toevoegt. De combinatie tussen snelheid en intensiteit wordt later nog even aangehaald. Mits het onderzoek hier enkel over verkeersintensiteiten gaat, zal hier enkel aan de hand van de volumes een methodiek worden uitgewerkt.

Met de grootte intensiteit kan ook de intensiteit/capaciteit (I/C) ratio worden berekend wat een soort van surrogaat is van de LOS-principe dat wordt gebruikt bij dichtheid. Bij het berekenen van de I/C ratio is vooral het vaststellen van de capaciteit een complexe opgave. De maximaal bruikbare capaciteit is namelijk afhankelijk van vele factoren. Bij deze factoren kan er worden gedacht aan snelheid, aandeel vrachtverkeer, helling van de weg, breedte van de rijstrook, enzovoort.

De intensiteit wordt bekomen met behulp van tellingen. In de literatuur (Bezembinder 2009; Geurs e.a. 2002, p.52; Rijkswaterstaat 2010a) wordt bij een I/C ratio van gemiddeld 0,80 gesproken van congestie. Afhankelijk van de bron varieert deze ratio tussen 0,50 tot 0,85. Hierbij moet gemeld worden dat bij een ratio van 0,50 tot 0,70 er eerder kans is op congestie en bij 0,85 er sprake is van verzekerde of zware congestie. In theorie kan de I/C ratio niet hoger worden dan 1. Want hierbij wordt de maximale intensiteit bepaald door de capaciteit en wordt de waarde van de capaciteit overgenomen voor de intensiteit.

4.1.4 Op basis van intensiteit en snelheid

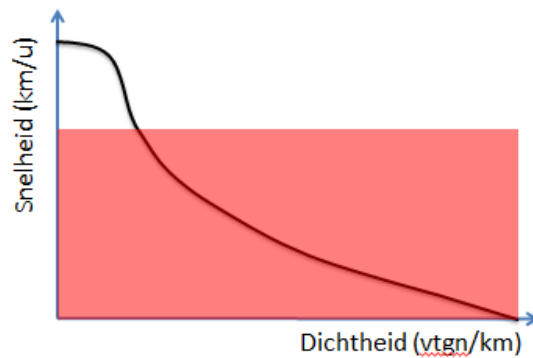
Zoals hierboven werd vermeld, hanteert Vanhove in zijn onderzoek een combinatie van het intensiteitscriteria met een snelheidscriteria. De combinatie van 2 criteria is niet zo verwonderend. De reden hiervoor valt af te lezen in het fundamenteel diagram betreffende de relatie tussen snelheid en intensiteit. Bij een bepaalde intensiteit kunnen namelijk 2 waarden voor snelheid voorkomen, zoals op onderstaande figuur weergegeven is. Bij het volgen van de stippellijn kan er worden vastgesteld dat een bepaalde intensiteit gerelateerd is aan een snelheidsregime waar geen sprake is van congestie en een snelheidsregime waar wel sprake is van congestie. Met deze opmerking moet tijdens het verwerken van de data rekening worden gehouden.



Figuur 11: Relatie intensiteit & snelheid

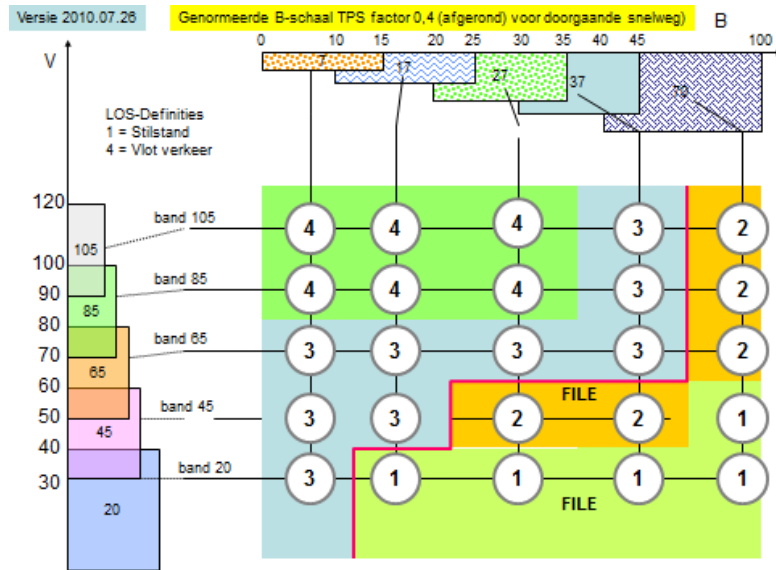
4.1.5 Op basis van dichtheid en snelheid

Het Vlaams Verkeerscentrum maakt gebruik van een ander deel van het fundamenteel diagram, namelijk het deel dat de relatie tussen dichtheid en snelheid weergeeft (Hoornaert 2011).

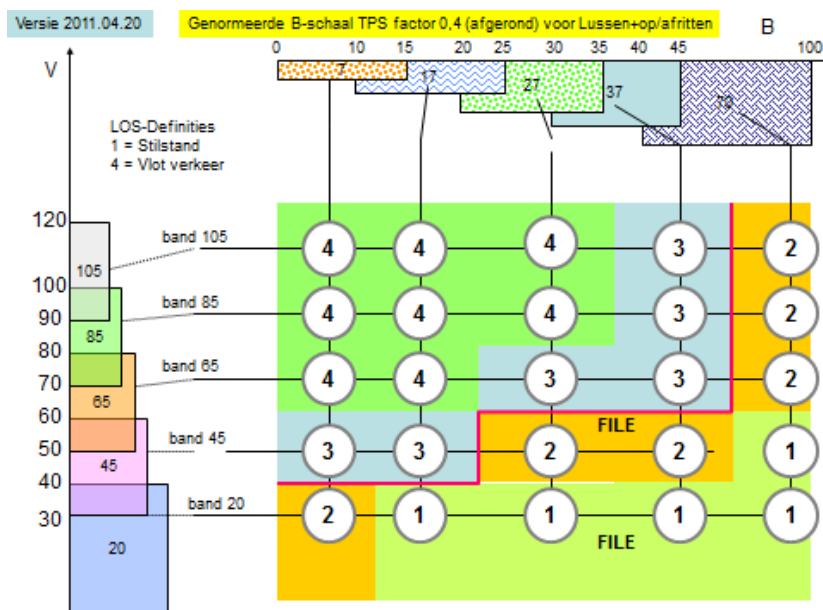


Figuur 12: Relatie dichtheid & snelheid

Op basis van deze 2 grootheden worden er met behulp van iteratieve testen zogenaamde combinatieroosters opgesteld die regelmatig worden bijgesteld. Het ene combinatierooster weergeeft de situatie voor doorgaande snelwegen en het andere geldt voor lussen en op- en afrittencomplexen.



Figuur 13: Combinatierooster doorgaande snelweg Versie 26 juli 2010 (Afdeling Verkeerscentrum - Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken)



Figuur 14: Combinatierooster lussen & op- en afritten Versie 20 april 2010 (Afdeling Verkeerscentrum - Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken)

Zoals op bovenstaande figuren zichtbaar is, wordt de grens tussen al dan geen file gesteld op basis van de combinatie tussen dichtheid en snelheid. Tijdens de congestiecondities kunnen zich nog 2 level of services (LOS) voordoen, waardoor de

zwaarte van de file beter ingeschat kan worden. Opvallend hierbij is dat de nummering van de level of services in tegenovergestelde richting werkt als in de Highway Capacity Manual (1985; 2000). Op basis van de combinatieroosters worden de files bepaald bij het Vlaams Verkeerscentrum en kunnen kaarten zoals Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3 tot stand komen.

4.1.6 Conclusie

In de literatuur worden files vanuit verschillende perspectieven bekeken en berekend. Vertrekkende op basis van de grootte snelheid, is er sprake van file als de genormaliseerde minuutwaarde kleiner is dan 50 km/u. Ook om congestie te bepalen met de grootte intensiteit wordt er gewerkt met minuutwaarden. Indien er meer dan 25 voertuigen per minuut per rijstrook passeren, is er sprake van congestiecondities. Werkend op basis van de grootte dichtheid is er sprake van congestiecondities wanneer er op een bepaald moment meer dan 42 voertuigen zich bevinden binnen 1 rijstrookkilometer. Om de dichtheid te bepalen kan er ook worden gewerkt met de percentuele bezetting. Indien deze groter is dan 28% wordt er gesproken van file.

Naast deze grenswaarden moet er ook worden geconcludeerd dat het werken met een combinatie van meerdere grootheden, in theorie betere resultaten oplevert. Dit is zeker aangetoond bij de combinatie intensiteit en snelheid waarbij een intensiteitwaarde meerdere snelheidswaarden kan hebben. Daarbij komt het feit dat indien voertuigen stil staan, er minder passages per minuut zijn. Ondanks deze opmerkingen zal hier toch een methodiek worden uitgewerkt enkel op basis van intensiteiten.

4.2 Richtlijnen om filelocaties te bepalen

Hierboven werden voor het bepalen van files duidelijke grenswaarden gevonden. Voor het bepalen van filelocaties is dit niet zo evident omdat deze minder goed gedefinieerd zijn in de literatuur. De best afgebakende richtlijn werd opgesteld door Rijkswaterstaat (2010a) en klinkt als volgt: "Een filelocatie is een locatie waar meermaals per week file voorkomt". In deze omschrijving wordt het begrip file berekend op basis van een maximale snelheid van 50 km/u over een lengte van 2 km.

Naast de definitie van Rijkswaterstaat is er bij het onderzoek van Maerivoet (2010) ook een indirect criteria te vinden. Nadat alle gegevens werden geaggregeerd tot

jaarniveau verdeeld over de dagen van de week, wordt zijn methodiek om verliestijden te bepalen enkel toegepast op locaties waarbij de file minstens 1 uur duurt. Indien er gedurende een volledig jaar bijvoorbeeld op elke maandag een file van 1 uur voorkomt, kan er worden gesteld dat deze locatie een filelocatie is.

4.2.1 Conclusie

De criteria en grenswaarden voor filelocaties zijn moeilijker te vinden dan voor file. Toch werden er 2 mogelijke criteria gevonden die van dienst kunnen zijn. Enerzijds deze van Rijkswaterstaat waarbij files meermaals per week voorkomen en anderzijds waar de file op een bepaalde dag van de week, uitgemiddeld op jaarniveau, minstens een uur duurt.

5 Methodieken om reis- en verliestijden te bepalen

Hoe kunnen de reis- en verliestijden nu specifiek worden berekend. Hiervoor kan een opdeling worden gemaakt waarbij gewerkt wordt met snelheden of intensiteiten. Indien er gewerkt wordt met snelheden zijn er 2 mogelijke methoden. Voor intensiteiten zijn er verschillende modellen te vinden die elk de verliestijd kunnen schatten.

5.1 Op basis van snelheden

5.1.1 Op basis van snelheid en afstand

Om verliestijden te bepalen op basis van snelheden moeten er 2 snelheden worden berekend: de free flow snelheid en de gereden snelheid. De berekeningswijze voor verliestijden die wordt gehanteerd bij Transport en Mobility Leuven (Maerivoet & Yperman 2008; Maerivoet 2010), kan worden afgeleid van hun definitie die luidt: "Het verschil van de gemiddelde reistijd en de reistijd in een onbelast netwerk met vrij-stromend verkeer".

Eerst moet de reistijd worden berekend in een onbelast netwerk met vrij-stromend verkeer. Deze reistijd kan theoretisch worden berekend mits er enkele logische assumpties worden gemaakt. Zo wordt gesteld dat de bestuurder van een personenwagen zo snel mogelijk probeert te rijden onder de geldende snelheidsbeperkingen en dat er rekening wordt gehouden met de fysische beperkingen van de infrastructuur. Indien deze assumpties gemaakt zijn, kan de theoretisch minimale reistijd worden berekend aan de hand van volgende formule:

$$Reistijd = \frac{Afstand}{Theoretisch\ maximale\ snelheid - Snelheidsverlies\ agv\ fysieke\ toestand\ weg}$$

Indien het traject bestaat uit verschillende maximaal toegelaten snelheden, moet de som worden gemaakt van de reistijd per wegsegment met een verschillende maximaal toegelaten snelheid.

$$Reistijd = \sum_{i=1}^n \frac{Afstand_i}{Theoretisch\ maximale\ snelheid_i - Snelheidsverlies\ agv\ fysieke\ toestand\ weg_i}$$

Het snelheidsverlies als gevolg van een fysieke toestand van de weg, zal met een parameter moeten worden berekend. Deze parameter zal eerst moeten worden vermenigvuldigd met de theoretische snelheid alvorens deze wordt verminderd.

Bij het online of via GPS opvragen van een bepaalde route wordt automatisch de reistijd in free-flow gegeven. Bij het analyseren van de gegevens kan het vergelijken van deze automatisch berekende reistijd een goede test zijn voor de resultaten die worden bekomen met bovenstaande formules.

Het theoretisch berekenen van de reistijd in verzadigd verkeer is een veel complexere opgave. Om de reistijd in verzadigd verkeer te kunnen berekenen, moet er gebruik worden gemaakt van verzamelde gegevens over een bepaalde snelheid over een bepaalde afstand.

$$Reistijd_{\text{verzadigd Verkeer}} = \frac{Afstand}{Werkelijk gereden snelheid}$$

Ook hier geldt dat wanneer een bepaalde afstand over meer dan 1 snelheidsregime bestaat, de som moet worden genomen van deze delen apart.

$$Reistijd_{\text{verzadigd Verkeer}} = \sum_{i=1}^n \frac{Afstand_i}{Werkelijk gereden snelheid_i}$$

In de definitie van verliestijd die hierboven aangehaald werd, wordt gesproken over gemiddelde reistijden. In functie van het onderzoek is het niet interessant om de verliestijd per individu te kennen. Daarom zullen de gegevens geaggregeerd en uitgemiddeld worden. De grootte van het aggregatie-interval zal mee de nauwkeurigheid van de verliestijden bepalen. Het kiezen van het aggregatie-interval zal later nog worden besproken.

5.1.2 Op basis van percentielen

Voor het berekenen van de reis- en verliestijden wordt er ook wel eens gewerkt met percentielen. Hierbij wordt er per rijrichting van een bepaald traject een expliciete schatting gemaakt voor de kansverdeling van de reistijden voor de ochtend- en avondspits en de andere momenten van de dag. Op basis van deze kansverdeling zullen later de verliestijden worden afgeleid. Uit deze kansberekening worden bepaalde percentielen genomen. In het onderzoek van Maerivoet (2010) worden de percentielen 50, 95 en 99 gebruikt. Het percentiel 50 staat voor de helft

van het aantal dagen en wordt daarom gelijk gesteld aan een normale situatie. De percentielen 95 en 99 geven de uitzonderlijke tot zeer uitzonderlijke dagen weer. Enkele resultaten van dit onderzoek worden hieronder weergegeven. Bij het percentiel 50 is een reistijd van 22.6 minuten in de ochtendspits en een verliestijd van 5.8 minuten. Dit wil zeggen dat er 50% kans is dat een persoon 5.8 minuten verliest op het betreffende traject. Voor het percentiel 95 wil dit zeggen dat er 95% kans is dat iemand 18 minuten verliest in de ochtendspits op hetzelfde traject.

	Percentielen					Gem.	Std. afw.	Min.	Max.
	25	50	75	95	99				
Ochtendspits	20.2	22.6	27.7	34.8	41.9	24.5	5.3	17.7	46.5
Avondspits	18.8	19.0	19.3	21.3	24.3	19.2	1.1	17.5	27.4
Dalperiode	19.3	19.5	19.9	27.0	33.1	20.4	3.0	17.9	55.4

Tabel 3: Kansverdeling reistijden traject Brussel – Antwerpen (Maerivoet 2010, p.54)

	Percentielen					Gem.	Std. afw.	Min.	Max.
	25	50	75	95	99				
Ochtendspits	3.4	5.8	10.8	18.0	25.1	7.7	-11.5	0.9	29.7
Avondspits	1.9	2.2	2.5	4.5	7.5	2.4	-15.8	0.6	10.6
Dalperiode	2.4	2.7	3.1	10.2	16.3	3.6	-13.9	1.0	38.6

Tabel 4: Kansverdeling verliestijden traject Brussel - Antwerpen (Maerivoet 2010, p.54)

Een algemene opmerking betreffende het werken met geschatte en gemiddelde snelheden betreft de overschatting van deze snelheden. Deze overschatting komt deels door het ontbreken van meetgegevens of het indringen van fouten in de meetgegevens. Zeker als er gewerkt wordt met algoritmes zullen lage snelheden te hoog worden geschat. Een andere reden ontstaat bij het uitmiddelen van de gegevens. Het grote nadeel aan deze overschatting is het feit dat zowel reis- als verliestijden te laag worden geschat (Van hove & De Ceuster 2003, p.3; Maerivoet 2010, pp.4-5; Maerivoet 2006) .

5.2 Op basis van stromen

Ook op basis van stromen kan zowel de snelheid als de verliestijd worden geschat. Hierbij wordt niet gekeken naar de verschillende reistijden maar worden snelheid en verliestijd afgeleid van de grootte van de stroom. Met behulp van speed-flow functions kunnen snelheden worden voorspeld als functie van een verkeersstroom (Singh 1999). Om de verliestijden te bepalen kan er gebruik worden gemaakt van volume-delay functions (VDF). De volume-delay functions kunnen vrij worden

vertaald als volume-vertragingfuncties en beschrijven de reistijd en vertraging als een functie van het verkeersvolume en de daarbij horende beschikbare capaciteit. De toename van het verkeersvolume zal zorgen voor een stijging van de vertraging en reistijd (Spiess 1989; TMIP 2009). Deze functies berekenen de reistijden en niet de verliestijden. Daarom moet bij de uitvoering van de modellen het resultaat van deze modellen worden verminderd met de verliestijd tijdens een onbelast netwerk. Deze functies zijn gemakkelijk in gebruik en daardoor ook vaak gebruikt. In het traditionele 4-stapsmodel wordt deze functie gebruikt in de 4^e stap. Bij de toedeling van het netwerk is het namelijk belangrijk om de kwaliteit van het netwerk te kennen. (Jastrzebski 2000). De speed-flow functions en volume-delay functions zijn afhankelijk van elkaar en worden hier samen besproken.

De basisfunctie voor een volume-delay functie is het product van de reistijd tijdens onbelast netwerk vermenigvuldigd met een genormaliseerde congestiefunctie $f(x)$:

$$t(v) = t_0 * f\left(\frac{V}{C}\right)$$

Met : $t_{(v)}$ = Reistijd tijdens congestiecondities (seconden/kilometer)

t_0 = Reistijd tijdens onbelast netwerk (seconden/kilometer)

V = Volume of intensiteit (voertuigen/uur)

C = Capaciteit (voertuigen/uur)

De basisfunctie om een snelheid in verzadigd verkeer te bepalen is gelijk aan de verhouding tussen de snelheid tijdens een onbelaste situatie en de genormaliseerde congestiefunctie $f(x)$:

$$v_c = \frac{v_0}{f\left(\frac{V}{C}\right)}$$

Met : v_c = snelheid tijdens congestiecondities (kilometer/uur)

v_0 = Snelheid tijdens onbelast netwerk (kilometer/uur)

V = Volume of intensiteit (voertuigen/uur)

C = Capaciteit (voertuigen/uur)

De ratio V/C staat ook bekend als de I/C verhouding en geeft de verhouding weer tussen intensiteit en capaciteit. Zowel de intensiteit als de capaciteit kunnen worden weergegeven in motorvoertuigen of personenauto-equivalenten. Naar de congestiefunctie is in de loop der tijd onderzoek gedaan door verschillende onderzoekers met elk een andere vorm voor de congestiefunctie. Hier worden enkele verschillende functies besproken.

5.2.1 De BPR-functie

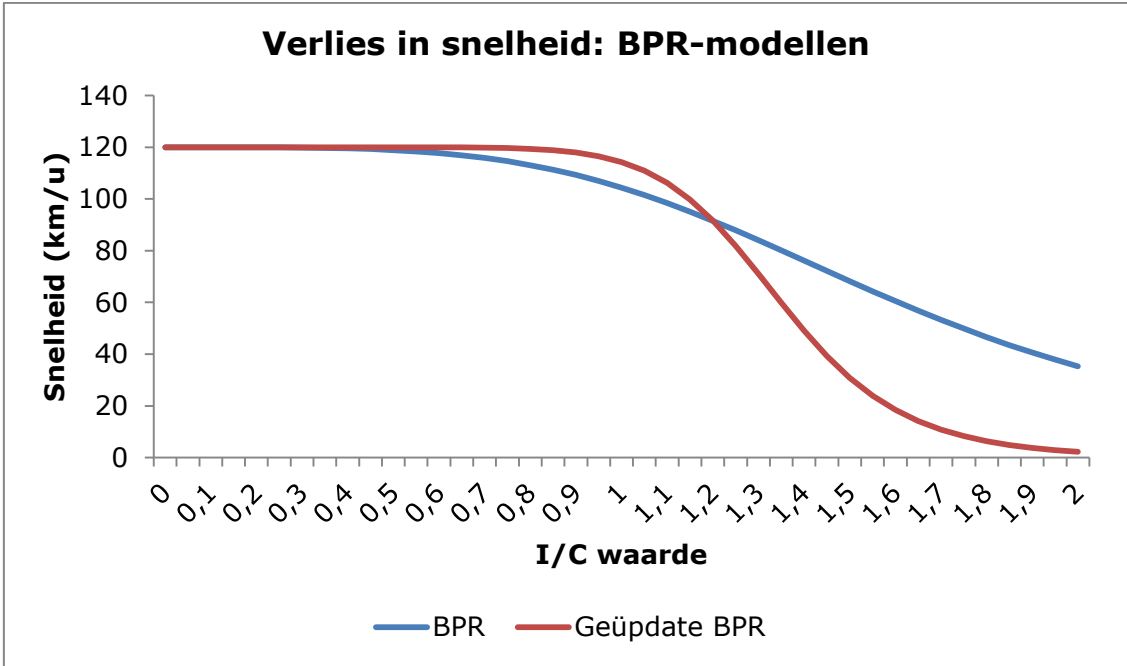
Een veel gebruikte vorm van volume-delay function is de BPR-functie die in 1964 ontwikkeld werd door het Bureau of Public Roads (Jastrzebski 2000; Rupinder Singh 1999; TMIP 2009; Spiess 1989). Deze heeft als congestiefunctie:

$$f_{BPR}(x) = 1 + \alpha(x)^\beta$$

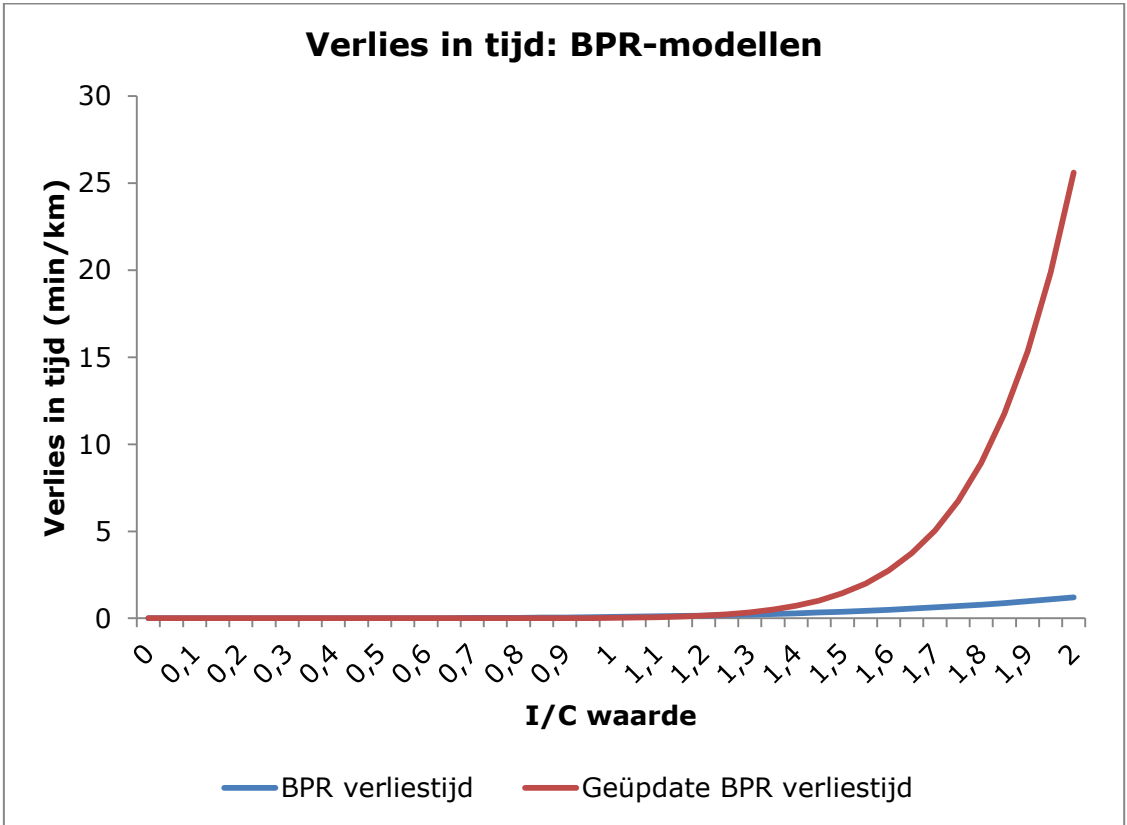
Na implementatie van de BPR congestiefunctie, ziet de volledige BRP-functie er als volgt uit:

$$t^{BPR}(v) = t_0 * \left(1 + \alpha \left(\frac{V}{C} \right)^\beta \right)$$

De standaardwaarden voor de parameters α en β in de BPR-functie zijn respectievelijk 0,15 en 4,00 en blijven bij een netwerkverdeling constant doorheen de verschillende wegtypen (Rupinder Singh 1999; Bezembinder 2009; TMIP 2009). Aangezien een snelweg in vergelijking met een gebiedsontsluitingsweg minder gevoelig is voor een hoge I/C waarde, is het logisch dat de parameters een bepaalde waarden hebben per wegtypen. Het toepassen van verschillende parameters werd bestudeerd en leidde tot een geüpdate BPR-functie met als parameters α is 0,05 en β is 10.



Figuur 15: Verlies in snelheid: BPR-modellen



Figuur 16: Verlies in tijd: BPR-modellen

Uit onderzoek (TMIP 2009; Rupinder Singh 1999) zijn enkele relevante problemen naar boven gekomen. Met behulp van de BPR-functie worden snelheden bij een I/C waarde kleiner dan 1 onderschat en groter dan 1 overschat. De BPR-functie is redelijk ongevoelig bij een I/C lager dan 1 waardoor een onderschatting ontstaat.

5.2.2 HCM-functie

De HCM-functie presenteert een empirisch afgeleide snelheid-stroom functie op basis van gegevens die verzameld werden om de Highway Capacity Manual op te stellen. Er zijn verschillende HCM-functies ter beschikking als gevolg van verdere ontwikkelingen. Bij de functies van 1965 en 1985 zijn snelheden zeer gevoelig voor groeiende stromen door de parabolische vorm. In 1994 werd de helling aangepast waardoor er een constantere snelheid ontstaat bij grotere stromen. Het grote nadeel van de HCM-functie is dat deze geen snelheden of reistijden kan voorspellen bij een I/C verhouding groter dan 1.

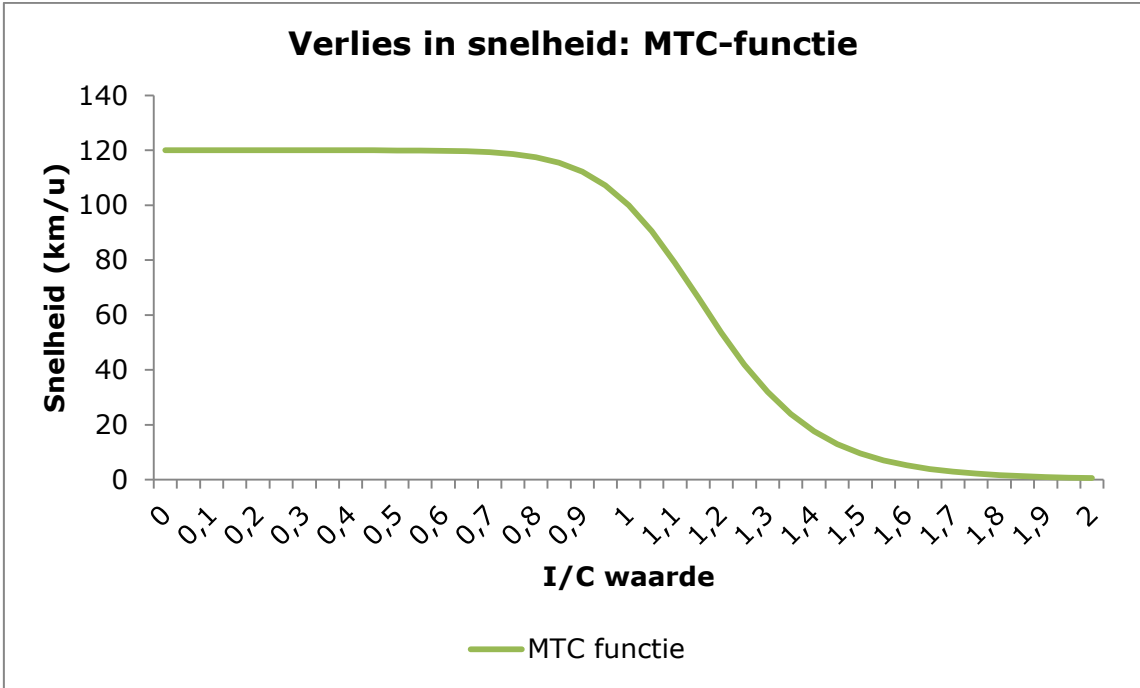
5.2.3 MTC-functie

De Metropolitan Transportation Commission functie is een snelheid-stroomfunctie dat een geüpdate BPR-functie is rekening houdend met de HCM functie van 1994. De functie kent volgende formules om de reistijd en congestiesnelheid te berekenen:

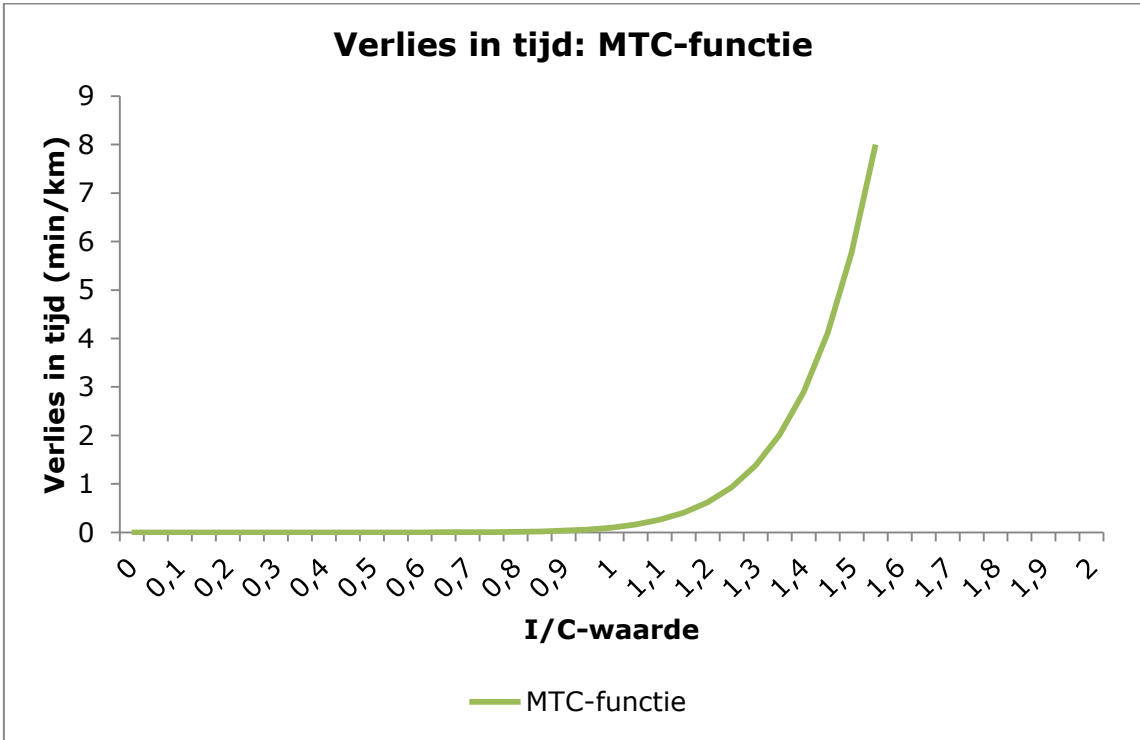
$$t = t_0 * \left(1 + 0,20 \left(\frac{V}{C} \right)^{10} \right)$$

$$v_c = \frac{v_0}{1 + 0,20 \left(\frac{V}{C} \right)^{10}}$$

Voor dit model zijn er ook enkele relevante opmerkingen terug te vinden in de literatuur (Rupinder Singh 1999). Bij een I/C verhouding groter dan 1 is de exponentiële groei van de functie duidelijk merkbaar. Deze exponentiële groei is niet lineair en gaat daarmee in strijd met de wachttijdtheorie. Het model levert goede resultaten voor volume en snelheid validatie maar overschat wel de reistijden indien de V/C verhouding boven de 1,55 gaat. Daarom wordt er bij de berekeningen een limiet opgesteld voor deze functie.



Figuur 17: Verlies in snelheid: MTC-functie



Figuur 18: Verlies in tijd MTC-functie

5.2.4 Akçelik model

Het Akçelik model wordt gezien als een verbetering van de HCM functie die hierboven werd besproken. Dowling, Singh en Cheng (1998) zochten naar verfijning in snelheidsschattingen met behulp van dit snelheid-stroom model. Uit dit onderzoek blijkt dat het Akçelik model significante en accurate snelheidsschattingen produceert. Het model en de afgeleide congestiesnelheid zien er als volgt uit:

$$t_v = t_0 + \left\{ 0,25T \left[(x - 1) + ((x - 1)^2 + (8J_a x / QT))^{0,5} \right] \right\}$$
$$v_c = \frac{1}{(1/120) + 0,25T \left[(x - 1) + ((x - 1)^2 + (8J_a x / QT))^{0,5} \right]}$$

Met: t_v = Gemiddelde reistijd tijdens congestiecondities (uren/kilometer)

t_0 = Gemiddelde reistijd tijdens onbelast netwerk (uren/kilometer)

v_c = Gemiddelde snelheid tijdens congestiecondities (kilometers/uur)

v_0 = Gemiddelde snelheid tijdens onbelast netwerk (kilometers/uur)

T = Tijdsinterval waarbij er een gemiddelde vraag blijft (uur)

Q = Capaciteit (voertuigen/uur)

x = V/C waarde

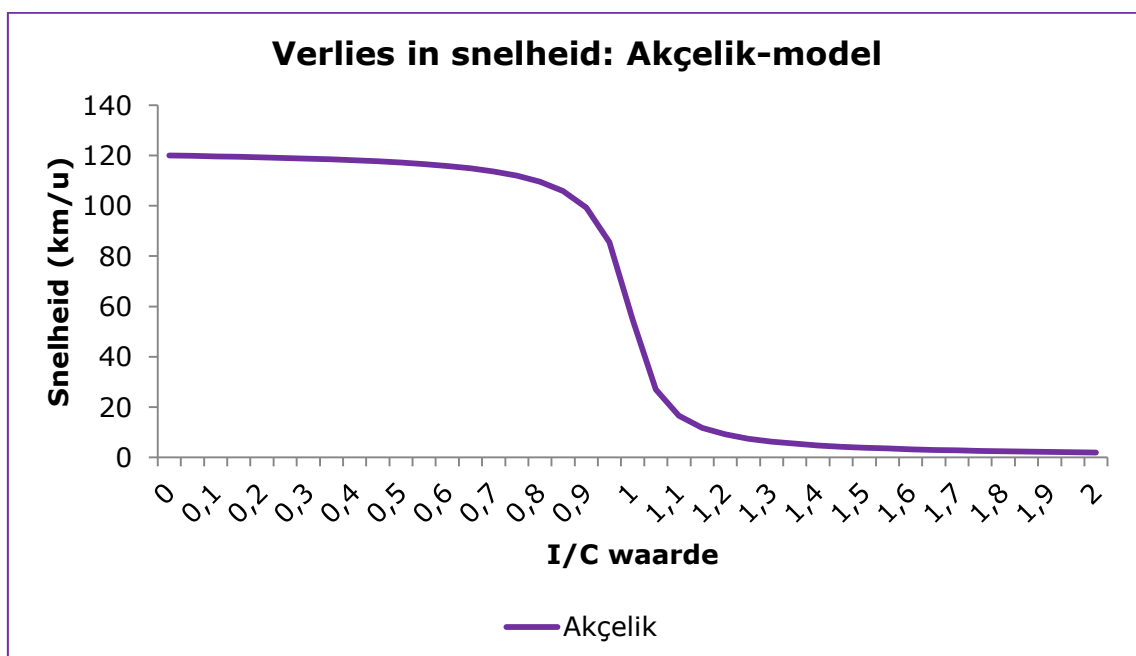
J_a = Vertragingparameter

De T-waarde vertegenwoordigt het tijdsinterval waarbij er een gemiddelde vraag is. Deze waarde wordt weergegeven in de tijdseenheid uur. Dit wil zeggen dat wanneer er een gemiddelde vraag is gedurende 2 uren, de waarde van T gelijk is aan 2. In de formule bevindt zich ook een vertragingparameter J_a . Om deze parameter in te vullen heeft Akçelik per wegtype een representatieve waarde gevonden. In functie van dit onderzoek zijn vooral de eerste twee waarden van belang.

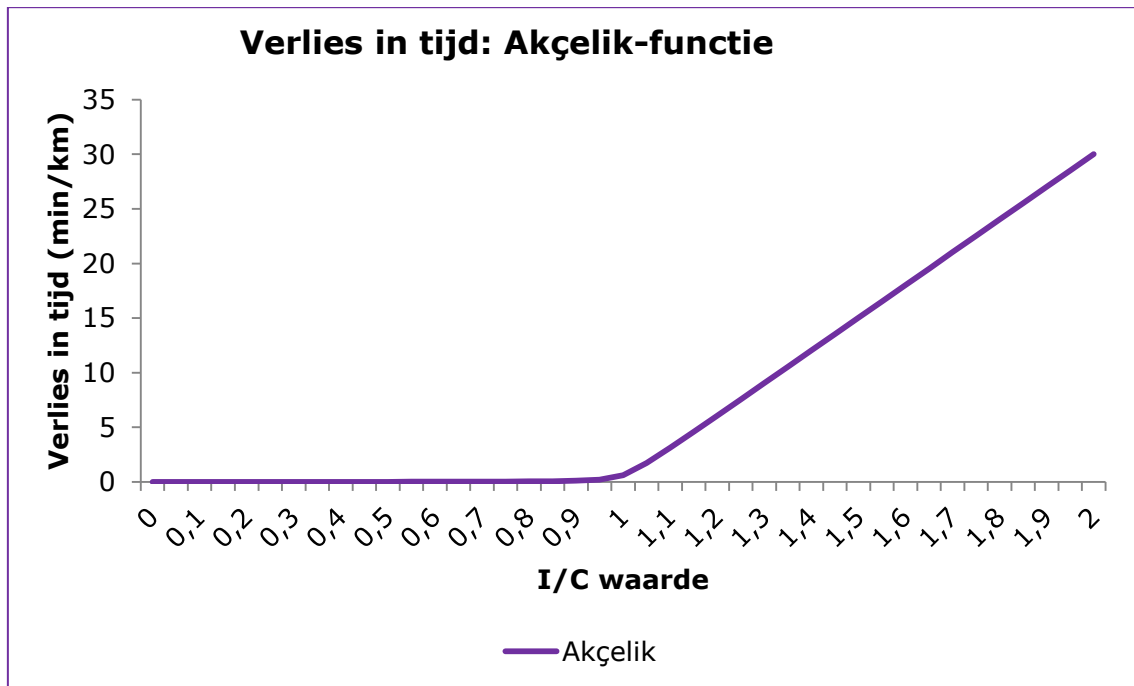
Wegtype	Capaciteit	v_0 (km/u)	J_a	t_c/t_0
Snelweg	2000	120	0,1	1,587
Ononderbroken hoofdweg	1800	100	0,2	1,754
Onderbroken hoofdweg	1200	80	0,4	2,041
Ononderbroken secundaire weg	900	60	0,8	2,272
Onderbroken secundaire weg	6000	40	1,6	2,439

Tabel 5: Vertragingparameter volgens Akçelik per wegtype (Rupinder Singh 1999)

Het Akçelik model is een tijdsafhankelijk gemodificeerde vorm van de Davidson functie en zou daarmee de wachttijdtheorie respecteren. Dit is ook te zien in de vorm van de functie die lineair is. Daarnaast kan worden gesteld dat het Akçelik model gevoeliger is dan het MTC model bij I/C waarden lager dan 1. Bij I/C waarden tussen 1 en 1,5 is het Akçelik model steiler dan het MTC model en levert het hier hogere snelheden op.



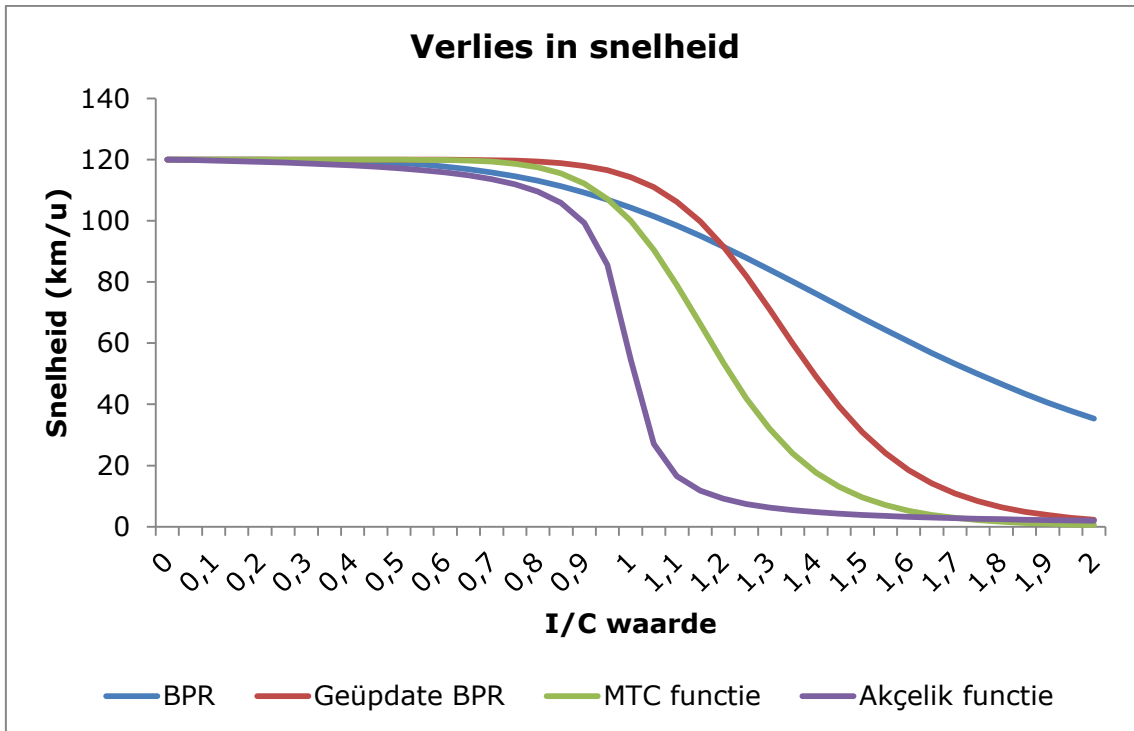
Figuur 19: Verlies in snelheid: Akçelik-model



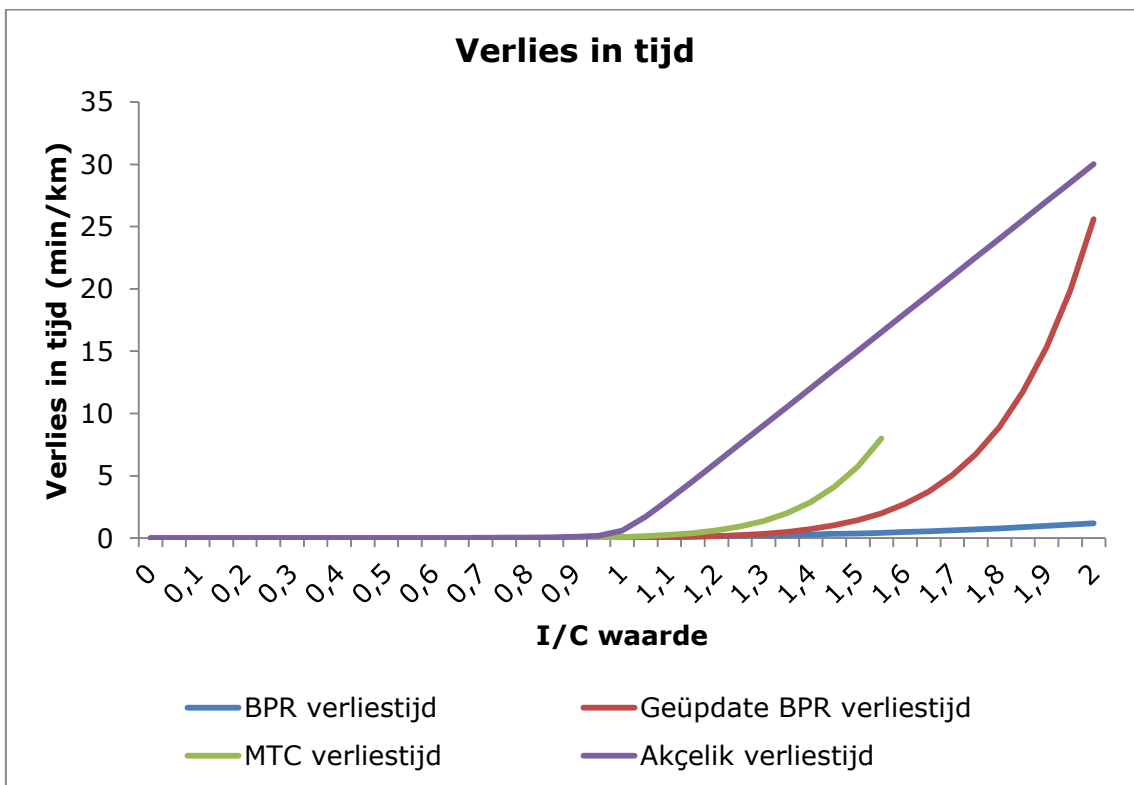
Figuur 20: Verlies in tijd: Akçelik-model

5.2.5 Overzicht 4 modellen

Nu alle modellen apart zijn besproken inclusief hun verhoudingen, is het interessant om ze in 1 beeld samen te gieten om zo hun verloop te bekijken. Tot een I/C waarde van 0,5 blijven alle 4 de modellen dicht bij elkaar. Daarna zijn duidelijke verschillen tussen de modellen zichtbaar. De BPR-model kent ten opzichte van de andere modellen een eerder lichte lineaire daling. De BPR-model zal daarom ook de laagste verliestijden opleveren. Dit is duidelijk zichtbaar in de grafiek die het verlies in tijd weergeeft. De Akçelikfunctie, die een verbetering moet zijn van de andere functies, daalt het snelst en is het gevoeligste model van de vier. Dit wil zeggen dat dit model bij een stijging van de I/C waarde snel een hogere verliestijd zal opleveren.



Figuur 21: Verlies in snelheid: BPR-modellen, TCM-model + Akçelik-model



Figuur 22: Verlies in tijd: BPR-modellen, TCM-model + Akçelik-model

Bij het bekijken naar het verloop in verliestijd, valt op dat alle modellen pas na een I/C waarde van 0,9 echt beginnen te stijgen. Dit is opmerkelijk aangezien er eerder al werd vermeld dat een I/C waarde van 0,8 staat voor echte filecondities. Indien deze regel wordt gevolgd wil dit zeggen dat ook deze modellen een grote kans hebben op onderschatting van de verliestijden. Daarnaast is het ook opmerkelijk dat de modellen de verliestijd berekenen voor I/C waarden boven de 1. Theoretisch wordt de vraag hier namelijk gelijk gesteld aan de capaciteit.

I/C	BPR	Update BPR	MTC	Akçelik	I/C	BPR	Update BPR	MTC	Akçelik
0	0:00	0:00	0:00	0:00	1,05	0:05	0:02	0:09	1:43
0,05	0:00	0:00	0:00	0:00	1,1	0:06	0:03	0:15	3:07
0,1	0:00	0:00	0:00	0:00	1,15	0:07	0:06	0:24	4:35
0,15	0:00	0:00	0:00	0:00	1,2	0:09	0:09	0:37	6:04
0,2	0:00	0:00	0:00	0:00	1,25	0:10	0:13	0:55	7:33
0,25	0:00	0:00	0:00	0:00	1,3	0:12	0:20	1:22	9:03
0,3	0:00	0:00	0:00	0:00	1,35	0:14	0:30	2:00	10:32
0,35	0:00	0:00	0:00	0:00	1,4	0:17	0:43	2:53	12:02
0,4	0:00	0:00	0:00	0:00	1,45	0:19	1:01	4:06	13:32
0,45	0:00	0:00	0:00	0:00	1,5	0:22	1:26	5:45	15:02
0,5	0:00	0:00	0:00	0:00	1,55	0:25	2:00	8:00	16:32
0,55	0:00	0:00	0:00	0:00	1,6	0:29	2:44		18:01
0,6	0:00	0:00	0:00	0:01	1,65	0:33	3:44		19:31
0,65	0:00	0:00	0:00	0:01	1,7	0:37	5:02		21:01
0,7	0:01	0:00	0:00	0:01	1,75	0:42	6:44		22:31
0,75	0:01	0:00	0:00	0:02	1,8	0:47	8:55		24:01
0,8	0:01	0:00	0:00	0:02	1,85	0:52	11:44		25:31
0,85	0:02	0:00	0:01	0:04	1,9	0:58	15:19		27:01
0,9	0:02	0:00	0:02	0:06	1,95	1:05	19:52		28:31
0,95	0:03	0:00	0:03	0:12	2	1:12	26:36		30:01
1	0:04	0:01	0:06	0:36					

Tabel 6: Verliestijden per I/C-waarde voor de verschillende modellen

6 Methodiek

De methodiek bestaat uit stappen die in 3 grote delen kunnen worden opgedeeld. Het eerste deel kan met de naam 'dataverwerking' worden getiteld en bevat de data-analyse, het aggregeren van de data en de selectie van de data. In dit onderzoek zal eerst de data worden geaggregeerd en daarna de selectie van de locaties aangezien de data per rijstrook is. Deze twee stappen kunnen ook andersom worden behandeld. Het tweede deel betreft het bepalen van de files en filelocaties en het derde deel zal de verliestijden voor zijn rekening nemen.

Alle basisberekeningen zullen worden gemaakt met het softwareprogramma SAS. Doordat de verschillende datasets enorm groot zijn, is het aangewezen om met een krachtig statistisch programma te werken. Daarnaast is het in SAS mogelijk om met behulp van macro's een bepaalde methodiek voor een bepaalde locatie, automatisch te laten uitvoeren voor andere locaties. Deze basisdata zal daarna in Excel worden bewerkt tot samenvattende tabellen.

6.1 Deel 1: Dataverwerking

6.1.1 Data-analyse

Voor er gestart kan worden met het beschrijven en uitvoeren van de methodiek moet er eerst een data-analyse worden uitgevoerd. Hierbij moet er worden gekeken naar hoe welke data werd verzameld. Het kennen van de wijze van de dataverzameling is belangrijk om een schatting te kunnen maken van de kwaliteit van de data en om de juiste richtlijnen en technieken te selecteren.

6.1.1.1 Dataverzameling

De dataverzameling vond plaats gedurende de jaren 2003, 2004 en 2005 met behulp van automatische meetsystemen namelijk inductielussen en (laterale) camera's. Doordat alle gegevens elektronisch werden opgeslagen en doorgegeven, is de kans op fouten als gevolg van verkeerd overnemen zeer miniem. Als gevolg van storingen, defecten, onbetrouwbaarheid, enzovoort van het meetsysteem kunnen er wel fouten en missing links in de data kruipen. Met deze missing links moet zeker rekening worden gehouden bij het verwerken en keuze van de data.

6.1.1.2 Verzamelde data

De data bestaat uit gegevens van het jaar 2003, 2004 en 2005 die telkens zijn opgedeeld in perioden van 3 maanden per dataset met meetgegevens. Aanvullend zijn er nog 3 datasets die informatie bevatten over de verschillende tijdstippen per minuut, locaties per rijstrook en een dataset properties. De data die verwerkt wordt, is deze die uit de datasets met meetgegevens komt. Deze bestaat uit de volgende 7 kolommen:

Kolomnaam	Beschrijving
Locpostlane	Beschrijft de locatie, positie en rijstrook van de meting
Time_stamp	Beschrijft het moment van de meting per minuut
Flow_cls2	Staat voor het aantal gemeten personenvoertuigen
Flow_cls4	Staat voor het aantal gemeten vrachtwagens
Speed	Staat voor de gemiddelde afgeleide snelheid (km/uur) per minuut
Occupancy	Bezetting
Measured	Staat voor het al dan niet uitvoeren van metingen en moet 1 zijn

Tabel 7: Beschrijving kolommen datasets meetgegevens

De eerste kolom van de dataset bevat de locaties per rijrichting per rijstrook. In het totaal zijn er 1544 verschillende rijstroken opgenomen in de dataset. In dit onderzoek zal er gewerkt worden per locatie en zullen de verschillende rijstroken worden samengevoegd. Na deze aggregatie blijven er nog 615 locaties over. Onderstaand is de verdeling van het aantal locaties met een bepaald aantal rijstroken weergegeven.

Aantal rijstroken per locatie	Aantal locaties
1	26
2	300
3	244
4	41
5	2
6	2
Totaal	615

Tabel 8: Verdeling aantal locaties volgens aantal rijstroken

Zoals zichtbaar in de verdeling van de kolommen, is er sprake van een opdeling tussen personenvoertuigen en vrachtwagens. Dit geeft de mogelijkheid om te

werken met personenauto equivalenten (pae) en zo het ruimtegebruik alsook de congestie beter in te schatten. Een personenvoertuig krijgt de waarde 1 en een vrachtwagen krijgt de waarde 2 (CROW 2004; Vanhove 2008; Van hove & De Ceuster 2003; Hoornaert 2011, p.9). Bij de verwerking van de data zullen deze pae-waarden vermenigvuldigd worden met het gemeten aantal voertuigen om zo de juiste intensiteit te kennen.

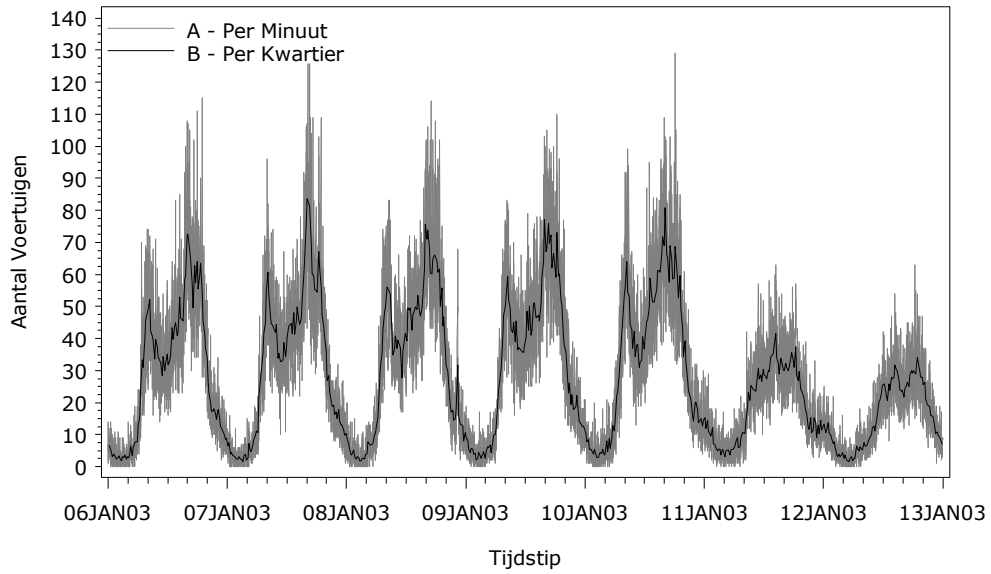
De metingen werden uitgevoerd met behulp van lussen of camera's. Hierdoor moeten de vermelde snelheden worden afgeleid en worden ze als gevolg van berekeningen met algoritmes te hoog geschat. Bij het bekijken van de verschillende waarden, zijn deze hoge waarden ook zichtbaar. De maximale snelheid is namelijk 254 km/u. Onderzoek doen op basis van deze snelheden zou leiden tot een onderschatting van de resultaten, wat later ook getest zal worden. De kolommen occupancy en measured zijn minder relevant in dit onderzoek.

6.1.2 Aggregeren van de data in tijd en ruimte

De basisdata bevat minuutgebaseerde gegevens. Indien files worden gedetecteerd op basis van minuutgegevens, kunnen kleine vertragingen worden opgenomen als file terwijl dit niet het geval is. Vanhove (2008) filterde om deze reden filemomenten korter dan 10 minuten uit zijn onderzoek. Daarom zal er een aggregatie worden toegepast op de data. Bij het uitvoeren van een aggregatie is het de bedoeling om via samenvoeging structuur te verkrijgen in de ruwe data om zo informatie te verkrijgen over de gedetailleerde data op een breder niveau. Aggregaties kunnen verschillende vormen aannemen als sommaties, gemiddelden, minimale en maximale waarden, tellingen, enzovoort (OECD 2007; Microsoft 2011). Na aggregatie van de data wordt er gebruik gemaakt van gemiddelde waarden van deze geaggregeerde data. Bij keuze van het interval moet ervoor worden gezorgd dat de gemiddelde data nog steeds een goed beeld geeft van de basisdata.

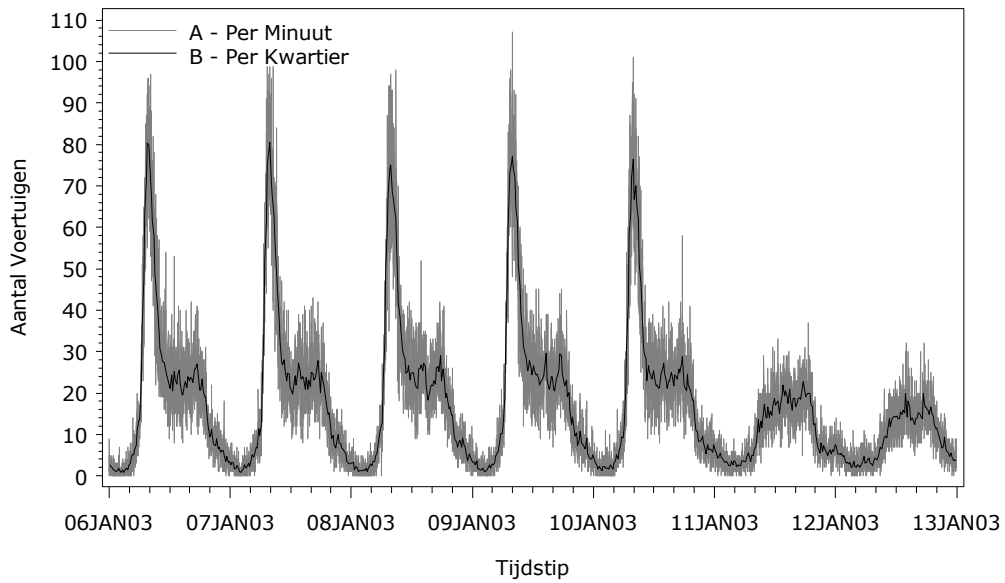
De mate van aggregatie is afhankelijk van het doel. De Highway Capacity Manual (Transportation Research Board 2000) raadt aan om bij een onderzoek naar files een aggregatie naar kwartierniveau te maken. Dit advies werd eerder al gevolgd in onderzoeken van Hwang, Kim & Rhee (2005) en in onderzoek van T&M Leuven (Vanhove 2008). Om te testen of een kwartierinterval een goed interval is, wordt deze hier op enkele locaties getest.

Vergelijking Minuutniveau en Kwartierniveau
Locpost 1702



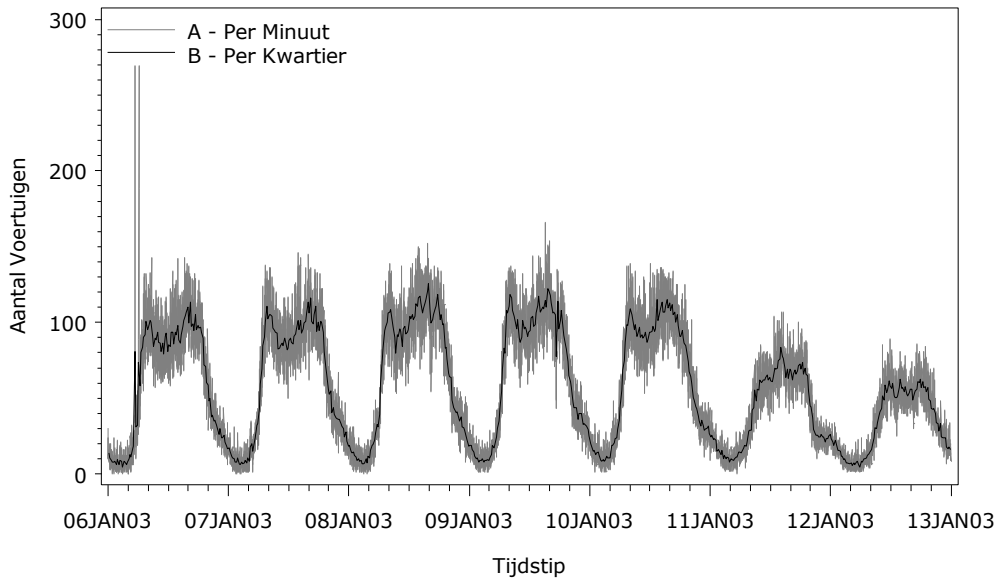
Figuur 23: Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Gasthuisberg richting Gasthuisberg Afrit 2 rijstroken

Vergelijking Minuutniveau en Kwartierniveau
Locpost 101



Figuur 24: Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Oprit Meise richting Meise 3 rijstroken

Vergelijking Minuutniveau en Kwartierniveau Locpost 4702



Figuur 25 Vergelijking op minuut- en kwartierniveau locatie Grimbergen richting Strombeek-Bever 4 rijstroken

Bij het testen van dit aggregatie-interval op enkele locaties in de dataset, blijkt een aggregatie naar een kwartier een goede optie. De lijn op kwartierniveau volgt zeer goed de trends die zichtbaar zijn op minuutniveau zonder te veel informatie te verliezen. Door de aggregatie is het verloop duidelijk en is het gemakkelijker om conclusies te trekken. De minuutgegevens zullen worden geaggregeerd tot op kwartierniveau. Ook met de opmerking van Vanhove (2008) wordt rekening gehouden in die zin dat enkel de kwartieren worden opgenomen waarbij er minstens voor 10 minuten gegevens zijn.

Naast een aggregatie in tijd zal er ook een ruimtelijke aggregatie plaatsvinden. De basisdata bestaat uit gegevens per rijstrook terwijl het onderzoek doelt op filelocaties. Daarom zullen de verschillende rijstroken per locatie worden geaggregeerd naar locaties, waar later mee gewerkt wordt. Na testen van de aggregatie in tijd op de geselecteerde locaties blijkt dat alle geselecteerde locaties voldoen aan de eis dat per kwartier minstens 10 minuten voorzien zijn van meetgegevens. Hierdoor wordt er niet gewerkt met locaties zonder gegevens en worden missing links geminimaliseerd.

6.1.3 Selecteren van data

Voor dit onderzoek werden vooraf geen locaties vastgelegd en is het onderzoeken van alle locaties niet noodzakelijk. Het kiezen van de locaties zal vooral invloed hebben op de resultaten van het onderzoek en minder op de methodes. Het kiezen van locaties kan zich baseren op verschillende criteria. Bij het analyseren van de verkregen data zijn de locaties zonder achterliggende data snel naar boven gekomen. Uiteraard is het niet interessant om deze locaties te bestuderen en worden deze niet geselecteerd. Een andere mogelijk selectiecriteria baseert zich op eerder literair onderzoek naar files. Het Vlaams Verkeerscentrum maakt jaarlijks overzichtskaarten op met alle structurele ochtend- en avondfiles (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008b; 2009). In de literatuur betreffende filelocaties wordt Vlaanderen in verschillende delen opgesplitst. Twee grote delen betreffen de steden Antwerpen en Brussel (Maerivoet & Yperman 2008; Van hove & De Ceuster 2003). Ook bij het vermelden van de congestie via radio worden eerst de files richting en rond Brussel en Antwerpen besproken omdat deze het meest filegevoelig zijn. In dit onderzoek zullen de locaties worden gemaakt op basis van een combinatie van deze overzichtskaarten en de missing links.

Er moet dus een selectie van de locaties worden gemaakt. De keuze van de locaties is hier vooral gebaseerd op de structurele filelocaties aangegeven op de overzichtskaarten van het Vlaams verkeerscentrum (Verkeerscentrum Vlaanderen 2008b; 2009). De in- en uitvalswegen naar en van Antwerpen en Brussel, komen hierdoor aan bod. Ook het hoofdwegennetwerk rond Brussel zal worden opgenomen in dit onderzoek. Het hoofdwegennetwerk van Antwerpen zal in dit onderzoek worden opgenomen maar door de vele werken die in 2004 en 2005 werden uitgevoerd, moeten de resultaten met een bepaalde voorzichtigheid worden benaderd (BAM 2008; Agentschap Wegen en Verkeer 2005). Een andere locatie die filegevoelig was, is gelegen in Lummen. Deze locatie is intussen volledig aangepakt en filevrij verklaard (De Redactie 2011; GVA 2011). Resultaten van dit onderzoek zijn hierdoor niet meer relevant wat een goede reden geeft om deze niet op te nemen. Naast de structurele filelocaties wordt ook de zogenaamde ontspanningsroute van en naar de kust worden opgenomen. Onderstaande figuur geeft de te onderzoeken routes weer. Er zullen per route enkele willekeurige locaties worden gekozen. In het totaal zijn er 101 locaties geselecteerd. In bijlage 10.3 kan een overzicht van de geselecteerde locaties per route worden gevonden.

niveau van 'dag van de week' maar de resultaten zullen weergegeven worden op weekniveau en verdeeld over de momenten van de dag. Voor zowel de grafische weergave als de mathematische geldt dat de maanden juli en augustus apart worden berekend, aangezien dit een vakantieperiode is.

Op basis van twee voorbeelden zal de methodiek verder worden verduidelijkt. De grafieken zullen samen met de mathematisch berekeningen worden geanalyseerd. De andere locaties worden analoog uitgevoerd. Resultaten van de andere locaties zijn terug te vinden in het volgende hoofdstuk.

Bij het interpreteren en analyseren van de resultaten moet de volgende opmerking in het achterhoofd worden gehouden. Als gevolg van aggregatie zijn de vertoonde waarden gemiddelden van een volledig jaar en kan het begrip file worden gezien als structurele file. Het kan dus zijn dat een bepaalde locatie als resultaat krijgt dat er zich geen fileproblemen hebben voorgedaan, maar tijdens de opgemeten periode toch enkele incidentele files heeft gekend.

6.2.1.1 Bepalen van files op basis van intensiteiten

Op basis van de resultaten uit hoofdstuk 4 klinkt de voorwaarde voor files op basis van intensiteiten hier als volgt: "Een file ontstaat wanneer de waarde van de gemiddelde minuutwaarde van de intensiteit stijgt boven een waarde van 25 voertuigen per minuut per rijstrook". Aangezien de gegevens intussen geaggregeerd zijn in tijd tot op kwartierniveau en in ruimte tot op locatieniveau, ziet de berekening van de filegrens er als volgt uit:

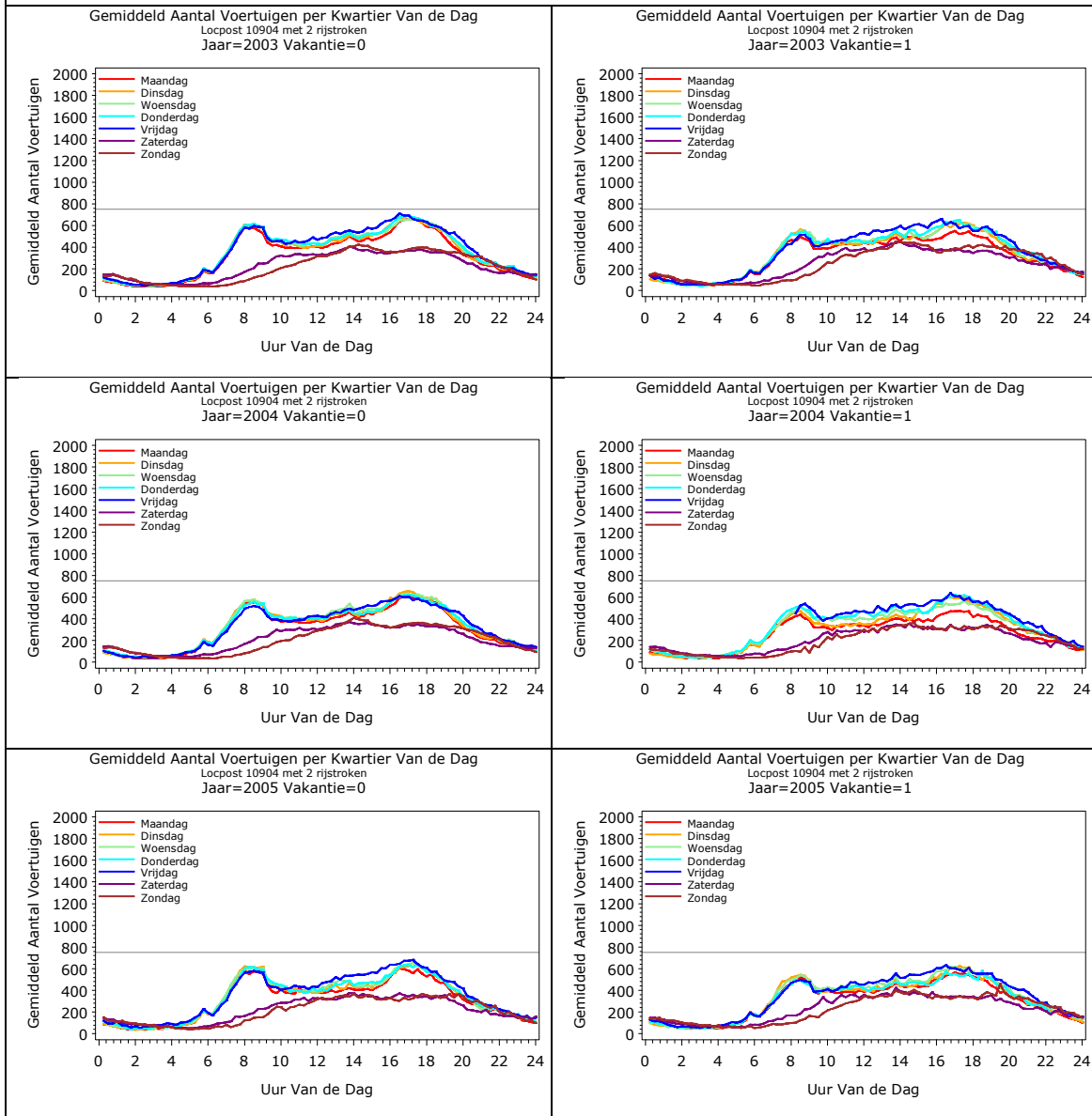
$$\text{Filegrens intensiteit} = 25 \text{ voertuigen per minuut} * 15 \text{ minuten} * \text{aantal rijstroken}$$

Bij het overschrijden van deze zogenaamde filegrens, is er sprake van een file. Bij het werken met de methodiek op basis van intensiteiten, is dus het aantal rijstroken van belang.

Voorbeeld 1: Locatie Lille richting Eindhoven (E34)

Deze locatie bestaat uit 2 rijstroken waardoor de grens van al dan geen file op basis van intensiteiten wordt gelegd op 750 voertuigen per kwartier. In alle grafieken is duidelijk zichtbaar dat er op deze locatie zich geen structurele files hebben voorgedaan. Er moet wel gesteld worden dat in de avondspits de intensiteit de filegrens regelmatig benaderd.

**Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier per dag van de week: Lille richting
Eindhoven**



Figuur 27: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier per dag van de week: Lille richting Eindhoven

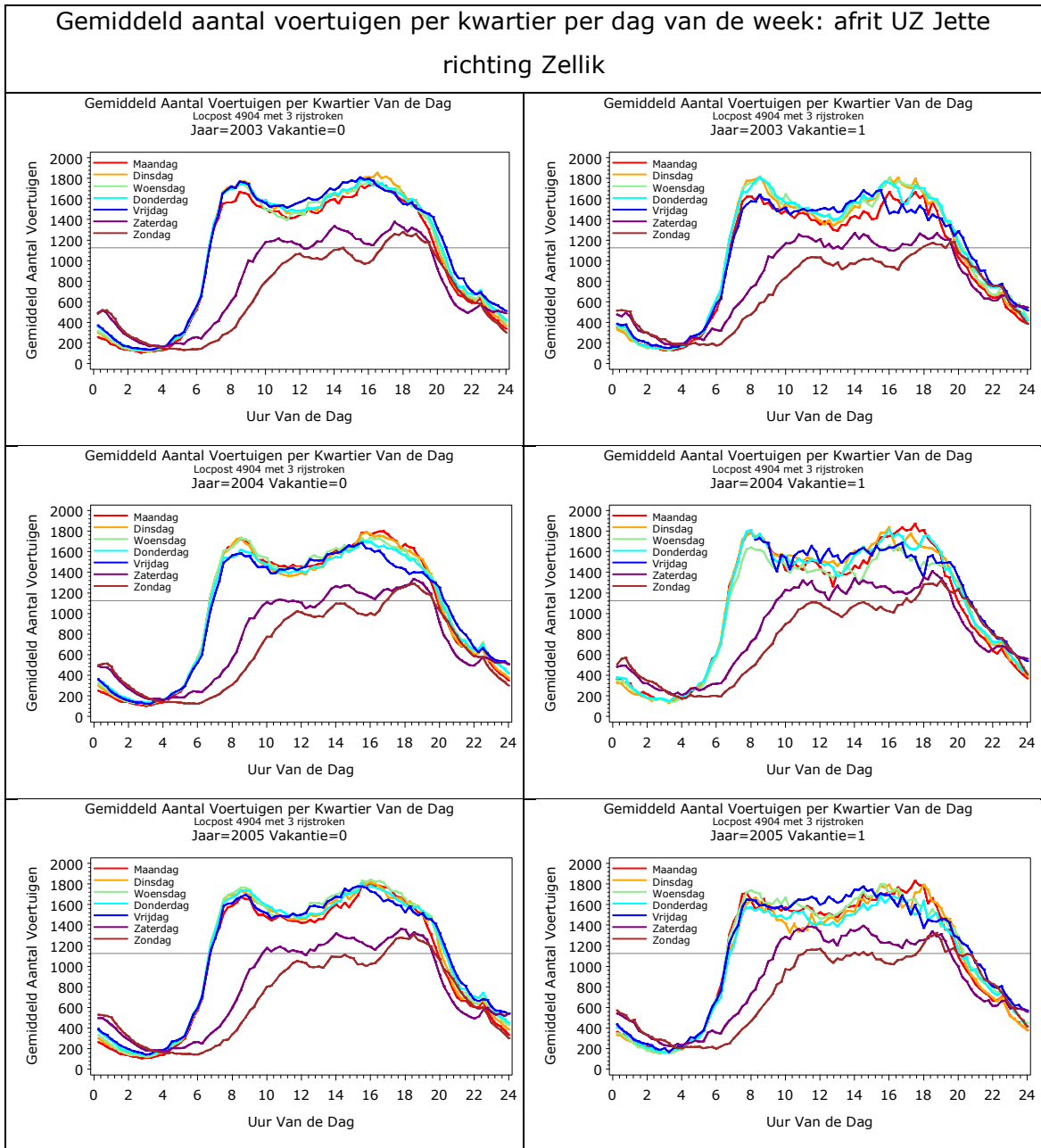
Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Aantal files per week niet-spits
2003	Nee	0	0	0
2003	Ja	0	0	0
2004	Nee	0	0	0
2004	Ja	0	0	0
2005	Nee	0	0	0
2005	Ja	0	0	0

Tabel 9: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Lille richting Eindhoven

Ook op basis van de mathematische berekeningen blijkt dat deze locatie geen last heeft van structurele files. De benadering van de intensiteit met de filegrens die op de grafieken duidelijk zichtbaar is, gaat hier verloren in de berekeningen. Daarom is het aan te raden om zowel naar de grafische en mathematische berekeningen samen te kijken voor analyse en besluitvorming. Voor deze locatie kan duidelijk worden gesteld dat het in normale omstandigheden geen last heeft van files maar de filegrens wordt in de avondspits regelmatig benaderd.

Voorbeeld 2: Locatie Afrit UZ Jette richting Zellik (Brusselse Buitenring)

Onderstaande grafieken weergeven de situatie ter hoogte van UZ Jette waar 3 rijstroken per rijrichting gelegen zijn. Hier overstijgt de vraag de theoretische filegrens meermaals per week, zelfs tijdens het weekend. Vanaf 6 uur 's morgens tot ongeveer 9 uur 's avonds staan er files op deze locatie. Tijdens het weekend komt deze file wel later op gang.



Figuur 28: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier per dag van de week: afrit UZ Jette richting Zellik

Ook op basis van de berekeningen blijkt dat deze locatie in zowel 2003 , 2004 als in 2005 een filelocatie is. Er is hier sprake van een structureel probleem. Zowel tijdens als buiten de spitsuren worden dagelijks files opgemerkt, zelfs tijdens de vakantieperiodes. In het weekend komt het verkeer later op gang waardoor er 'maar' gedurende 5 dagen een ochtendspits is.

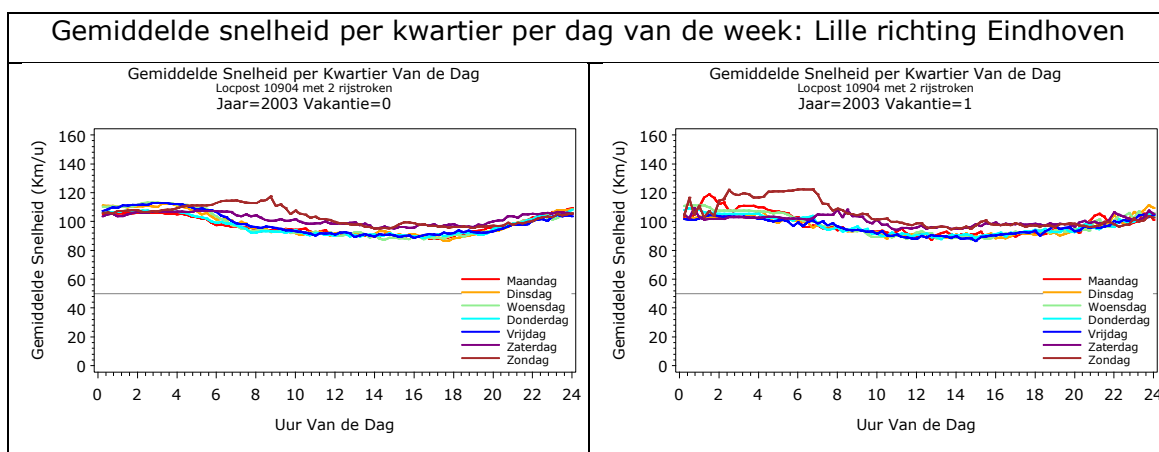
Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Aantal files per week niet-spits
2003	Nee	5	7	7
2003	Ja	5	7	7
2004	Nee	5	7	7
2004	Ja	5	7	7
2005	Nee	5	7	7
2005	Ja	5	7	7

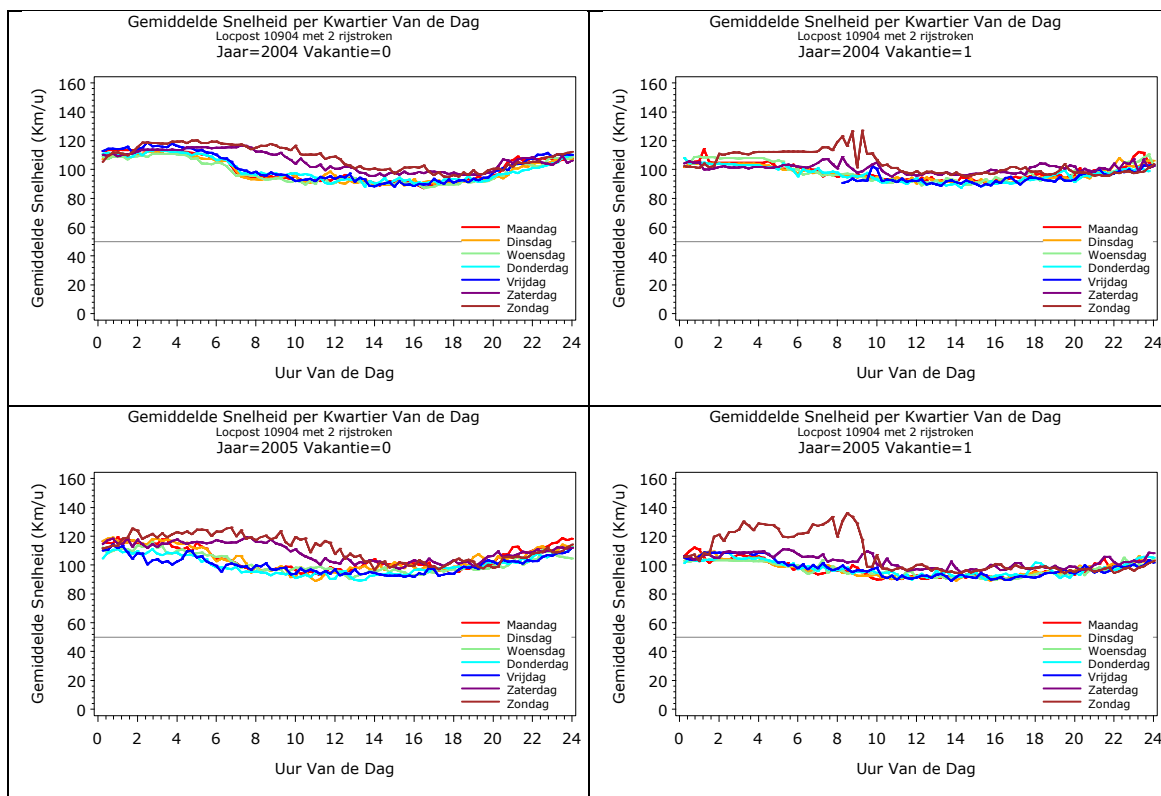
Tabel 10: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Afrit UZ Jette richting Zellik

6.2.1.2 Bepalen van files op basis van snelheden

Voor het bepalen op basis van snelheden blijkt de snelheidsgrens van 50 km/u een goede richtlijn te zijn. Daarom klinkt de richtlijn voor het bepalen van files op basis van snelheden als volgt: "Er is file indien de gemiddelde snelheid daalt onder de 50 km/u. Aangezien deze grens onafhankelijk is van andere factoren als aantal rijstroken, tijdseenheid, maximaal toegelaten snelheid, enzovoort, is deze grens vast en moeten er geen speciale berekeningen gebeuren. De gemiddelde snelheid die hier wordt gebruikt, is deze op kwartierniveau.

Voorbeeld 1: Locatie Lille richting Eindhoven (E34)





Figuur 29: Gemiddelde snelheid per kwartier per dag van de week: Lille richting Eindhoven

Op basis van deze grafieken kan gesteld worden dat de locatie Lille richting Eindhoven geen last heeft van files. Gedurende de dag wordt er gemiddeld trager gereden dan de maximaal toegelaten snelheid. Dit kan te wijten zijn aan een bepaalde drukte die ervoor zorgt dat de snelheid wat moet dalen. Opmerkelijk is wel dat de snelheid op zondagvoormiddag gedurende de jaren gestegen is en zelfs de maximaal toegelaten snelheid van 120 km/u overschrijdt. Ook uit onderstaande tabel blijkt dat er, indien er gewerkt wordt met snelheden, geen structurele files staan op deze locaties.

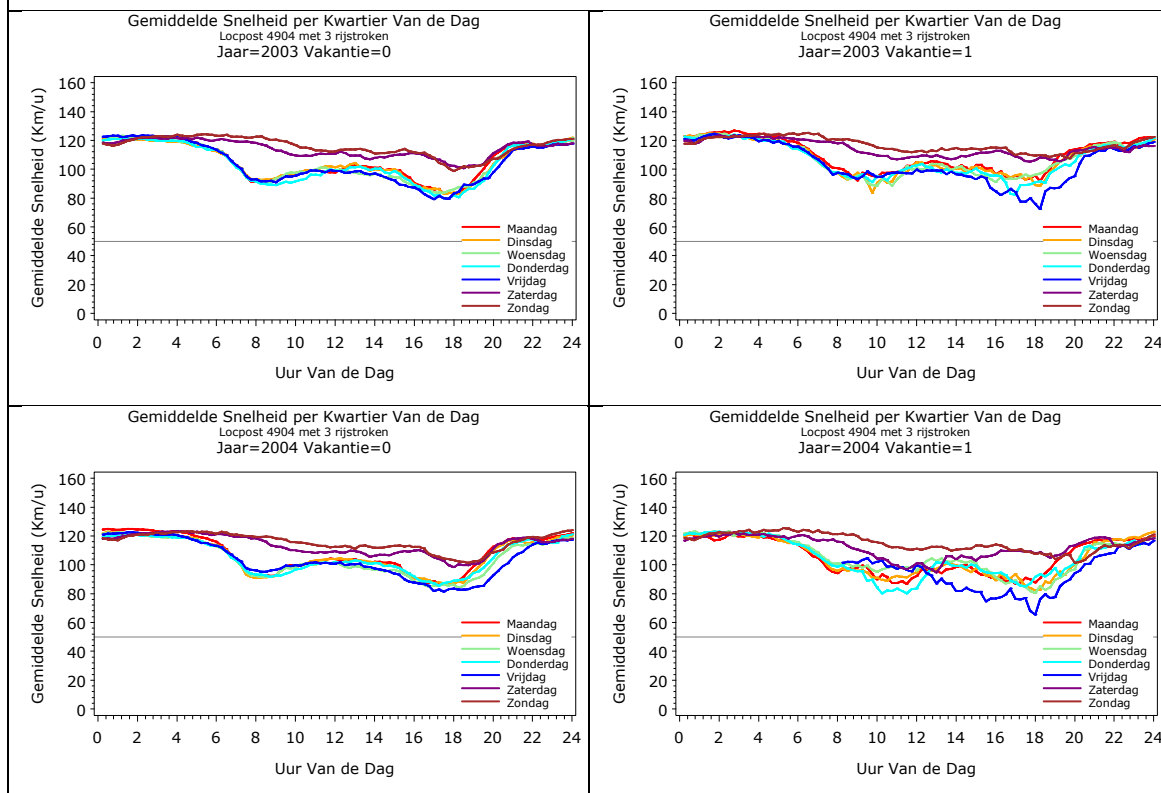
Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Aantal files per week niet-spits
2003	Nee	0	0	0
2003	Ja	0	0	0
2004	Nee	0	0	0
2004	Ja	0	0	0
2005	Nee	0	0	0
2005	Ja	0	0	0

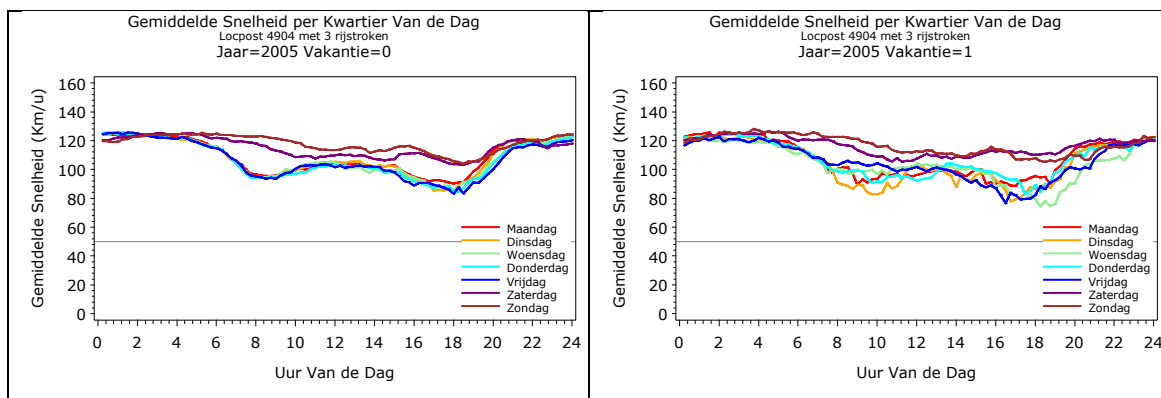
Tabel 11: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van snelheid: Lille richting Eindhoven

Voorbeeld 2: Locatie Afrit UZ Jette richting Zellik (Brusselse Buitenring)

De locatie UZ Jette is op basis van intensiteiten een locatie waar ernstige congestieproblemen zijn. Wanneer er gekeken wordt naar de grafieken op basis van snelheden wordt het resultaat op basis van intensiteit tegengesproken. Op de grafieken is duidelijk het verlies in snelheid terug te vinden, maar nergens zakt de gemiddelde snelheid onder de 50 km/u. Volgens deze benadering heeft deze locatie niet echt last van files.

Gemiddelde snelheid per kwartier per dag van de week: Afrit UZ Jette richting Zellik





Figuur 30: Gemiddelde snelheid per kwartier per dag van de week: Afrit UZ Jette richting Zellik

Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Aantal files per week niet-spits
2003	Nee	0	0	0
2003	Ja	0	0	0
2004	Nee	0	0	0
2004	Ja	0	0	0
2005	Nee	0	0	0
2005	Ja	0	0	0

Tabel 12: Resultaat aantal files per week verdeeld over 3 momenten van de dag op basis van intensiteiten: Afrit UZ Jette richting Zellik

Ook uit de mathematische berekeningen blijkt dat er geen files voorkomen op deze locatie. Een mogelijke verklaring hiervoor werd al eerder aangehaald in dit rapport. Uit onderzoek van Maerivoet (2006) bleek al dat er een overschatting was van de gemiddelde snelheid, waardoor er een onderschatting van het aantal files mogelijk was. Uit onderzoek van Hoornaert (2011) blijkt deze locatie te kampen met de zwaarste bezetting van het Vlaamse hoofdwegenetwerk. De verwachte onderschatting van het aantal files is hiermee al bewezen.

6.2.2 Bepalen filelocaties

Na het berekenen van de files kunnen de **filelocaties** worden bepaald. Voor de filelocaties werden er 2 criteria gevonden die hier beide getest en vergeleken zullen worden. Enerzijds was er het criterium van Rijkswaterstaat (2010a) dat zich baseert op meerdere dagen per week en anderzijds de indirecte afleiding uit het onderzoek van Maerivoet (2010) waarbij de duur van belang is. In functie van de analyse zullen de filelocaties worden verdeeld in vier verschillende categorieën:

ochtendspitsfilelocatie, avondspitsfilelocatie, ochtend- en avondspits-filelocatie en geen spitsfilelocatie. Locaties die geen last hebben van file of last hebben van file enkel buiten de spitsuren zullen onder de laatste categorie vallen. De resultaten zullen worden weergegeven in tabellen per locatie opgesplitst per jaar. Daarnaast wordt ook hier de vakantieperiode apart bekeken van de andere 10 maanden. De twee voorbeelden zullen hier verder worden uitgebreid om de methodiek verder te verduidelijken. Ook hier geldt dat de andere locaties analoog worden berekend. Voor de uiteindelijke analyse zal de data verder geaggregeerd worden naar aantallen per categorie filelocatie.

6.2.2.1 Bepalen van filelocaties op basis van aantal dagen per week

Rijkswaterstaat hanteert voor het bepalen van filelocaties de volgende regel: "Een filelocatie is een locatie waar meermaals per week file voorkomt. De basis voor het bepalen van de filelocaties werd al gelegd bij het bepalen van de files. Zowel in de grafieken als in de tabellen werden de files al uitgesplitst per dag van de week. Uit de tabellen die voortkwamen uit de mathematische berekeningen, kan eenvoudigweg worden bepaald of een locatie al dan geen filelocatie is. Indien in de tabel ergens het aantal files per week op een bepaald moment van de dag minstens gelijk is aan 2, kan er worden gesproken over een filelocatie. Het resultaat wordt weergegeven in de kolom 'filelocatie' die aan de vorige wordt toegevoegd. Daarnaast zal in een tweede toegevoegde kolom ook het type spitsfilelocatie worden bepaald. Mits er enkel wordt verder gewerkt met het aantal spitsfilelocaties, zal de kolom met aantal files per week buiten de spits worden weggelaten.

Voorbeeld 1: Locatie Lille richting Eindhoven (E34)

Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Filelocatie	Type spitsfilelocatie
2003	Nee	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie
2003	Ja	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie
2004	Nee	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie
2004	Ja	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie
2005	Nee	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie
2005	Ja	0	0	Nee	Geen spitsfilelocatie

Tabel 13: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van meerdere dagen per week: Lille richting Eindhoven

Bij het bepalen van de files kwam al naar boven dat deze locatie geen last heeft van structurele files. Het is daarom niet verwonderlijk dat deze locatie geen filelocatie is.

Voorbeeld 2: Locatie Afrit UZ Jette richting Zellik (Brusselse Buitenring)

Jaar	Vakantie	Aantal files per week ochtendspits	Aantal files per week avondspits	Filelocatie	Type spitsfilelocatie
2003	Nee	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2003	Ja	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2004	Nee	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2004	Ja	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2005	Nee	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2005	Ja	5	7	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie

Tabel 14: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van meerdere dagen per week: Afrit UZ Jette richting Zellik

Deze locatie is op basis van intensiteiten een duidelijke filelocatie voor zowel de ochtend- als de avondspits en valt daarom onder de categorie ochtend- en avondspitsfilelocatie.

6.2.2.2 Bepalen van filelocaties op basis van het uurcriterium

De tweede benadering van filelocaties werkt op basis van de duur van de files. Hiervoor kan geen rechtstreeks gebruik worden gemaakt van de tabellen die de files bepalen. Er moeten dus enkele nieuwe berekeningen worden uitgevoerd. Om te spreken van een filelocatie moet de file minimaal 1 uur duren. Doordat de gegevens bij het bepalen van files al gemiddelden van een jaar op kwartierniveau bevatten, moet er worden gezocht naar locaties waarbij minstens 4 kwartieren na elkaar fileomstandigheden aangeven.

Aangezien de meeste files zich tijdens de ochtend- en/of avondspits zich voordoen, worden enkel de filelocaties in de ochtend- en/of avondspits berekend. Een specificatie van de definitie is hierbij op zijn plaats. Voor een filelocatie tijdens de ochtendspits geldt dat dit pas een ochtendspitsfilelocatie is wanneer er gedurende minstens 4 opeenvolgende kwartieren file is en waarvan er minstens 1 kwartier in

de ochtendspits ligt. Voor het bepalen van een avondspitsfilelocatie geldt een analoge definitie. Om dit te kunnen berekenen werd de duur van zowel de ochtend- als avondspits genomen samen met de drie kwartieren voor en na dit tijds kader. Specifiek wil dit zeggen dat de methode wordt toegepast voor de filelocatie tussen 5:15u en 9:45u en de avondspits tussen 15:15u en 19:45u.

Voorbeeld 1: Locatie Lille richting Eindhoven (E34)

Jaar	Vakantie	Filelocatie ochtendspits	Filelocatie Avondspits	Filelocatie	Type Spitsfilelocatie
2003	Nee	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie
2003	Ja	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie
2004	Nee	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie
2004	Ja	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie
2005	Nee	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie
2005	Ja	Nee	Nee	Nee	Geen spitsfilelocatie

Tabel 15: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van uurcriterium: Lille richting Eindhoven

Aangezien er volgens de fileberekeningen al geen files zijn op kwartierniveau, is het logisch dat deze locatie geen filelocatie is op basis van het uurcriterium.

Voorbeeld 2: Locatie Afrit UZ Jette richting Zellik (Brusselse Buitenring)

Jaar	Vakantie	Filelocatie ochtendspits	Filelocatie Avondspits	Filelocatie	Type Spitsfilelocatie
2003	Nee	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2003	Ja	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2004	Nee	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2004	Ja	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2005	Nee	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie
2005	Ja	Ja	Ja	Ja	Ochtend- en Avondspitsfilelocatie

Tabel 16: Bepaling filelocatie en type spitsfilelocatie op basis van uurcriterium: Afrit UZ Jette richting Zellik

Net als uit de andere methode blijkt, is deze locatie een filelocatie voor de ochtend- en avondspits. Aangezien deze methode aangeeft dat hier een filelocatie is, wil dit ook zeggen dat deze files minstens een uur duren. Indien deze files maar een half uur duurden, hadden ze hier onder de categorie geen filelocatie gevallen en was er een verschil tussen de 2 methoden.

Er zijn twee situaties waarbij het resultaat tussen beide methodes kan verschillen. Enerzijds zullen meerdaagse files korter dan een uur wel in worden opgenomen bij de eerste methode en niet bij de tweede. Anderzijds zullen files die eenmaal per week voorkomen en langer dan een uur duren worden opgenomen bij methode 2 en niet bij methode 1. De verschillende categorieën van filelocaties zullen worden gebundeld per route, die al eerder werden vastgesteld.

6.3 Deel 3: Bepalen van de verliestijden

De verliestijden worden berekend met behulp van de modellen besproken in hoofdstuk 5. In Tabel 17 staat een overzicht van de 4 modellen. Bij het bekijken van de modellen kan worden vastgesteld dat het resultaat de reistijd in congestiecondities weergeeft. Hierdoor moet er nog een vermindering met reistijd op een vrij netwerk plaatsvinden om aan de verliestijden te komen. De verliestijden zullen worden berekend voor een lengte van 1 kilometer. De maximaal toegelaten

snelheid op het hoofdwegennet is 120 km/u wat wil zeggen dat de reistijd op een vrij netwerk 30 seconden per kilometer bedraagt.

Model	Functie
BPR	$t = t_0 * \left(1 + 0,15 \left(\frac{V}{C} \right)^4 \right)$
BPR update	$t = t_0 * \left(1 + 0,05 \left(\frac{V}{C} \right)^{10} \right)$
MTC	$t = t_0 * \left(1 + 0,20 \left(\frac{V}{C} \right)^{10} \right)$
Akçelik	$t = t_0 + \left\{ 0,25T \left[(x - 1) + ((x - 1)^2 + (8J_a x / QT))^{0,5} \right] \right\}$

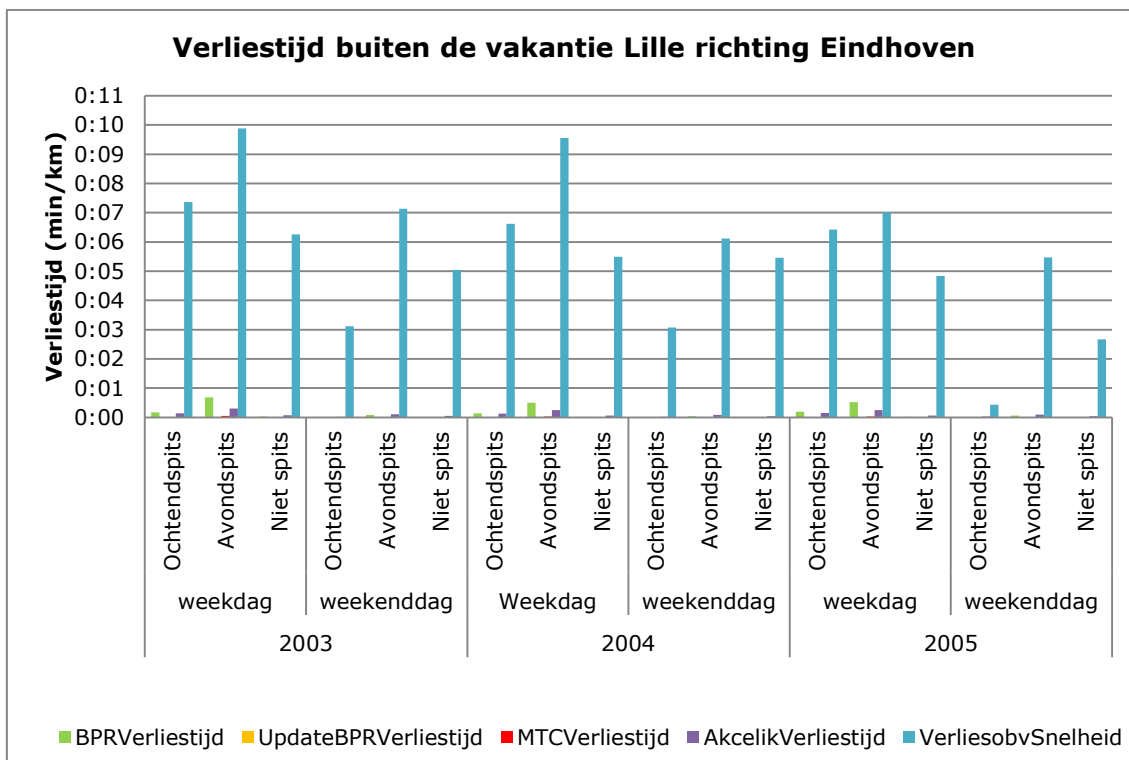
Tabel 17: Overzicht modellen

Naast deze 4 modellen zullen ook de verliestijden worden berekend op basis van de gegeven snelheden. Deze resultaten dienen enkel om na te gaan welk model er het beste bij de data past. Dit omdat de gegeven snelheden geschat zijn en systematisch te hoog liggen en hierdoor de verliestijden onderschat zijn (Maerivoet 2006). Er moet dus op zoek worden gegaan naar modellen die de verliestijden hoger inschatten dan het model op basis van snelheid.

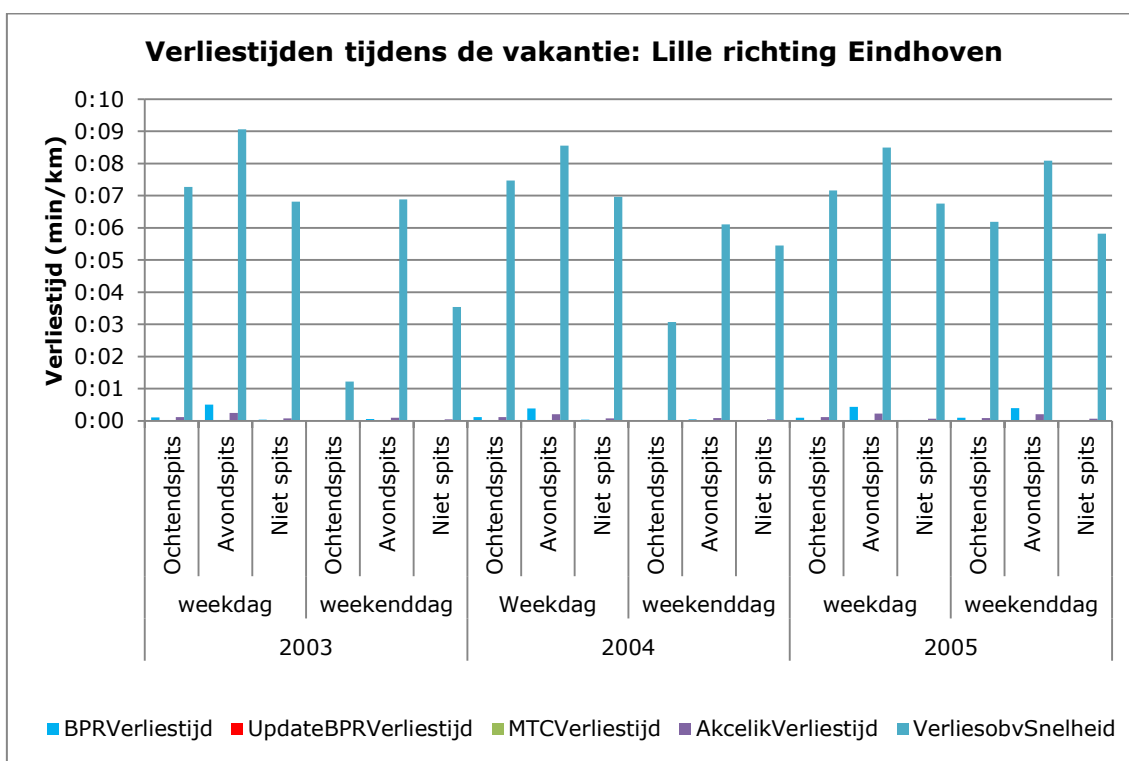
Voor het berekenen van de verliestijden zijn nog enkele onbekende parameters die ingevuld moeten worden voordat de modellen kunnen worden uitgevoerd. De capaciteit van een rijstrook per uur wordt vastgelegd op 2000 pae's. Per moment van de dag (ochtendspits, avondspits en daarbuiten) zal gebruik worden gemaakt van een gemiddelde intensiteit en snelheid voor dat bepaald moment. De resultaten zullen worden weergegeven per week- of weekenddag in minuten per kilometer. Ook hier zullen de twee voorbeelden eerst worden besproken, om een idee te hebben van de onderliggende methodiek en mogelijke eerste vaststellingen.

Voorbeeld 1: Locatie Lille richting Eindhoven (E34)

De locatie in Lille blijkt uit de vorige fase geen filelocatie te zijn. Toch kunnen er wel mogelijke verliestijden zijn, aangezien deze al kunnen voorkomen door een kleine vertraging of door het niet halen van de maximaal toegelaten snelheid. Onderstaande figuren weergeven de situatie voor de locatie in Lille weer voor de verschillende modellen.



Figuur 31: Verliestijden buiten de vakantie Lille richting Eindhoven



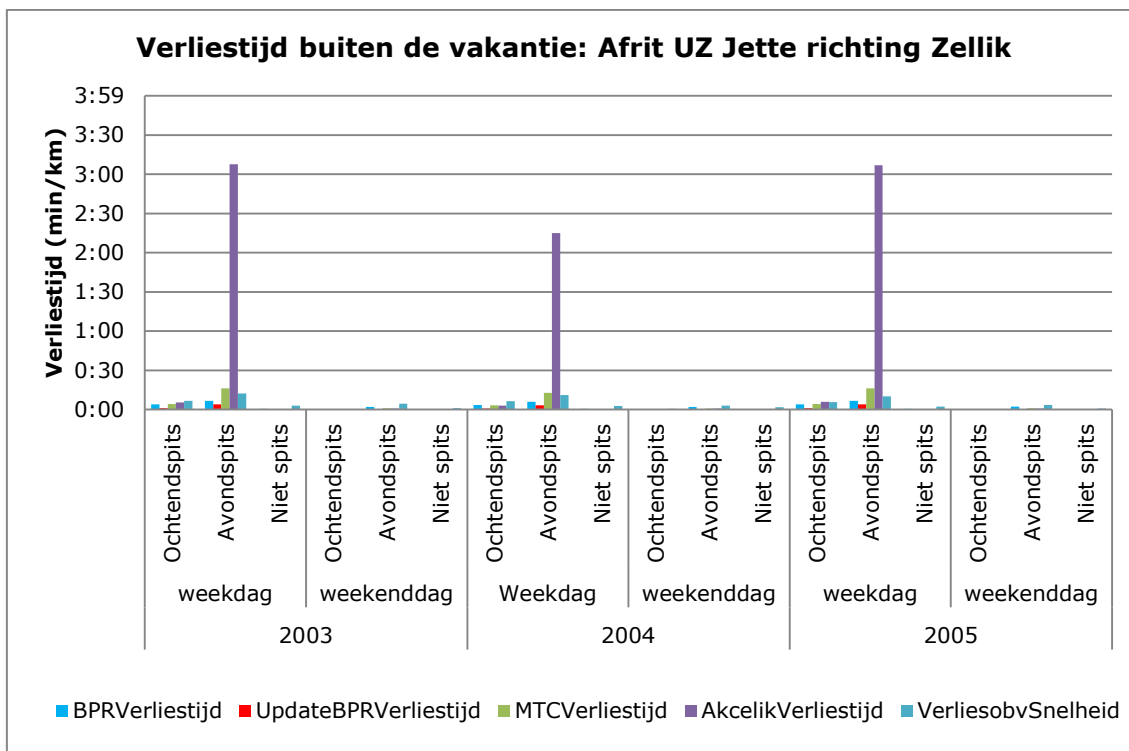
Figuur 32: Verliestijden tijdens de vakantie Lille richting Eindhoven

Bij het bekijken van de grafieken valt meteen op dat de modellen op basis van intensiteiten nauwelijks een verliestijd hebben terwijl de methode op basis van de snelheden wel verliestijden geeft tot maximaal 10 seconden. De relatie tussen de intensiteit en snelheid is hiervoor de onderliggende reden. In dit geval is er een verlies in snelheid op te merken (zie Figuur 29) terwijl de intensiteiten niet over de filegrens heen gaan (zie Figuur 27). Doordat de relatie tussen intensiteit en snelheid geen 1 op 1 relatie is, is het moeilijk om beide methoden te vergelijken. Toch blijft het interessant om de verliestijden op basis van snelheid te betrekken. Gegeven de vaststelling dat de verliestijden op basis van snelheid zorgt voor een onderschatting van deze verliestijden, kan geconcludeerd worden dat de modellen ook een onderschatting geven. Dit was enerzijds al te verwachten. Bij het bespreken van de modellen in hoofdstuk 5.2 viel het al op dat de modellen bijna geen verliestijden toekende aan situaties met een I/C waarde van 0,9 of minder.

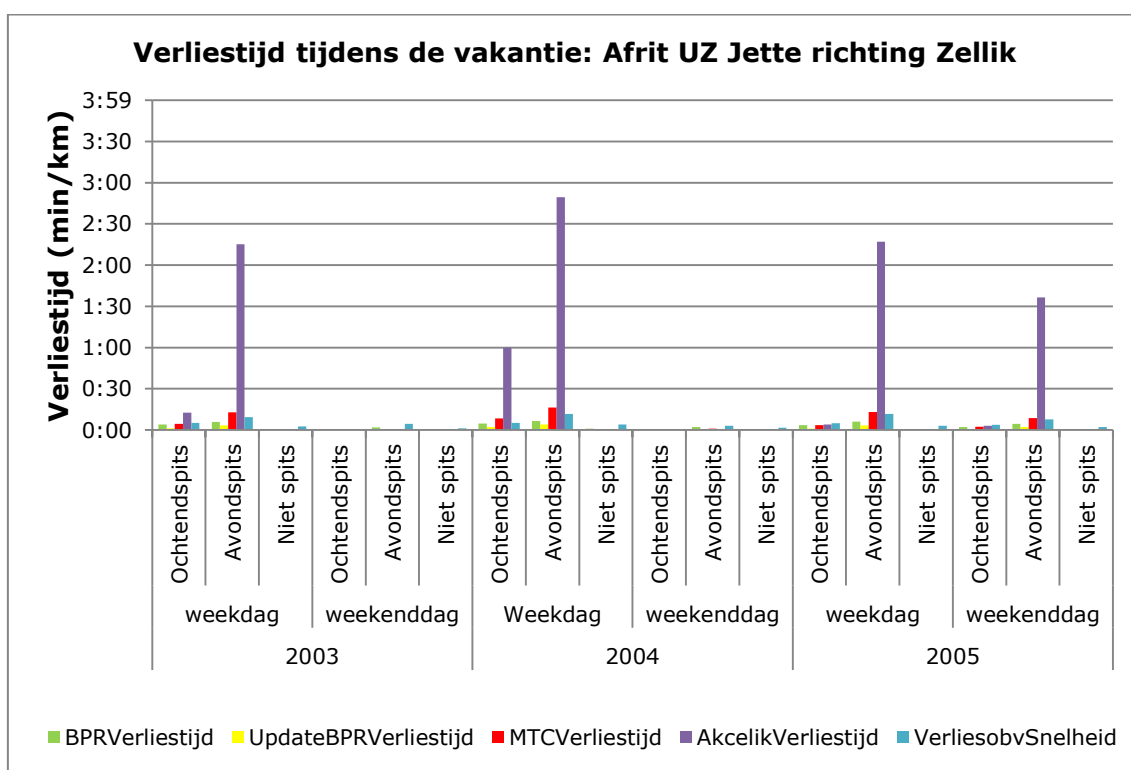
Voorbeeld 2: Locatie Afrit UZ Jette richting Zellik (Brusselse Buitenring)

De locatie Afrit UZ Jette richting Zellik blijkt voor beide methoden een filelocatie te zijn en daarom worden er verliestijden verwacht. Onderstaande figuren weergeven de voorspelde verliestijden volgens de 4 modellen en op basis van snelheden.

De verliestijd op basis van de gemiddelde snelheid kent hier ongeveer dezelfde waarden als bij het voorbeeld in Lille. Bij beide locaties was al een lagere snelheid dan de maximaal toegelaten snelheid te zien (Figuur 29 en Figuur 30). De verliestijden op basis van de modellen liggen wel hoger dan de verliestijden in het andere voorbeeld. De I/C waarde ligt hier boven de 0,9 waardoor de verliestijden sterk stijgen. Vooral de Akçelik-functie stijgt hier met een verliestijd tot 3 minuten boven de andere modellen uit. Verder geeft enkel de MTC-functie tijdens een doordeweekse avondspits een hoger resultaat dan het resultaat op basis van snelheid.



Figuur 33: Verliestijden buiten de vakantie Afrit UZ Jette richting Zellik



Figuur 34: Verliestijden tijdens de vakantie Afrit UZ Jette richting Zellik

Voor de analyse zullen de resultaten per locatie worden gebundeld per route. Per route zal de gemiddelde verliestijd per kilometer worden weergegeven voor elke rijrichting. Zeker wanneer maar een van de rijrichtingen kampt met filecondities zou de verliestijd te laag worden berekend omdat de andere rijrichting geen last heeft van filecondities.

7 Resultaten

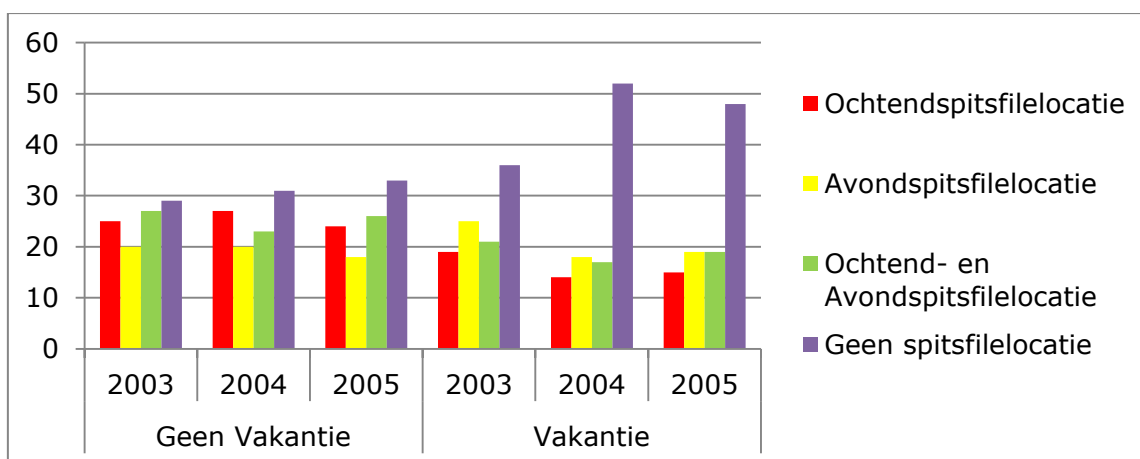
In dit hoofdstuk zullen de verschillende methodieken worden vergeleken en geanalyseerd voor zowel het bepalen van de filelocaties als de verliestijden. Er wordt ook op zoek gegaan naar verklaringen voor de verschillende resultaten. Eerst zullen de 2 methodieken voor het bepalen van filelocaties aan bod komen, gevolgd door de methodieken om de verliestijden te berekenen.

7.1 Filelocaties

Voor de filelocaties werden 2 mogelijke richtlijnen gevonden en berekend. Onderstaande grafieken weergeven het aantal filelocaties per categorie per methodiek. De resultaten zullen eerst apart worden bekeken en daarna onderling worden vergeleken.

7.1.1 Op basis van meerdere dagen per week

Figuur 35 en Tabel 18 geven een overzicht van het aantal filelocaties per categorie voor de 101 geselecteerde locaties. Tijdens de vakantie is het aantal locaties zonder file hoger dan wanneer er geen vakantie is. Vooral het aantal filelocaties uit de ochtendspits kent een sterke daling tijdens de vakantie. Dit resultaat volgt hiermee de logische verwachting aangezien zowel scholieren als veel werknemers vrij hebben. Opmerkelijk is het gegeven dat het aantal filelocaties tijdens de niet-vakantie van de 3 jaren daalt ondanks de steeds groeiende vraag naar mobiliteit (zie hoofdstuk 1.4.1 Oorzaken aan de vraagzijde).



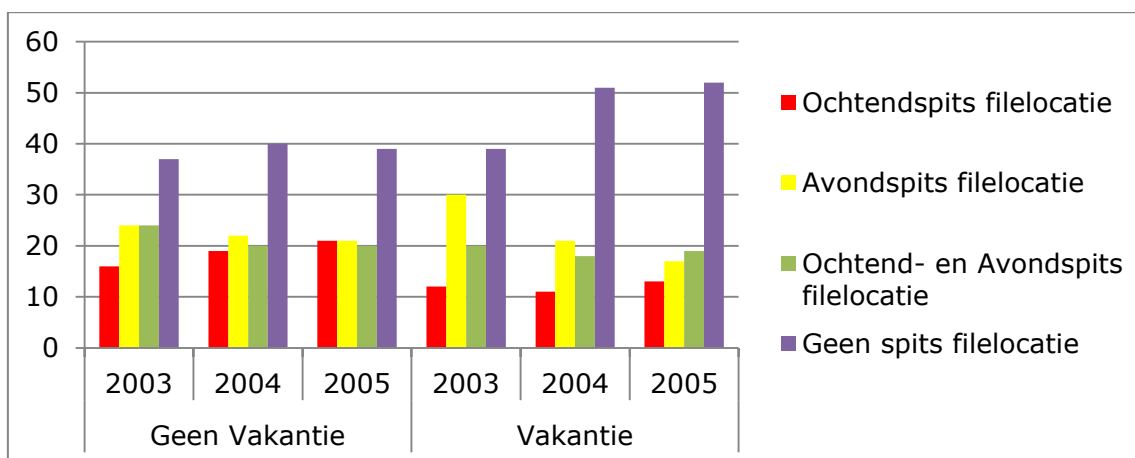
Figuur 35: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van meerdere dagen per week

		Ochtendspits filelocatie	Avondspits filelocatie	Ochtend- en Avondspits filelocatie	Geen spits filelocatie
Geen Vakantie	2003	25	20	27	29
	2004	27	20	23	31
	2005	24	18	26	33
Vakantie	2003	19	25	21	36
	2004	14	18	17	52
	2005	15	19	19	48
		124	120	133	229

Tabel 18: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van meerdere dagen per week

7.1.2 Op basis van uurcriterium

Opvallend op Figuur 36 en Tabel 19 is het grote aandeel van de categorie 'geen spitsfilelocaties'. Deze categorie bevat zoals eerder vermeld alle locaties waar ofwel geen ofwel enkel buiten de spits files voorkomen. Zoals verwacht is het aantal geen filelocaties tijdens de vakantie hoger dan buiten de vakantieperiode. Het aantal filelocaties tijdens de ochtendspits stijgt gedurende de jaren terwijl de avondspitsfilelocaties lichtjes dalen. Het aantal ochtend- en avondspitsfilelocaties blijft redelijk stabiel zowel buiten als tijdens de vakantiemaanden.



Figuur 36: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van het uurcriterium

		Ochtendspits filelocatie	Avondspits filelocatie	Ochtend- en Avondspits filelocatie	Geen spits filelocatie
Geen Vakantie	2003	16	24	24	37
	2004	19	22	20	40
	2005	21	21	20	39
Vakantie	2003	12	30	20	39
	2004	11	21	18	51
	2005	13	17	19	52
		124	120	133	229

Tabel 19: Overzicht aantal filelocaties per categorie op basis van het uur criterium

7.1.3 Vergelijking van de 2 methoden

Het eerste opvallend verschil tussen beide methoden is dat het aantal 'geen-spitsfilelocaties' bij de tweede methode hoger ligt dan bij de eerste methode. Dit geeft een indicatie dat bepaalde geselecteerde locaties te maken hebben met files die korter zijn dan een uur. Een tweede opvallend verschil is dat het resultaat van de 2 methodieken voor de ochtendspits een tegengesteld verloop kent ten opzichte van de avondspits. Volgens het criterium van meerdere dagen zouden er meerdere ochtendspitsfilelocaties zijn dan volgens het uurcriterium, terwijl er tijdens de avondspits net minder filelocaties zijn volgens het criterium van meerdere dagen.

Beide methoden geven dus verschillende resultaten. Daarom moet er nagegaan worden in welke mate aan een locatie eenzelfde categorie werd toegedeeld en waar de verschillen zitten. Tabel 20 geeft een overzicht van de gelijkenissen en verschillen tussen de toewijzingen van locaties aan categorieën volgens beide methoden.

Overzicht		Methode 1			
		Ochtendspits filelocatie	Avondspits filelocatie	Ochtend en Avond spitsfilelocatie	Geen Spits filelocatie
Methode 2	Ochtendspits-filelocatie	90 (14,85%)	0 (0,00%)	2 (0,33%)	0 (0,00%)
	Avondspits-filelocatie	1 (0,17%)	109 (17,99%)	19 (3,14%)	6 (0,99%)
	Ochtend- en Avond-spitsfilelocatie	13 (2,15%)	2 (0,33%)	106 (17,49%)	0 (0,00%)
	Geen Spitsfilelocatie	20 (3,30%)	9 (1,49%)	6 (0,99%)	223 (36,80%)

Tabel 20: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken in percentage

De diagonale as van linksboven naar rechtsonder geeft de locaties weer waar eenzelfde categorie aan een locatie werd toegedeeld. Dit geldt dus voor 87,13% van de 606 combinaties die onderzocht werden. De andere velden geven een beeld van de verschillen tussen beide methoden. De meeste verschilpunten hebben betrekking op het inschatten van de ochtendspitsfilelocaties. Vooral bij het bepalen van de filelocaties voor de ochtendspits wordt op basis van de eerste methode een hoger resultaat bekomen dan bij de andere methode. Dit verschil in het aantal locaties van de ochtendspits zorgt voor 50%¹ van de verschillen. Er kan daarom gesteld worden dat de algemene ochtendspits een kortere duur heeft dan de avondspits zoals al uit de literatuur bleek (Maerivoet & Yperman 2008).

Indien er per route wordt gekeken zijn er op zowat alle routes enkele verschillen te vinden tussen de twee methodieken (zie bijlage 10.5). Er is één route die opvalt op basis van haar verschillen. De filelocaties die door de eerste methode als ochtendspitsfilelocatie worden bestempeld en door de tweede methode als avondspitsfilelocatie of ochtend- en avondspitsfilelocaties worden gezien, zijn gelegen op de routes Gent - Brussel en Overijse - Brussel. Op weekdays staat hier een ochtendspits van pendelaars terwijl deze route op zondagavond last heeft

¹ Deze 50% werd bekomen als som van het verschil tussen ochtendspitsfilelocatie en geen spitsfilelocatie en het verschil tussen ochtend- en avondspitsfilelocatie en avondspitsfilelocatie. Om in de categorie ochtend- en avondspitsfilelocatie te vallen is de aanwezigheid van de ochtendspits noodzakelijk.

van een avondfile met kustbezoekers. Tabel 21 en Tabel 22 weergeven de situatie voor deze routes.

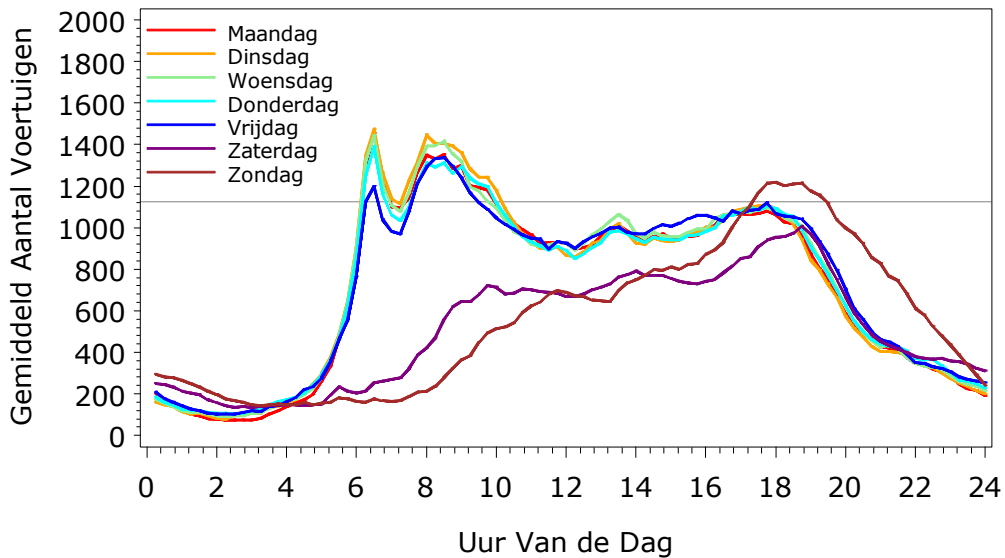
Gent - Brussel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	3	5	6	0	1	5	7	1
	2004	4	4	6	0	2	5	7	0
	2005	3	4	7	0	2	5	7	0
vakantie	2003	2	3	6	3	1	6	4	3
	2004	2	4	8	0	2	4	8	0
	2005	2	4	8	0	0	4	10	0

Tabel 21: Verdeling filelocaties route Gent – Brussel

E411 Brussel - Overijse		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	1	1
	2004	2	0	0	0	0	0	1	1
	2005	2	0	0	0	0	0	2	0
vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	2	0
	2004	2	0	0	0	0	0	2	0
	2005	1	0	0	1	0	0	0	2

Tabel 22: Verdeling filelocaties route Brussel - Overijse

Gemiddeld Aantal Voertuigen per Kwartier Van de Dag
 Locpost 14503 met 3 rijstroken
 Jaar=2004 Vakantie=0



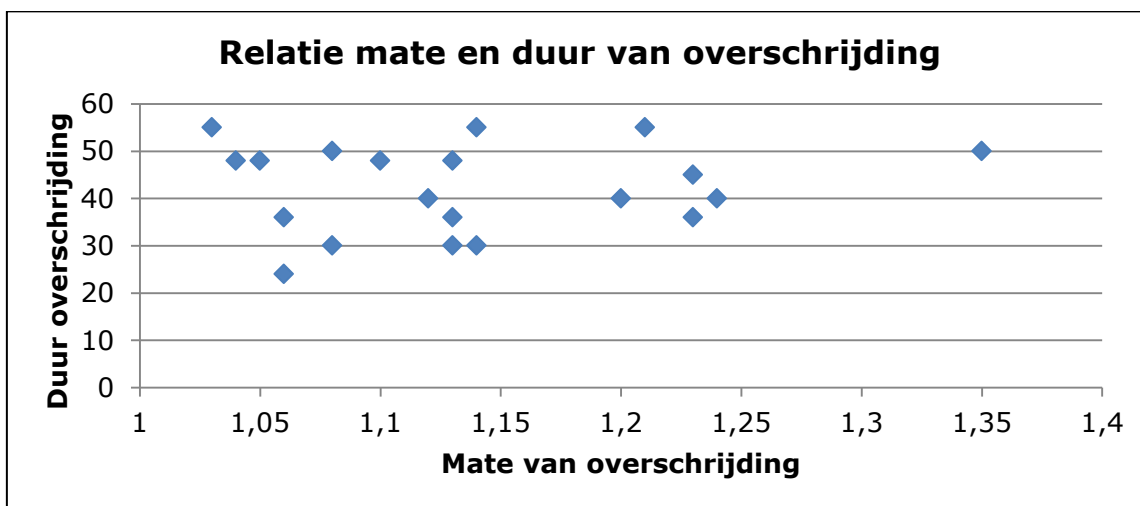
Figuur 37: Gemiddeld aantal voertuigen per kwartier van de dag: Gent - Brussel: Erpe-Mere richting Aalst

Om een duidelijker beeld te hebben van waarom de methoden bepaalde locaties aan een andere categorie toekennen, moeten de eerder opgestelde grafieken per locatie per dag van de week (zie Figuur 27 en Figuur 28) erbij worden genomen. Op basis van het 1 voor 1 afgaan van de combinaties met een verschillend resultaat blijkt dat er verschillende redenen zijn voor de verschillen.

Een eerste verklaring werd al gegeven door het speciale geval op de route Gent – Brussel. Verder zijn er nog 2 opvallende situaties waardoor de verschillen ontstaan. Enerzijds zijn er verschillen als gevolg van kleine overschrijdingen van de filegrens die minder dan een uur duren en anderzijds zijn er situaties waarbij er maar 1 dag per week een file van minstens een uur staat.

Opvallend binnen de situatie waarbij de filegrens minder dan een uur overschreden wordt, is het verschil in mate van overschrijding. Enerzijds zijn er de kleine overschrijdingen van de filegrens die minder dan een uur duren en anderzijds zijn er situaties waarbij er hevige overschrijdingen zijn korter dan een uur. De mate van overschrijding kan dus enorm verschillen onafhankelijk van de duur van de overschrijding. Dit blijkt uit een test die werd uitgevoerd op 20 locaties die bij de eerste methode onder de categorie ochtendspitsfilelocatie vallen en bij de tweede

methode onder de categorie geen spitsfilelocatie (Figuur 38). Doordat er geen relatie te vinden is tussen de duur en mate van overschrijding kan er ook geen grenswaarde worden opgesteld waarbij gesteld kan worden dat de ene methode beter is dan de andere bij een bepaalde waarde. De minimale duur van een file is hier 24 minuten. Deze fileduur heeft betrekking op maar 1 locatie terwijl de andere locaties een duur van minstens 30 minuten hebben.



Figuur 38: Relatie mate en duur van overschrijding

Nu is er nog geen antwoord gegeven op de vraag: “welke methodiek is nu de beste?”. Voor 87,13% van de gevallen maakt de keuze van de methodiek niet uit aangezien hier het resultaat hetzelfde is. Enerzijds geldt voor 50,33% van alle locaties dat er meermaals per week filecondities aanwezig zijn van minstens een uur. Anderzijds hebben 36,80% van alle locaties geen last van filecondities. Voor de andere situaties is er een voor een nagegaan welke benadering het beste is.

Er kan gesteld worden dat de ene methode niet beter is dan de andere. Het gebruiken van beide methoden zorgt vaak voor overeenkomsten in resultaten. Voor ongeveer 14% zijn er verschillen waarvan de helft ontstaat door locaties gelegen op de routes Gent – Brussel en Brussel - Overijse die door de week te kampen hebben met pendelaars tijdens de ochtendspits en bezoekers van de zee tijdens de zondagavondspits. Wel is op te merken dat de meeste locaties waar files voorkomen meermaals per week last hebben van files die minstens een uur duren. Voor de meeste locaties is de minimale duur van de file 30 minuten.

7.2 Verliestijden

Voor de verliestijden worden gemiddelden per route berekend. De resultaten per route baseren zich op enkele geselecteerde locaties die al werden bepaald bij het selecteren van de data (hoofdstuk 6.1.2) en ook terug te vinden zijn in bijlage 10.3. De resultaten worden weergegeven in gemiddelde verliesminuten per kilometer.

7.2.1 Verliestijden per route

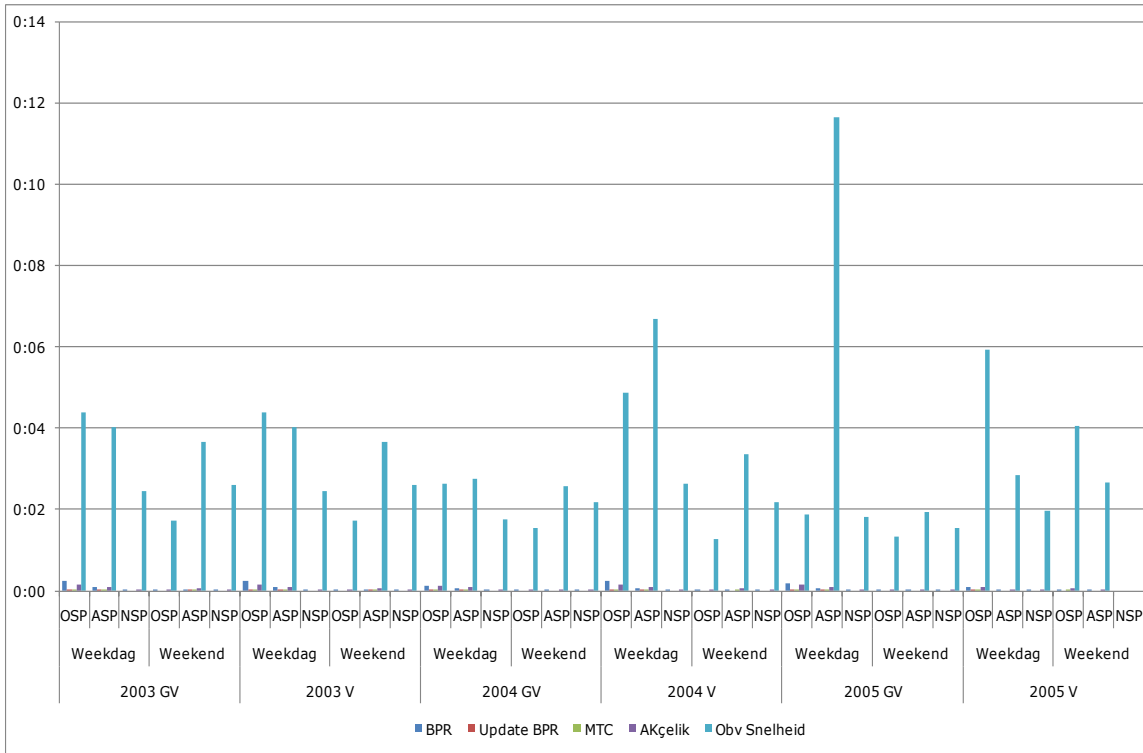
7.2.1.1 A12 Brussel – Antwerpen

Voor het traject A12 Brussel – Antwerpen werden 3 locaties geselecteerd. Hiervan zijn er 2 nabij de Brusselse Ring en een dichterbij Antwerpen gelegen. Deze locaties worden volgens de berekeningen gezien als niet spitsfilelocaties, waardoor er geen grote verliestijden worden verwacht.

A12 Brussel -Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	0	0	3	0	0	0	3
	2004	1	0	0	2	0	0	0	3
	2005	0	0	0	3	0	0	0	3
vakantie	2003	0	0	0	3	0	0	0	3
	2004	0	0	0	3	0	0	0	3
	2005	0	0	0	3	0	0	0	3

Tabel 23: Aantal filelocaties volgens beide methoden: A12 Brussel-Antwerpen

Onderstaande figuur weergeeft de verliestijden voor dit traject in minuten per kilometer. De verliestijden op basis van snelheden overheersen hier het beeld. De maximale gemiddelde waarde is bijna 12 seconden per kilometer met een interval tussen 0 en 31 seconden. Volgens de modellen op basis van verkeerstellingen is de verliestijd per kilometer niet meer dan een halve seconde. Voor deze route mag er gesteld worden dat de verliestijd op basis van de vier modellen hier onderschat wordt.



Figuur 39: Verliestijden route A12 Brussel - Antwerpen

7.2.1.2 E17 Gent – Antwerpen

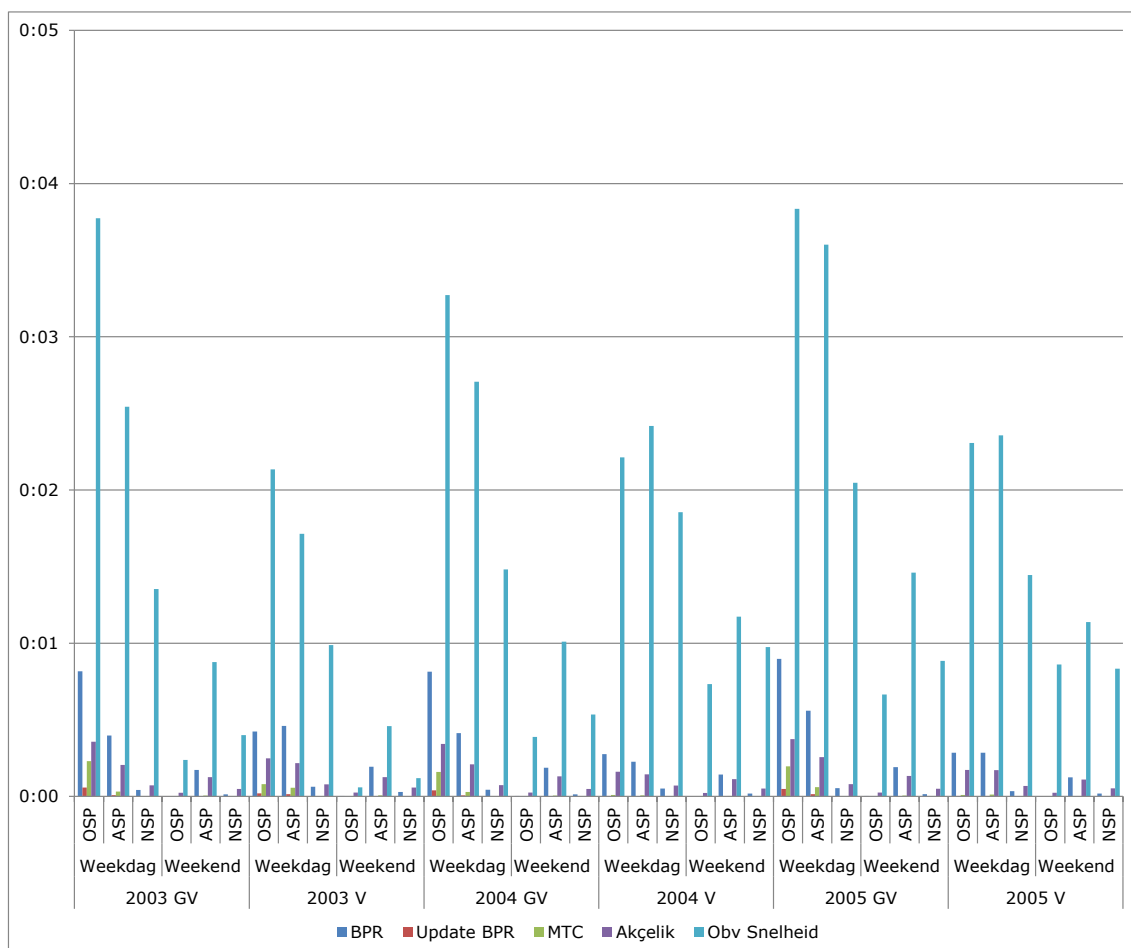
De geselecteerde locaties op het traject Gent – Antwerpen zijn verdeeld over de categorieën ochtendspitsfilelocatie en geen spitsfilelocatie. Er worden verhoogde verliestijden verwacht tijdens de ochtendspitsen gedurende de werkmaanden.

E17 Gent - Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	2	0	0	3	2	0	0	3
	2004	3	0	0	2	2	0	0	3
	2005	3	0	0	2	3	0	0	2
vakantie	2003	2	0	0	3	1	0	0	4
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5

Tabel 24: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E17 Gent - Antwerpen

Zoals verwacht is de verliestijd tijdens de ochtendspits groter dan op de andere momenten van de dag. Ondanks dat een deel van de geselecteerde locaties worden gezien als filelocaties, is de hoogste gemiddelde verliestijd lager dan 3 seconden

per kilometer. Ook hier worden de hoogste waarden weergegeven door de metingen op basis van snelheid en niet op basis van de modellen. Het hoogste gemiddelde op basis van intensiteiten wordt hier bereikt door de BPR-functie, maar deze haalt de secondegrens niet eens. Indien de 2 filelocaties eruit worden geselecteerd komt de hoogste gemiddelde verliestijd tot net geen 5 seconden. De hoogste waarde die wordt gemeten is 7 seconden.



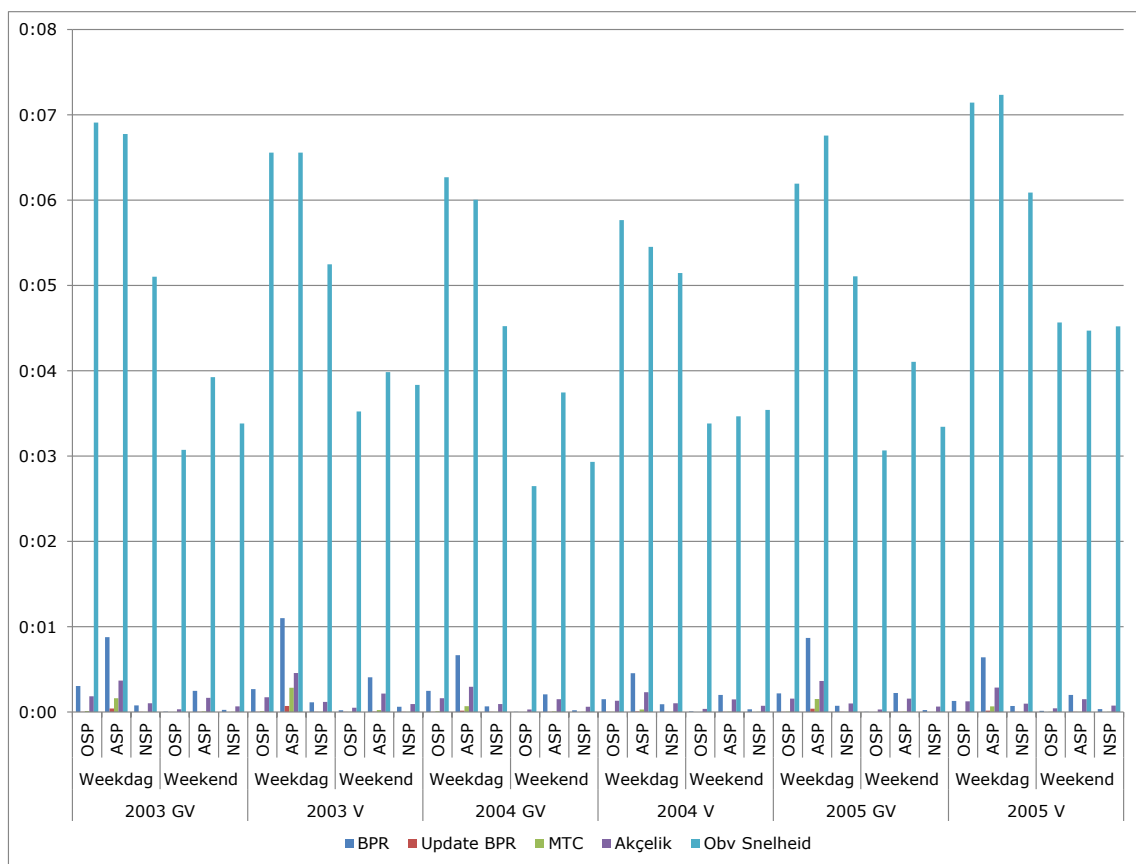
Figuur 40: Verliestijden route E17 Gent – Antwerpen

7.2.1.3 E19 Antwerpen – Meer

De route E19 is de weg tussen Antwerpen en Nederland. Van de 6 geselecteerde locaties zijn er 2 die te kampen hebben met een avondspits. Aangezien deze bij beide methoden onder dezelfde categorie vallen, kan er worden gesteld dat er meermaals per week file is die minstens een uur duurt. Met dit in het achterhoofd worden er hier voor de avondspits ook verliestijden verwacht.

E19 Antwerpen - Meer		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	2	0	4	0	2	0	4
	2004	0	1	0	5	0	1	0	5
	2005	0	2	0	4	0	2	0	4
vakantie	2003	0	4	0	2	0	4	0	2
	2004	0	0	0	6	0	0	0	6
	2005	0	1	0	5	0	0	0	6

Tabel 25: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E19 Antwerpen – Meer



Figuur 41: Verliestijden route E19 Antwerpen - Meer

Voor de route E19 Antwerpen – Meer is eenzelfde patroon te zien als bij de vorige routes. Op basis van de snelheid worden de hoogste verliestijden vertoond. De modellen op basis van verkeerstellingen halen de 1 secondegrens niet. De maximale verliestijd die werd berekend, is 13 seconden per kilometer.

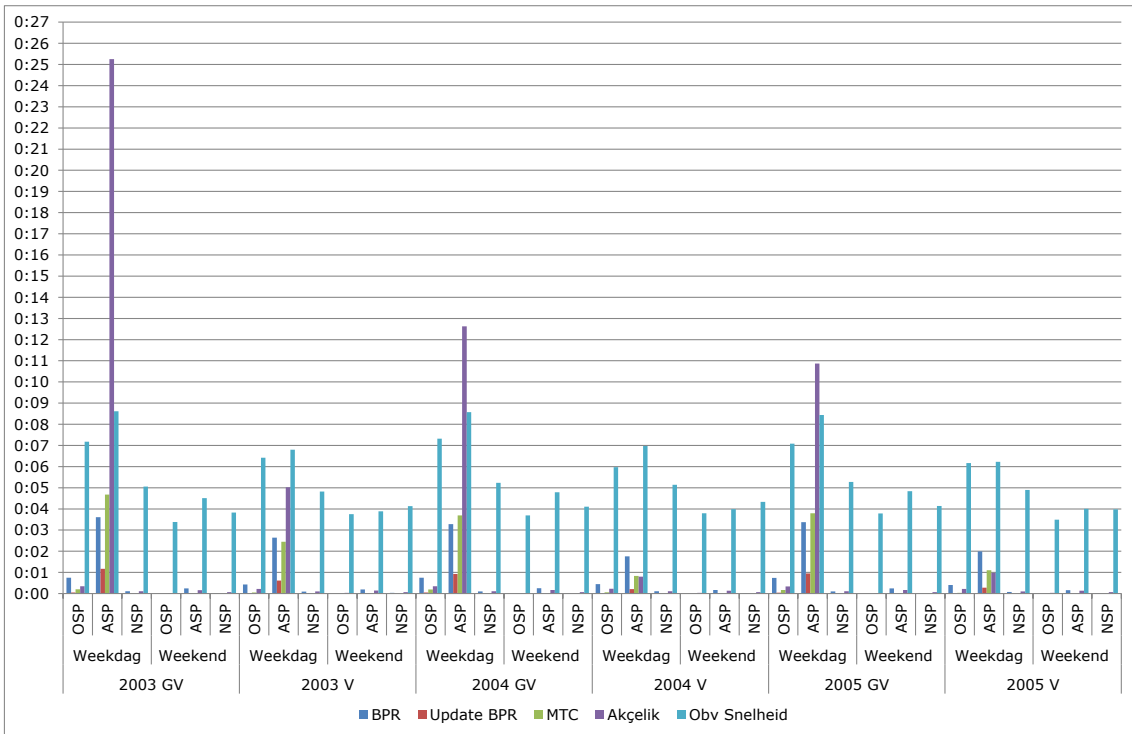
7.2.1.4 E19 Brussel – Antwerpen

De E19 verwerkt het grootste deel van het verkeer op de as Brussel – Antwerpen. Dit is ook te zien aan het feit dat alle locaties buiten de vakantie kampen met file tijdens de spitsen. Van de geselecteerde locaties zijn er 3 richting Antwerpen en 5 richting Brussel. Voor het berekenen van de verwachte verliestijden wordt een opsplitsing gemaakt voor beide richtingen.

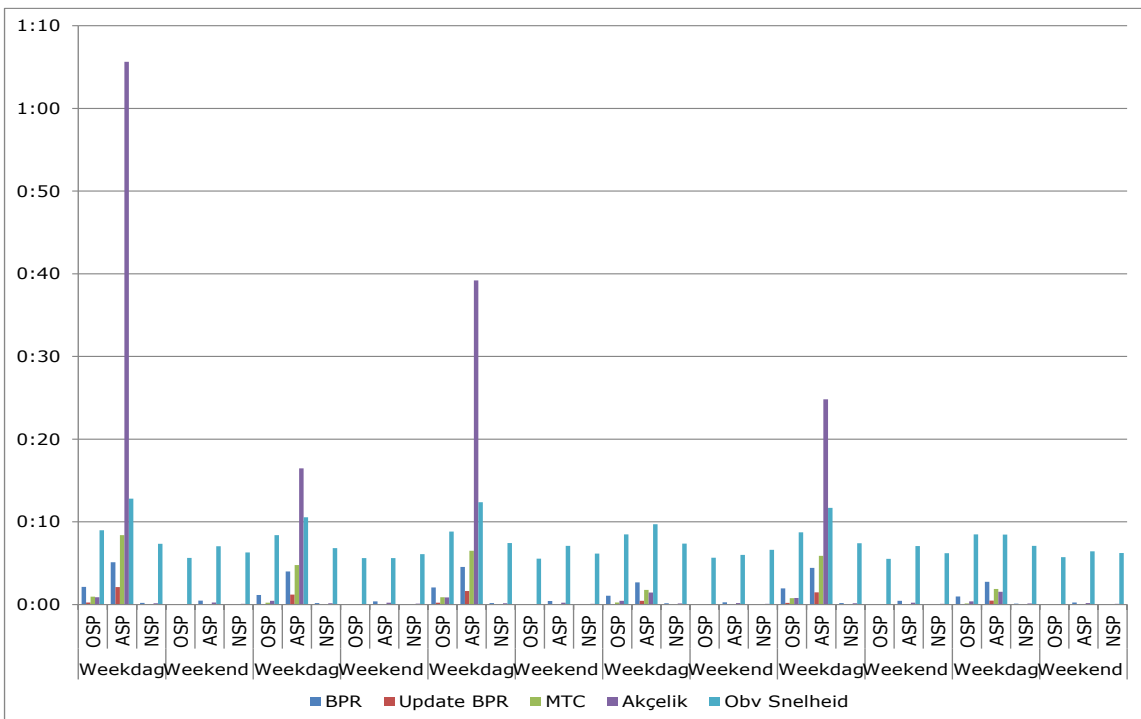
E19 Brussel -Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	4	1	3	0	4	3	1	0
	2004	4	2	2	0	4	3	1	0
	2005	4	2	2	0	4	3	1	0
vakantie	2003	3	2	2	1	3	3	1	1
	2004	3	3	1	1	3	3	1	1
	2005	3	2	2	1	3	3	1	1

Tabel 26: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E19 Brussel – Antwerpen

Richting Antwerpen zijn er tijdens de avondspits in de werkmaanden de hoogste verliestijden te vinden (Figuur 42). Hier overstijgt de Akçelik-functie telkens de verliestijd op basis van snelheid. Tijdens de avondspits in 2003 buiten de vakantie is de gemiddelde verliestijd volgens de Akçelik-functie 25 seconden. Over een traject van 1 kilometer wil dit zeggen dat de duur bijna verdubbeld is ten opzichte van de reistijd tijdens een onbelast netwerk. Indien er wordt gezocht naar het maximale verlies op een bepaalde locatie, komt deze uit op 1 minuut en 5 seconden (Figuur 43). Afhankelijk van de precieze locatie varieert de verliestijd.

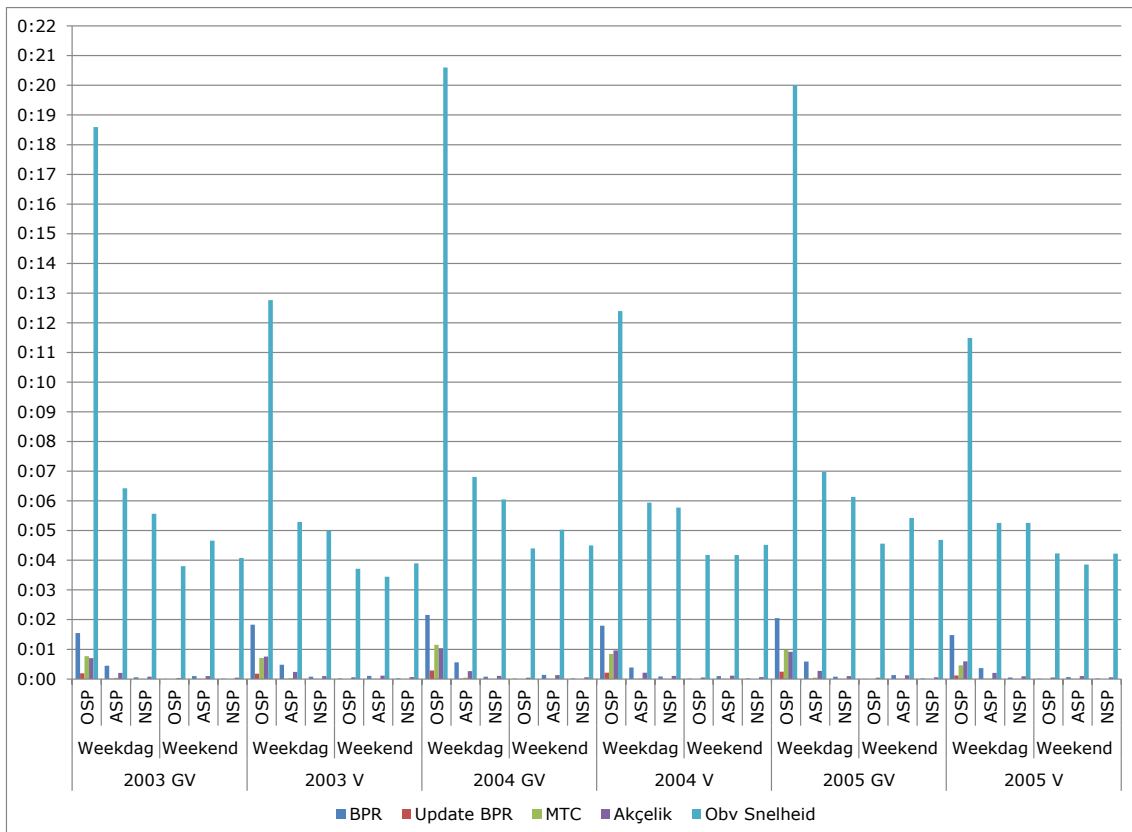


Figuur 42: Verliestijden route E19 Brussel – Antwerpen



Figuur 43: Maximale verliestijd route E19 Brussel – Antwerpen

Voor de andere rijrichting ziet het beeld er heel anders uit. Hier overheersen de verliestijden op basis van snelheid. Vooral tijdens de ochtendspits is er sprake van verliestijd. Tijdens de werkmaanden gaat deze boven de 18 seconden wat wil zeggen dat het afleggen van een kilometer gemiddeld 48 seconden duurt. Van de andere modellen komt de BPR-functie het hoogst maar is nog steeds opmerkelijk lager dan de verliestijden op basis van snelheid. De hoogste berekende waarde ligt op 24 seconden. Er is dus geen grote variatie in verliestijden in deze rijrichting.



Figuur 44: Verliestijden route E19 Antwerpen - Brussel

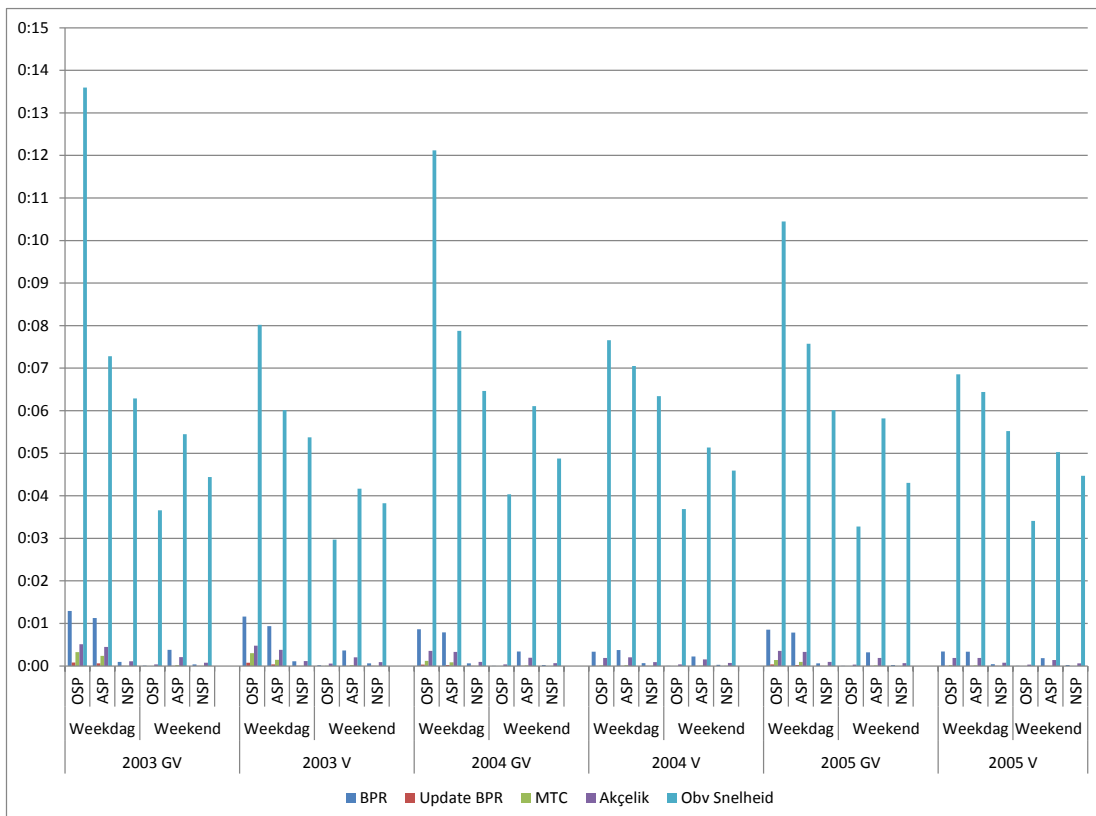
7.2.1.5 E313 Antwerpen - Geel

De E313 heeft regelmatig te kampen met file en kent daarom ook enkele filelocaties. Afhankelijk van de rijrichting is het een ochtend- of een avondspitsfilelocatie. Sommige locaties hebben tijdens beide spitsen last van files. Daarom worden er bepaalde verliestijden verwacht.

E313 Antwerpen - Geel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	1	3	6	1	0	5	3	3
	2004	2	4	4	1	1	5	0	5
	2005	1	3	6	1	0	4	3	4
vakantie	2003	2	5	3	1	0	5	3	3
	2004	0	3	0	8	0	2	0	9
	2005	0	4	0	7	0	2	0	9

Tabel 27: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E313 Antwerpen - Geel

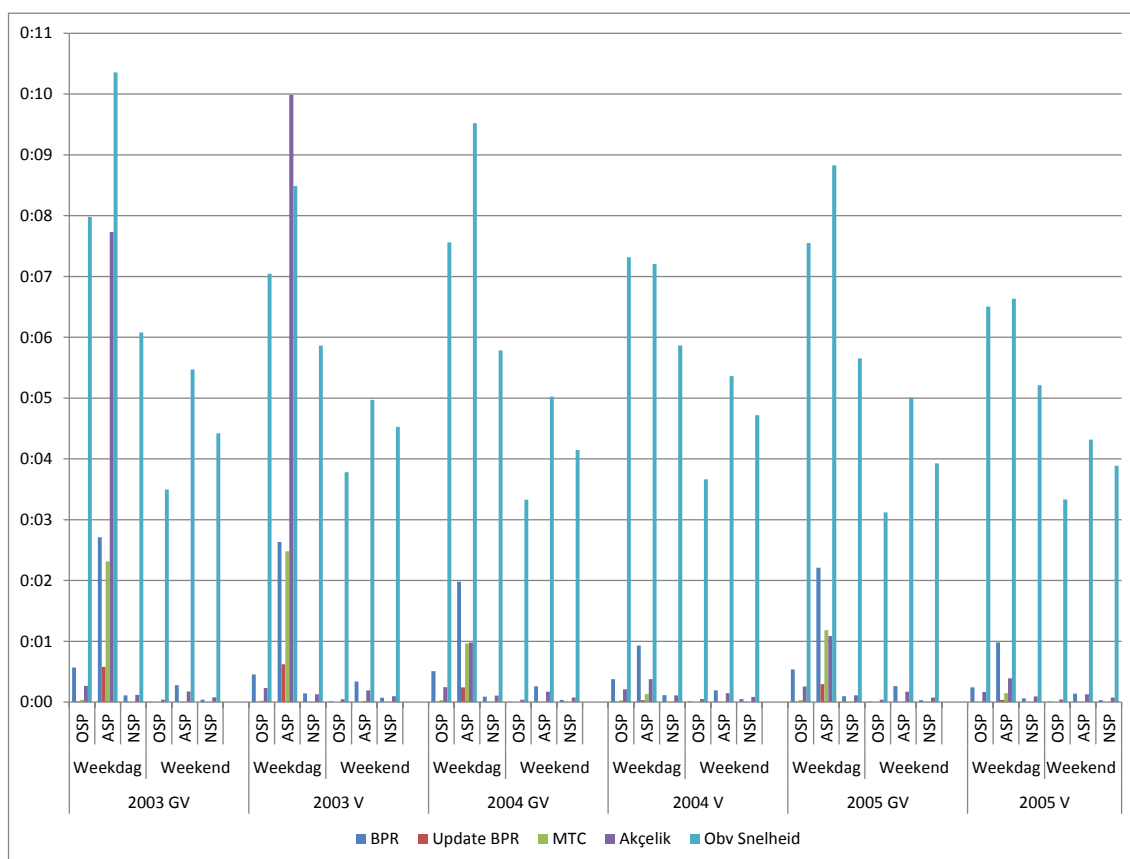
Voor de E313 wordt voor de berekeningen een opsplitsing gemaakt tussen de rijrichtingen. Er zijn 5 locaties geselecteerd richting Antwerpen en 5 richting Geel. Zoals verwacht zijn richting Antwerpen de verliestijden tijdens de ochtendspits het grootst. Per kilometer zou er een maximale verliestijd zijn van 13 en een halve seconde, indien er gewerkt wordt met de snelheden. Op basis van de modellen haalt enkel de BPR-functie een verliestijd van 1 seconde. Er kan gesteld worden dat er een onderschatting is.



Figuur 45: Verliestijden route E313 Geel - Antwerpen

Voor de rijrichting van Antwerpen naar Geel zijn de verliestijden tijdens de avondspits het grootst. Ook hier is een maximale gemiddelde verliestijd van iets meer dan 10 seconden terug te vinden. Hier zijn ook verliestijden te vinden voor de ochtendspits wat wil indiceren dat de locaties die te kampen hebben met zowel ochtend- als avondspitslocaties op de route richting Geel zijn gelegen.

Van de onderstaande figuur kan worden afgeleid dat er tijdens de avondspits van 2003 voor zowel de vakantie als daarbuiten een I/C-waarde boven de 1 aanwezig is. Voor de jaren 2004 en 2005 is dit enkel buiten de vakantiemaanden. De modellen op basis van intensiteiten komen hier namelijk opzetten. Enkel de akçelik-functie kan de resultaten op basis van snelheid 1 keer overschrijden.



Figuur 46: Verliestijden route E313 Antwerpen - Geel

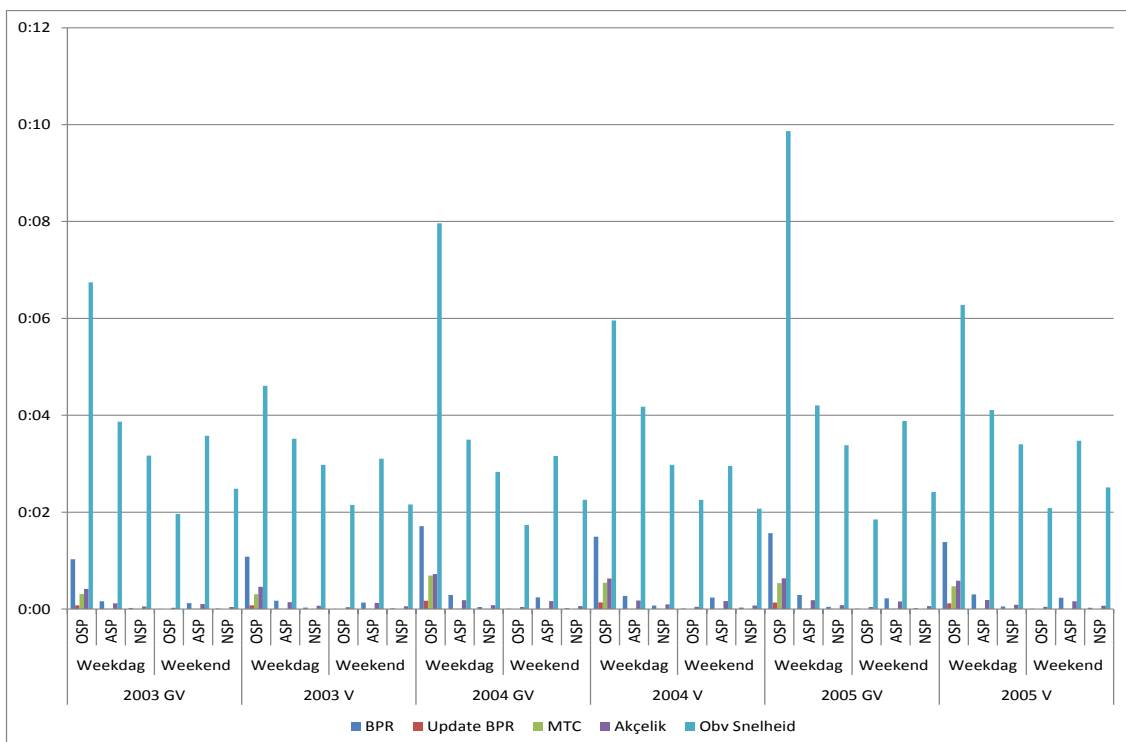
7.2.1.6 E314 Leuven – Tielt-Winge

Voor de E314 werden 8 locaties geselecteerd waarvan 5 richting Leuven. Dit deel van de E314 blijkt uit het aantal filelocaties nogal filegevoelig te zijn. Er worden dan ook verliestijden verwacht.

E314 Leuven - Tielt		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	3	4	1	0	1	4	1	2
	2004	3	4	1	0	2	3	1	2
	2005	3	2	2	1	2	1	2	3
vakantie	2003	2	5	0	1	2	5	0	1
	2004	2	3	1	2	2	4	0	2
	2005	2	3	2	1	2	2	2	2

Tabel 28: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E314 Leuven - Tielt-Winge

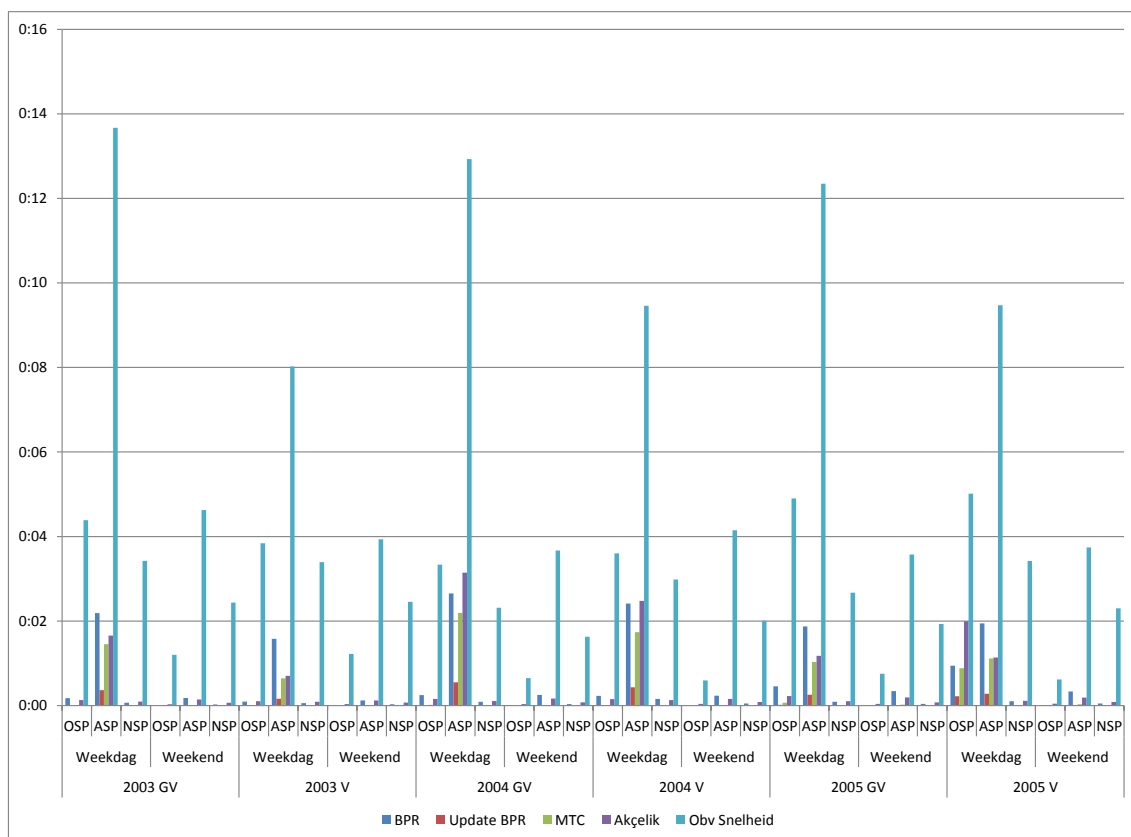
De verliestijd richting Tielt-Winge is het hoogst tijdens de ochtendspits. De modellen op basis van verliestijden leveren hier de grootste resultaten. De maximale gemiddelde verliestijd bedraagt bijna 10 seconden met een variatie tussen de verschillende locaties van 2 seconden.



Figuur 47: Verliestijden route E314 Leuven - Tielt-Winge

De andere rijrichting van Leuven naar Tielt-Winge heeft tijdens de avondspits de grootste verliestijden. Met een maximale verliestijd van gemiddeld bijna 14 seconden, ligt de verliestijd hoger dan bij de andere rijrichting. Ook de variatie tussen de verschillende locaties is met 11 seconden groter dan bij de andere

rijrichting. Dat de locatie ook meer last heeft van files is te zien aan de waarden van de modellen die zich baseren op intensiteiten. Deze zijn ook hoger dan bij de andere rijrichting waardoor er een hogere intensiteit kan worden afgeleid. Toch overheersen de resultaten op basis van snelheid nog steeds.



Figuur 48: Verliestijden route E314 Tielt-Winge - Leuven

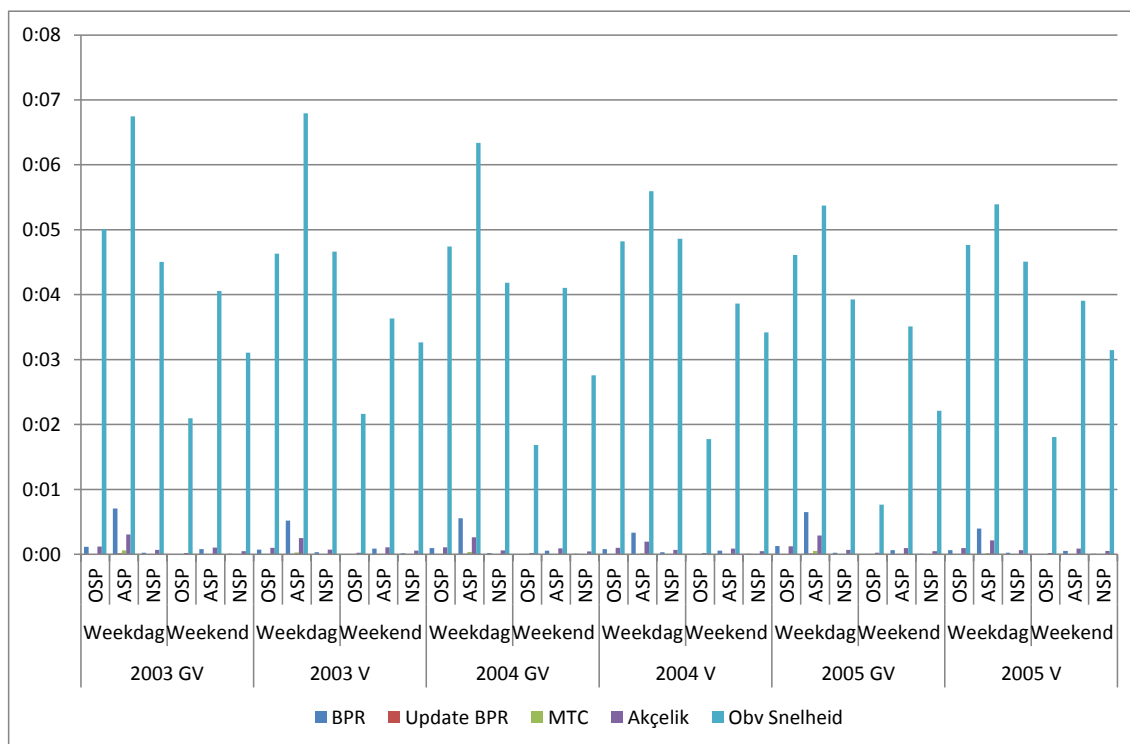
7.2.1.7 E34 Antwerpen – Turnhout

De locaties die geselecteerd werden voor de E34 zijn volgens de berekeningen geen filelocaties. Drie van de 5 locaties gaan richting Turnhout en de 2 andere richting Antwerpen. Op basis van het aantal filelocaties worden geen grote verliestijden verwacht.

E34 Antwerpen - Turnhout		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	0	0	5	0	0	0	5
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5
vakantie	2003	0	0	0	5	0	0	0	5
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5

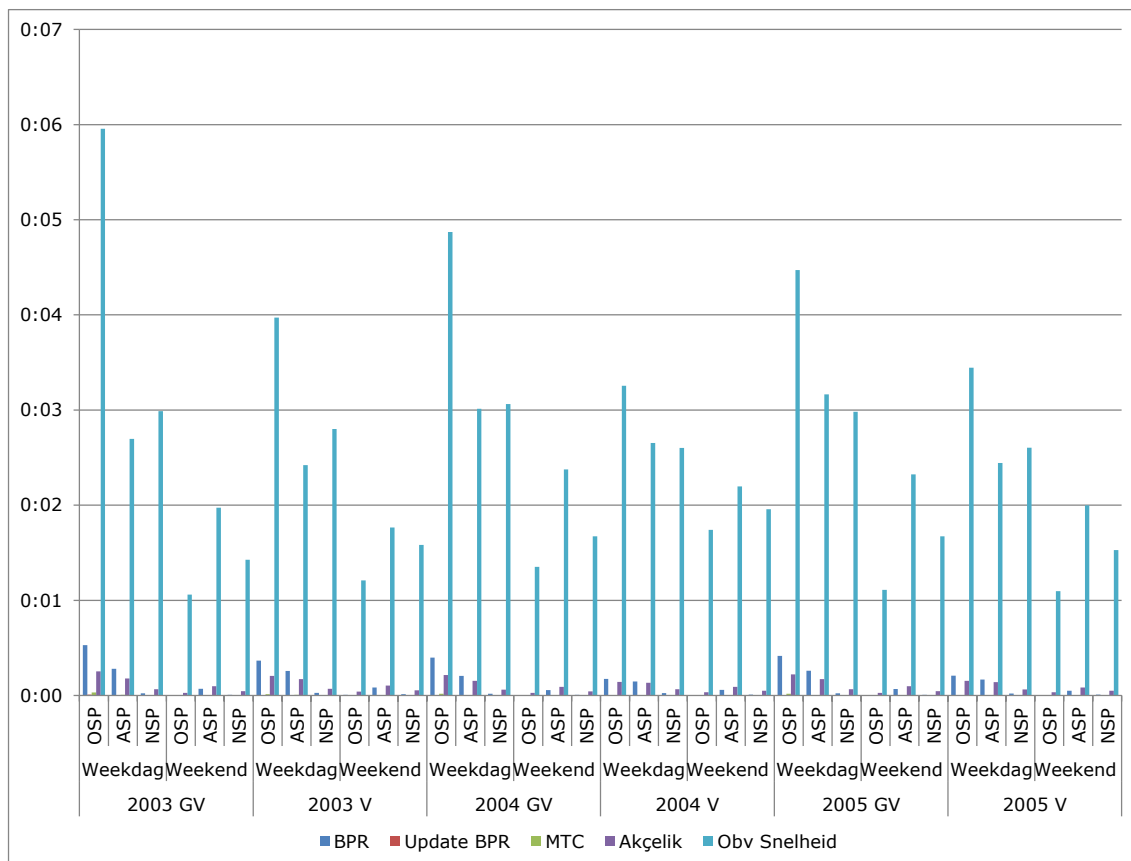
Tabel 29: Verdeling filelocaties E34 Antwerpen – Turnhout

Hier worden de hoogste verliestijden berekend door het model dat zich op de snelheid baseert. Via zowel dit model als de modellen op basis van snelheid kan worden afgeleid dat de avondspits meer verkeer kent dan de andere momenten van de dag. De hoogste gemiddelde waarde is 7 seconden terwijl de modellen op basis van intensiteiten de 1 secondegrens niet overschrijden. De grootste waarde die werd berekend is 10 seconden waardoor er een variatie van 3 seconden bestaat tussen de verschillende locaties.



Tabel 30: Verliestijden route E34 Antwerpen – Turnhout

Voor andere richting is de zichtbare ochtendspits geen verrassing. Zoals al eerder aangegeven zijn de wegen naar Antwerpen ochtendspitsgevoelig. De maximale gemiddelde verliestijd is 6 seconden. Daarmee ligt het lager het maximale gemiddelde op de andere rijrichting. De selectie van de locaties zijn hier de oorzaak van. Ook hier valt op te merken dat het model op basis van snelheid een hoger resultaat geeft dan de andere modellen. Enkel tijdens de ochtendspits komen de andere opzetten, maar halen de 1 secondegrens niet.



Figuur 49:Verliestijden route E34 Turnhout - Antwerpen

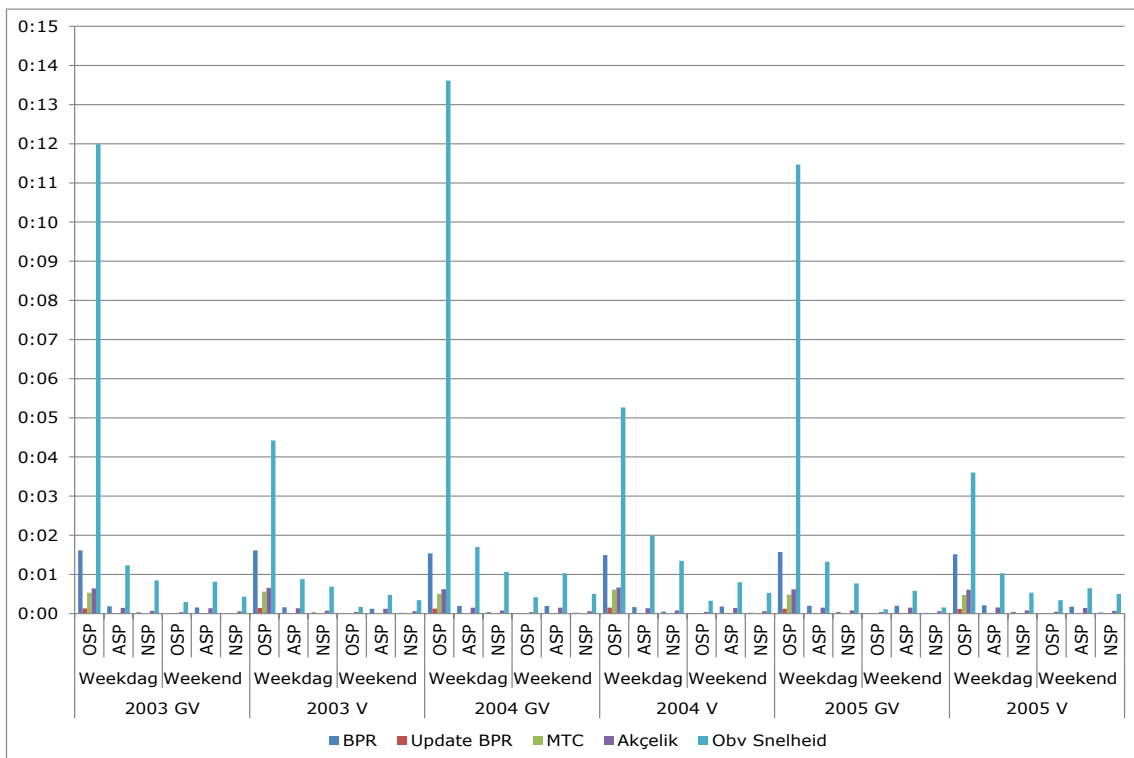
7.2.1.8 E40 Brussel – Leuven

Zoals uit onderzoek blijkt, is de as Brussel – Leuven zeer filegevoelig. Dit blijkt ook uit de berekeningen. Van de 8 geselecteerde locaties zijn er 7 die als filelocatie worden bestempeld. 4 van de locaties zijn ochtendspitslocaties en gaan richting Brussel. De andere gaan richting Leuven. Hiervan hebben zijn er 3 die onder de categorie avondspits vallen. Er moet dus een goed verschil zichtbaar zijn tussen de verliestijden in de ochtendspits en andere momenten richting Brussel enerzijds en anderzijds tussen de avondspits en andere momenten richting Leuven.

E40 Brussel - Leuven		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	4	3	0	1	4	3	0	1
	2004	4	3	0	1	4	3	0	1
	2005	4	3	0	1	4	3	0	1
vakantie	2003	4	3	0	1	4	3	0	1
	2004	0	4	1	3	0	4	1	3
	2005	4	3	0	1	4	3	0	1

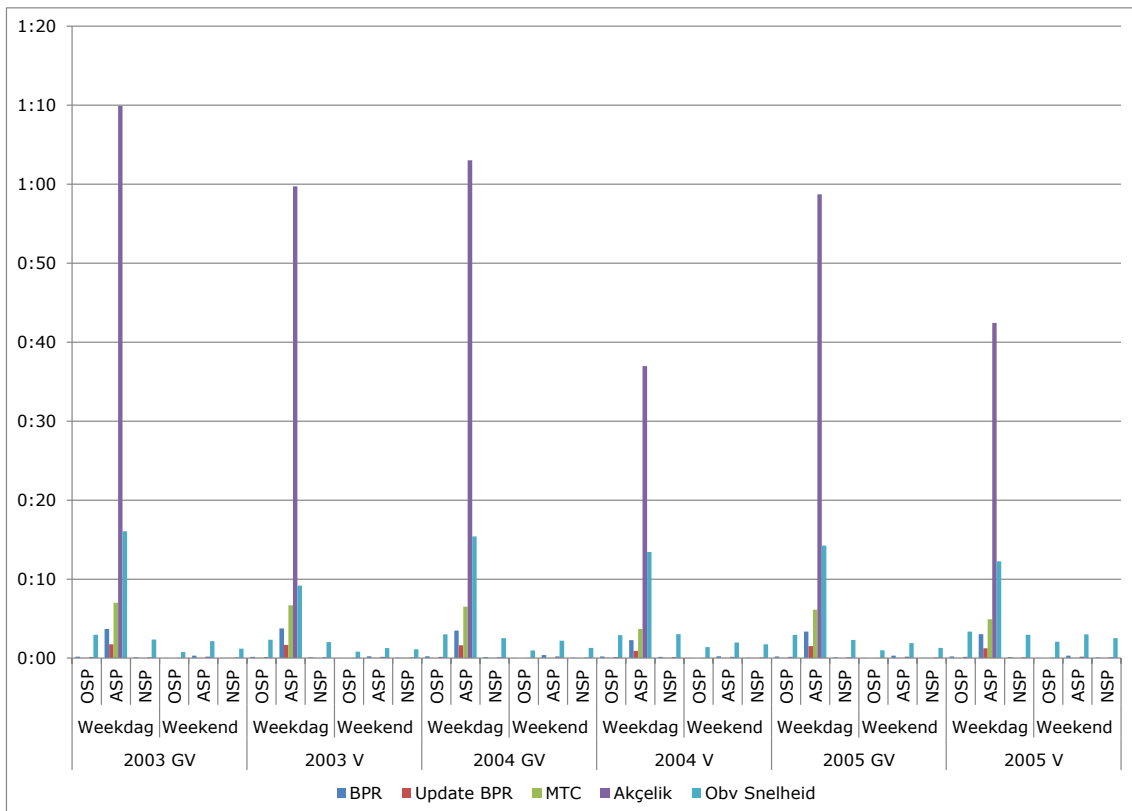
Tabel 31: Verdeling filelocaties route E40 Brussel – Leuven

Zoals verwacht zijn er voor de ochtendspits hogere verliestijden op te meten dan tijdens de andere momenten van de dag voor deze rijrichting. Vooral in de weekdagen is er last van verlies in tijd. De modellen die zich baseren op intensiteiten hebben ongeveer dezelfde hoogte in de ochtendspits wat wil zeggen dat er gedurende alle periodes eenzelfde gemiddelde I/C-waarde aanwezig was tijdens de ochtendspits. De verliestijden op basis van snelheid verschillen harder. Hiermee wordt de indicatie gegeven dat intensiteiten weinig invloed hebben op de snelheid. De hoogste verliestijd die wordt bekomen bedraagt 19 seconden.



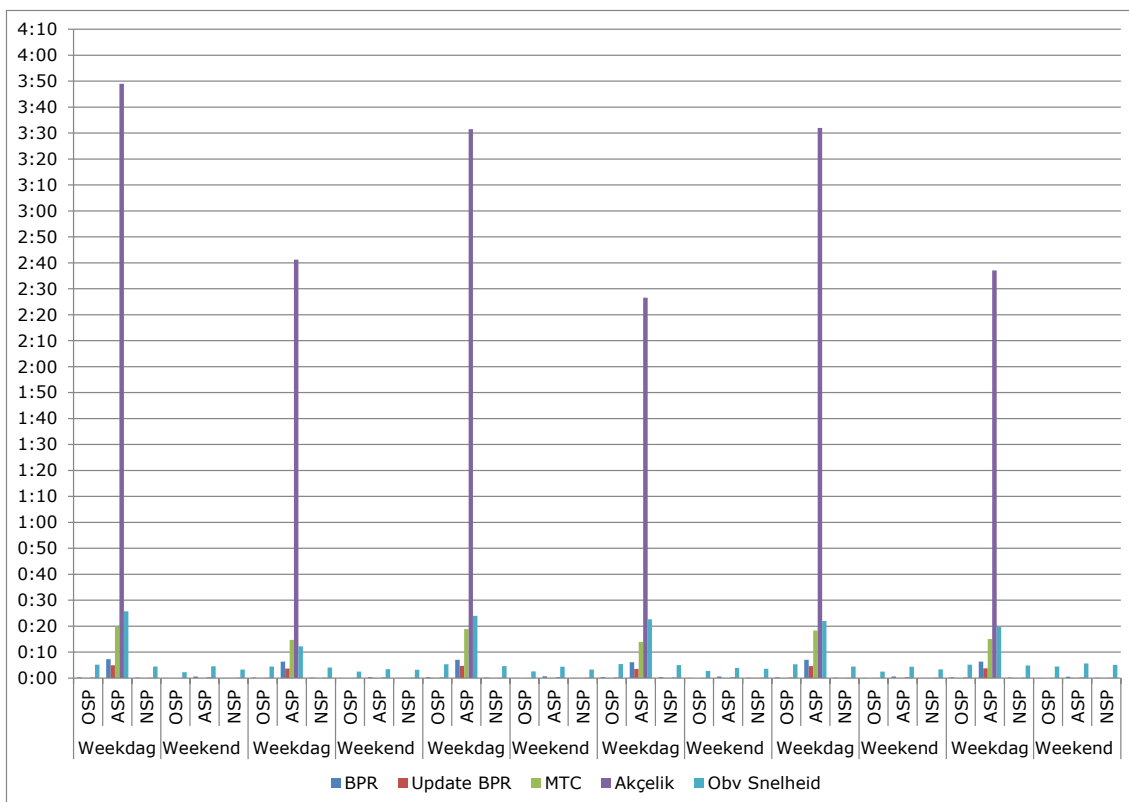
Figuur 50: Verliestijden route E40 Leuven - Brussel

Voor de rijrichting Brussel – Leuven zijn de verwachte avondspitsen duidelijk te zien op onderstaande figuur. Ten opzichte van de andere rijrichting is er nog een tweede tegenstelling te vinden. De verliestijd op basis van snelheid is over de jaren ongeveer gelijk, terwijl aan de hand van de andere modellen te zien is dat deze verschillen doorheen de tijd. Hiermee wordt de indicatie gegeven dat de verschillen in intensiteit weinig invloed hebben op de snelheid. De Akçelik-functie is de enige die de resultaten op basis van snelheid overschrijdt. De andere modellen zorgen voor een onderschatting aangezien ze lager liggen dan de berekende verliestijden op basis van snelheid dat al een onderschatting is.



Figuur 51: Verliestijden route E40 Brussel – Leuven

Volgens de Akçelik-functie is er een maximale gemiddelde verliestijd van 1 minuut en 10 seconden per kilometer tijdens de avondspits. Dit wil zeggen dat er 3 keer langer over een kilometer wordt gereden dan op een vrije baan. Voor een locatie liep deze maximale verliestijd volgens de Akçelik-functie zelfs op tot 3:49 minuten (Figuur 52).



Figuur 52: Maximale verliestijden route E40 Brussel - Leuven

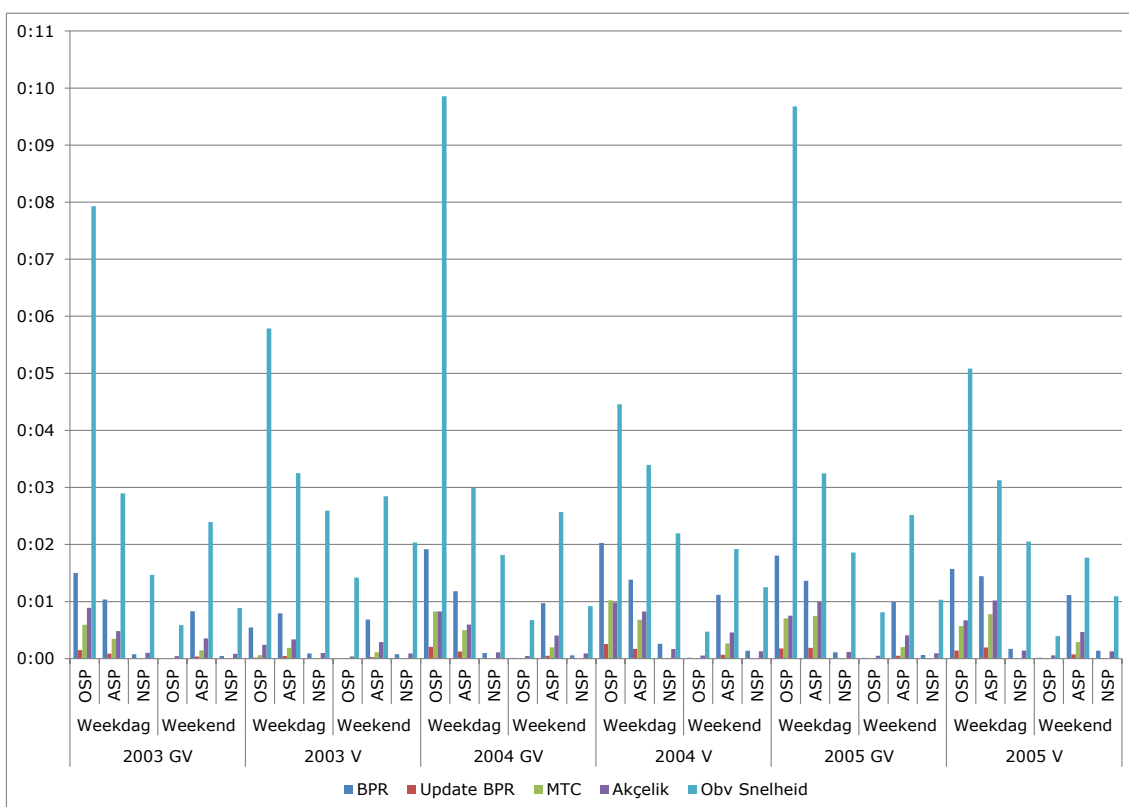
7.2.1.9 E40 Gent- Brussel

Voor dit deel van de E40 zijn 14 locaties geselecteerd die netjes verdeeld zijn over de rijrichtingen. Zowat alle locaties hebben te kampen met filecondities zoals te zien is in onderstaande tabel. Zoals eerder al werd aangehaald heeft deze route door de week veel pendelaars te verwerken en op zondagavond nog veel kustbezoekers die terug naar huis gaan. Op basis van het aantal filelocaties worden verliestijden verwacht gedurende de spitsen.

E40 Gent- Brussel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	3	5	6	0	1	5	7	1
	2004	4	4	6	0	2	5	7	0
	2005	3	4	7	0	2	5	7	0
vakantie	2003	2	4	8	0	2	4	8	0
	2004	2	4	8	0	2	4	8	0
	2005	0	1	0	2	0	2	0	1

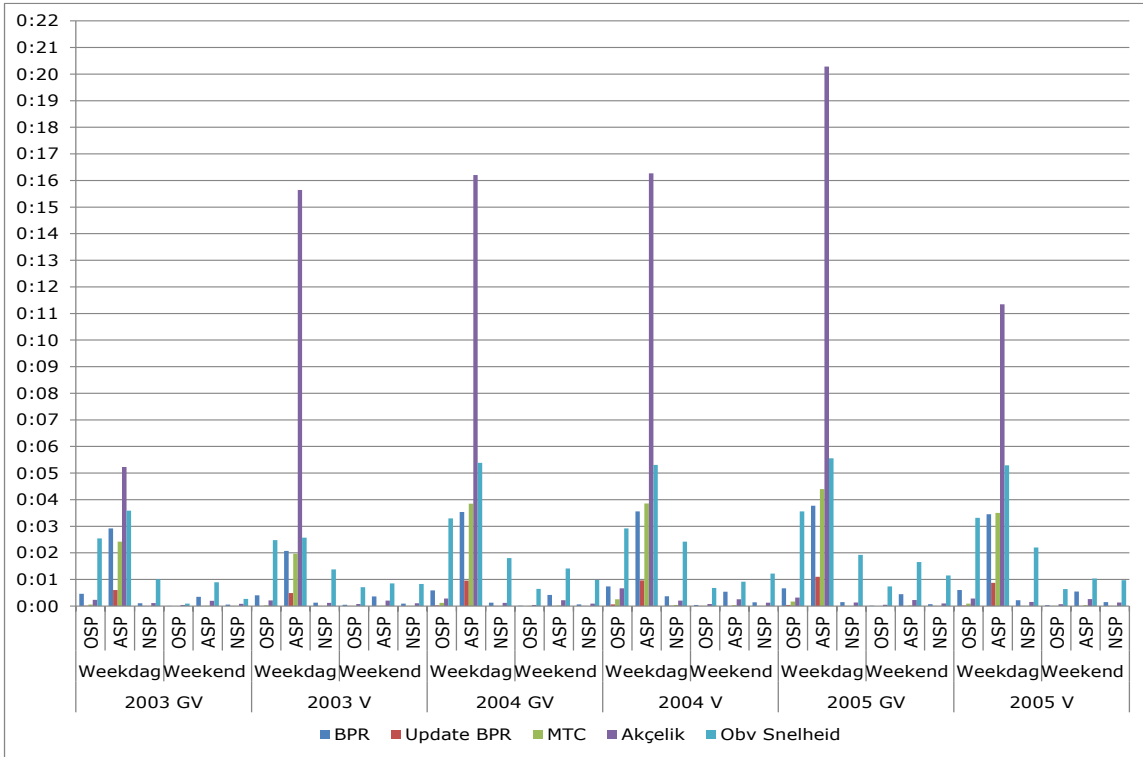
Tabel 32: Verdeling filelocaties route E40 Gent - Brussel

Naar verwachting is er op weekdays tijdens de ochtendspits richting Brussel een hogere verliestijd te vinden dan op andere momenten. Dit gemiddelde loopt maximaal op tot 10 seconden per kilometer. De hoogste verliestijd op een bepaalde locatie bedraagt 22 seconden wat wil zeggen dat er bijna dubbel zo lang over een bepaalde kilometer wordt gereden dan op een vrije baan. Daarnaast is ook de tijdens de avondspits in het weekend een grotere verliestijd te vinden dan op de andere momenten tijdens het weekend. Er kan gesteld worden dat de resultaten van de modellen op basis van intensiteiten in dit geval een onderschatting zijn.

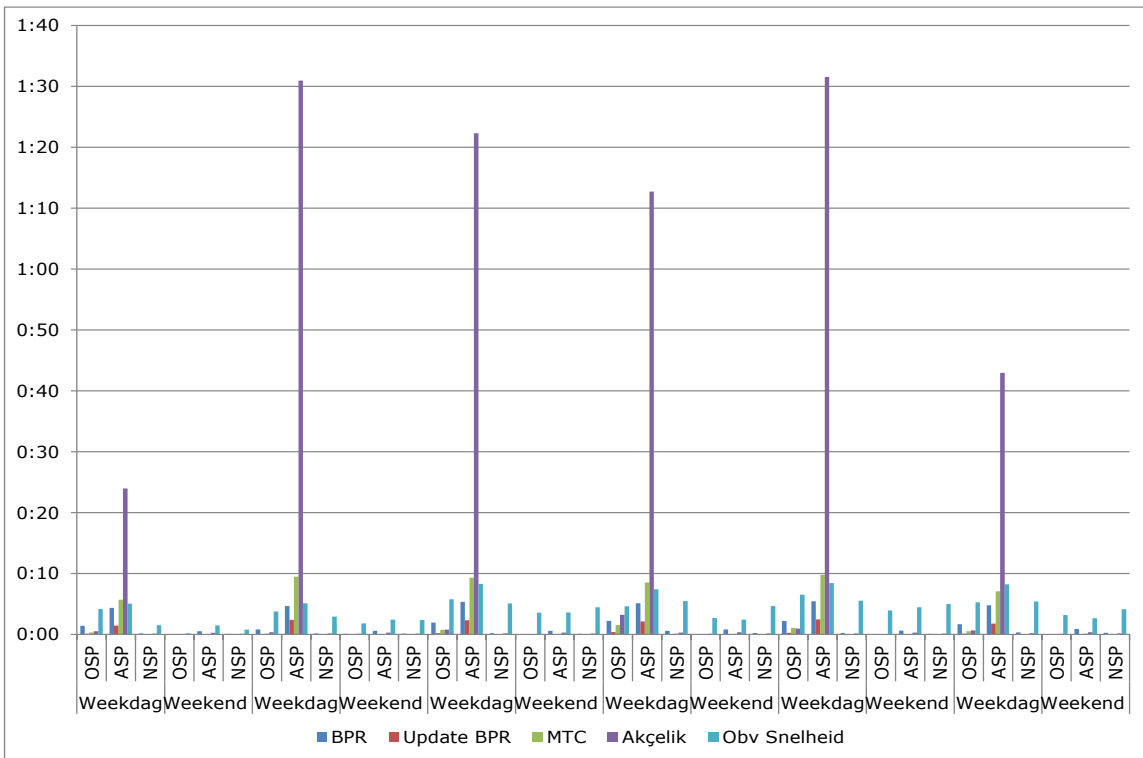


Figuur 53: Verliestijden route E40 Gent – Brussel

Voor het verkeer richting Gent is er een ander patroon te zien. Hier zijn voornamelijk verliestijden tijdens de doordeweekse avondspits. De hoogste waarden worden hier met de Akçelik-functie berekend in tegenstelling tot de andere rijrichting waar het model op basis van snelheid de hoogste waarde gaf. Dit wil zeggen dat er een grotere I/C-waarde is in de avondspits richting Gent. De gemiddelde maximale verliestijd is 20 seconden per kilometer. Voor een locatie loopt deze verliestijd per kilometer zelfs op naar 1:40 minuten.



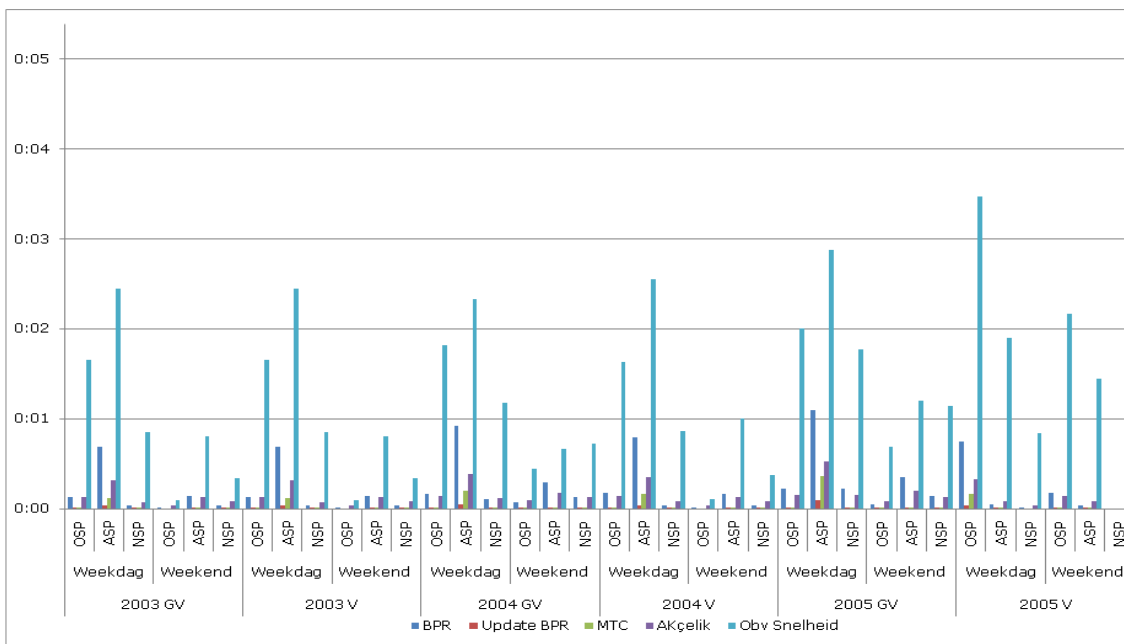
Figuur 54: Verliestijden route E40 Brussel - Gent



Figuur 55: Maximale verliestijden route E40 Brussel - Gent

7.2.1.10 E40 Gent - Oostende

Deze route is gelegen op de E40 tussen de steden Gent en Oostende. Deze route kan ook de ontspanningsroute worden genoemd. Onderstaande figuur weergeeft de verliestijden volgens de verschillende modellen en op basis van snelheden. Ook hier valt op te merken dat de 4 modellen die zich baseren op stromen een gemiddelde verliestijd van maximaal 1 seconde geven. Op basis van de snelheden wordt er een gemiddelde verliestijd van maximaal 3 en een halve seconde weergegeven. Op basis van de verliestijden kan er gesteld worden dat deze route meer verkeer moet verwerken tijdens de avondspits dan op de andere momenten van de dag. Voor de weekdays tijdens de niet vakantie kan dit ook door de modellen op basis van verkeerstellingen worden bevestigd. Tijdens deze avondspitsen komen de verliestijden overeen met een I/C waarde van maximaal 0,55. Op weekdays is er ook een verlies tijdens de ochtendspits te vinden.



Figuur 56: Verliestijden route E40 Gent - Oostende

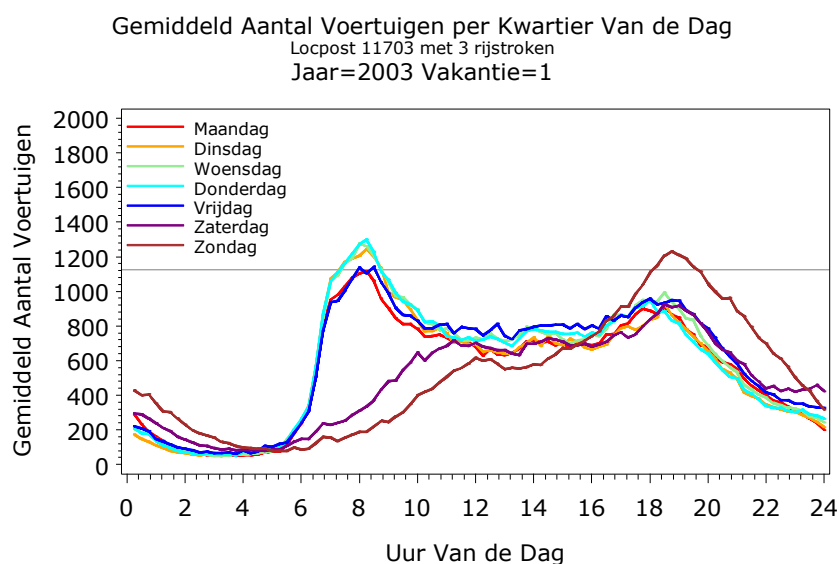
7.2.1.11 E411 Brussel – Overijse

Op de route van Overijse naar Brussel zijn 2 locaties geselecteerd die beide dezelfde richting hebben. Beide locaties geven ongeveer dezelfde resultaten weer bij het bepalen van de filelocaties. Bij het bekijken van de resultaten blijkt er maar 1 dag te zijn waar de avondspits minstens een uur duurt. Dit blijkt ook uit het profiel van een van de locaties zoals te zien is op Figuur 57. Op basis van het

profiel kan er gesteld worden dat het verkeer op zondag van de E40 Oostende – Gent, ook verder rijdt over deze route.

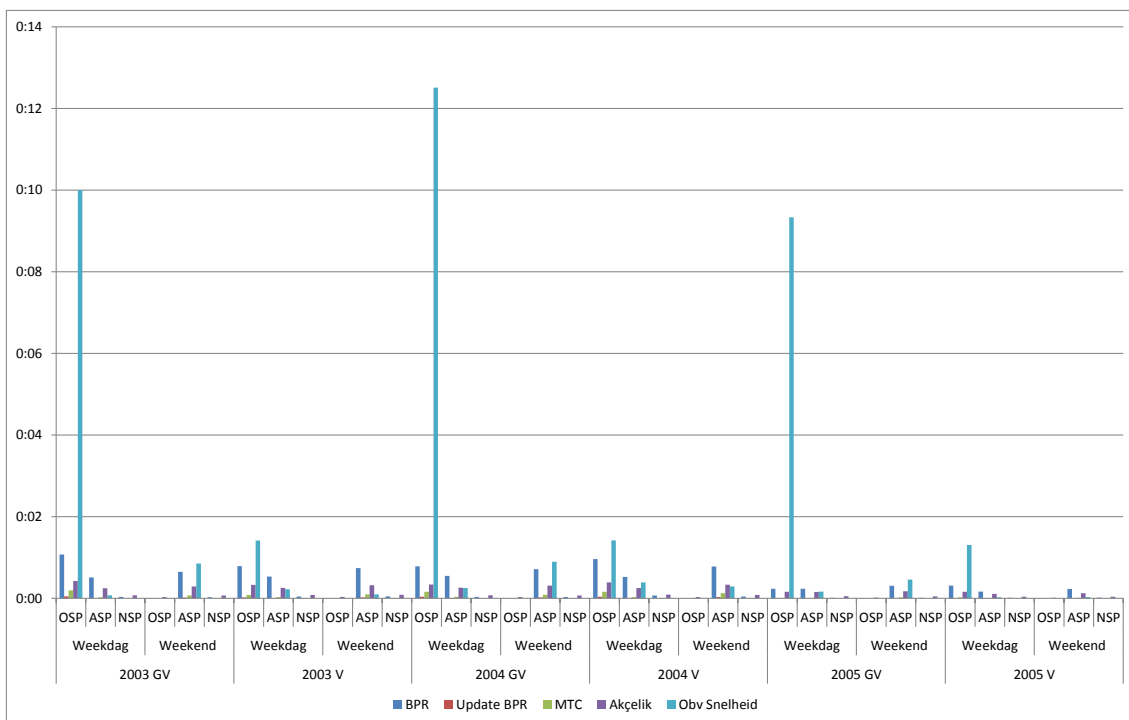
E411 Brussel - Overijse		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	1	1
	2004	2	0	0	0	0	0	1	1
	2005	2	0	0	0	0	0	2	0
vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	2	0
	2004	2	0	0	0	0	0	2	0
	2005	1	0	0	1	0	0	0	2

Tabel 33: Aantal filelocaties volgens beide methoden: E411 Brussel - Overijse



Figuur 57: Profiel Wetteren richting Wetteren afrit

Ook in dit geval berekent het model op basis van snelheid de hoogste resultaten. Tijdens de ochtendspits buiten de vakantie loopt de gemiddelde verliestijd op tot 12 en een halve seconde. De maximale waarde is gelijk aan 21 seconden. Voor de modellen op basis van intensiteiten is de 1 secondegrens de maximale waarde.



Figuur 58: Verliestijden E411 Brussel - Overijse

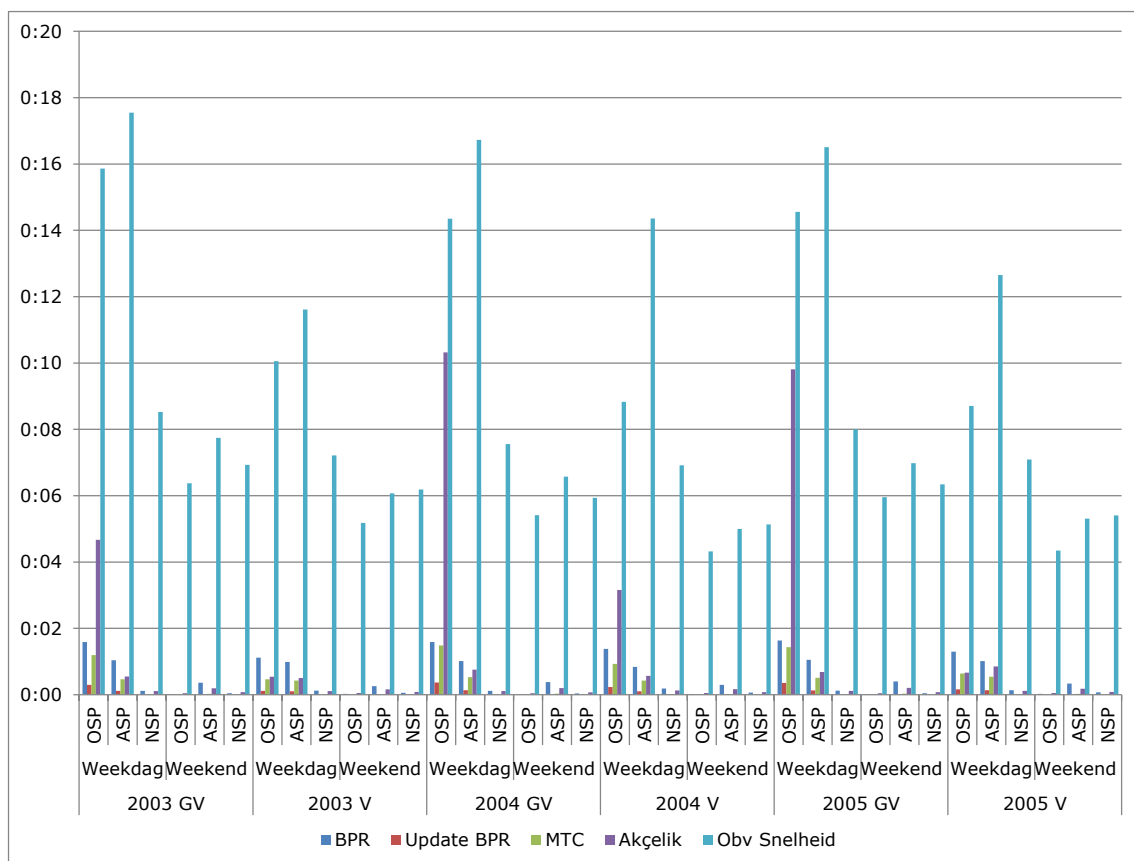
7.2.1.12 R0 Brusselse Ring

Voor de Brusselse Ring wordt onderscheid gemaakt tussen de Binnenring en de Buitenring. De berekeningen voor de Binnenring baseren zich op 8 locaties en de buitenring op 13 locaties. Ondanks de grote fileproblematiek op de Brusselse Ring zijn er nog locaties die niet bestempeld worden tot filelocatie. Op basis van onderstaande tabel worden er verliestijden verwacht, die mogelijk laag kunnen zijn als gevolg van de samenvoeging met de niet filelocaties.

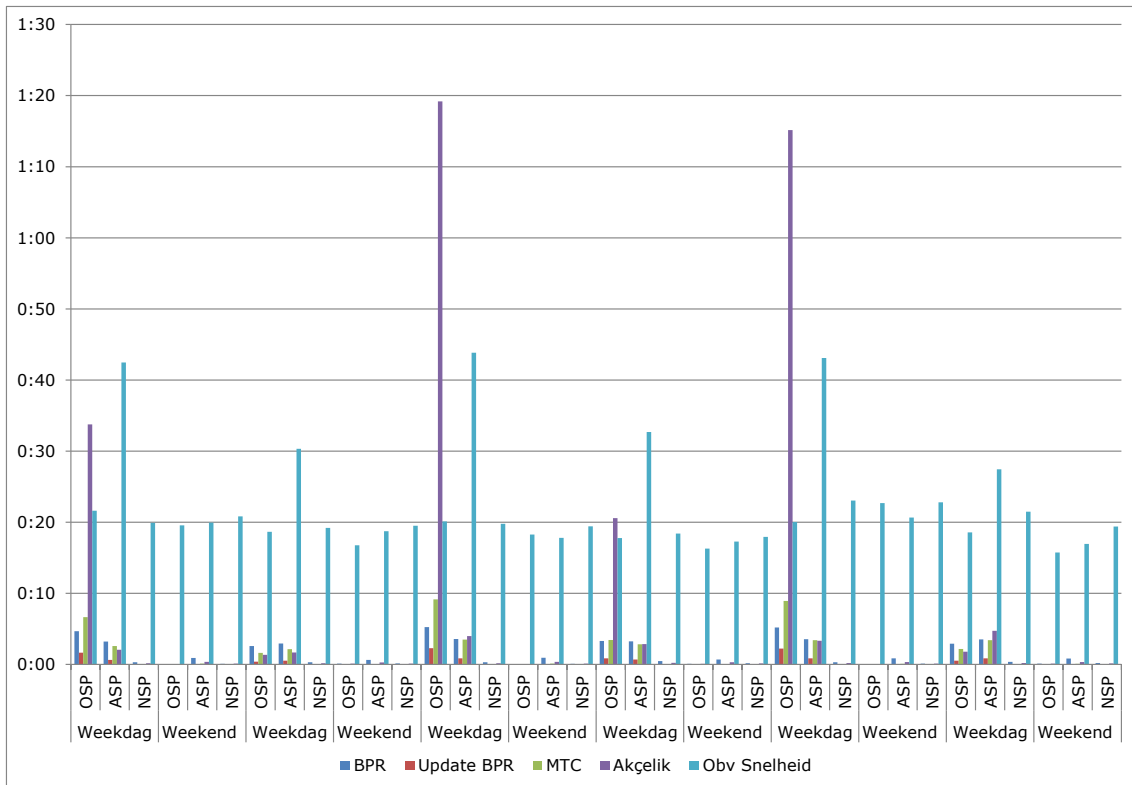
R0 Ring Brussel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	5	1	7	8	4	1	7	9
	2004	4	1	7	9	4	1	7	9
	2005	5	1	7	8	6	2	5	8
vakantie	2003	3	1	7	12	1	2	6	12
	2004	2	2	6	11	1	2	6	12
	2005	3	1	6	11	3	1	6	11

Tabel 34: Verdeling filelocaties voor beide methoden: R0 Brusselse Ring

De Binnenring van Brussel heeft een opmerkelijk patroon dat duidelijk aangeeft dat de relatie tussen snelheidsverlies en intensiteit geen eenduidige relatie is. Op basis van de verliestijden worden de hoogste gemiddelde waarden berekend tijdens de avondspitsen. Terwijl aan de hand van de andere modellen te zien is dat er meer verkeer is tijdens de ochtendspits. De hoogste gemiddelde waarde is 17 seconden wat wil zeggen dat het afleggen van een kilometer de helft langer duur dan op een vrij netwerk. Bij het bekijken van de maximale verliestijden valt op te merken dat er locaties zijn waar de Akçelik-functie de verliestijd op basis van snelheid overschrijdt. De maximale verliestijd voor deze locatie bedraagt 1 minuut en 19 seconden.

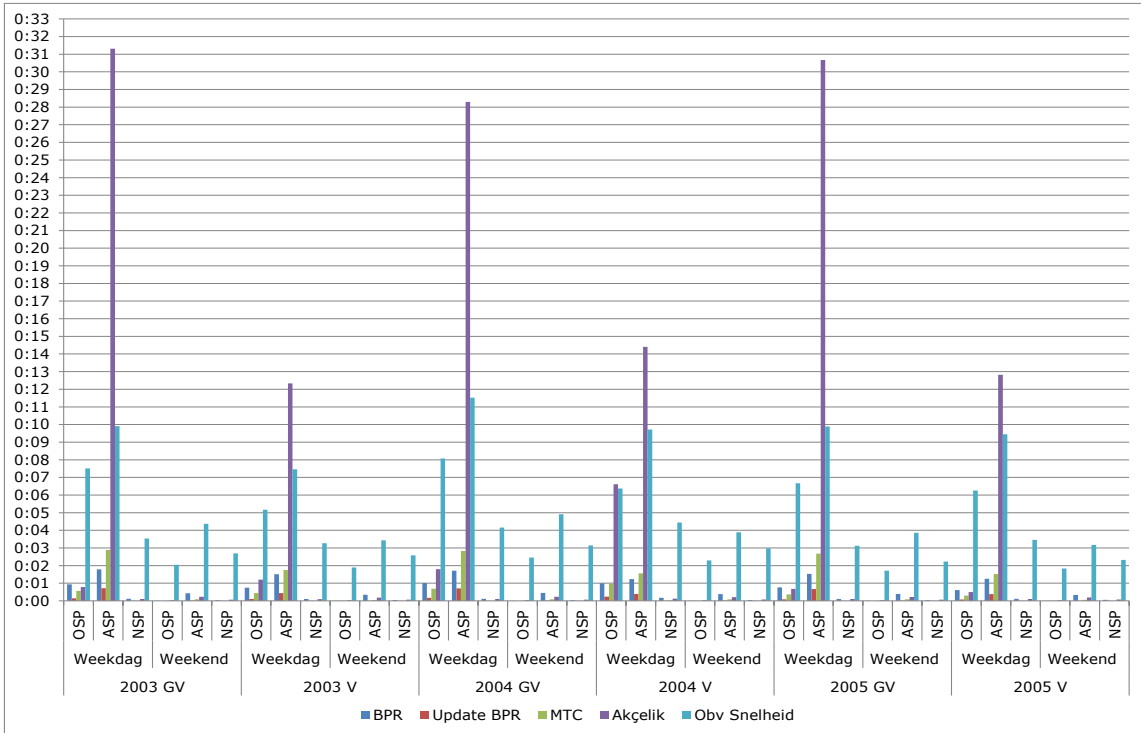


Figuur 59:Verliestijden route R0 Brusselse Binnenring

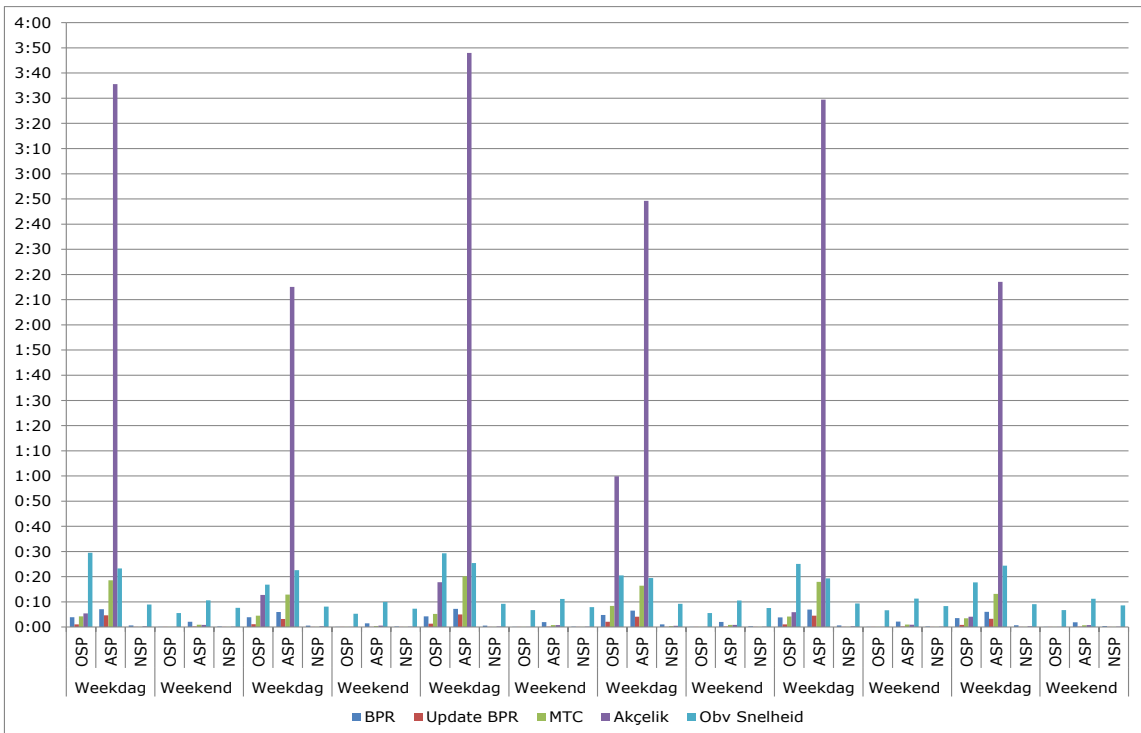


Figuur 60: Maximale verliestijden route R0 Brusselse Binnenring

Voor het berekenen van de gemiddelde verliestijden op de buitenring wordt gebruik gemaakt van 13 locaties. De Buitenring heeft vooral in de avondspits te kampen met hoge I/C-waarden waardoor de modellen op basis van intensiteiten hoge verliestijden weergeven. Hier worden de hoogste gemiddelde waarden berekend door het Akçelik-model en deze waarde bedraagt 31 seconden per kilometer. Dit houdt in dat de duur om de kilometer af te leggen het dubbele is van de reistijd tijdens onbelast netwerk. De hoogst berekende verliestijd op de Brusselse Buitenring is 3:49 minuten voor een kilometer. Opvallend is dat de gemiddelde verliestijden op basis van snelheid dicht bij elkaar liggen ondanks de grote verschillen in I/C-waarden.



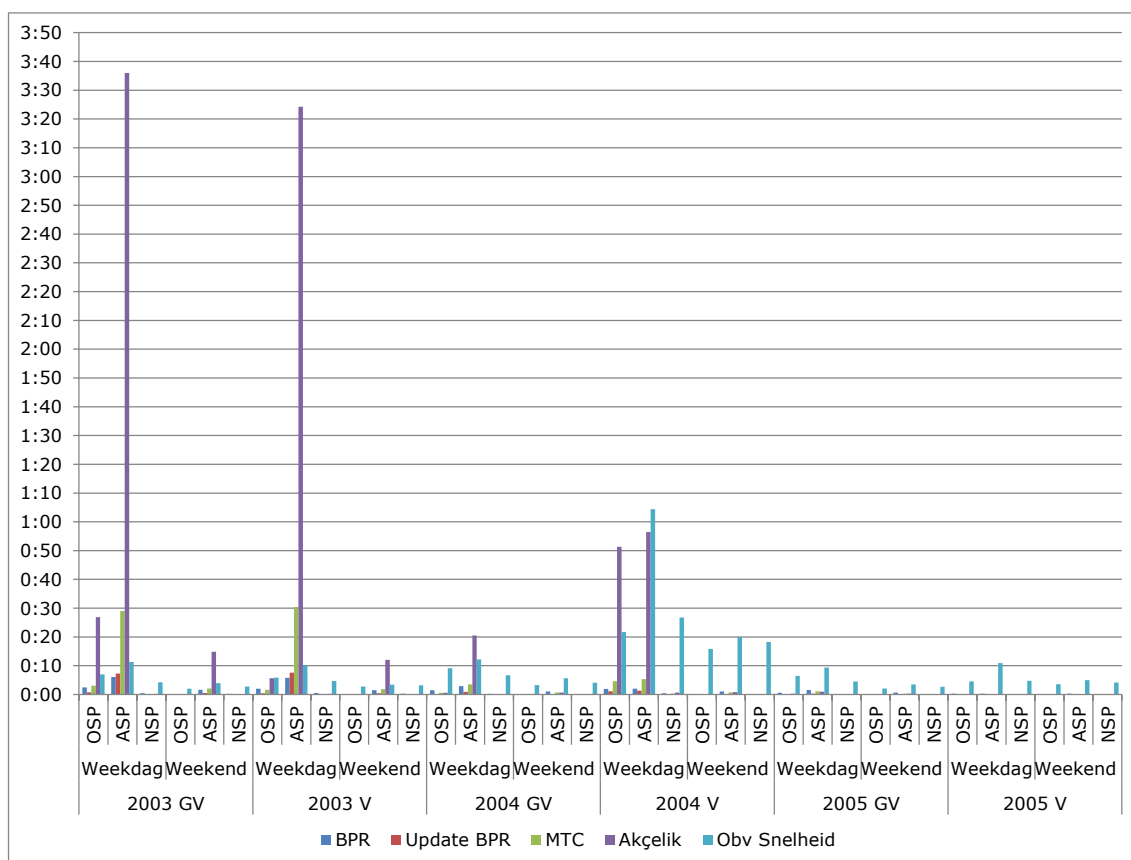
Figuur 61: Verliestijden route R0 Brusselse Buitenring



Figuur 62: Maximale verliestijden route R0 Brusselse Buitenring

7.2.1.13 R1 Antwerpse Ring

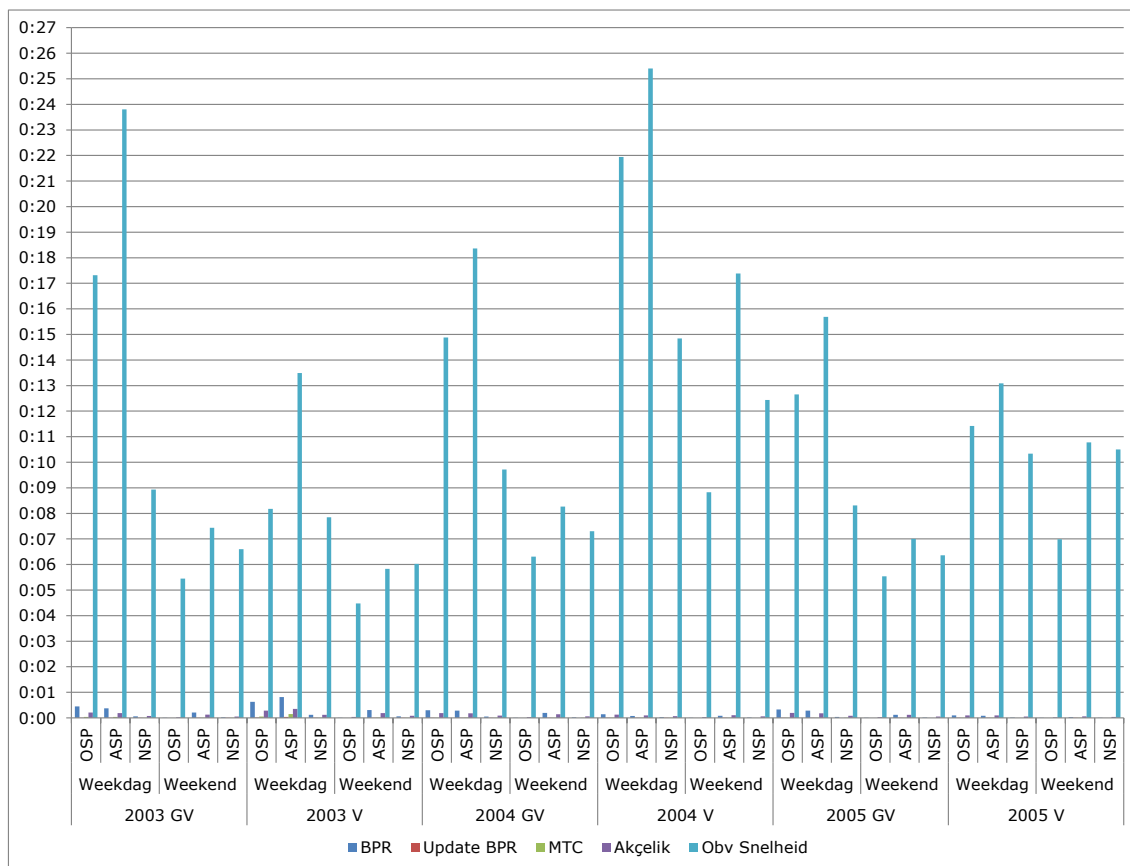
Ook op Antwerpse Ring zijn er 2 rijrichtingen terug te vinden. 4 locaties zijn op de zogenaamde Binnenring te vinden en 3 op de Buitenring. De geselecteerde locaties op de Binnenring, hebben in 2004 en 2005 hinder ondervonden door de werken op de Ring. Daardoor zijn de waarden van deze locaties niet representatief. Enkel de waarden van 2003 zouden nog van dienst kunnen zijn. Hieruit blijkt dat er op basis van de Akçelik-functie de hoogste waarden worden bekomen met een maximaal gemiddelde van 3:35 minuten. Op basis van de snelheden is er een verliestijd van maximaal 10 seconden wat een onderschatting zal zijn door het vele verkeer.



Figuur 63: Verliestijden route R1 Antwerpse Binnenring

De locaties voor de Buitenring vielen toevalligerwijs buiten de werken en is daardoor representatiever dan de Binnenring. Toch moet er gesteld worden dat de werken wel een invloed hebben gehad op de verkeersstromen. Dit wordt bevestigd bij het bekijken van onderstaand figuur. De modellen op basis van intensiteiten zijn zowat onzichtbaar ondanks de dagelijkse filemeldingen voor deze route. Op basis van snelheid zijn er wel verliestijden te vinden. Tijdens de avondspits is hier de

grootste last te vinden. De hoogste gemiddelde waarde is 25 seconden wat een bijna verdubbeling van de reistijd betekend. De maximale berekende verliestijd op een bepaalde locatie is 40 seconden.



Figuur 64: Verliestijden route R1 Antwerpse Buitening

7.2.2 Algemeen

Zoals al opgemerkt bij het uitwerken van de verschillende modellen (hoofdstuk 5.2.5) is er bij lage I/C-waarden een grote kans op onderschatting van de verliestijden. Tot een I/C-waarde van 0,55 is er volgens de modellen zelfs geen verliestijd van een volledige seconde. Bij een I/C-waarde van 0,8 is er sprake van filecondities en is er volgens het BPR-model een verliestijd van 1 seconde per kilometer en bij de Akçelik-functie een verliestijd van 2 seconden. De 2 andere modellen geven hier nog steeds geen verliestijd. Met de gegeven vaststelling dat de methode op basis van snelheid een onderschatting van de verliestijden tot gevolg heeft, moet er worden vastgesteld dat de BPR-functie, de geüpdate BPR-functie en de MTC-functie ook zorgen voor onderschatting. In de voorbeelden is te zien dat

enkel de Akçelik-functie de resultaten op basis van snelheid af en toe overschrijdt. Dit gebeurt pas vanaf een I/C waarde van 0,94. Bij het bekijken van de resultaten moet in het achterhoofd worden gehouden dat de genomen capaciteit aan de lage kant is.

Daarnaast is zijn er ook enkele voorbeelden die aangeven dat de relatie tussen snelheid en intensiteit geen 1 op 1 relatie is. Zo kan de gemiddelde verliestijd op basis van snelheid ongeveer gelijk blijven bij verschillende intensiteiten. Maar het kan ook dat de intensiteit ongeveer gelijk blijft terwijl de verliestijd verschilt.

Er kan gesteld worden dat voor I/C-waarden kleiner dan 0,94 het model op basis van snelheid de beste indicatie van de verliestijd geeft ondanks de wetenschap dat het een onderschatting is. Voor I/C-waarden boven de 0,94 geeft de Akçelik-functie de beste indicatie. Ook al is dit in de meeste gevallen nog een onderschatting. Indien de relatie wordt gelegd tussen de definitie van filelocatie op basis van snelheid, is de minimale verliestijd op een filelocatie minstens 72 seconden. De 3 overige modellen zijn geen goede indicatoren voor het Vlaamse hoofdwegennet.

8 Conclusies en aanbevelingen

Voor het bepalen van filelocaties zijn 2 methodieken op basis van intensiteiten gevonden die hier worden uitgewerkt. Beide methoden kunnen gebruikt worden voor het Vlaamse hoofdwegennet. In de meeste gevallen blijkt de keuze van de methodiek geen rol van betekenis. Er zijn 2 gevallen waar de resultaten verschillen tussen beide methoden. Enerzijds zijn er de routes Gent – Brussel en Brussel – Overijse waar door de week ochtendfiles korter dan een uur plaatsvinden als gevolg van pendelaars en op zondag een avondfile langer dan een uur als gevolg van kustbezoekers die terug naar huis gaan. Anderzijds zijn er locaties waar meermaals per week files staan korter dan een uur of een eenmalige file langer dan een uur. Opmerkelijk voor deze tweede situatie is dat er geen richtlijn kan worden opgesteld om te bepalen wanneer welke methode het beste is. De reden hierachter is dat er geen relatie bestaat tussen de duur en mate van het overschrijden van de filegrens.

Naast de 2 modellen op basis van intensiteiten is ook het model op basis van snelheid uitgewerkt. Bij vergelijking van de resultaten met de literatuur kan al snel geconcludeerd worden dat de snelheden een onderschatting geven van het aantal filelocaties.

Voor het bepalen van filelocaties kan het gebruiken van de twee methoden op basis van intensiteiten tegelijk worden aangeraden. Zo komen de zware filelocaties die meermaals per week te kampen hebben met files van minstens een uur duidelijk naar voren.

Voor het bepalen van verliestijden zijn in de literatuur 4 modellen gevonden. Gegeven het feit dat de snelheden in de dataset te hoog waren en zo voor een onderschatting zorgen, blijkt dit toch een goed vergelijkingsmodel te zijn. Bij I/C-waarden onder de 0,94 blijkt geen van de modellen op basis van intensiteiten de onderschatte verliestijden op basis van snelheid te overschrijden. Voor I/C-waarden boven de 0,94 is de Akçelik-functie een betere indicator. Dit is het enige model dat de onderschatte verliestijden op basis van snelheden overschrijdt bij een I/C-waarde boven de 0,94. Ook hier moet worden opgemerkt dat deze een onderschatting is, aangezien de minimale verliestijd volgens de definitie van filelocatie 72 seconden is. In de meeste voorbeelden met filelocaties haalt ook deze

functie deze grens niet. De andere 3 modellen overschrijden de verliestijden op basis van snelheid niet.

Op basis van bovenstaand onderzoek kan voor het bepalen van verliestijden de volgende aanbeveling worden gedaan. Voor I/C-waarden onder de 0,94 kan best het model op basis van snelheid worden gebruikt en bij een I/C-waarde boven de 0,94 kan de Akçelik-functie best worden gebruikt. Voor de kleinere I/C-waarden moet een ander model worden opgesteld, aangezien de 4 besproken modellen pas bij een I/C-waarde van 0,6 zeer kleine verliestijden verkrijgen. Bij een I/C-waarde van 0,8 is er sprake van filecondities, maar hier is er een verliestijd van maximum 2 seconden per kilometer. Dit is een extreem lage verliestijd voor deze drukte.

9 Bibliografie

- Agentschap Wegen en Verkeer, 2005. Grote renovatiewerken op de Antwerpse Ring in 2004. *Wegen.Vlaanderen.be*. Available at: <http://wegen.vlaanderen.be/wegen/projecten/antwerpen/r1/>.
- Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie, 2007. Tijdsbesteding. In *Statistisch overzicht van België: Kerncijfers 2007*. Brussel: Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie, pp. 24-25.
- Assosiaton of British Drivers, 2007. London Congestion Charge Report: a Damning Indictment. *London Congestion Charge Report*. Available at: http://www.abd.org.uk/london_congestion_charge_report2007.htm [Bezocht Maart 16, 2011].
- Baeyens, M., 2009. *De impact van telewerken op het verkeer*, Diepenbeek: Universiteit Hasselt. Available at: <https://doclib.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/10049/1/04220432008324c.pdf>.
- BAM, 2008. Een terugblik: De vernieuwde Antwerpse Ring is veilig, duurzaam en toekomstgericht. *Antwerpen, samen door de werken*. Available at: http://www.werkenantwerpen.be/projecten/heraanleg_ring/afgewerktprojecting.aspx.
- bam, 2005. *Plan milieueffectrapport: masterplan Antwerpen*, Antwerpen: Beheersmaatschappij Antwerpen mobiel. Available at: <http://www.mervlaanderen.be/uploads/merntech176.pdf>.
- Béghin, J., 2010. Structurele onderfinanciering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. *epo*. Available at: http://www.epo.be/uitgeverij/extrainfo.php?id=90_6445_401_9-E.
- Belgische federale overheid, 2010a. Afgelegde afstanden in het verkeer. *Afgelegde afstanden in het verkeer*. Available at: http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/verkeer_vervoer/verkeer/afstand/.
- Belgische federale overheid, 2010b. Structuur van de bevolking. *Structuur van de bevolking*. Available at: <http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/bevolking/structuur/index.jsp>.
- Belgische federale overheid, 2010c. Structuur van de bevolking volgens huishoudens: gemiddelde grootte en per gewest. *Structuur van de bevolking volgens huishoudens: gemiddelde grootte en per gewest*. Available at: http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/bevolking/structuur/huishoudens/grootte_gewest/index.jsp.
- Belgische federale overheid, 2010d. Voertuigenpark. *Voertuigenpark*. Available at: http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/verkeer_vervoer/verkeer/voertuigenpark/index.jsp.

- Bezembinder, E., 2009. Verkeersmodellen in een notendop: "Het klassieke verkeersmodel". Available at: <http://www.verkeersmodellering.nl/informatie/introductie/Microsoft%20Word%20-%20Verkeersmodellen%20in%20een%20notendop.pdf> [Bezocht Maart 15, 2011].
- Blijenberg, A., 2002. The driving forces behind transport growth and their implications for policy. *Managing the fundamental drivers of transport demand*.
- Boudry, L. e.a., 2003. *witboek: de eeuw van de stad over stadsrepublieken en rastersteden*, Brussel: Decoster. Available at: www.thuisindestad.be/203675.fil.
- CD&V Vlaams Parlement, Kilometerheffing. Available at: <http://vlaamsparlement.cdenv.be/dossier/kilometerheffing-1>.
- Christoph, M., 2010. *Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen: een literatuurstudie*, SWOV. Available at: <http://www.swov.nl/rapport/R-2010-08.pdf>.
- Connexie, 2010. TomTom onthulde vandaag een lijst met de meest filegevoelige steden van België. Available at: <http://nl.connexie.be/2010/11/30/tomtom-onthulde-vandaag-een-lijst-met-de-meest-filegevoelige-steden-van-belgie/>.
- Cools, M. e.a., 2009. Shifting towards environment-friendly modes: profiling travelers using Q-methodology. *Transportation*, 36(4), 437-453.
- Crevits, H., 2009. *Beleidsnota Mobiliteit en Openbare Werken 2009-2014*, Brussel: Vlaams parlement. Available at: <http://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2009-2010/g217-1.pdf>.
- CROW, 2004. *ASVV, Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*, Ede: CROW. Available at: [Bezocht Februari 16, 2011].
- Daganzo, C., 1997. *Fundamentals of transportation and traffic operations* 1e ed., Oxford & New York: Pergamon (Oxford & New York).
- De Ceuster, M. & De Schrijver, M., 2002. *Verkeersindices: congestie- en milieukosten*, Heverlee: transport & Mobility Leuven. Available at: http://www.tmleuven.be/project/verkeersindices/rapport_01.03b_verkeersindices.pdf [Bezocht Februari 18, 2011].
- De Ceuster, M. & Immers, L., 2001. *Verkeersindices voor het gebruik van het autosnelwegennet in België*, Heverlee: transport & Mobility Leuven. Available at: http://www.tmleuven.be/project/verkeersindices/rapport_01.03a_verkeersindices.pdf.
- De Redactie, 2011. Klaverblad Lummen is al 4 maandern filevrij. *De Redactie.be*. Available at:

- <http://www.deredactie.be/cm/vrtnieuws/regio/limburg/1.977754> [Bezocht April 12, 2011].
- Degreef, C., 2007. Brussel kiest 07.06.2009. *Brussel nieuws: Focus op Brussel*. Available at: <http://www.brusselkiest.be/2009/05/07/belastingen-centjes-en-de-pendelaar/>.
- Dowling, R., Singh, R. & Cheng, W., 1998. Accuracy and Performance of Improved Speed-Flow Curves. *Road and Transport Research*, 7(2).
- Encyclo MMX, 2010. verliestijd. *Encyclo*. Available at: <http://www.encyclo.nl/zoek.php?woord=verliestijd> [Bezocht November 18, 2010].
- Ficq-Weijnen, A. & Weijnen, A., 2002. *Prisma woordenboek Nederlands* 36e ed., Utrecht: Het Spectrum B.V.
- Geurs, K. e.a., 2002. *Ontsnippering van natuurgebieden: effecten op natuur, mobiliteit, bereikbaarheid, verkeersveiligheid en geluid. Achtergronddocument bij de Nationale Natuurverkenning 2*, Bilthoven: RIVM. Available at: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408764001.pdf>.
- Greenberg, H., 1959. An analysis of traffic flow. *Operations Research*, 7, 79-85.
- Greenshields, B., 1935. A study of traffic capacity. *Highway Research Board Proc*, 14, 448-477.
- GVA, 2011. Klaverblad Lummen filevrij sinds vernieuwing. *Gazet van Antwerpen*, 1.
- Harland, D. & McGarGill, J., 2009. *Saddler Street Road User Charge Scheme: Monitoring Report*, Durham: Durham County Council. Available at: <http://content.durham.gov.uk/PDFRepository/SaddlerStreetCongestionChargeReport.pdf> [Bezocht Maart 5, 2011].
- Haustein, S. & Hunecke, M., 2007. Reduced use of environmentally friendly modes of transportation caused by perceived mobility necessities: An extension of the Theory of Planned Behavior. In *Journal of Applied Social Psychology*. Blackwell Publishing, pp. 1856-1883.
- Het nieuwsblad, 2007. Structurele files in Vlaanderen. *Het Nieuwsblad*. Available at: http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMA30112007_005 [Bezocht September 12, 2010].
- Hoornaert, S., 2011. *Verkeersindicatoren hoofdwegennet Vlaanderen 2010*, Antwerpen: Vlaams Verkeerscentrum. Available at: <http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/dossiers/rapport-verkeersindicatoren-2010.pdf>.
- Huisken, G., Meurs, H. & Kock, R., 2005. Het landelijk referentiekader bereikbaarheid. In DVM congres. MuConsult & Adviesdienst Verkeer en Vervoer, p. 4. Available at: [- 127 -](http://www.dvm-</p></div><div data-bbox=)

- congres.nl/assets/120/paper%20Huisken.pdf [Bezoekt Maart 25, 2011].
- Hupkens, G., 1977. *Gasgeven of afremmen: toekomstscenario's voor ons vervoerssysteem*, Deventer: Kluwer.
- Hwang, Z., Kim, J. & Rhee, S., 2005. Development of a new highway capacity estimation method. *the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 984-995.
- Immers, L. & Logghe, S., 2002. Verkeersstroomtheorie: cursustekst. Available at: <http://www.kuleuven.be/traffic/dwn/h111deel3.pdf>.
- Jastrzebski, W., 2000. Volume Delay Functions. In 15th international EMME/2 Users' Group Conference. Vancouver B.C.: BPRW Planowanie Projektowanie Doradztwo SA, p. 9. Available at: http://www.inro.ca/en/pres_pap/international/ieug00/Vancouver3.pdf [Bezoekt Februari 5, 2011].
- Kempen actueel, 2010. TomTom onthult klasement van meest filegevoelige Belgische steden : Brussel op 1. *kempen actueel.be*. Available at: <http://www.kempenactueel.be/multimedia/tomtom-onthult-klassement-van-meest-filegevoelige-belgische-steden-brussel-op-1>.
- Klein, L., 2006. *Traffic Detector Handbook:THird Edition - Volume 1*, Rancho Palos Verdes: Klein. L.A. Available at: <https://bb.uhasselt.be/bbcswebdav/courses/1958/Course%20Material%20Part%20I%20-%20Traffic%20detector%20handbook%20I/TRaffic%20Detector%20Handbook%20-%202006%2C%2006108.pdf>.
- Laboratory of Applied Thermodynamics (LAT), L., 2010. *Copert 4*, Laboratory of Applied Thermodynamics (LAT). Available at: <http://www.emisia.com/copert/>.
- Lep, M., 2010. Intelligent Transports Systems - 3 Traffic Detectors.
- Li, M., 2003. *Generic Characteriztion of Equilibrium Speed-Flow Relationships*, Singapore: Nanyang Technological University. Available at: <http://www.ntu.edu.sg/home/zfli/Papers/Speed-Flow-LI2003.pdf>.
- Lighthill, M. & Whitham, G., 1955. On kinematic Waves II. A theory of traffic flow on long crowded roads. , 229(1178), 30.
- Lipsey & Christal, 2004. *Economics 10th edition* 10e ed., Oxford: Oxford University.
- Logghe, S. & Vanhove, F., 2004. *Het Belgische verkeer in cijfers*, Leuven: transport & Mobility Leuven.
- Macauter, B., 2010. *Samen vooruit Voor een betere mobiliteit in het arrondissement Mechelen*, Mechelen: Mechelen Resoc. Available at: http://www.resocmechelen.be/uploads/NOTA_SamenVooruit.pdf.

- Maerivoet, S., 2006. *Modelling Traffic on Motorways: State-of-the-Art, Numerical Data Analysis, and Dynamic Traffic Assignment*, Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, departement Elektrotechniek.
- Maerivoet, S., 2010. *Schatting verliestijden op trajecten*, Leuven: transport & Mobility Leuven.
- Maerivoet, S. & Yperman, I., 2008. *Analyse van de verkeerscongestie in België*, Leuven: transport & Mobility Leuven.
- May, A., 1990. *Traffic Flow Fundamentals*, Upper Saddle River: Pearson Education Compagny.
- Microsoft, 2011. Aggregatie in formules. Available at: <http://technet.microsoft.com/nl-nl/library/ee835603.aspx> [Bezocht Maart 28, 2011].
- Miermans, M. & Gysen, G., 2006. *Verkeerskunde 2006e ed.*, Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- Mijn woordenboek MMX, 2010. *Mijn woordenboek: reistijd. MWB Mijn woordenboek.*
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2001. *Mobiliteitsplan Vlaanderen ontwerp: Naar een duurzame mobiliteit in Vlaanderen*, Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Departement Leefmilieu en Infrastructuur Mobiliteitscel. Available at: <http://www.mobielvlaanderen.be/pdf/mobiliteitsplan/ontwerpmobiliteitsplan.pdf>.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004. *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen: gecoördineerde versie: inleiding*, Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Departement Leefmilieu en Infrastructuur Administratie Ruimtelijke Ordening, Huisvesting, Monumenten en Landschappen. Available at: http://www.rsv.vlaanderen.be/export/sites/rsv/uploads/documenten/overRSV/RSV_Inleiding_w.pdf.
- Neltronics, How does a Speed Camera or Radar Gun work? Available at: <http://www.neltronics.com.au/downloads/Bel%20-%20How%20does%20a%20Speed%20Camera%20or%20Radar%20Gun%20work.pdf>.
- NMBS, 2010. Stiptheid 2009: Erg slecht jaar voor NMBS. NMBS. Available at: <http://www.nuitdestransportsencommun.be/php/presscorp/index.php?lang=N&task=view&id=218>.
- Noland, R. & Quddus, M., 2005. Congestion and safety: A spatial analysis of London. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(7-9), 737-754.
- Nuyts, E. & Zwerts, E., 2004. *OVG Vlaanderen 2000-2001*, Dipenbeek/ Brussel:

Provinciale Hogeschool Limburg.

OECD, 2007. Glossary of Statistical Terms: aggregation. Available at: <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=68> [Bezocht Maart 27, 2011].

Piarc, 2006. *ITS Manual - 2nd edition* 2e ed., Piarc.

Planbureau voor de leefomgeving, 2010. Beleidsevaluatie bereikbaarheid. *Balans van de leefomgeving*. Available at: <http://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/internationale-positie-van-de-randstad-bereikbaarheid-en-milieu/bereikbaarheid>.

van de Riet, O. & Egeter, B., 1998. *systeemdiagram voor het beleidsveld vervoer en verkeer*, Delft: TNO Inro. Available at: http://www.rand.org/pubs/rand_europe/2008/RE98003.pdf [Bezocht Maart 16, 2011].

Rijkswaterstaat, 2009. Kwartaalmonitor bereikbaarheidsontwikkeling Hoofdwegennet 3e kwartaal 2009 1 juli- 30 september 2009. Available at: <http://www.a4middendelfland.nl/documenten/kwartaalmonitor/Kwartaalmonitor%20bereikbaarheidsontwikkeling%20Hoofdwegennet%202009-3.pdf> [Bezocht November 25, 2010].

Rijkswaterstaat, 2010a. Nota beantwoording vragen Commissie m.e.r. 1e fase MER A27 Lunetten - Hooipolder. Available at: http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Nota%20beantwoording%20CieMer%201e%20fase%20MER_tcm174-297795.pdf [Bezocht April 8, 2011].

Rijkswaterstaat, 2010b. Rijkswaterstaat gaat filegolven bestrijden. *Rijkswaterstaat gaat filegolven bestrijden*. Available at: http://www.partnersforroads.nl/actueel/nieuws_en_persberichten/2010/april/2010/rijkswaterstaat_gaat_filegolven_bestrijden.aspx.

Santos, G. & Fraser, G., *Road Pricing: Lessons from London*, Oxford & Cambridge. Available at: http://www.economic-policy.org/pdfs/Santos_final.pdf.

Schillebeeckx, C. & De Beus, D., 2011. Verkeer slijt dicht. *Nieuwsblad*, 1.

Serway, R.A. & Jewett, J.W., 2006. *Principles of physics: a calculus-based text*, Cengage Learning.

Singh, R., 1999. Improved Speed-Flow Relationships: Application to Transportation Planning Models. *TRB Conference on Application of Transportation Planning Methods*, 7. Available at: http://www.mtc.ca.gov/maps_and_data/datamart/research/boston1.htm [Bezocht Februari 2, 2011].

Smithsonian Institution, 1998. How does GPS work? Available at: <http://www.nasm.si.edu/gps/work.html> [Bezocht Februari 25, 2011].

Spiess, H., 1989. *Conical Volume-Delay Functions*, Aegerten (Zwitserland): EMME/2

- Support Center. Available at:
<http://emme2.spiess.ch/archive/postscript/conic.pdf>.
- Staley, S., 2009. Stockholm Congestion Charge Reduces Traffic, Funds Roads. *Out Of control Policy Blog*. Available at: <http://reason.org/blog/show/stokholm-congestion-charge-red> [Bezoekt April 6, 2011].
- Sterrenkunde in Nederland, 2010. doppler-effect. *Sterrenkunde in Nederland*. Available at: <http://www.sterrenkunde.nl/index/encyclopedie/doppler.html>.
- TMIP, 2009. Speed Adjustments Using Volume-Delay Functions. Available at: http://tmip.fhwa.dot.gov/resources/clearinghouse/docs/tmip/technical_synt_heses/2009/january.pdf.
- Transportation Research Board, 2000. *Highway Capacity Manual* 3e ed., Washington: Transportation Research Board. Available at: [Bezoekt Februari 15, 2011].
- Transportation Research Board, 1985. *Highway Capacity Manual, Special Report 209*, Washington: TRB.
- Underwood, R., 1961. *Speed, volume and desity relationships - quality and theory of traffic flow*, New Haven, Connecticut: Yale Bureau of Highway Traffic.
- Van Aerde, M. & Rakha, H., *Multivariate Calibration of Single Regime Speed-Flow-Density Relationships*, Kingston, Ontario: Queen's University. Available at: <http://www.filebox.vt.edu/users/hrakha/Publications/Calibration%20of%20Speed-Flow-Density%20Relationships.pdf>.
- Van Brempt, K., 2004. *Beleidsnota 2004-2009: Mobiliteit*, Brussel: Vlaamse overheid. Available at: http://www.mobielvlaanderen.be/pdf/beleidsnota-brieven/beleidsnota_mobiliteit.pdf.
- Van Dale, 2010. Van Dale. Available at: <http://www.vandale.nl/vandale/zoekService.do?selectedDictionary=nn&selectedDictionaryName=Nederlands&searchQuery=file> [Bezoekt Oktober 2, 2010].
- Van Geirt, F. & Vanrie, J., 2006. *Ongevallen met vrachtwagens op autosnelwegen bij files en/of wegenwerken: Deel 2 - Analyse van de NIS ongevallendatabank van Vlaanderen voor 1991-2002*, Diepenbeek: Provinciale Hogeschool Limburg. Available at: <http://www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be/modules/publications/store/134.pdf>.
- Van hove, F. & De Ceuster, M., 2003. *Analyse ven de mobiliteit op de Belgische autosnelwegen Verkeersindices mei 1999 - december 2002*, Leuven: Transport & Mobility Leuven. Available at: http://www.tmleuven.be/project/verkeersindices/rapport_01.29_verkeersindices.pdf [Bezoekt Januari 30, 2011].
- Vanhove, F., 2008. *Analyse van de mobiliteit op de Belgische autosnelwegen*

- Verkeersindices 2002 – 2005*, Leuven: transport & Mobility Leuven. Available at:
http://www.tmlleuven.be/project/verkeersindices/rapport_05.28_verkeersindices_02-05.pdf.
- Verberght, E. & Vanelslander, T., 2010. Infrastructuur. *Steunpunt goederenstromen*. Available at:
<http://www.ua.ac.be/main.aspx?c=.GOEDERENSTROMEN&n=53791>.
- Verhoef, E. & Rouwendal, J., 2004. A behavioural model of traffic congestion Endogenizing speed choice, traffic safety and time losses. *Journal of Urban Economics*, 56(3), 408-434.
- Verkeerscentrum Vlaanderen, 2008a. Hoe weet het Verkeerscentrum wat er op de weg gebeurt? *Hoe weet het Verkeerscentrum wat er op de weg gebeurt?* Available at:
http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/verkeerscentrum/vc_wie_operatieelbeheer_datainwinnen [Bezocht Februari 18, 2011].
- Verkeerscentrum Vlaanderen, 2008b. Structurele files 2008. *Verkeerscentrum Vlaanderen*. Available at:
http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/structurele_files_2008.
- Verkeerscentrum Vlaanderen, 2009. Structurele files 2009. *Verkeerscentrum Vlaanderen*. Available at:
http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/structurele_files_2009.
- Verkeerscentrum Vlaanderen, 2010. Verkeerscentrum Vlaanderen. Available at:
<http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/nieuws>.
- Vlaamse overheid, 2007. *Commissie voor Openbare Werken, Mobiliteit en Energie Vergadering van 13/02/2007 Vraag om uitleg van de heer Frans Peeters tot mevrouw Kathleen Van Brempt, Vlaams minister van Mobiliteit, Sociale Economie en Gelijke Kansen, over het meten van files*, Brussel: Vlaamse overheid. Available at:
<http://docs.vlaamsparlement.be/website/htm-vrg/486057.html> [Bezocht Februari 25, 2011].
- Vlaamse overheid, Masterplan Antwerpen plan milieueffectrapportage: kennisgeving - deel 4: Probleemstelling/ nut en noodzaak. Available at:
http://www.mervlaanderen.be/uploads/07_Hoofdstuk_4.PDF.
- Vlaamse overheid, 2010. *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen (OVG) 4.1 September 2008-2009: Autobezettingsgraad*, Brussel: Vlaamse overheid: departement Mobiliteit en Openbare Werken. Available at:
http://www.mobielvlaanderen.be/pdf/ovg41/tabel_193.pdf.
- VLEVA, 2007. Vlaanderen slijt dicht: dagelijks gemiddeld 140 kilometer file. Available at: <http://www.vleva.be/nieuws/vlaanderen-slijt-dicht-dagelijks-gemiddeld-140-kilometer-file> [Bezocht April 28, 2011].
- van der Vorst, A. & Harris, S., 1999. *Verkeersveiligheidstermen Nederlands-Engels*

en Engels-Nederlands, Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk
Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV. Available at:
<http://www.swov.nl/rapport/D-99-06.pdf>.

VTM, 2011. Het nieuws. *Het nieuws 4 januari 2011*.

Wang, C., Quddus, M. & Ison, S., 2009. Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), 798-808.

10 Bijlagen

10.1 Onderzoeksplan

10.1.1 Informeren

In de fase "informeren" wordt gekeken naar de opdracht zelf. Het onderzoek bestaat duidelijk uit twee grote delen. Het eerste deel gaat over het detecteren van filelocaties en het tweede deel zal het bepalen van de reistijden beslaan. Beide delen zullen een grondige literatuurstudie bevatten en een praktisch gedeelte. In de literatuurstudie zullen bestaande definities, methodieken, theorieën,... uitgebreid besproken worden. Het praktijkgedeelte bestaat uit het toepassen van de gevonden methodieken op de minuutgebaseerde data uit 2003, 2004 en 2005.

10.1.2 Problematiseren

De fase "problematiseren" beslaat een inventaris en beschrijving van de problemen en doelstellingen. Vanuit de verschillende problemen en doelstellingen zullen de onderzoeksvragen ontstaan, waarmee gewerkt zal worden.

10.1.2.1 Hoofddoelstelling

De hoofddoelstelling van deze thesis is het opstellen van een wetenschappelijk onderbouwde methodiek die zowel filelocaties kan bepalen als de daaraan gekoppelde reistijden op basis van minuutgebaseerde data.

10.1.2.2 Deeldoelstellingen

Er zijn verschillende deeldoelstellingen die moeten worden bereikt om ook de hoofddoelstelling waar te maken. Deze zijn:

- ❖ Inzicht verwerven in het aspect file
- ❖ Inzicht verwerven in het aspect filelocaties
- ❖ Inzicht verwerven in het aspect reistijden of verliestijden
- ❖ Inzicht verwerven over de verschillende methodieken die filelocaties kunnen detecteren
- ❖ Inzicht verwerven over de verschillende methodieken die reis- of verliestijden kunnen berekenen.
- ❖ Inzicht verwerven in de minuutgebaseerde data die beschikbaar is
- ❖ Inzicht verwerven over de verschillende mogelijke aggregatie-intervallen

10.1.2.3 Problemen en onderzoeksvragen

Uit de verschillende (deel)doelstellingen ontstaan problemen en onderzoeksvragen.

De verschillende onderzoeksvragen zullen per probleem opgesomd worden.

❖ Probleem 1: Wat zijn files?

- Hoe worden files gedefinieerd in de literatuur?
- Wanneer spreekt men van een file?
- Hoe ontstaan files?
- Wat zijn de problemen van files?
- Welke maatregelen kunnen er allemaal worden genomen om files tegen te gaan?

❖ Probleem 2: Wat zijn filelocaties?

- Hoe worden filelocaties gedefinieerd in de literatuur?
- Wanneer spreekt men van een filelocatie?
- Waar bevinden de filelocaties zich in Vlaanderen/België zich momenteel?
- Waar zullen de filelocaties zich in Vlaanderen/België bevinden in de toekomst?

❖ Probleem 3: Wat zijn reistijden?

- Hoe worden reistijden gedefinieerd in de literatuur?
- Welke elementen worden gebruikt om de reistijd te berekenen?

❖ Probleem 4: Wat zijn verliestijden?

- Hoe worden verliestijden gedefinieerd in de literatuur?
- Welke elementen worden gebruikt om de verliestijden te berekenen?
- Vanaf wanneer spreekt men over verliestijden?
- Wat zijn de nadelen van verliestijden?
- Hoe groot zijn de nadelen van verliestijden?

❖ Probleem 5: Wat is het verschil tussen reistijden en verliestijden?

- Welk effect heeft de keuze van het gebruik van reistijden ten opzichte van verliestijden?

❖ Probleem 6: Welke methodieken bestaan er momenteel om file/filelocaties te detecteren?

- Wat zijn de bestaande detectiesystemen?
- Hoe werken deze detectiesystemen?
- Hoe kunnen de gegevens uit deze detectiesystemen worden verwerkt?

- Wat zijn voordelen van deze detectiesystemen?
- Wat zijn de nadelen/problemen van deze detectiesystemen?
- ❖ **Probleem 7: Welke methodieken bestaan er momenteel om reistijden/verliestijden te berekenen?**
 - Wat zijn de bestaande methodieken om reistijden/verliestijden te berekenen?
 - Hoe werken deze methodieken?
 - Hoe kunnen de gegevens verwerkt worden?
 - Wat zijn de voordelen van deze methodieken?
 - Wat zijn de nadelen van deze methodieken?
- ❖ **Probleem 8: Hoe kan de minuutgebaseerde data het best gebruikt worden?**
 - Wat zijn de verschillende gegevens die beschikbaar zijn?
 - Hoe kunnen deze het beste worden verwerkt/gebruikt?
 - Moet de minuutgebaseerde data geaggregeerd worden?
 - Met welk programma kan de data het best verwerkt worden?
- ❖ **Probleem 9: Wat zijn de optimale aggregatie-intervallen?**
 - Wat zijn aggregatie-intervallen?
 - Hoe worden aggregatie-intervallen berekend?
 - Hoe worden aggregatie-intervallen toegepast?
 - Hoe wordt bepaald wat het beste aggregatie-interval is?

10.1.3 Informatiseren

In deze fase wordt er aan de hand van een verkennende literatuurstudie al gezocht naar antwoorden op enkele onderzoeksvragen. De bedoeling hiervan is dat het onderwerp wordt verduidelijkt. Zoals eerder al vermeld zal het onderzoek bestaan uit 2 grote delen. Deze verdeling wordt hier ook al gehanteerd. Mits de verkennende literatuurstudie volledige werd verwerkt in deze masterproef, wordt deze hier niet afzonderlijk herhaald.

10.1.4 Analyseren

De analyse van dit onderzoek zal het analyseren van de reistijden en het opbouwen van het model beslaan. Afhankelijk van de resultaten van de literatuurstudie en de beschikbare gegevens zal een bepaalde methodiek/model worden opgebouwd,

uitgevoerd en waar nodig gecorrigeerd worden. Ook het bepalen van de juiste aggregatie-intervallen zullen in deze fase worden bepaald. Daarnaast wordt ook nagegaan of de resultaten overeenkomen met de werkelijke situatie.

10.1.5 Adviseren

De laatste fase zal bestaan uit het geven en bespreken van de resultaten. Het finale rapport zal daarlangs ook wetenschappelijk onderbouwde conclusies en advies geven.

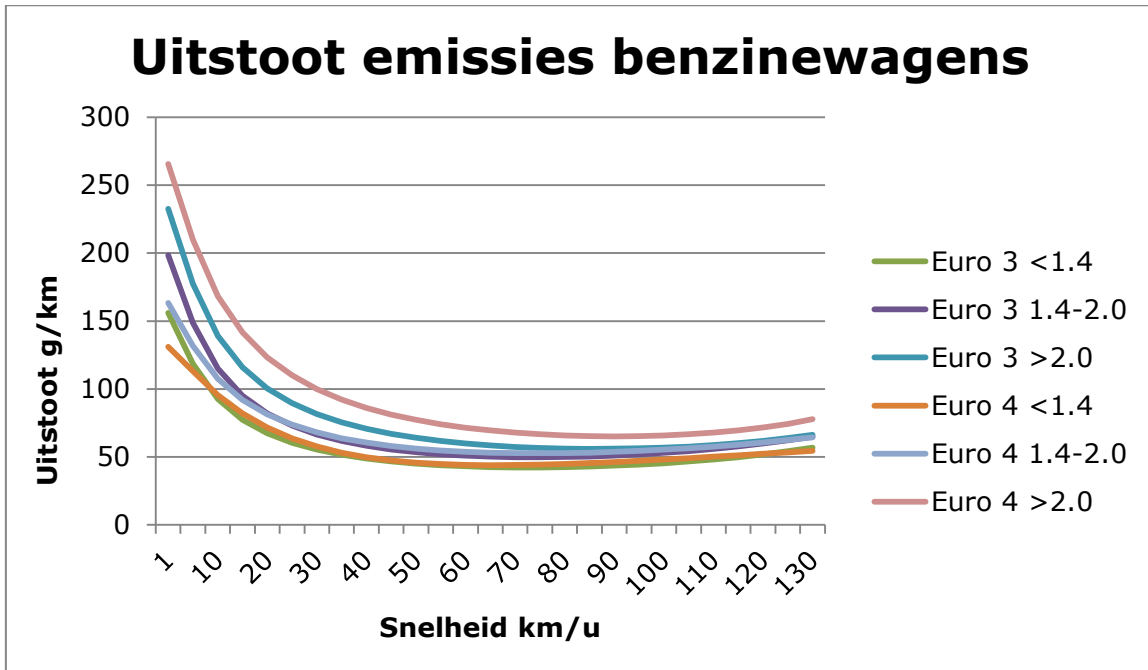
10.1.6 Tijdschema

Het tijdschema bevat de voorlopige planning van het gehele onderzoek. Er is een opdeling gemaakt in het gedeelte dat de literatuurstudie bevat en het deel van het model.

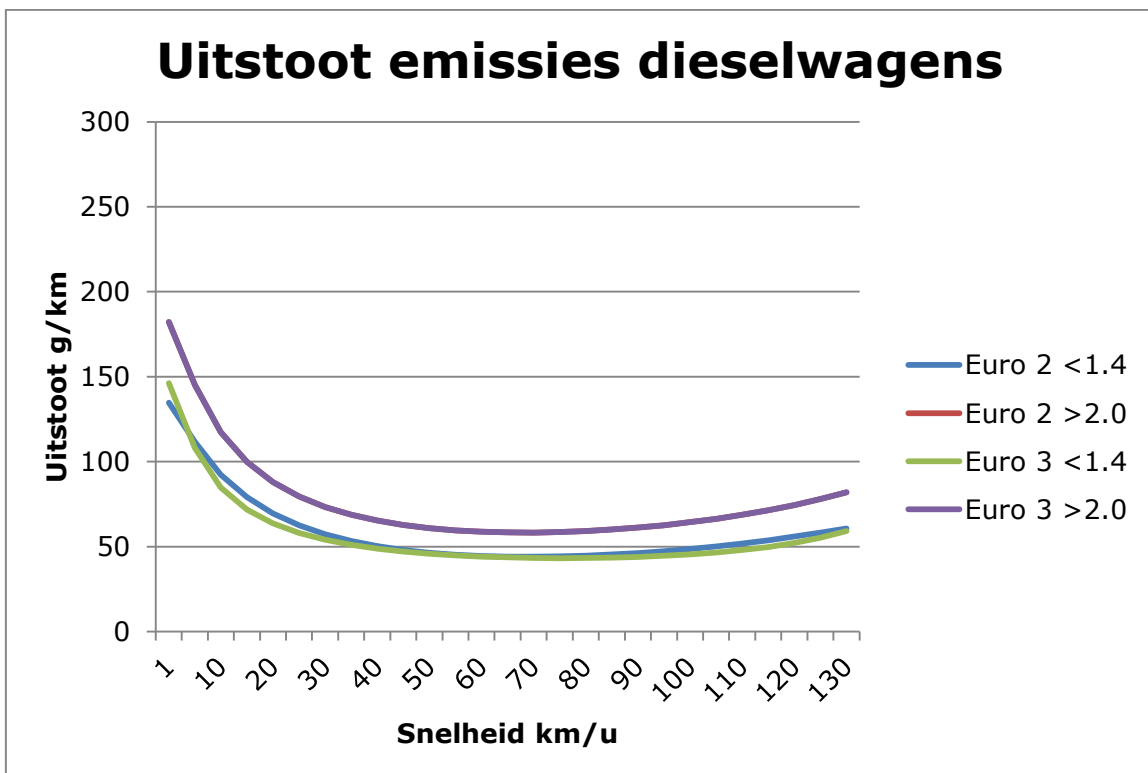
Weken	Maand	
39 – 43	September Oktober	Plan Van Aanpak
40 – 51	Oktober November December	Literatuurstudie Detectiesystemen Volledig Af
6 – 10	Februari	Analyse Data Reistijden Start Modelling
10 – 14	Maart	Analyse Model (Testen) Model Uitvoeren
14 – 18	April	Model Uitvoeren Analyse Resultaten Rapport Schrijven
18 – 21	Mei	Afwerken Rapport Laatste Feedback
21 – 24	Juni	Inleveren Rapport Presentatie

Tabel 35: Tijdschema

10.2 Bijlage 2: Uitstoot emissies



Figuur 65: Uitstoot emissies benzinewagens



Figuur 66: Uitstoot emissies dieselwagens

10.3 Overzicht geselecteerde locaties

Route	Kleur	Locpost	Locatie	Richting
A12 Brussel -Antwerpen		101	Meise Oprit	Meise
A12 Brussel -Antwerpen		201	Kruispunt Londerzeel	Meise
A12 Brussel -Antwerpen		502	Ingang Bevrijdingstunnel	Uitgang Bevrijdingstunnel
E17 Gent - Antwerpen		14202	Lokeren	Waasmunster
E17 Gent - Antwerpen		14304	St.-Niklaas-West	Haasdonk
E17 Gent - Antwerpen		14306	Sint-Niklaas West	Sint-Niklaas Centrum
E17 Gent - Antwerpen		14404	Haasdonk	Parking Kruibeke
E17 Gent - Antwerpen		18502	Destelbergen Oprit	Destelbergen Centrum
E19 Antwerpen - Meer		8002	Antwerpen-Noord	Kleine Bareel
E19 Antwerpen - Meer		8103	Brecht	St.-Job-in-t-Goor
E19 Antwerpen - Meer		8104	St.-Job-in-t-Goor	Parking St.-Job-in-t-Goor
E19 Antwerpen - Meer		8204	Brecht	Loenhout
E19 Antwerpen - Meer		8304	Loenhout	Parking Loenhout
E19 Antwerpen - Meer		8404	Meer	Transportzone
E19 Brussel - Antwerpen		6201	Vilvoorde Luchthavenlaan	Machelen
E19 Brussel - Antwerpen		6203	Parking Vilvoorde	Vilvoorde Luchthavenlaan
E19 Brussel - Antwerpen		6204	Vilvoorde Luchthavenlaan	Parking Vilvoorde
E19 Brussel - Antwerpen		6303	Mechelen-Zuid Oprit	Mechelen-Zuid
E19 Brussel - Antwerpen		6402	Mechelen-Zuid Oprit	Mechelen-Zuid
E19 Brussel - Antwerpen		6502	Mechelen-Zuid	Mechelen-Noord
E19 Brussel - Antwerpen		6604	Rumst	Parking Rumst
E19 Brussel - Antwerpen		6704	Kontich Oprit	samenkomst E19
E313 Antwerpen - Geel		1902	Antwerpen-Oost	Wommelgem
E313 Antwerpen - Geel		1903	Parking Ranst	Wommelgem

E313 Antwerpen - Geel		1904	Wommelgem	Parking Ranst
E313 Antwerpen - Geel		2001	Massenhoven	Knooppunt Ranst Oprit
E313 Antwerpen - Geel		2003	Herentals-West	Massenhoven
E313 Antwerpen - Geel		2004	Massenhoven	Herentals West
E313 Antwerpen - Geel		2103	Herentals Industriezone	Herentals-West
E313 Antwerpen - Geel		2202	Herentals-West	Herentals Industriezone
E313 Antwerpen - Geel		2203	Herentals-Oost	Herentals Industriezone
E313 Antwerpen - Geel		2303	Geel-West	Herentals-Oost
E313 Antwerpen - Geel		2304	Herentals-Oost	Geel-West
E314 Leuven - Tielt-Winge		17603	Bekkevoort	Tielt-Winge
E314 Leuven - Tielt-Winge		17704	Holsbeek	Parking Rotselaar
E314 Leuven - Tielt-Winge		1401	Aarschot	Parking Rotselaar
E314 Leuven - Tielt-Winge		1403	Aarschot	Aarschot Afrit
E314 Leuven - Tielt-Winge		1404	Aarschot	Tielt-Winge
E314 Leuven - Tielt-Winge		1504	Kessel-lo	Holsbeek
E314 Leuven - Tielt-Winge		1604	Herent Afrit	Herent Oprit
E314 Leuven - Tielt-Winge		1702	Gasthuisberg	Gasthuisberg Afrit
E34 Antwerpen - Turnhout		10703	Zoersel	Oelegem
E34 Antwerpen - Turnhout		10704	Oelegem	Zoersel
E34 Antwerpen - Turnhout		10803	Parking Zoersel	Zoersel
E34 Antwerpen - Turnhout		10804	Zoersel	Parking Lille
E34 Antwerpen - Turnhout		10904	Lille	Beerse
E40 Brussel - Leuven		12201	Kraainem	Evere
E40 Brussel - Leuven		12202	Kraainem	Evere
E40 Brussel - Leuven		12203	Parking Sterrebeek	Sterrebeek
E40 Brussel - Leuven		12204	Sterrebeek	Parking Sterrebeek
E40 Brussel - Leuven		12302	Parking Sterrebeek	Bertem

E40 Brussel - Leuven		12303	E314 Oprit	E314
E40 Brussel - Leuven		12304	Bertem	Heverlee
E40 Brussel - Leuven		12401	Haasrode	Parking Heverlee
E40 Gent- Brussel		11401	Ternat	Parking Groot-Bijgaarden
E40 Gent- Brussel		11402	Parking Groot-Bijgaarden	Ternat
E40 Gent- Brussel		11403	Affligem	Ternat
E40 Gent- Brussel		11404	Ternat	Affligem
E40 Gent- Brussel		11503	Aalst	Affligem
E40 Gent- Brussel		11504	Affligem	Aalst
E40 Gent- Brussel		14502	Affligem	Aalst
E40 Gent- Brussel		14503	Erpe-Mere	Aalst
E40 Gent- Brussel		14603	Parking Wetteren	Erpe-Mere
E40 Gent- Brussel		14604	Erpe-Mere	Parking Wetteren
E40 Gent- Brussel		14702	Erpe-Mere	Parking Wetteren
E40 Gent- Brussel		14703	Wetteren	Wetteren Afrit
E40 Gent- Brussel		14704	Wetteren Oprit	Wetteren
E40 Gent- Brussel		14803	Zwijnaarde	Merelbeke
E40 Oostende - Gent		15104	Drongen	Nevele
E40 Oostende - Gent		15404	Beernem	Oostkamp
E40 Oostende - Gent		15702	Zedelgem	Parking Jabbeke
E411 Brussel - Overijse		11703	Overijse	Jezus Eik
E411 Brussel - Overijse		11803	Rosieres	Overijse
R0 Binnenring Brussel		4201	Tervuren - 4 armen Afrit	Tervuren - 4 armen Oprit
R0 Binnenring Brussel		4505	Knooppunt Machelen	Knooppunt Zaventem
R0 Binnenring Brussel		4601	Vilvoorde Koningslo Oprit	Viaduct Vilvoorde
R0 Binnenring Brussel		4801	Wemmel Afrit	Wemmel Oprit
R0 Binnenring Brussel		5301	Lennik	St.Pieters-Leeuw

R0 Binnenring Brussel		5401	Anderlecht Industrie	Ruisbroek
R0 Binnenring Brussel		13003	Huizingen Oprit	Beersel Afrit
R0 Binnenring Brussel		13203	Parking Woutersbrakel Oprit	Halle Afrit
R0 Buitenring Brussel		4502	Knooppunt Zaventem	Knooppunt Machelen
R0 Buitenring Brussel		4504	Knooppunt Machelen	Viaduct Vilvoorde
R0 Buitenring Brussel		4702	Grimbergen Oprit	Knooppunt Strombeek-Bever
R0 Buitenring Brussel		4904	Jette UZ Afrit	Zellik Afrit
R0 Buitenring Brussel		5002	Knooppunt Groot-Bijgaarden	Groot-Bijgaarden Dansaertlaan Afrit
R0 Buitenring Brussel		5102	Groot-Bijgaarden Astridlaan Oprit	Dilbeek Afrit
R0 Buitenring Brussel		5302	Lennik	St.Pieters-Leeuw
R0 Buitenring Brussel		5402	Anderlecht Afrit	Ruisbroek Afrit
R0 Buitenring Brussel		13002	Parking Beersel Afrit	Parking Beersel Oprit
R0 Buitenring Brussel		13204	Halle Oprit	Parking Woutersbrakel Afrit
R0 Buitenring Brussel		17302	Hoeilaart Oprit	Knooppunt Leonard
R0 Buitenring Brussel		17408	R0	Tervuren
R0 Buitenring Brussel		17504	Wezembeek-Oppem Oprit	Knooppunt St. Stevens-Woluwe
R1 Antwerpse Ring		5601	Viaduct Merksem	Deurne Oprit
R1 Antwerpse Ring		5901	Afrit A12/E19	Antwerpen-Zuid
R1 Antwerpse Ring		5902	Oprit E19	Berchem Oprit
R1 Antwerpse Ring		6101	Ingang Kennedytunnel	Uitgang Kennedytunnel
R1 Antwerpse Ring		7401	Craeybeckxtunnel Ingang	Craeybeckxtunnel Uitgang
R1 Antwerpse Ring		9402	Zwijndrecht	Zwijndrecht Afrit
R1 Antwerpse Ring		9502	Zwijndrecht Oprit	Zwijndrecht

Tabel 36: Overzicht geselecteerde locaties

10.4 Verschillen tussen methodieken per jaar opgedeeld in al dan geen vakantie

10.4.1 2003 Geen vakantie

2003 Geen Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	16	0	0	0
	Avondspits- filelocatie	0	20	4	0
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	2	0	22	0
	Geen Spitsfilelocatie	7	0	1	29

Tabel 37: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2003 Geen vakantie

10.4.2 2003 Vakantie

2003 Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	12	0	0	0
	Avondspits- filelocatie	0	23	6	1
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	4	1	15	0

	Geen Spitsfilelocatie	3	1	0	35
--	------------------------------	---	---	---	----

Tabel 38: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2003 Vakantie

10.4.32004 Geen vakantie

2004 Geen Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	19	0	0	0
	Avondspits- filelocatie	0	19	3	0
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	3	0	17	0
	Geen Spitsfilelocatie	5	1	3	31

Tabel 39: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2004 Geen vakantie

10.4.4 2004 Vakantie

2004 Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	11	0	0	0
	Avondspits- filelocatie	0	16	1	4
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	2	0	16	0
	Geen Spitsfilelocatie	1	2	0	48

Tabel 40: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2004 Vakantie

10.4.5 2005 Geen Vakantie

2005 Geen Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	20	0	1	0
	Avondspits- filelocatie	1	16	4	0
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	0	1	19	0
	Geen Spitsfilelocatie	3	1	2	33

Tabel 41: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2005 Geen vakantie

10.4.6 2005 Vakantie

2005 Vakantie		Methode 1			
		Ochtendspits- filelocatie	Avondspits- filelocatie	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	Geen Spitsfilelocatie
Methode 2	Ochtendspits- filelocatie	12	0	1	0
	Avondspits- filelocatie	0	15	1	1
	Ochtend- en Avond- spitsfilelocatie	2	0	17	0
	Geen Spitsfilelocatie	1	4	0	47

Tabel 42: Verschillen tussen toewijzingen van categorieën als gevolg van verschillende methodieken: 2005 Vakantie

10.5 Filelocaties per route

A12 Brussel - Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	0	0	3	0	0	0	3
	2004	1	0	0	2	0	0	0	3
	2005	0	0	0	3	0	0	0	3
vakantie	2003	0	0	0	3	0	0	0	3
	2004	0	0	0	3	0	0	0	3
	2005	0	0	0	3	0	0	0	3

Tabel 43: Verdeling filelocaties A12 Brussel - Antwerpen

E17 Gent - Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	2	0	0	3	2	0	0	3
	2004	3	0	0	2	2	0	0	3
	2005	3	0	0	2	3	0	0	2
vakantie	2003	2	0	0	3	1	0	0	4
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5

Tabel 44: Verdeling filelocaties E17 Gent - Antwerpen

E19 Antwerpen - Meer		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	2	0	4	0	2	0	4
	2004	0	1	0	5	0	1	0	5
	2005	0	2	0	4	0	2	0	4
vakantie	2003	0	4	0	2	0	4	0	2
	2004	0	0	0	6	0	0	0	6
	2005	0	1	0	5	0	0	0	6

Tabel 45: Verdeling filelocaties E19 Antwerpen - Meer

E19 Brussel - Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	4	1	3	0	4	3	1	0
	2004	4	2	2	0	4	3	1	0
	2005	4	2	2	0	4	3	1	0
vakantie	2003	3	2	2	1	3	3	1	1
	2004	3	3	1	1	3	3	1	1
	2005	3	2	2	1	3	3	1	1

Tabel 46: Verdeling filelocaties E19 Brussel - Antwerpen

E313 Antwerpen - Geel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	1	3	6	1	0	5	3	3
	2004	2	4	4	1	1	5	0	5
	2005	1	3	6	1	0	4	3	4
vakantie	2003	2	5	3	1	0	5	3	3
	2004	0	3	0	8	0	2	0	9
	2005	0	4	0	7	0	2	0	9

Tabel 47: Verdeling filelocaties E313 Antwerpen - Geel

E314 Leuven - Tielt		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	3	4	1	0	1	4	1	2
	2004	3	4	1	0	2	3	1	2
	2005	3	2	2	1	2	1	2	3
vakantie	2003	2	5	0	1	2	5	0	1
	2004	2	3	1	2	2	4	0	2
	2005	2	3	2	1	2	2	2	2

Tabel 48: Verdeling filelocaties E314 Leuven - Tielt-Winge

E34 Antwerpen - Turnhout		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	0	0	5	0	0	0	5
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5
vakantie	2003	0	0	0	5	0	0	0	5
	2004	0	0	0	5	0	0	0	5
	2005	0	0	0	5	0	0	0	5

Tabel 49: Verdeling filelocaties E34 Antwerpen- Turnhout

E40 Brussel - Leuven		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	4	3	0	1	4	3	0	1
	2004	4	3	0	1	4	3	0	1
	2005	4	3	0	1	4	3	0	1
vakantie	2003	4	3	0	1	4	3	0	1
	2004	0	4	1	3	0	4	1	3
	2005	4	3	0	1	4	3	0	1

Tabel 50: Verdeling filelocaties E40 Brussel - Leuven

E40 Gent- Brussel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	3	5	6	0	1	5	7	1
	2004	4	4	6	0	2	5	7	0
	2005	3	4	7	0	2	5	7	0
vakantie	2003	2	4	8	0	2	4	8	0
	2004	2	4	8	0	2	4	8	0
	2005	0	1	0	2	0	2	0	1

Tabel 51: Verdeling filelocaties E40 Gent - Brussel

E40 Oostende - Gent		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	0	1	0	2	0	1	0	2
	2004	0	1	0	2	0	1	0	2
	2005	0	1	0	2	0	1	0	2
vakantie	2003	0	1	0	2	0	1	1	1
	2004	0	1	0	2	0	3	0	0
	2005	0	1	0	2	0	2	0	1

Tabel 52: Verdeling filelocaties E40 Oostende - Gent

E411 Brussel - Overijse		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	1	1
	2004	2	0	0	0	0	0	1	1
	2005	2	0	0	0	0	0	2	0
vakantie	2003	2	0	0	0	0	0	2	0
	2004	2	0	0	0	0	0	2	0
	2005	1	0	0	1	0	0	0	2

Tabel 53: Verdeling filelocaties E411 Brussel- Overijse

R0 Ring Brussel		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend- en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	5	1	7	8	4	1	7	9
	2004	4	1	7	9	4	1	7	9
	2005	5	1	7	8	6	2	5	8
vakantie	2003	3	1	7	12	1	2	6	12
	2004	2	2	6	11	1	2	6	12
	2005	3	1	6	11	3	1	6	11

Tabel 54: Overzicht filelocaties R0 Ring Brussel

R0 Ring Antwerpen		Methode 1				Methode 2			
		Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits	Ochtend spits	Avond spits	Ochtend-en Avond spits	Geen Spits
geen vakantie	2003	1	0	4	2	0	0	4	3
	2004	0	0	3	4	0	0	3	4
	2005	0	0	2	5	0	0	2	5
vakantie	2003	1	1	3	2	0	1	3	3
	2004	0	0	1	6	0	1	1	5
	2005	0	0	1	6	1	0	0	6

Tabel 55: Verdeling filelocaties R1 Ring Antwerpen

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Het bepalen van filelocaties en reistijden op basis van verkeerstellingen

Richting: **master in de verkeerskunde-mobiliteitsmanagement**

Jaar: **2011**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Van Gool, Jolanda

Datum: **5/06/2011**