

VU Research Portal

The economics of trip scheduling, travel time variability and traffic information

Peer, S.

2013

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Peer, S. (2013). *The economics of trip scheduling, travel time variability and traffic information*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam]. Tinbergen Institute.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting (Dutch Summary)

Kosten van files: de invloed van onzekere reistijden, informatie en gedrag

Een efficiënt en betrouwbaar transportsysteem is een belangrijk onderdeel van mobiliteit en onmisbaar in een moderne samenleving. Een goed functionerend transportsysteem maakt het voor personen en bedrijven mogelijk activiteiten te ontplooiën op verschillende locaties. Naast positieve effecten heeft mobiliteit echter ook negatieve effecten voor de samenleving. De dagelijkse files in de ochtend- en avondspits zijn voor iedereen bekend.

Files leiden dus tot kosten. Sommige van deze kosten, bijvoorbeeld brandstof- en onderhoudskosten, zijn gemakkelijk in geld uit te drukken en zijn ook direct voor rekening van de gebruiker. Daarentegen zijn de kosten van reistijd en vertragingen niet gemakkelijk in geld uit te drukken. Dit proefschrift kwantificeert diverse soorten kosten van files. De kosten van reistijd, onbetrouwbaarheid van reistijd en het eerder of later dan de gewenste of verwachte tijd aankomen op de bestemming (*schedule delays*) worden berekend via een tijdstipkeuzemodel waarbij reizigers in werkelijke en hypothetische situaties hun optimale vertrektijd kiezen. Op basis van een beter begrip van het tijdstipkeuzegedrag van de individuele reiziger kunnen kosten en baten van transportbeleid – bijvoorbeeld investeringen in infrastructuur, het beschikbaar maken van (reis)informatie en het beprijzen van autogebruik – nauwkeuriger worden geraamd.

In het onderzoek naar tijdstipkeuzegedrag maakt dit proefschrift een belangrijk onderscheid tussen enerzijds dagelijkse en anderzijds incidentele files. Of files als dagelijks of incidenteel worden ervaren, hangt voornamelijk af van de voor de reiziger beschikbare (reis)informatie. Door verschillen in deze beschikbaarheid van informatie kan dezelfde vertraging door verschillende reizigers anders worden ervaren. Dagelijkse files in de ochtend- en of avondspits zijn voor de reiziger in hoge mate voorspelbaar. Incidentele files zijn minder goed tot niet voorspelbaar en zorgen bij de reiziger - in tegenstelling tot de dagelijkse files – voor onzekerheid over reistijden. Zowel aanbodfluctuaties (bijvoorbeeld afgesloten rijstroken door verkeersongelukken) als vraagfluctuaties (bijvoorbeeld extra verkeer door een evenement) kunnen incidentele files veroorzaken. Een ander belangrijk verschil tussen beide typen files is dat dagelijkse files resulteren in vertragingen ten opzichte van de *gewenste* aankomsttijd, terwijl incidentele files resulteren in vertragingen ten opzichte van de *verwachte* aankomsttijd.

Incidentele files impliceren een verdeling van reistijden. Een verdeling van reistijden leidt tot reistijdvariatie oftewel onbetrouwbaarheid van reistijden. De

standaardafwijking en variantie van de reistijdverdeling zijn vaak gebruikte maatstaven voor deze reistijdvariatie. Hoofdstuk 2 toont aan dat deze onbetrouwbaarheid van reistijden een functie is van de gemiddelde vertraging, waarbij de gemiddelde vertraging een indicator is voor de kosten van de dagelijkse files. De relatie tussen reistijdvariatie en gemiddelde vertraging is bij benadering lineair. Daaruit volgt dat de kosten van incidentele files kunnen worden gedefinieerd als de kosten van reistijdverlies veroorzaakt door dagelijkse files plus een mark-up. Dit resultaat is belangrijk omdat het laat zien dat de kosten voor incidentele files kunnen worden benaderd aan de hand van simpele en bestaande indicatoren van dagelijkse files. Verder toont Hoofdstuk 2 aan dat de hoogte van deze mark-up afhankelijk is van trajectspecifieke kenmerken en veronderstellingen over het gebruik van reisinformatie door reizigers. Dit hoofdstuk maakt bij het definiëren van de reistijdvariatie onderscheid tussen twee niveaus van reisinformatie: ‘globale’ en ‘nauwkeurige’ informatie. Bij ‘globale’ informatie beschouwen reizigers alle afwijkingen van de gemiddelde vertrektijdspecifieke reistijd als incidentele vertraging. In het geval van ‘nauwkeurige’ informatie worden enkel de afwijkingen van de gemiddelde dag- en vertrektijdspecifieke reistijd – dus rekening houdend met dagspecifieke kenmerken, zoals: dag van de week, weersomstandigheden en vakantieperiode – als incidentele vertraging aangemerkt. De resultaten tonen aan dat onder de veronderstelling van ‘globale’ informatie de kosten van reistijdvariatie substantieel hoger zijn ten opzichte van de veronderstelling van ‘nauwkeurige’ informatie.

In tegenstelling tot Hoofdstuk 2 analyseren de Hoofdstukken 3, 4, 5 en 6 het tijdstipkeuzegedrag van de individuele reiziger. Empirisch onderzoek gebaseerd op het *Spitsmijden* experiment wordt behandeld in de Hoofdstukken 3, 4, en 5.⁹⁸ Hoofdstuk 6 analyseert theoretisch het effect van tijdstipkeuzegedrag van reizigers op de korte en lange termijn op basis van het standaard *bottleneckmodel*.

Voor het schatten van tijdstipkeuzemodellen (in een *random utility model*) op basis van daadwerkelijk geobserveerde keuzes (*revealed preference data*) moet de reistijd van zowel de gekozen vertrektijd als van alle andere alternatieve vertrektijden beschikbaar zijn. In het *Spitsmijden* experiment wordt alleen de reistijd op een snelwegtraject continue gemeten. Hoofdstuk 3 betoogt dat de beschikbaarheid van deur-tot-deur reistijden noodzakelijk is voor het verkrijgen van zuivere schattingen van de monetaire waarde van reistijd. Reistijden, met name het reistijdverschil tussen binnen en buiten de spits, kunnen worden onderschat doordat reistijden constant worden verondersteld of zelfs in het geheel worden genegeerd voor trajecten waarvan de reistijd onbekend is. Dit kan leiden tot een overschatting van de waarde van reistijd.

Incidentele files kunnen alleen worden geanalyseerd als de onderzoeker kennis heeft over de spreiding van reistijden over de dag en tussen dagen onderling. Standaard verkeersmodellen bevatten deze noodzakelijke informatie over de spreiding van reistijden meestal niet. Individuele continue reistijdinformatie is

⁹⁸In dit experiment maken respondenten aanspraak op een geldelijke beloning als ze in de ochtendspits niet op bepaalde snelwegtrajecten rijden, met andere woorden als ze de spits mijden. Zie Appendix A voor een overzicht van dit experiment.

in het *Spitsmijden* experiment enkel beschikbaar voor het op de snelweg Gouda–Zoetermeer (A12) afgelegde gedeelte van de reis. Voor de overige trajecten binnen het gebied is op beperkte schaal individuele GPS data beschikbaar. Hoofdstuk 3 maakt gebruik van beide soorten informatie en schat via een *geographically weighted regression model* de deur-tot-deur reistijden variërend over de dag van de week, het tijdstip van de dag en de vertrek- en aankomstlocatie. De resultaten tonen aan dat het gebruik van zeer globale benaderingen van de reistijd kan leiden tot onzuivere schattingen van de waarde van reistijd.

De percepties van reistijden staan centraal in Hoofdstuk 4. In het eerder genoemde *Spitsmijden* experiment heeft elke respondent zijn of haar gemiddelde reistijd in de ochtend gerapporteerd. Vervolgens worden deze gerapporteerde reistijden met de daadwerkelijke, geobserveerde reistijden vergeleken. Deze vergelijking toont aan dat respondenten hun gemiddelde reistijd ten opzichte van de werkelijke reistijd met een factor van ongeveer 1.5 overschatten. Deze gemiddelde overschatting is groter voor ritten over kortere afstanden en ritten met hogere gemiddelde snelheden.

Brownstone and Small (2005) stellen dat bestuurders die in werkelijkheid hun reistijd overschatten dit ook zullen doen in een *stated preference* experiment. Hoofdstuk 4 test deze hypothese aan de hand van een empirisch model waarin *revealed* en *stated preference* data van dezelfde bestuurders worden gecombineerd. Uit de hypothese volgt dat naarmate bestuurders hun reistijd sterker overschatten, hun waarde van reistijd gebaseerd op *stated preferences* lager wordt ten opzichte van de waarde van reistijd gebaseerd op *revealed preferences*. Dit effect kan echter niet worden aangetoond in deze dataset. Het overschatten van de reistijden moet dus voornamelijk worden geïnterpreteerd als een fout in het rapporteren van de reistijden door de bestuurder. Verder blijkt uit analyse van de *revealed preference* data dat er geen bewijs is dat bestuurders zich gedragen alsof ze reistijden overschatten. Kortom, de resultaten tonen aan dat bestuurders reistijden overschatten, maar levert geen bewijs op dat zij zich in zowel hypothetische als daadwerkelijke keuzesituaties gedragen naar deze overschatting.

Hoofdstukken 5 en 6 introduceren het onderscheid tussen langetermijnkeuzes van reisroutines en kortetermijnkeuzes van vertrektijden. De geprefereerde aankomsttijd en reistijdverwachtingen zijn de twee dimensies waarin de verschillen tussen korte- en langetermijnkeuzes naar voren komen. De geprefereerde aankomsttijd op de lange termijn wordt exogeen verondersteld en is gelijk aan de geprefereerde aankomsttijd bij het ontbreken van dagelijkse files. Daarentegen is de geprefereerde aankomsttijd op de korte termijn endogeen. De bestuurder heeft rekening houdend met de dagelijkse files een langetermijnpreferentie voor een bepaalde aankomsttijd. Doordat beschikbare (reis)informatie verschillend is voor de korte en lange termijn, kunnen de verwachtingen van de reistijd ook verschillen. Voor de lange termijn heeft de bestuurder enkel informatie over de gemiddelde vertrektijdspecifieke reistijd. De beschikbare informatie wordt nauwkeuriger naarmate het tijdstip van vertrek dichterbij komt.

Hoofdstuk 5 toont, gebaseerd op een geschat tijdstipkeuzemodel, aan dat de monetaire waarde van reistijd voor de lange termijn substantieel hoger is

vergeleken met de monetaire waarde van reistijd voor de korte termijn. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat reizigers reistijdveranderingen voor de lange termijn beter kunnen inpassen in hun reisschema's. Het tegengestelde geldt voor de monetaire waarde van eerder of later dan de geprefereerde tijd aankomen (*schedule delays*): als het te vroeg of te laat aankomen wordt veroorzaakt door incidentele files is de monetaire waarde duidelijk hoger. Een verklaring hiervoor is dat bestuurders hogere kosten ervaren bij incidentele veranderingen in de *schedule delays* omdat zij in dat geval hun tijdstipkeuzegedrag moeilijker kunnen aanpassen.

Het effect van het onderscheid tussen korte en lange termijn tijdstipkeuzegedrag op de evenwichtscondities in het *bottleneckmodel* staat centraal in Hoofdstuk 6. Onder de aanname dat de geprefereerde aankomsttijd op de lange termijn gelijk is voor alle bestuurders toont dit hoofdstuk aan dat de geprefereerde aankomsttijd op de korte termijn moet variëren tussen de reizigers. Hieruit volgt dat het sociaal optimum kan worden bereikt door tegelijkertijd een langetermijnheffing en een first-best kortetermijnheffing in te voeren. De laatstgenoemde heffing is gericht op de vertrektijdkeuze, terwijl de langetermijnheffing zich richt op de reisroutines. Als enkel kortetermijnheffingen mogelijk zijn, kan het sociaal optimum bereikt worden door zogenoemde quasi first-best kortetermijnheffingen in te voeren. In het geval dat enkel langetermijnheffingen mogelijk zijn, kan het sociaal optimum echter niet worden bereikt.

Beleidsimplicaties en suggesties voor verder onderzoek

Dit proefschrift laat zien dat de kosten die samenhangen met onbetrouwbaarheid van reistijden, ongeacht of deze veroorzaakt worden door dagelijkse of incidentele files, substantieel zijn. Voor een juiste raming van de kosten en baten van transportbeleid is het daarom van belang om naast de kosten die samenhangen met een verandering in reistijd ook de kosten van onbetrouwbaarheid te kwantificeren. De resultaten uit Hoofdstuk 2 tonen aan dat de kosten van incidentele files kunnen worden gedefinieerd als de kosten van reistijdverlies veroorzaakt door dagelijkse files plus een mark-up. Om deze methode toe te passen is enkel informatie nodig over de reistijdverandering veroorzaakt door dagelijkse files en de belangrijkste kenmerken van de route. Deze methode is daarom ook de meest eenvoudige methode om effecten van incidentele files mee te nemen in kosten-batenanalyses. Echter, het negeren van het onderliggende tijdstipkeuzegedrag van reizigers kan leiden tot een onjuiste raming van de kosten van files.

Om de kosten en baten van transportbeleid juist te kunnen schatten, is het noodzakelijk dat bekend is in hoeverre bestuurders de beschikbare reistijdinformatie gebruiken in hun beslissingen omtrent reisschema's en reisroutines. Uit de Hoofdstukken 2 en 5 blijkt dat het gebruik van reisinformatie van invloed is op de kosten van dagelijkse en incidentele files. Hoofdstuk 2 toont aan dat goed geïnformeerde bestuurders files minder vaak als incidenteel ervaren. De omvang en de kosten van incidentele files dalen dus naarmate er meer reisinformatie beschikbaar is.

Hoofdstuk 5 toont aan dat de *schedule delay* kosten per minuut lager zijn naarmate reizigers beter geïnformeerd zijn en daardoor beter hun reisschema kunnen aanpassen. Het tegengestelde effect treedt op bij veranderingen in reistijden: bestuurders hebben een hogere waardering voor een verwachte reistijdwinst in vergelijking met een onverwachte reistijdwinst. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat bestuurders een verwachte reistijdwinst efficiënter kunnen benutten. Beide hoofdstukken benadrukken dus het belang van reisinformatie voor bestuurders. Hieruit volgen twee belangrijke beleidsimplicaties. Ten eerste, de monetaire waarderingen van reistijd en onbetrouwbaarheid van reistijden moeten gedifferentieerd worden naar beleid dat gericht is op permanente (bijvoorbeeld het verbreden van een weg) en/of incidentele (bijvoorbeeld incident management bij ongevallen) veranderingen in reistijd. Ten tweede, voor een juiste raming van de kosten en baten van transportbeleid is het noodzakelijk om de beschikbaarheid en het gebruik van reisinformatie door de reizigers te identificeren en te analyseren.

Het onderzoek in dit proefschrift en de bovenstaande discussie toont aan dat universele waarden van reistijd en onbetrouwbaarheid van reistijden niet bestaan. Het gebruik van deze waarden in een kosten-batenanalyse zijn sterk contextgebonden en dienen dus ook op deze manier te worden geïmplementeerd.

Verder biedt dit proefschrift aanknopingspunten voor een breed spectrum aan vervolgonderzoek. Zonder hier een uitputtende opsomming te geven, kunnen enkele belangrijke verdere onderzoeksvragen genoemd worden. Dit proefschrift legt de nadruk op het tijdstipkeuzegedrag met betrekking tot woon-werkverplaatsingen in de ochtend. Een vanzelfsprekende uitbreiding voor vervolgonderzoek is het combineren van dit specifieke tijdstipkeuzegedrag met alle andere keuzes van dagelijkse activiteiten die individuen maken, waaronder woon-werkverplaatsingen in de avond.

Er is nog geen consensus over de vraag of *schedule delays* voor dagelijkse en incidentele files hetzelfde worden gewaardeerd. Een logische vervolgvraag is of de waarde van *schedule delays* veroorzaakt door dagelijkse files gebruikt kan worden om de waarde van onbetrouwbaarheid van reistijden te berekenen zoals wordt gesuggereerd door Fosgerau and Karlström (2010). Het onderzoek in zowel Hoofdstuk 5 als in Börjesson (2009) en in Börjesson et al. (2012) laat zien dat de *schedule delays* veroorzaakt door dagelijkse en incidentele files mogelijk verschillend wordt gewaardeerd. In vervolgonderzoek kan aandacht worden besteed aan het ontwikkelen van een standaardmethode om de waarde van onbetrouwbaarheid van reistijden te berekenen.

In het meeste onderzoek naar tijdstipkeuzegedrag staat personenverkeer centraal en wordt vrachtverkeer genegeerd. Aangezien vrachtverkeer ook een belangrijk onderdeel is van de mobiliteit van een samenleving, is een beter begrip nodig van het tijdstipkeuzegedrag van het vrachtverkeer. Dit tijdstipkeuzegedrag is meer complex omdat er vaak meerdere partijen bij betrokken zijn en de beslissingen van en over vrachtverkeer een integraal onderdeel uitmaken van de productie- en distributielogistiek.

De analyses in de Hoofdstukken 5 en 6 veronderstellen dat korte- en langetermijnbeslissingen onafhankelijk van elkaar zijn. Een meer accurate en uitdagende

veronderstelling is dat de korte- en langetermijnbeslissingen allebei onderdeel zijn van een intertemporeel keuzeproces. Dit proces wordt gekenmerkt door verwachtingen en leereffecten. Met name de empirische validatie van zo'n dynamisch keuzeproces - en de effecten voor monetaire waardering van onder andere de reistijd - kan een belangrijk aspect zijn van vervolgonderzoek. Naast deze empirische validatie is het (door)ontwikkelen van theoretische verkeersevenwichtsmodellen, zoals bijvoorbeeld het *bottleneckmodel*, belangrijk. De bestaande modellen moeten verder worden verfijnd om zo ook het recursieve effect van tijdstipkeuzegedrag op zowel dagelijkse en incidentele files te kunnen analyseren.