

De waarde van betrouwbaarheid van reistijden in personen- en goederenvervoer

Gerard de Jong – RAND *Europe* en Institute for Transport Studies, University of Leeds

Ronald Plasmeijer en Peter Sanders – RAND *Europe*

Pim Warffemius – Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV)

Abstract (Nederlands)

De nationale en internationale literatuur over onbetrouwbaarheid van reistijden in personen- en goederenvervoer is bestudeerd om inzicht te krijgen in de definities die men hanteert, de kengetallen die gevonden zijn voor de monetaire waardering en de methoden die daarbij zijn gehanteerd. Ook is onderzocht of deze kengetallen toe te passen zijn in kosten-batenanalyses, met name in de systematiek die in Nederland wordt toegepast. In totaal zijn in dit onderzoek 40 rapporten en artikelen bestudeerd. Er zijn geen monetaire waarden voor betrouwbaarheid gevonden die in officiële nationale kosten-batenanalyses worden gebruikt. Wel wordt daar in sommige landen (behalve in Nederland met name ook in het Verenigd Koninkrijk en Zweden) over nagedacht en zijn er onderzoeken uitgevoerd in diverse landen die waarderingen in geldeenheden of reistijd leveren voor betrouwbaarheid van reistijden. Kengetallen waarvan met een redelijke mate van zekerheid kan worden gezegd dat ze representatief zijn voor met name het Nederlandse personenautoverkeer ontbreken. Wel geven alle gevonden studies naar de waarde van betrouwbaarheid van de reistijd aan dat dit een factor **van substantieel belang** is: geen enkele studie kwam tot de conclusie dat deze factor te verwaarlozen is. Voor het goederenvervoer en het openbaar vervoer, zijn er recentelijk in Nederland waarderingstudies uitgevoerd, met hun eigen, specifieke definities van betrouwbaarheid van reistijd.

Abstract (Engels)

The national and international literature on reliability of travel times in passenger and freight transport has been reviewed to obtain insight into the definitions that are used, the monetary values that have been obtained and the methods that have been used for this. Furthermore, the issue whether these values could be applied in cost-benefit analysis, especially in the framework used in The Netherlands, was investigated. In total, 40 reports and articles were studied and summarised in this review. No monetary values for reliability and other aspects of quality were found that are used in official national cost-benefit analyses. But this issue is being investigated in some countries (besides in the Netherlands also in the United Kingdom and Sweden), and studies have been carried out in several countries that yield values in money units or time units for the reliability of travel times. Representative money values for The Netherlands, especially for car traffic, are lacking. All the studies on the value of reliability that were reviewed yield that this is a factor **of substantial importance**: none of the studies reviewed concluded that this factor can be neglected. For freight

transport in The Netherlands and for public transport, Dutch valuation studies have been carried out in recent years, with their own, specific definitions of reliability of transport time.

1. Inleiding

Projecten op het gebied van de transportinfrastructuur, zoals spoorverbreding en nieuwe snelwegen, hebben een groot aantal maatschappelijke effecten. Zo zijn er aan de kostenkant de aanleg- en onderhoudskosten en lokale effecten op natuur en landschap. Aan de batenkant staan vaak kortere reistijden in personen- en goederenvervoer, maar ook de betrouwbaarheid van reistijden kan verbeteren. In evaluaties van deze projecten worden wel de reistijdbaten, maar nagenoeg nooit de betrouwbaarheidsbaten meegenomen. Waarschijnlijk worden de baten hierdoor onderschat. Gesteld werd door een commissie voor het Engelse ministerie (SACTRA, 1999) dat het weglaten van variabiliteit van de reistijd in evaluaties leidt tot een onderschatting van de economische baten met 5-50%.

In Nederland heeft het ministerie van Verkeer en Waterstaat samen met het ministerie van Economische Zaken eind jaren negentig het initiatief genomen tot het Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEEI). Dit heeft begin 2000 geresulteerd in de leidraad voor het opstellen van een Overzicht Effecten Infrastructuur (OEI), welke in april 2000 naar de Tweede Kamer is gestuurd (Eijgenraam et al., 2000). De leidraad is sindsdien toegepast bij alle speciale rijksprojecten. Een Overzicht Effecten Infrastructuur (OEI) is gebaseerd op een kosten-baten analyse (KBA), maar is meer dan een overzicht van in geld uitgedrukte effecten alleen; het is een document waarin alle maatschappelijk effecten van een infrastructuurproject overzichtelijk en bondig op een rij staan. Het streven is wel om effecten zoveel mogelijk in geld uit te drukken. Wanneer dit niet lukt wordt een kwantitatieve of kwalitatieve beschrijving opgenomen. De rol van een OEI is het aanleveren van transparante beleidsinformatie (mede) op basis waarvan een besluit over het project kan worden genomen.

De leidraad OEI geeft kengetallen voor het waarderen van reistijdwinsten voor het verkeer. Deze Values of Time (VoT) waarderen alleen een verkorting van de gemiddelde reistijd. In de gemiddelde reistijd zijn verwachte vertragingen meegenomen. Naast verwachte vertragingen zijn er ook onverwachte vertragingen. Deze zijn minder systematisch van aard en leiden tot variatie in reistijden. Onverwachte vertragingen kunnen worden veroorzaakt door congestie en andere factoren zoals slecht weer, ongevallen of onbetrouwbaarheid van het openbaar vervoer. We kunnen twee vormen van onverwachte vertragingen onderscheiden (Ritsema van Eck et al., 2004). Aan de ene kant is er de dagelijkse (*random*) variatie die de reistijd beïnvloedt van verplaatsingen die elke dag op dezelfde tijd worden ondernomen. Aan de andere kant zijn er de onregelmatige vertragingen die het gevolg zijn van incidenten. Dus, bij het plannen van een verplaatsing moet niet alleen gekeken worden naar de verwachte gemiddelde reistijd maar ook naar de variatie van de reistijd rondom het gemiddelde. Dat laatste kan worden gekwantificeerd als de standaard deviatie van de reistijdverdeling. Als een

reiziger/ vervoerder/ verlader het risico van te laat komen wil verminderen moet hij of zij dus meer tijd inplannen voor zijn reis dan de gemiddelde reistijd. De economische waardering van betrouwbaarheid van reistijden is gerelateerd aan het verminderen van onverwachte vertragingen. Het verminderen van de variatie van reistijden moet op een of andere wijze in de VoT worden meegenomen.

Als we praten over de betrouwbaarheid van reistijden gaat de meeste aandacht uit naar te laat komen. Echter, ook te vroeg komen leidt tot kosten (RAND *Europe*, 2001) zoals wachten op de plaats van bestemming. Bij het personenvervoer leiden onverwachte vertragingen tot kosten door: extra wachttijd (met een hoger disnut), tot stress bij de reizigers, gemiste aansluitingen, gemiste afspraken en negatieve gevolgen voor de efficiëntie in de bedrijven. Om de kans op te laat komen te verkleinen gaan reizigers vaak over tot het hanteren van veiligheidsmarges en tot afwijkingen van de geprefereerde aankomsttijden ('scheduling cost', gebaseerd op de vertrektijdkeuzetheorie ontwikkeld door met name Vickrey, 1969 en Small, 1982, zie HCG, 2000 voor een overzicht van vertrektijdkeuzemodellen). Bij het goederenvervoer leiden onverwachte vertragingen tot kosten door: gemiste aansluitingen, wachttijden, een suboptimaal gebruik van transportpersoneel -en materieel en tot gemiste kansen op het gebied van voorraadbeheer, productie- en distributie-systemen (HCG, 1997).

Zoals hierboven beschreven, wordt in de huidige VoT's van de leidraad OEI alleen verkorting van de gemiddelde reistijd meegenomen. Echter, in de nabije toekomst zullen veel Nederlandse infrastructuurprojecten expliciet gericht zijn op het verbeteren van de betrouwbaarheid van reistijden. Ook in diverse andere landen waar vanwege ernstige congestie de betrouwbaarheid van reistijden is verslechterd neemt de aandacht voor dergelijke projecten toe. Het is daarom van groot belang dat in de baten niet alleen verkorting van de gemiddelde reistijd wordt meegenomen, maar ook verhoging van de betrouwbaarheid. De verwachting is dat baten door betere betrouwbaarheid significant zullen zijn ten opzichte van de baten door verkorting van de gemiddelde reistijd. Daarom is het belangrijk kengetallen te vinden voor de monetaire waardering van betrouwbaarheid die kunnen worden toegepast bij het opstellen van een kosten-baten analyse.

RAND *Europe* heeft voor AVV een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de waardering van kwaliteit en betrouwbaarheid van reistijden in personen- en goederenvervoer (RAND Europe et al., 2004). Deze paper bevat de uitkomsten van deze studie, waarbij de nadruk is gelegd op betrouwbaarheid. In paragraaf 2 van dit paper wordt de gevolgde onderzoeks aanpak beschreven. In paragraaf 3 en 4 worden de resultaten beschreven voor wat betreft de gevonden kengetallen, definities, waarderingsmethoden en toepasbaarheid voor het opstellen van een KBA. Paragraaf 3 betreft personenverkeer en -vervoer, paragraaf 4 goederenvervoer. Tenslotte volgen de conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek in paragraaf 5.

2. Onderzoeksmethodiek

Het gaat in dit onderzoek zowel om de internationale als de Nederlandse literatuur op het gebied van kwaliteit en betrouwbaarheid van het vervoer. Er zijn veel studies over betrouwbaarheid van infrastructuur met een technisch-verkeerskundige invalshoek (b.v. kans op capaciteitstekort). Alhoewel er raakvlakken zijn met deze studie, is besloten dat deze niet een hoofdonderwerp zijn van dit onderzoek. Dit onderzoek richt zich op de waardering van de gebruikers (reizigers, vervoerders, verladers).

In de selectie van de literatuur is de nadruk gelegd op recente artikelen en rapporten (de laatste vijf tot tien jaar). Gezocht is in tijdschriften, conferentiebijdragen, onderzoeksrapporten en op internet. In totaal zijn 40 artikelen en rapporten bestudeerd en afzonderlijk samengevat en geduid (RAND *Europe*, 2004).

Hierbij zijn voor ieder artikel/rapport de volgende aspecten aan de orde komen:

- Welke definities van kwaliteit en betrouwbaarheid worden gehanteerd?
- Welke aspecten van kwaliteit en betrouwbaarheid worden bestudeerd?
- Welke methoden voor het waarderen van aspecten van kwaliteit en betrouwbaarheid worden gebruikt of voorgesteld?
- Welke kengetallen worden aanbevolen voor de waardering van aspecten van kwaliteit en betrouwbaarheid?
- Zijn deze ook toe te passen in een KBA (zoals de leidraad OEI in Nederland), waarin reistijdwinsten al worden gemonetariseerd?
- Zijn er richtlijnen af te leiden voor het opnemen van aspecten van kwaliteit en betrouwbaarheid in verkeers- en vervoermodellen?
- Volgen er aanbevelingen uit het artikel/rapport voor concreet empirisch onderzoek?

Vervolgens heeft een integratie en synthese van de afzonderlijke beschrijvingen van de artikelen en rapporten plaatsgevonden. Hierbij stond de beantwoording van de bovenstaande vragen centraal. Hieronder worden de belangrijkste uitkomsten van deze studie gepresenteerd.

3. Kengetallen en gebruikte waarderingmethoden voor personenverkeer en -vervoer

Uit het overzicht van de literatuur over kengetallen en methoden voor de waardering van betrouwbaarheid in het personenverkeer en -vervoer blijkt dat er drie verschillende methoden gebruikt worden:

1. De gemiddelde versus variantie methode. Hierbij worden zowel de gemiddelde reistijd als de variantie in de reistijd (of de standaardafwijking) in de nutsfunctie opgenomen en de parameters voor beide variabelen geschat. Meestal worden hierbij SP (stated preference)

data gebruikt, uit interviews waarbij de respondenten zowel de gemiddelde reistijd als een bepaalde weergave van de variantie kregen te zien, en waarbij deze kenmerken onafhankelijk (of bijna onafhankelijk: geen of zeer geringe correlatie) varieerden. Dit betekent dat er een de waarderingskant geen dubbeltelling op zal treden, de waarde voor reistijd en die voor betrouwbaarheid kunnen worden opgeteld. Voor toepassing in een KBA is het wel nodig dat de omvang van de verandering in reistijd en die in betrouwbaarheid beide afzonderlijk worden vastgesteld. Hierbij kan de betrouwbaarheid gemeten te worden als de standaardafwijking van de reistijd rond de verwachte reistijd. Senna (1991) heeft een model met gemiddelde en variantie van reistijd expliciet uit de nutstheorie afgeleid, en kwam uit op een niet-lineaire nutsfunctie (dit in tegenstelling tot het gebruik van lineaire nutsfuncties in de praktijk).

2. Een verwante methode is die waarbij met percentielen van de reistijdverdeling wordt gewerkt. Het 80^{ste} of 90^{ste} percentiel min de mediaan (het 50^{ste}) is gebruikt voor de meting en waardering van onbetrouwbaarheid. Hiertoe dienen modellen geschat te worden op RP (revealed preference), SP of gecombineerde RP/SP data, waarbij de genoemde onbetrouwbaarheidsmaatstaf en reistijd afzonderlijke variabelen zijn. Ook deze waarderungen kunnen worden opgeteld.
3. Tenslotte zijn er de *scheduling* modellen waarbij gegevens (meestal SP) over tijdstipkeuze gebruikt worden om te bepalen hoe erg in geld of reistijd een minuut te vroeg of te laat komen (of vertrekken) is. Betrouwbaarheid van reistijd wordt hier dus bestudeerd middels de consequenties op de dagindeling (*scheduling*). Combinatie van de waarderungen voor te vroeg of te laat komen binnen een KBA (zoals de leidraad OEI) is niet goed mogelijk, omdat in de KBA de vertaling van reistijd naar tijdstip van de dag (en afwijking van gewenste aankomsttijdstip) niet gemaakt wordt. Dit is pas mogelijk als in de KBA ook naar de tijdstipkeuze zou worden gekeken (in plaats van alleen naar bestaande reizigers met een bepaalde vervoerwijze en verandering van vervoerwijze) en als daarbij ook de gewenste aankomsttijdstippen bekend zouden zijn. Diverse auteurs, waaronder Bates et al (2001), hebben aangetoond dat het disnut van te vroeg of te laat komen (zoals in een *scheduling* model) bij benadering proportioneel is met de standaardafwijking van de reistijd (methode 1 dus). Het *scheduling* model kan dus ook beschouwd worden als een theoretische onderbouwing van methode 1. Dit resultaat hangt echter wel af van de vorm van de verdelingsfunctie van de reistijd.

Voor alle drie de methoden is het gebruik van SP data een logische keuze (dezelfde aanbeveling komt ook voor in Bates et al, 2001; Noland en Polak, 2002). Schatting van een model inclusief een variabele voor betrouwbaarheid op RP data is zelden mogelijk. In RP data (bijvoorbeeld voor verschillende dagdelen en dagen) zullen namelijk betrouwbaarheid, reiskosten en reistijd vaak sterk gecorreleerd zijn, wat schatting van afzonderlijke parameters zeer bemoeilijkt. Bovendien moet men voor deze variabelen waarden hebben voor de niet gekozen alternatieven (b.v. uit toedelingen). In SP onderzoeken heeft de onderzoeker controle over deze attributen en kan deze als niet-gecorrleerd of

licht gecorreleerd specificeren. De respondenten krijgen de attribuutniveau's voor alle keuzealternatieven gepresenteerd. Een uitzondering, waar RP gegevens wel een goede basis voor modellen vormen, is de keuze tussen een betrouwbare tolweg met variabele tol en een gratis route met kans op congestie, zoals bij *State Route 91* in Californië (Lam en Small, 2001).

Wel zou het in principe mogelijk zijn om de kosten van transport, distributie en productie te berekenen, en op basis van *ad hoc* veronderstellingen over welke kostenposten samenhangen met de mate van onbetrouwbaarheid, de kosten van onbetrouwbaarheid te berekenen. Deze methode (de 'factorkostenmethode'), waarbij SP noch RP modellen worden geschat, kan men zich het beste voorstellen voor goederenvervoer, maar ook voor woon-werk en zakelijk verkeer zou men kunnen proberen om de productiekosten van vertragingen op deze manier te berekenen. Het belangrijkste probleem is dat de empirische basis ontbreekt voor de benodigde veronderstellingen over welke kostenposten (en in welke mate) veroorzaakt worden door onbetrouwbaarheid.

Nergens in binnen- of buitenland worden monetaire waarderingen voor betrouwbaarheid gebruikt in officiële KBA's. Wel wordt daar in sommige landen (behalve in Nederland ook in het Verenigd Koninkrijk en Zweden) over nagedacht en zijn er onderzoeken uitgevoerd in diverse landen die waarderingen in geldeenheden of reistijd leveren voor betrouwbaarheid van reistijden in het personenverkeer over de weg. In Zweden werd recentelijk geconstateerd dat de empirische basis voor het opnemen van een hogere waarde voor vertragingen (dan de reistijdwaardering) onvoldoende was en werd nieuw onderzoek op dit gebied aanbevolen (SIKA, 2002).

Op basis van een uitgebreid SP onderzoek in het VK zijn modellen geschat voor het wegverkeer (Accent en HCG, 1995). De volgende uitkomsten voor onbetrouwbaarheid werden verkregen. Verdubbeling van de kans op vertraging (b.v. van 10% naar 20%) is even erg als 13 minuten extra reistijd (woon-werk) of 20 minuten (zakelijk, overig). Halvering van deze kans is even goed als 3 minuten minder reistijd (woon-werk) of 5 minuten (zakelijk, overig). Deze waarden worden niet in de praktijk van KBA's gebruikt.

Brownstone en Small (2002) is een overzicht van diverse studies in Californië. Hiertoe behoort Lam en Small (2001). Zij gebruikten RP gegevens (reistijdmetingen) in studies naar de routekeuze rond de *State Route 91* (SR 91) waar tol wordt geheven. Een andere studie uit het overzicht is Small, Winston en Yan (2002). Zij gebruikten SP en RP data voor de SR 91. Gevonden werden waarden voor onbetrouwbaarheid van 11-14 Euro/uur (mannen) en 28-30 (vrouwen) op basis van de RP. Onbetrouwbaarheid is hierbij gemeten als het 90ste percentiel van de reistijd verdeling min het 50ste percentiel. Deze operationele definitie maakt geen onderscheid tussen verwachte en onverwachte congestie; beide vormen van variatie kunnen de mate van onbetrouwbaarheid beïnvloeden, maar de gemiddelde congestie zal tot uitdrukking komen in de mediaan. Onze interpretatie is daarom dat de gevonden reistijdwaardering toegepast moet worden op de reistijd inclusief de verwachte congestie, en de waardering voor betrouwbaarheid op de variatie in de reistijd door onverwachte congestie. De

SP/RP leverde 26 Euro/uur (mannen en vrouwen) voor onbetrouwbaarheid gemeten als het verschil tussen het 80ste en het 50ste percentiel. Het is zeer de vraag of de gevonden waarden zelfs maar representatief zijn voor Californië. Het gaat over een corridor met vooral reizigers met hogere inkomens. Voor de VS als geheel is dit zeker niet representatief.

Copley et al. (2002) hebben een *Stated Preference* (SP) onderzoek uitgevoerd in Manchester (VK), onder forenzen die als autobestuurder zonder passagiers naar het werk gaan (167 geslaagde interviews). Ze hebben op deze gegevens discrete keuzemodellen geschat. Daarbij werd gevonden dat de standaardafwijking van de reistijd 1,3 keer zo zwaar werd gewaardeerd als de reistijd (betrouwbaarheidsratio van 1,3). Hierbij werd geen expliciet onderscheid gemaakt tussen verwachte en onverwachte congestie. Voor zover er regelmatig congestie optreedt voor de betreffende verplaatsingen, zal congestie ervoor zorgen dat de gemiddelde reistijd langer is dan de *free flow* reistijd. Volgens onze interpretatie zit de gemiddelde regelmatige congestie dan reeds in de gemiddelde reistijd, en de variatie daar omheen is het gevolg van onverwachte congestie en van de dagelijkse variatie in de verwachte congestie. Voor de gemiddelde reistijd inclusief de verwachte regelmatige congestie daarin geldt de factor 1, voor de standaardfout door onverwachte congestie en andere variatie geldt de factor 1,3. Modellen volgens de *scheduling* theorie op dezelfde data gaven echter aan dat een minuut te laat of te vroeg minder erg was dan een minuut reistijd. Dit resultaat staat weer op gespannen voet met de meeste andere toepassingen van de *scheduling* theorie, waar te laat komen doorgaans zwaarder wordt gewaardeerd (per minuut) dan reistijd (b.v. Small, 1982). De waarde van 1,3 wordt in het VK niet in evaluaties gebruikt; ouder onderzoek kwam op een waarde rond de 0,8. Eerst wil men meer onderzoek doen.

De Jong et al. (2003) is een SP onderzoek naar de keuze van vertrektijdstip en vervoerwijze in het personenverkeer in Nederland. De steekproef van bijna 1000 autobestuurders en treinreizigers is niet representatief voor de gehele dag, maar richt zich op spitsreizigers. Een model volgens de *scheduling* theorie is geschat. Gevonden is dat voor alle motieven behalve onderwijs de waardering voor een minuut te laat komen (of vertrekken) hoger is dan voor een minuut reistijd (doorgaans tussen de 1 en 1,5 keer zo belangrijk). Het SP experiment gaat uitsluitend over reacties op de bekende (verwachte) mate van congestie; onverwachte congestie wordt niet meegenomen.

Eliasson (2004) vond in een SP onderzoek onder ongeveer 600 automobilisten voor woon-werkverplaatsingen een disnut van de standaardafwijking van 0.95 maal het disnut van reistijd. Voor zakelijk verkeer en de andere verplaatsingsmotieven vond hij lagere waarden voor betrouwbaarheid (0,3 – 0,6). In tegenstelling tot andere SP studies maakt hij een onderscheid tussen stochastische dagelijkse variatie in de reistijden en grote incidentele vertragingen. De bovenstaande waarderingen betreffen de eerste component van onbetrouwbaarheid. Voor de lange, incidentele vertragingen vond Eliasson betrouwbaarheidsratio's van 1.34 voor woon-werk en 0.8 - 0.9 voor zakelijke en overige verplaatsingen.

MVA (2001) heeft gevonden dat in het busvervoer het belang van een minuut standaardafwijking van de reistijd maar een kwart zo groot is als dat van de reistijd (in het voertuig) zelf. Rietveld et al. (2001) vonden op basis van een SP onderzoek onder 781 reizigers met het openbaar vervoer (zowel bus als trein) in Nederland, dat een minuut vertraging 2,4 zo erg was als een minuut reistijd in het openbaar vervoer. Uitgedrukt in termen van de waarde van de standaardafwijking van reistijd ten opzichte van die van reistijd komt Rietveld et al. (2001) op een betrouwbaarheidsratio van 1,4¹.

Bestaande transportmodellen in Nederland (en elders) bevatten geen expliciete variabelen voor betrouwbaarheid en andere aspecten van kwaliteit. Wel kunnen deze variabelen de keuzen van de besluitvormers hebben beïnvloed, die gebruikt zijn als te verklaren variabelen. De invloed van deze kenmerken komt dan waarschijnlijk met name tot uiting in de constanten voor de diverse vervoerwijze-alternatieven in de vervoerwijzekeuzemodellen (maar mogelijk ook in de parameters voor reistijd en reiskosten, voorzover hier correlatie mee optreedt.). Simulaties voor het effect van veranderingen in kwaliteit kunnen uitgevoerd worden door te bepalen hoeveel bijvoorbeeld de equivalente verandering in reistijd of reiskosten zou zijn (op basis van SP uitkomsten) en die door te rekenen, of door de alternatief-specifieke constanten aan te passen. Om goed te kunnen werken met betrouwbaarheidsbaten van infrastructuurprojecten moeten de bestaande verkeer- en vervoermodellen worden aangescherpt zo dat ze toekomstige schattingen kunnen geven van standaarddeviaties van reistijden. Voor het Nederlandse LMS (Landelijk Model Systeem) worden hiervoor momenteel de eerste stappen gezet.

4. Kengetallen en gebruikte waarderingsmethoden voor goederenvervoer

Voor het goederenvervoer wordt voor waarderings van betrouwbaarheid meestal in SP onderzoek, naast de gemiddelde reistijd, de kans op vertraging gebruikt (HCG, 1992a,b; Accent en HCG, 1995, Bruzelius, 2002, RAND Europe et al., 2004). De reden hiervoor is dat in de SP interviews variantie wordt beschouwd als een te moeilijk begrip om aan de respondenten te presenteren. De kans op vertraging blijken respondenten in de praktijk wel te kunnen hanteren. Ook in SP onderzoek in het personenvervoer wordt variantie niet als zodanig aan de respondenten voorgelegd, maar bevat bijvoorbeeld ieder keuze-alternatief een reeks van mogelijke vertrek- of aankomsttijden (waarbij de onderzoekers later de variantie of standaardafwijking bepalen). In het goederenvervoer wordt vertraging echter doorgaans gedefinieerd in termen van afwijkingen van de afgesproken aankomsttijd (of het tijdvenster), niet als langer dan verwachte reistijd. Hierdoor komt de in het goederenvervoer gebruikte definitie nog het dichtst bij de *scheduling* aanpak in het personenverkeer en -vervoer. Dit bemoeilijkt toepassing van de waarderings in de praktijk, omdat het eenvoudiger is om voor een project gegevens in termen van verandering in de standaardafwijking van reistijd te leveren, dan gegevens over de verandering in de kans op te late of te vroege levering.

¹ Bron: mededeling van de eerste auteur.

Een recent SP/RP onderzoek onder 194 vervoerders en verladers in het wegvervoer in Nederland (RAND Europe et al., 2004) gebruikte als attributen in de SP experimenten: tijd, kosten, percentage niet op tijd, schadekans en frequentie. Gevonden werd dat een verandering van 10% in het percentage niet op tijd (b.v. van 10% naar 11%) equivalent is aan 1,01 tot 2.85 Euro per transport voor goederenwegvervoer. Andere vervoerwijzen (spoor, binnenvaart, zeevaart en luchtvaart) zijn in dit onderzoek op dezelfde wijze geanalyseerd.

Small et al. (1999) en Fowkes et al. (2001) hebben de *scheduling* methode gebruikt in het goederenvervoer. De eerstgenoemden vonden voor het wegvervoer in de VS een zeer hoge waarde voor een uur afwijking van de afgesproken levertijd (bijna 400 Euro, uitgedrukt in Euro's van 2003); de laatsten vonden een waarde van ongeveer 67 Euro per uur afwijking van de geprefereerde vertrektijd.

Alle ons bekende studies die een waardering bieden voor betrouwbaarheid in het goederenvervoer zijn gebaseerd op SP gegevens.

5. Conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De nationale en internationale literatuur over betrouwbaarheid van reistijden (en andere aspecten van kwaliteit) in personen- en goederenvervoer is bestudeerd om inzicht te krijgen in gebruikte kengetallen voor de monetaire waardering van betrouwbaarheid, de methoden die worden gehanteerd en of de kengetallen toe te passen zijn in Nederlandse KBA's volgens de leidraad OEI.

Er zijn in de nationale en internationale literatuur geen monetaire waarden voor betrouwbaarheid en andere kwaliteitsaspecten gevonden die in officiële nationale kosten-batenanalyses worden gebruikt. Wel wordt daar in sommige landen (behalve in Nederland ook in het Verenigd Koninkrijk en Zweden) over nagedacht en zijn er onderzoeken uitgevoerd in diverse landen die waarderingen in geldeenheden of reistijd leveren voor betrouwbaarheid van reistijden.

Zowel voor de definities als de kengetallen voor betrouwbaarheid zijn drie operationele varianten gevonden:

- Onbetrouwbaarheid gemeten als de standaardafwijking (of variantie) van de reistijdverdeling.
- Onbetrouwbaarheid gemeten via het verschil tussen het 80ste of 90ste percentiel van de reistijdverdeling en de mediaan.
- Onbetrouwbaarheid gemeten als het aantal minuten dat men vroeger of later vertrekt of aankomt dan meest gewenst (*schedule delay*).

De kengetallen volgens de derde definitie zijn zeer lastig toe te passen binnen een KBA, zoals de leidraad OEI, omdat de koppeling met tijdstipkeuze hier doorgaans niet wordt gemaakt. De derde methode wekt op basis van tijdstippen en –perioden in plaats van tijdsduren (zoals een KBA voor

een transport project), en vraagt om informatie over het gewenste aankomsttijdstip. Binnen een KBA methodiek zijn er meer mogelijkheden voor de eerste twee methoden.

In de literatuur over onbetrouwbaarheid van reistijden wordt doorgaans geen onderscheid gemaakt tussen verwachte en onverwachte congestie. Het is van groot belang dat in nieuw waarderingsonderzoek dit onderscheid wel wordt gemaakt. Daarbij kan verwachte congestie expliciet opgenomen worden in de verwachte reistijd, en onverwachte congestie behandeld worden als bron van variatie in de reistijden. Binnen de onverwachte congestie kan weer verder onderscheid gemaakt worden (variatie van dag tot dag, incidenten), maar vrijwel geen enkel toegepast onderzoek naar de waardering van onbetrouwbaarheid heeft dit onderscheid gemaakt. Een uitzondering is Eliasson (2004), die hogere waarden per minuut vond voor grote, incidentele vertragingen dan voor variatie van dag tot dag.

Voor het personenverkeer en –vervoer geldt dat betrouwbaarheid van reistijden zowel bestudeerd is voor personenautoverkeer als openbaar vervoer. Kengetallen waarvan met een redelijke mate van vertrouwen kan worden gezegd dat ze representatief zijn voor het personenautoverkeer in een land (b.v. Nederland, België) ontbreken. De bestaande kengetallen komen uit zeer specifieke onderzoeken en worden in het land van herkomst ook niet voor landelijke of regionale kosten-baten analyses gebruikt. Wel geven alle gevonden studies naar de waarde van betrouwbaarheid van reistijden aan dat dit een factor van substantieel belang is. Geen enkele studie kwam tot de conclusie dat deze factor te verwaarlozen is.

De opzet van het onderzoek van Copley et al. (2002) zou de basis kunnen vormen voor een nieuw SP onderzoek over de waardering voor betrouwbaarheid onder automobilisten. Voor de waardering van betrouwbaarheid in het openbaar vervoer is er voor Nederland enig houvast te vinden in Rietveld et al. (2001), en zou kunnen worden bekeken of de Klantenbarometer Openbaar Vervoer (AVV, 2003)² uitgebreid kan worden met monetaire waarderingsonderzoeken in vervoer per bus, tram en metro. Ook valt te denken aan een SP onderzoek zoals dat van MVA (2000) of het onderzoek dat RAND Europe momenteel uitvoert voor STIF (openbaar vervoersorganisatie in Parijs en omgeving). Hierbij is één van de attributen van ieder keuze-alternatief een reeks van meerdere reistijden.

Het reistijdwaarderingsonderzoek dat RAND Europe in 2003/ 2004 heeft uitgevoerd voor AVV (RAND Europe et al., 2004) kan monetaire waarderingsonderzoeken bieden voor betrouwbaarheid en enkele andere kwaliteitsaspecten (frequentie en schadekans) in het goederenvervoer. De gebruikte definitie van betrouwbaarheid (afwijking van afgesproken leveringstijdstip op tijdvenster) maakt het echter lastig om de waarderingsonderzoeken te combineren met modelmatig berekende projecteffecten op betrouwbaarheid.

² Dit is een regelmatig terugkerend *stated preference* onderzoek onder ruim 3.000 reizigers met bus, tram en metro over de relatieve waardering voor kenmerken van de reis en de scores van het openbaar vervoer op deze kenmerken.

Samengevat is de belangrijkste witte vlek in Nederland dat er geen representatieve monetaire waarderingen bestaan voor betrouwbaarheid voor het personenverkeer over de weg, die direct toegepast kunnen worden bij het opstellen van een KBA. Ook in andere landen zijn zulke waarden niet voorhanden. Aanbevolen wordt om nieuw landelijk representatief SP onderzoek op te zetten onder automobilisten, waarin de attributen van de keuze-alternatieven zijn:

- een reeks van mogelijke reisduren (evt. ook aankomsttijden), mogelijk met een grafische weergave; dit is een weergave van de mate van onzekerheid van de reistijd, die de respondenten beter begrijpen dan de variantie of standaard-afwijking (die de onderzoeker bij ieder alternatief kan berekenen);
- een gemiddelde reisduur;
- reiskosten.

De uitkomsten van deze interviews kunnen dan gebruikt worden voor het bepalen van de waarde van onbetrouwbaarheid in het autoverkeer, zowel in de vorm van de standaardafwijking als percentielen van reistijd.

Referenties

Accent en Hague Consulting Group (1995); The value of travel time on UK roads – 1994; Final report; Rapport voor het Department of Transport; Accent en HCG.

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (2003); Klantenbarometer Openbaar Vervoer: Het meten van belang; AVV, Rotterdam.

Bates, J., J. Polak, P. Jones en A. Cook (2001); The valuation of reliability for personal travel; **Transportation Research E (Logistics and Transportation Review)**, 37-2/3, 191-229.

Brownstone, D. en K.A. Small (2002); Valuing time and reliability: assessing evidence from road pricing demonstrations; University of California, Irvine.

Bruzelius, N. (2001); The valuation of logistics improvements in CBA of transport investments – a survey; SAMPLAN, SIKa, Zweden.

Buck Consultants International (2002); Evaluatie OEI-leidraad, Rapport in opdracht van Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag mei 2002.

Copley, G. P. Murphy en D. Pearce (2002); Understanding and valuing journey time variability; Paper gepresenteerd op de European Transport Conference – 2002, Cambridge.

Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang en A.C.P. Verster (2000); Evaluatie van infrastructuurprojecten: leidraad voor de kosten-batenanalyse; Onderzoeks-programma Economische Effecten Infrastructuur; CPB en NEI, Den Haag en Rotterdam.

Eliasson, J. (2004); Car drivers' valuations of travel time variability, unexpected delays and queue driving; ; Paper gepresenteerd op de European Transport Conference – 2004, Straatsburg.

Fowkes, A.S., P.E. Firmin, A.E. Whiteing en G. Tweddle (2001); Freight road user valuations of three different aspects of delay; Paper gepresenteerd op de European Transport Conference – 2001, Cambridge.

Hague Consulting Group (1992a); De reistijdwaardering in het goederenvervoer, Rapport Hoofdonderzoek; Rapport 142-1 voor Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, HCG, Den Haag.

Hague Consulting Group (1992b); Study into the social benefits of goods transport by road; the conjoint analysis; rapport HCG 170-2 voor de International Road Transport Union (IRU); HCG, Den Haag.

Hague Consulting Group (1997); Economic costs of barriers to road transport, Rapport voor de IRU, HCG-rapport 7040, Den Haag.

Hague Consulting Group (2000); Re-estimation of the LMS time-of-day module: model structure and data; Rapport voor de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, HCG, Den Haag.

Jong, G.C. de, A.J. Daly, M. Pieters, C. Vellay, M.A. Bradley en F. Hofman (2003); A model for time of day and mode choice using error components logit; **Transportation Research E (Logistics and Transportation Review)**, 39, 245-268.

Lam, T.C. en K.A. Small (2001); The value of time and reliability: measurement from a value pricing experiment; **Transportation Research part E-Logistics and Transportation Review**, 37-2/3, 231-251.

MVA Report (2000) Etude de l'impact des phénomènes d'irregularité des autobus – Analyse des resultants.

Noland, R.B. en J.W. Polak (2002); Travel time variability: a review of theoretical and empirical issues; **Transport Reviews**, 22-1, 39-54.

RAND Europe (2001); Re-estimation of the LMS time-of-day module: estimation results; Rapport voor de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, RAND Europe, Leiden.

RAND Europe (2004); De waardering van kwaliteit en betrouwbaarheid in personen- en goederenvervoer; Rapport voor de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, RAND Europe, Leiden.

RAND Europe, SEO en Veldkamp/NIPO (2004); Hoofdonderzoek naar de reistijdwaardering in het goederenvervoer,; Rapport voor de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, RAND Europe, Leiden.

Rietveld, P., F.R. Bruinsma en D.J. van Vuuren (2001); Coping with unreliability in public transport chains: A case study for the Netherlands; **Transportation Research part A**, 35, 539-559.

Ritsema van Eck, J., D. Snellen en H. Hilbers (2004); Travel time reliability: methodology and some results for The Netherlands; Paper gepresenteerd op de WCTR 2004, Istanbul.

SACTRA (1999); Transport and the economy: full report; The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment Department for Transport, London.

SIKA (2002); Review of cost benefit calculation, Methods and valuations in the transport sector (Summary in English); SIKA report 2002:4, Stockholm.

Small, K.A. (1982); The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips, **American Economic Review**, 72, June 1982, 467-479.

Small, K.A., R.B. Noland, X. Chu and D. Lewis (1999); Valuation of travel time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation; Report 431, National Cooperative Highway Research Program, Washington, D.C..

Small, K.A., C. Winston en J. Yan (2002); Uncovering the distribution of motorists' preferences for travel time and reliability: implications for road pricing; Department of Economics, University of California, Irvine.

Senna, L.A.D.S. (1991); Risk of delays, uncertainty, and travellers' valuation of travel time variability; Paper gepresenteerd op de 19th PTRC Summer Annual Meeting, Brighton.

Vickrey, W.S. (1969); Congestion theory and transport investment; **American Economic Review (Papers and Proceedings)** 59, 251-261.