

**Reistijdbetrouwbaarheid in strategische vervoersmodellen:  
Buffer tijd versus standaarddeviatie**

Andele Swierstra  
TU Delft  
a.b.swierstra@student.tudelft.nl

Robert van Leusden  
Bestuur Regio Utrecht  
r.van.leusden@regioutrecht.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
20 en 21 november 2014, Eindhoven**

## Samenvatting

### *Reistijdbetrouwbaarheid in strategische vervoersmodellen: Buffer tijd versus standaarddeviatie*

Reistijdbetrouwbaarheid wordt door de reiziger als één van de belangrijkste aspecten gezien in het openbaar vervoer. Echter rijdt in huidige verkeersmodellen het OV altijd op tijd. In het huidige Verkeersmodel Regio Utrecht (VRU) worden de effecten van reistijdbetrouwbaarheid meegenomen met behulp van de gemiddelde gerealiseerde reistijden en de standaarddeviatie ervan. Uit literatuur blijkt echter dat de standaarddeviatie geen goede indicator is om het keuzegedrag van reizigers te voorspellen. Daarom wordt er in dit paper ook een andere indicator gebruikt, namelijk de Reliability Buffer Time (RBT). De RBT is hier gedefinieerd als de 80<sup>ste</sup> percentiel van de reistijden minus de mediaan. De verschillen tussen de RBT en de standaarddeviatie worden hier geïllustreerd en besproken. Daarna worden er verschillende modellen geschat, met behulp van een online *stated preference* enquête, waarin de standaarddeviatie en RBT als attribuut worden meegenomen. Deze enquête is inmiddels uitgevoerd, via een online panel, en dat heeft 424 bruikbare reacties opgeleverd. Het schattingsproces is nog in volle gang en daardoor is het nog te vroeg om conclusies hieruit te trekken. De resultaten zullen dan ook besproken worden tijdens de presentatie op het CVS. Het meest geschikte model, zal ook geïmplementeerd worden in het VRU-model. Hierbij zullen ook pragmatische argumenten een rol gaan spelen. Het te implementeren model moet immers aansluiten bij de huidige modeltechnieken. Met behulp van tellingen, uit OV-chipkaartdata, zal de prestatie van het nieuwe geïmplementeerde model, ten opzichte van het oude model, geëvalueerd worden.

## 1. Inleiding

Betrouwbaarheid van reistijden is een belangrijk kwaliteitsaspect van het OV. Reistijdbetrouwbaarheid in het OV wordt hier gedefinieerd als de mate waarin de reis-, vertrek- en aankomsttijden, zoals beloofd door de vervoerder, worden nageleefd door de vervoerder en ervaren door de reiziger (Van Oort, 2011). Volgens de klantenwenspiramide staat betrouwbaarheid onder de dissatisfiers. Dit betekent dat dit kwaliteitsaspect negatief wordt gewaardeerd, wanneer niet aan de wensen van de klant worden voldaan (Peek & Van Hagen, 2002). Ook wetenschappelijk onderzoek geeft herhaaldelijk aan dat betrouwbaarheid van reistijden een belangrijk attribuut is in het keuzegedrag van de reiziger (Carrion & Levinson, 2012). Dat ook in de regio Utrecht betrouwbaarheid belangrijk (en onvoldoende) wordt geacht, blijkt uit een enquête waarbij 37% van de respondenten betrouwbaarheid als belangrijkste verbeterpunt zien in het OV van de regio Utrecht (Bestuur Regio Utrecht, 2014). Hiermee staat betrouwbaarheid op de eerste plaats gevolgd door frequentie en betaalbaarheid.

Veel infrastructurele projecten zijn er dan ook op gericht om de reistijd betrouwbaarheid in het OV te verbeteren, bijvoorbeeld door het aanleggen van een busbaan (Van Oort, et al., 2013). Echter wordt reistijdbetrouwbaarheid in verkeersmodellen meestal niet meegenomen, wat de verklarende waarde ervan beperkt. Hierdoor is het onmogelijk om maatregelen, die erop gericht zijn om de betrouwbaarheid verbeteren, te evalueren in een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) (Van Oort, 2011). De maatschappelijke waarde van betrouwbaarheid krijgt echter wel steeds meer aandacht in de literatuur (Warffemius, et al., 2013). Daarnaast is er al een eerste stap gezet in de praktische toepassing van het modelleren van betrouwbaarheid in het Verkeersmodel Regio Utrecht (VRU).

Dit paper bespreekt eerst kort de huidige tekortkomingen in het VRU-model omtrent de modellering van reistijd betrouwbaarheid, waarna met behulp van literatuur twee conceptuele modellen worden gesynthetiseerd. Deze modellen zullen geschat worden door middel van observaties uit een *stated preference* enquête. Hierbij zal het gewenste model bepaald worden en deze wordt vervolgens geïmplementeerd in het VRU-model. Het onderzoek is nog niet afgerond en de resultaten voor wat betreft de modelschatting en de implementatie zullen tijdens het CVS-congres gepresenteerd worden.

## 2. Reistijdbetrouwbaarheid in het huidige VRU-model

Het VRU-model tracht tegenwoordig de effecten van betrouwbaarheid mee te nemen. Hiervoor gebruikt het de volgende kostenfunctie voor de toedeling van de HB-matrices op het netwerk:

$$GC = \beta_1 \left( \hat{T} + \hat{W} + \frac{\beta_2}{\beta_1} v \right) + \beta_3 f + \beta_4 N$$

Waarin:

$GC$ :	Gegeneraliseerde kosten in €
$d$ :	Afstand in km
$\hat{T}$ :	Gemiddelde reistijd in uren
$\hat{W}$ :	Gemiddelde wachttijd in uren
$v$ :	$V_{in-vehicle} + V_{waiting}$ ; variantie van in-voertuigtijd en wachttijd in uren

$f$ :	Tarief in €
$N$ :	Aantal overstappen
$\beta_1$ :	Coëfficiënt voor tijdswaardering in €/uur
$\beta_2$ :	Coëfficiënt voor waardering van spreiding in reistijden in €/uur
$\frac{\beta_2}{\beta_1}$ :	Reliability ratio
$\beta_3$ :	Coëfficiënt voor tariefswaardering (dimensieloos, indien tarief in €)
$\beta_4$ :	Coëfficiënt voor waardering van een overstap in €/transfer

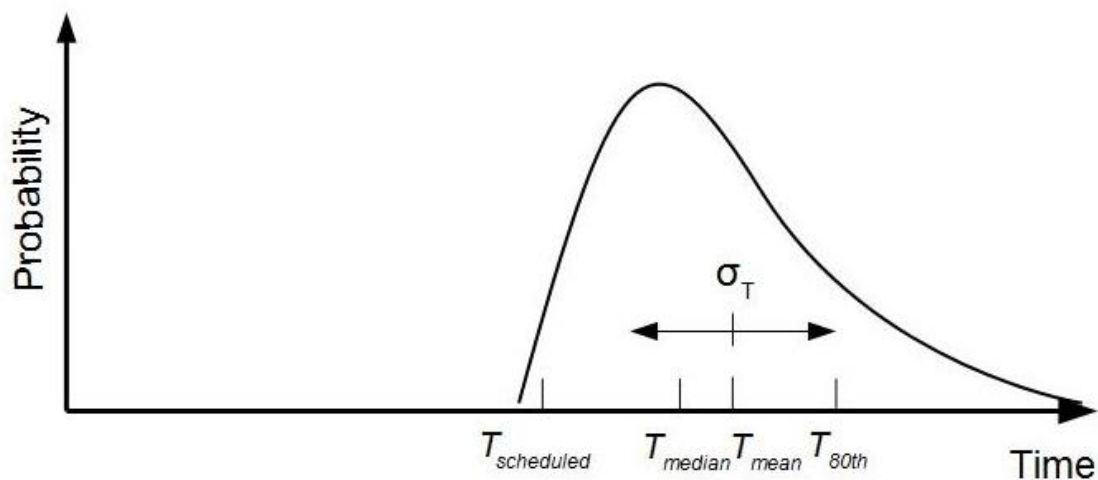
De effecten van de reistijd betrouwbaarheid op de reiziger zijn hierin berekend volgens het driestappenplan beschreven in Van Oort et al. (2013) met behulp van GOVI-data. De huidige waarderingscoëfficiënten zijn echter geschat zonder betrouwbaarheid als een verklarende variabele. Het toevoegen van de betrouwbaarheidseffecten leidt dan tot onterecht hogere kosten. Hierop wordt door de kalibratie gecorrigeerd, maar dat is een zeer grove en weinig transparante methode. De coëfficiënten moeten dus opnieuw geschat worden. Daarnaast is er sprake van een omslachtige werkwijze, waarin de variantie van reistijden eerst wordt omgerekend naar reistijd en daarna naar kosten. Een aparte attribuut voor reistijdbetrouwbaarheid, met een eigen waarderingscoëfficiënt heeft hier de voorkeur. Dit geeft ook de mogelijkheid om, in plaats van de standaarddeviatie of variantie, een andere indicator voor variabele reistijden te gebruiken. Er kleven namelijk een aantal nadelen aan het gebruik van de standaarddeviatie of variantie en dit zal in het volgende hoofdstuk uiteengezet worden.

### 3. Theoretische achtergrond

#### 3.1 Statistische centrum- en spreidingsmaten in reistijd verdelingen

Figuur 1 geeft een typische kansdichtheidsfunctie van reistijden die de reiziger ervaart in het OV. Hierin zijn een aantal verschillende definities te zien omtrent reistijd. Allereerst is er de dienstregelingstijd  $T_{scheduled}$ . Dit is de reistijd, die de reiziger ervaart volgens de dienstregeling. De dienstregeling kan echter niet altijd exact nageleefd worden om verschillende redenen. Hierdoor ontstaat er dus een reistijdverdeling en zoals in elke verdeling zijn er een aantal maten voor de centrale ligging van de verdeling (centrummaten) en de spreiding. De maten voor de centrale ligging die hier beschouwd worden zijn de mediaan  $T_{median}$  en het gemiddelde  $T_{mean}$ . De mediaan  $T_{median}$  geeft de middelste waarde van de reistijdverdeling; 50% van de ervaren reistijden zijn korter en 50% zijn langer. Een andere centrummaat is de gemiddelde reistijd  $T_{mean}$ ; dit is de som van alle reistijden gedeeld door het aantal. In het geval van een normale verdeling zijn  $T_{median}$  en  $T_{mean}$  aan elkaar gelijk, maar in een scheve verdeling, zoals in Figuur 1, zorgen de langere reistijden ervoor dat het gemiddelde groter is dan de mediaan.

Er bestaan ook verschillende maten voor spreiding. De meest gebruikelijke is de standaarddeviatie  $\sigma_T$  en percentielwaarden, zoals de 80<sup>ste</sup> percentiel  $T_{80th}$ . De standaarddeviatie  $\sigma_T$  geeft de spreiding rond de gemiddelde reistijd  $T_{mean}$  aan. De 80<sup>ste</sup> percentielreistijd  $T_{80th}$  geeft de reistijd aan, waarbij 80% van de mogelijke reistijden korter is en 20% langer. Merk hierbij op dat de mediaan, dus eigenlijk de 50<sup>ste</sup> percentiel geeft van de reistijdverdeling. Uit onderzoek blijkt dat het gebruik van indicatoren gebaseerd op de mediaan wordt aanbevolen, in plaats van indicatoren gebaseerd op het gemiddelde (Van Lint, et al., 2008).



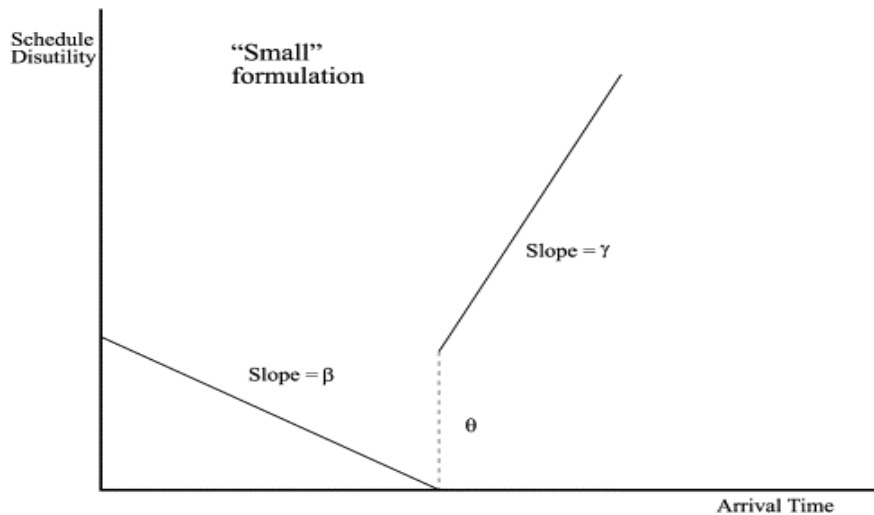
**Figuur 1: Reistijdverdeling en reistijd definities**

### 3.2 Reistijdbetrouwbaarheid in keuzeproces van de reiziger

Volgens literatuur ervaren reizigers disnut uit het te vroeg of te laat aankomen, ten opzichte van hun gewenste aankomsttijd, op de plaats van bestemming. Aangenomen dat reizigers hun nut maximaliseren zullen ze hun vertrektijd aanpassen als gevolg van (on)betrouwbaarheid van hun reistijd. Ze kunnen dit op een manier doen, waarbij ze nooit te laat zullen komen, maar als de reistijdverdeling erg scheef is zullen ze in de meeste gevallen veel eerder dan hun gewenste aankomsttijd aankomen. Ze zullen dus een vertrektijd kiezen waarbij een kleine kans wordt gemaakt op een te late aankomst. Er wordt dus een afweging gemaakt tussen de kans op een te vroege en een te late aankomst. (Hollander, 2006)

### 3.3 Modelleren van reistijdbetrouwbaarheid

In de literatuur bestaan 3 verschillende aanpakken voor het modelleren van betrouwbaarheid. De *scheduling* aanpak geeft een disnut aan te vroege en te late aankomsten (Small, 1982). In Figuur 2 is het disnut te zien als gevolg van de aankomsttijd. Hierin is te zien dat het disnut van een te vroege aankomst  $\beta$  steeds kleiner wordt totdat de gewenste aankomsttijd is bereikt. Bij een te late aankomst gaat het disnut weer omhoog met helling  $\gamma$ . Ook kan er een penalty  $\theta$  gegeven worden aan het te laat komen zelf, onafhankelijk van hoeveel. Het waardeert de kosten die gepaard gaan met de gevolgen op de activiteitenplanning van de reiziger door een onzekere reistijd.



Figuur 2: Disnut als functie van de aankomsttijd in de scheduling aanpak (Small, 1982)

Deze aanpak vereist een dynamisch verkeersmodel voor het meenemen van reistijd-betrouwbaarheid. Het VRU-model is statisch en daardoor Voor de andere twee aanpakken is er geen dynamisch verkeersmodel nodig. De *mean-variance*, of *centrality-dispersion*, aanpak gebruikt een centrummaat, zoals het gemiddelde, en een spreidingsmaat, zoals de standaarddeviatie, voor de reistijden in de kostenfunctie (Jackson & Jucker, 1982). Er is echter ook bewijs dat reizigers het niet kunnen naleven van de dienstregeling al als negatief ervaren (Bates, et al., 2001). De *mean-lateness* aanpak gebruikt, in tegenstelling tot de *mean-variance* aanpak, wel de reistijden die in de dienstregeling vermeld staan. Daarnaast gebruikt het in de kostenfunctie de gemiddelde vertraging op deze dienstregeling als indicator voor betrouwbaarheid (Batley & Ibáñez, 2009). De toegevoegde reistijd  $T_{add}$  voorgesteld in Van Oort (2011) kan ook als dusdanig beschouwd worden, alleen dan met een reiziger georiënteerde inslag. Deze indicatoren zeggen echter niks over de variatie in reistijden die de reiziger kan ervaren.

### 3.4 Indicatoren van reistijdbetrouwbaarheid

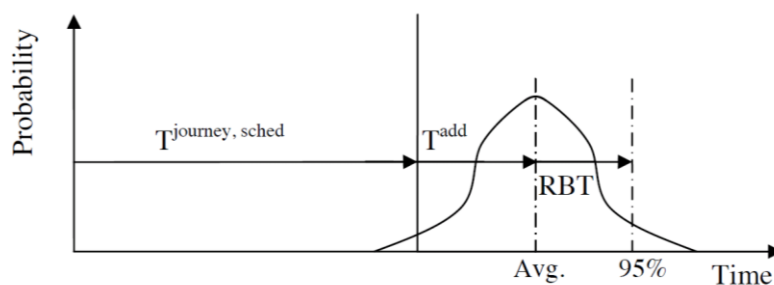
Voor spreiding in reistijden zijn vele indicatoren bekend. Deze zijn op te delen in 4 groepen (Lomax, et al., 2003):

- *Statistische spreidingsindicatoren*  
Zoals ook beschreven in paragraaf 3.1, voorbeelden hiervan zijn de standaarddeviatie en de variatiecoëfficiënt.
- *Buffertijd indicatoren*  
Deze indicatoren geven aan hoeveel tijd de reiziger extra in rekening moet brengen om in een bepaald percentage van de gevallen op tijd te komen. Dit is meestal gedefinieerd als de 80<sup>ste</sup>, 90<sup>ste</sup> of 95<sup>ste</sup> percentiel van de reistijden minus de mediaan.
- *'Tardy-trip' indicatoren*  
Deze indicatoren geven het gemiddelde van een bepaald percentage, bijvoorbeeld 20%, van de langzaamste reistijden.

- *Probabilistische indicatoren*

Deze indicatoren geven de kans weer dat een reis afgelegd kan worden in een bepaalde tijd.

In Significance et al. (2013) wordt gesteld dat “elke indicator, dat verder gaat dan de standaarddeviatie of variantie van de reistijden, te veel vraagt van de nationale en regionale verkeersmodellen.” Volgens Van Oort (2011) is deze indicator echter te veel georiënteerd vanuit het perspectief van de vervoerder en wordt het gebruik van de Reliability Buffer Time (RBT) dan ook aanbevolen. Deze indicator werd voor het eerst in een OV context voorgesteld door Furth & Muller (2006), waar deze gedefinieerd is als de 95<sup>ste</sup> percentiel van de reistijden minus de mediaan. Figuur 3 geeft een illustratie van deze definitie.



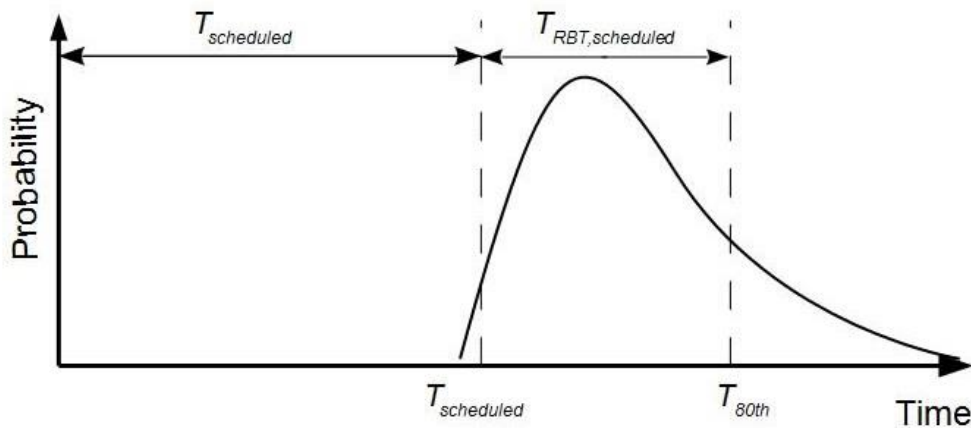
**Figuur 3: Illustratie van de RBT indicator (Van Oort, 2011)**

In dit onderzoek wordt voor de RBT indicator de 80<sup>ste</sup> percentiel gebruikt uit praktische overwegingen (zie Hoofdstuk 4). Daarnaast is deze percentielwaarde ook gebruikt in Van Loon et al. (2011) met veelbelovende resultaten. De RBT is een indicator dat meer vanuit het reizigersperspectief redeneert en het lijkt het keuzeproces, zoals beschreven in paragraaf 3.1 dan ook beter conceptueel te vangen (Uniman, 2005).

Om een illustratie te geven van de werking van de RBT en de standaarddeviatie wordt een voorbeeld vanuit de literatuur gegeven. In Tabel 1 zijn de resultaten van Benwell & Black (1984) te zien. In deze studie werden in een enquête respondenten gevraagd om 3 alternatieven te rangschikken naar aantrekkelijkheid. Deze alternatieven hebben allemaal 10 mogelijke vertragingen waarop evenveel kans wordt gemaakt. De gemiddelde vertraging is hetzelfde voor elke alternatief, maar de standaarddeviaties zijn heel verschillend. Het alternatief met de hoogste standaarddeviaties werd het vaakst als het meest aantrekkelijk beschouwd en het alternatief met de laagste standaarddeviatie werd het vaakst als laatste gerangschikt. Ter vergelijking zijn ook de 80<sup>ste</sup> percentiel waarden in de tabel opgenomen. De RBT is hier dus gedefinieerd als de 80<sup>ste</sup> percentiel waarde van de reistijden minus de dienstregelingstijd (zie Figuur 4). Er is te zien dat deze indicator de volgorde van de als aantrekkelijkst gerangschikte alternatieven wel goed voorspeld, in tegenstelling tot de standaarddeviatie. Daarnaast blijkt uit de literatuur dat het gebruik van de standaarddeviatie in de *mean-variance* aanpak de effecten van onbetrouwbaarheid onderwaardeert in vergelijking met de *scheduling* aanpak (Hollander, 2006).

Tabel 1: Resultaten van Benwell & Black (1984) (aangepast)

Reeks van vertragingen	Gemiddelde vertraging	S.D.	RBT	Als eerste gerangschikt (%)	Als laatste gerangschikt (%)
0,0,5,6,8,7,6,4,5,9	5	2.86	7	38	47
0,0,0,0,0,0,25,5,10,10	5	7.75	10	6	29
0,0,0,0,0,0,0,0,20,30	5	10.25	0	56	24



Figuur 4: Illustratie van  $T_{RBT,scheduled}$

### 3.5 Conceptuele modellen

Met de bovenstaande overwegingen in acht genomen, is er in dit onderzoek gekozen de *centrality-dispersion* aanpak, waarin ook een onderscheid wordt gemaakt tussen dienstregelingstijd en de centrummaat. In Van Oort (2011) is dit onderscheid gedefinieerd als de toegevoegde reistijd  $T_{add}$  (zie Figuur 3). Voor dit onderscheid wordt gekozen, omdat het begrip punctualiteit sterk gerelateerd wordt aan betrouwbaarheid in het OV (Uniman, 2005). Er worden twee conceptuele modellen beschouwd, waarbij één gebruik maakt van de gemiddelde reistijd  $T_{mean}$  en de standaarddeviatie  $\sigma_T$  als respectievelijk centrum- en spreidingsmaat. Het andere model maakt hier gebruik van de mediaan reistijd  $T_{median}$  en de buffer tijd  $T_{RBT}$ . Figuur 5 geeft wederom een typische kansdichtheidsfunctie van reistijden in het OV, waarbij de definities van de reistijd attributen van beide conceptuele modellen geïllustreerd worden. De bovenste rij met pijlen (a) geeft het RBT-model aan en de onderste rij (b) het SD-model. Naast de reistijd gerelateerde attributen zijn ook ritprijs, frequentie en overstap als attributen meegenomen in de conceptuele modellen.

#### 1. SD model:

$$GC = \beta_{s,tt}T_{scheduled} + \beta_{add,mn}T_{add,mean} + \beta_{SD}\sigma_T + \beta_c C + \beta_{transfer}N + \beta_{low,flow}$$

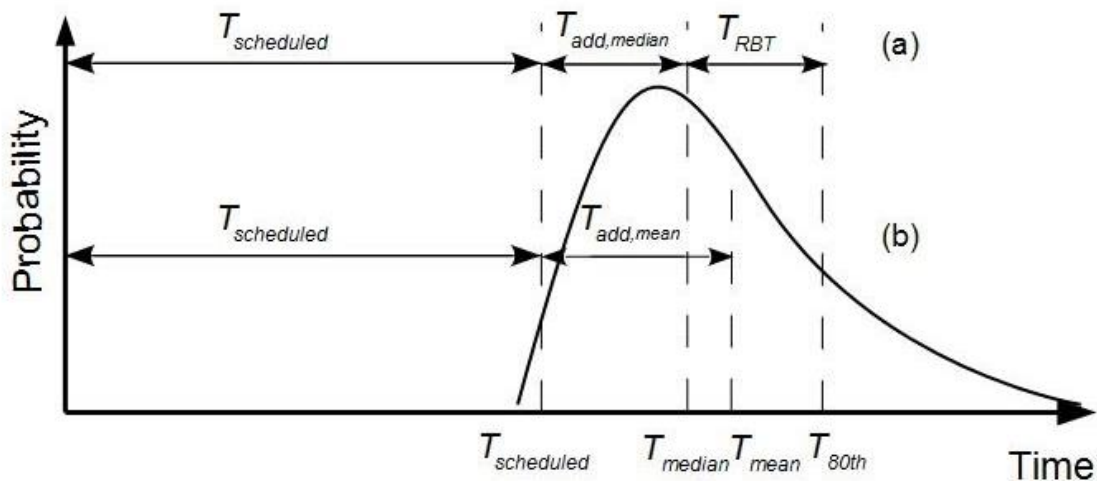
#### 2. RBT model:

$$GC = \beta_{s,tt}T_{scheduled} + \beta_{add,md}T_{add,median} + \beta_{RBT}T_{RBT} + \beta_c C + \beta_{transfer}N + \beta_{low,flow}$$

Waarin:



$GC$ :	Gegeneraliseerde kosten in €
$T_{scheduled}$ :	Dienstregelingstijd in uren
$T_{mean}$ :	Gemiddelde reistijd in uren
$T_{median}$ :	Mediaan van de reistijden in uren
$T_{add,mean}$ :	Toegevoegde reistijd: $T_{mean} - T_{scheduled}$
$T_{add,median}$ :	Toegevoegde reistijd: $T_{median} - T_{scheduled}$
$T_{RBT}$ :	Reliability buffer time in uren: $T_{80^{th}} - T_{median}$
$\sigma_T$ :	Standaarddeviatie van de reistijden in uren
$C$ :	Ritprijs in €
$N$ :	Dummy variabele voor een overstap
$f_{low}$ :	Dummy variabele voor laag frequente dienst



Figuur 5: Illustratie van de reistijd gerelateerde attributen van de conceptuele modellen

Op de twee conceptuele modellen, die beschreven staan in de vorige alinea, zijn een aantal alternatieven geïdentificeerd, die zijn te vinden in Tabel 2. In Van Oort (2013) wordt, net zoals in model alternatief 1a, onderscheid gemaakt tussen de dienstregelingstijd  $T_{scheduled}$  en de toegevoegde reistijd  $T_{add,mean}$ , echter wordt hier vervolgens in de kostenfunctie hetzelfde gewicht aan gegeven. Hierdoor, is dit model eigenlijk gelijk aan model alternatief 1b. Model alternatief 2a wordt beschreven in Van Oort (2011) met een enkel verschil; de 80<sup>ste</sup> percentielwaarde van de reistijden wordt hier gebruikt voor de  $T_{RBT}$ . Overeenkomend met model alternatief 1b wordt ook bij 2b de  $T_{scheduled}$  niet gebruikt en alleen een centrummaat beschouwd ( $T_{median}$ ). In model alternatief 2c is naast  $T_{scheduled}$  alleen een maat voor spreiding beschouwd, namelijk  $T_{RBT,scheduled}$  (zie ook Figuur 4).

Tabel 2: Reistijdattributen van model alternatieven beschouwd in het onderzoek

Model alternatief	Dienst-regelingstijd	Centrummaat	Spreidingsmaat
1a.	Ja	$T_{add,mean} = T_{mean} - T_{scheduled}$	Standaarddeviatie $\sigma_T$
1b.	Nee	$T_{mean}$	Standaarddeviatie $\sigma_T$
2a.	Ja	$T_{add,median} = T_{median} - T_{scheduled}$	$T_{RBT} = T_{80^{th}} - T_{median}$
2b.	Nee	$T_{median}$	$T_{RBT} = T_{80^{th}} - T_{median}$
2c.	Ja	-	$T_{RBT,scheduled} = T_{80^{th}} - T_{scheduled}$

De model alternatieven met dienstregelingstijd  $T_{scheduled}$  zijn meer toegespitst op de incidentele reiziger, die de dienstregeling raadplegen, en de model alternatieven zonder  $T_{scheduled}$  op ervaren reizigers, waarvan wordt geacht dat deze meer kennis hebben van de werkelijke reistijden. De alternatieven met  $T_{scheduled}$  hebben wel het nadeel dat deze sterk afhankelijk zijn van de kwaliteit van de dienstregeling.

#### 4. Methodologie enquête

Om de prestaties van de 5 model alternatieven met elkaar te vergelijken, moeten de beta's van de kostenfuncties worden geschat. Deze zijn in de literatuur niet te vinden en voor een goede vergelijking moeten steeds dezelfde bron gebruikt worden. Daarom worden de model alternatieven geschat met behulp van een online *stated preference* enquête. In deze enquête worden de respondenten 12 keuzesets voorgelegd. Een voorbeeld van een keuzeset is te zien in Afbeelding 1. Voor de representatie van variabele reistijden is gekozen voor een opsomming van 5 mogelijke reistijden. Op elk van de genoemde reistijden is evenveel kans (20%). Volgens Tseng (2008) is dit het format dat het best begrepen wordt door respondenten. Mede hierdoor is ook gekozen voor het gebruik van de 80<sup>ste</sup> percentielwaarde voor de RBT. De enquête is online uitgezet onder 525 respondenten uit zowel het BRU-gebied (Regio Utrecht) als daarbuiten. Afhankelijk van de meeste frequente OV-reis van de respondent wordt deze opgedeeld in drie afstandsklassen en drie reismotieven, namelijk woon-werk, onderwijs en overig. Hierbij zijn dezelfde afstandsklassen gebruikt als in Arentze & Molin (2013) en krijgen de respondenten keuzesets die corresponderen aan deze afstandsklassen. Deze afstandsklassen corresponderen aan lokale (5 km), regionale (20 km) en bovenregionale (65 km) verplaatsingen.

<i>OV-alternatief A</i>	<i>OV-alternatief B</i>
Reistijd volgens dienstregeling <b>25 min</b>	Reistijd volgens dienstregeling <b>15 min</b>
U heeft een even grote kans op elk van de volgende totale reistijden (dus inclusief evt. gemiste overstappen)	U heeft een even grote kans op elk van de volgende totale reistijden (dus inclusief evt. gemiste overstappen)
<b>25 min</b>	<b>15 min</b>
<b>28 min</b>	<b>18 min</b>
<b>28 min</b>	<b>18 min</b>
<b>31 min</b>	<b>21 min</b>
<b>36 min</b>	<b>26 min</b>
Reiskosten <b>€ 1</b>	Reiskosten <b>€ 2</b>
Aantal overstappen <b>0</b>	Aantal overstappen <b>1</b>
Laagste frequentie <b>8x/uur</b>	Laagste frequentie <b>2x/uur</b>

Afbeelding 1: Voorbeeld van keuzeset in enquête

Op basis van de observaties uit de enquête worden de beta's van de modelalternatieven geschat. Vervolgens zal uit de analyse blijken welke van de 5 model alternatieven de meest aannemelijke resultaten geven en waarom. Ten slotte, wordt het meest geschikte model alternatief geïmplementeerd en getoetst in VRU-model. Hierbij zal ook gebruikt worden gemaakt van GOVI-data voor het bepalen betrouwbaarheidseffecten op de reiziger. De toedeling van de niet-gekalibreerde (synthetische) HB-matrices op het netwerk zal dan vervolgens in het VRU-model uitgevoerd worden. Met behulp van tellingen, uit OV-chipkaartdata, zal dan de prestatie van het nieuwe geïmplementeerde model ten opzichte van het oude model geëvalueerd worden.

## 5. Vervolg onderzoek

Inmiddels is de enquête uitgevoerd en dit heeft 424 bruikbare reacties opgeleverd. Deze reacties worden nu geanalyseerd, echter kan uit deze analysefase nog geen conclusies worden getrokken. De conclusies uit de analysefase, alsmede de implementatiefase, zullen tijdens het CVS-congres gepresenteerd worden.

## 6. Vooruitlopen op de resultaten

Om een indicatie te geven van de resultaten, die in november op het CVS tijdens de presentatie verwacht kunnen worden, wordt hier alvast een aantal voorlopige resultaten gegeven. De eerste voorlopige analyses lijken te suggereren dat de RBT modellen beter aansluiten bij de beleving van de reizigers. Daarnaast lijken de reizigers meer georiënteerd te zijn op de dienstregeling dan op de centrummaat van de reistijden, zoals  $T_{mean}$  en  $T_{median}$ . Het betreft hier de voorlopige resultaten en verdere modelschatting moet uitwijzen of deze voorlopige conclusies terecht zijn.

## Referenties

Arentze, T. & Molin, E., 2013. Travelers' preferences in multimodal networks: Design and results of a comprehensive series of choice experiments. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, December, Volume 58, pp. 15-28.

Bates, J., Polak, R., Jones, P. & Cook, A., 2001. The valuation of reliability for personal travel. *Transportation Research Part E*, Issue 37, pp. 191-229.

Batley, R. & Ibáñez, N., 2009. *Randomness in preferences, outcomes and tastes; an application to journey time risk*. Harrogate, UK, Proceedings of the International Choice Modelling Conference.

Bestuur Regio Utrecht , 2014. *OV-Streefbeeld 2020: Bijlagenrapport*, Utrecht: BRU.

Bierlaire, M., 2003. *BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models*. Ascona, Switzerland, sn

Carrion, C. & Levinson, D., 2012. Value of travel time reliability: A review of current evidence. *Transportation Research Part A*, Issue 46, pp. 720-741.

Furth, P. & Muller, T., 2006. Service Reliability and Hidden Waiting Time: Insights from AVL Data. *Transportation Research Record*, Issue 1955, pp. 79-87.

Hollander, Y., 2006. Direct versus indirect models for the effects of unreliability. *Transportation Research Part A*, Issue 40, pp. 699-711.

Jackson, B. & Jucker, J., 1982. An empirical study of travel time variability and travel choice behavior. *Transportation Science*, Issue 16, pp. 460-475.

Lomax, T., Schrank, D., Turner, S. & Margiotta, R., 2003. *Selecting travel time reliability measures*, College Station: Texas Transport Institute.

Peek, G. & Van Hagen, M., 2002. Creating synergy in and around stations: three strategies. *Transportation Research Record*, Issue 1793, pp. 1-6.

Significance, VU University Amsterdam, John Bates Services, 2013. *Values of time and reliability in passenger and freight transport in the Netherlands*, Den Haag: Ministry of Infrastructure and Environment.

Small, K., 1982. The scheduling of consumer activities: work trips. *American Economic Review*, Issue 72, pp. 467-479.

Small, K., Noland, R., Chu, X. & Lewis, D., 1999. *Valuation of travel time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation*, sl: National Cooperative Highway Research Program Report 431.

Tseng, Y., 2008. *Valuation of Travel Time Reliability in Passenger Transport*, Amsterdam: VU Amsterdam.

Uniman, D., 2005. *Service Reliability Measurement Framework using Smart Card Data: Application to the London Underground*, Berkeley: University of California .

Van Lint, J., Van Zuylen, H. & Tu, H., 2008. Travel time unreliability on freeways: Why measures based on variance tell only half the story. *Transportation Research Part A*, Issue 42, pp. 258-277.

Van Loon, R., Rietveld, P. & Brons, M., 2011. Travel-time reliability impacts on railway passenger demand: a revealed preference analysis. *Journal of Transport Geography*, Issue 19, pp. 917-925.

Van Oort, N., 2011. *Service Reliability and Urban Public Transport Design*, Delft: TRAIL.

Van Oort, N., Van Leusden, R. & Brands, T., 2013. *Betrouwbare modellen door onbetrouwbaar OV*. Rotterdam, sn

Warffemius, P., Kouwenhoven, M. & De Jong, G., 2013. *De maatschappelijk waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*. Rotterdam, sn