

**Robuuster, goedkoper en beter openbaar vervoer
door gebruik van GOVI-data**

ir. Robert van Leusden
Bestuur Regio Utrecht
R.van.Leusden@RegioUtrecht.nl

dr. ir. Niels van Oort
Goudappel Coffeng
NvOort@Goudappel.nl

drs. Martijn Ebben
Goudappel Coffeng
MEbben@Goudappel.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
22 en 23 november 2012, Amsterdam**

Samenvatting

Robuuster, goedkoper en beter openbaar vervoer door gebruik van GOVI-data

De aansturing van reisinformatiepanelen door GOVI heeft als belangrijk neveneffect dat een grote database is ontstaan met daarin gegevens over de dienstuitvoering van het openbaar vervoer. De data in deze database vormt een belangrijke bron voor het identificeren van knelpunten in doorstroming en betrouwbaarheid en daarmee voor het verbeteren van het openbaar vervoer.

Reizigers in het openbaar vervoer vinden snelheid en betrouwbaarheid van hun reis van groot belang. De reistijd van het openbaar vervoer bestaat uit rijden, (ongepland) stilstaan en halteren. Een kortere reistijd kan worden gerealiseerd door elk van de drie aspecten te verkorten. Daarnaast is het zaak de spreiding terug te dringen zodat ook de betrouwbaarheid wordt verbeterd.

Het verbeterpotentieel is enorm. Een kortere reistijd vertaalt zich in meer reizigers en lagere exploitatiekosten. Op verschillende corridors in Utrecht loopt de besparing door verkorting van de reistijd met 30 seconden op tot enkele tonnen per jaar. De opgave is om de knelpunten te identificeren en de kostenbesparing in verhouding tot de investeringen in beeld te brengen.

Goudappel Coffeng heeft in opdracht van BRU een tool ontwikkeld waarmee de GOVI-data geanalyseerd wordt. De tool levert veel inzicht in de uitvoeringskwaliteit van het openbaar vervoer in verschillende dagdelen, waaruit eenvoudig knelpunten zijn af te leiden. Voor de knelpunten wordt het besparingspotentieel automatisch uitgerekend. Door combinatie van de resultaten van de GOVI-tool en beschikbare OV-chipkaartdata kunnen conclusies worden getrokken over de maatschappelijke baten van investeringen in betrouwbaarheid en doorstroming.

De GOVI-data wordt daarnaast gebruikt in het nieuwe verkeersmodel VRU3.0 om het effect van (verbeterde) betrouwbaarheid op het aantal reizigers in beeld te brengen en zo uitspraken te kunnen doen over de reizigerseffecten op netwerkniveau. Dit geeft tevens inzicht in de effecten op de reizigersopbrengsten.

1. Inleiding

In 2012 heeft Bestuur Regio Utrecht (BRU) een openbaar-vervoervisie (OV-visie) vastgesteld. Deze OV-visie bevat ambitieuze doelstellingen om een snel en betrouwbaar OV-netwerk te realiseren dat kosteneffectief is en de verwachte vervoergroei kan accommoderen. Hiervoor zal geïnvesteerd moeten worden in capaciteitsuitbreiding en kwaliteitsverbetering. Belangrijke randvoorwaarde is echter dat deze ambitie gerealiseerd moet worden binnen een beperkt budget dat niet toeneemt, maar eerder zal afnemen. Dat betekent een forse opgave om het OV kosteneffectiever te maken, namelijk meer OV-aanbod voor minder geld.

De rijtijden van het stadsvervoer in Utrecht worden elk jaar langer: eerdere analyses van boordcomputerdata lieten zien dat ruim 20% van de dienstregelingen uit niet nuttige stilstand bestaat. De oorzaken zijn heel divers: de rijtijden worden langer door lagere snelheden, bijvoorbeeld door hinder door het wegverkeer of bij verkeerslichten. Een andere oorzaak is een grotere onbetrouwbaarheid. De variatie in rijtijd neemt toe, waardoor het nodig is ruimere rijtijden in te plannen om op tijd te kunnen komen. In de gevallen dat de rit korter duurt, moet de bus alsnog wachten omdat er anders te vroeg wordt gereden en dat is niet toegestaan. Dit heeft oplopende kosten tot gevolg, terwijl budgetten voor het OV eerder af- dan toenemen. Ambities voor uitbreiding van het OV dienen daarom te komen uit kostenbesparing op het huidige netwerk.

De meest interessante kostenbesparing is reductie van onnodige stilstand, omdat dit ook voor reizigers een kortere en betrouwbaardere reistijd oplevert. Deze verbetering van het OV biedt een stimulans voor reizigersgroei. Vanuit GOVI (Grenzeloze Openbaar Vervoer Informatie, www.govi.nu) komt voor concessieverleners veel (ruwe) data beschikbaar op basis waarvan gedetailleerde analyse van (variatie in) rij- en stilstandtijden mogelijk is. Daaruit is de behoefte ontstaan aan een tool om deze ruwe data leesbaar te maken. Door leesbare data worden knelpunten inzichtelijk gemaakt, waarna deze knelpunten en bijbehorende maatregelen kunnen worden gekwantificeerd.

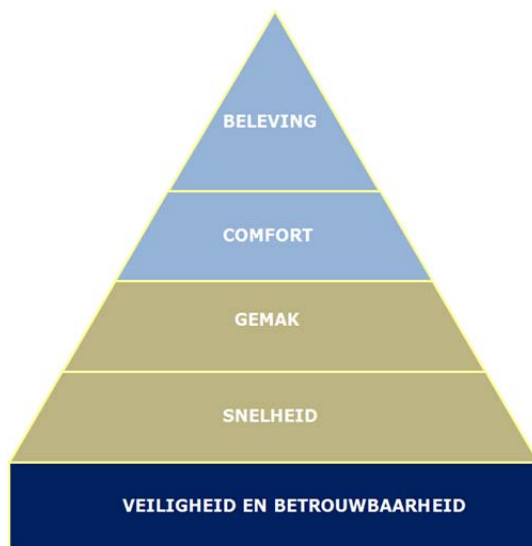
In deze paper wordt een tool beschreven die inzicht biedt in de exploitatie van OV en die het mogelijk maakt om verbeteringen door te voeren. De paper is als volgt opgebouwd: In hoofdstuk 2 wordt het belang van snelheid en betrouwbaarheid beschreven, waarna in het derde hoofdstuk de opgave op dit vlak wordt gepresenteerd. De ontwikkelde tool, die helpt bij deze opgave, wordt geïntroduceerd in hoofdstuk 4 met een toepassing in het vijfde hoofdstuk. Dit paper sluit af met conclusies in hoofdstuk 6.

2. Belang van snelheid en betrouwbaarheid

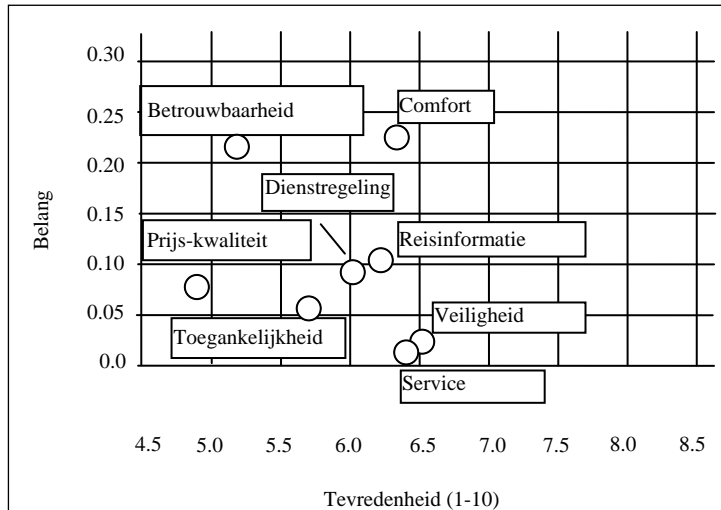
Snelheid en betrouwbaarheid zijn belangrijke kwaliteitsaspecten van openbaar vervoer. (Potentiële) reizigers nemen deze aspecten over het algemeen expliciet mee in hun afweging om te gaan reizen met het OV (Bovy en Van Goeverder 1994 en Van Oort 2011). Belangrijk daarbij is de relatieve kwaliteit ten opzichte van de directe concurrenten: auto en fiets. De snelheid voor een OV-reiziger wordt door verschillende aspecten bepaald: naast het rijden in het voertuig zelf, bestaat de reis van A naar B uit vervoer naar de halte, wachten en later vervoer vanaf de aankomsthalte. Overstappen

kan daar nog bij komen als extra reistijd. Voor wat betreft betrouwbaarheid speelt de verwachting (gebaseerd op een belofte) een grote rol. De dienstregeling presenteert een plan en de mate waarin dit plan correct wordt uitgevoerd, bepaalt de betrouwbaarheid. Anders gesteld representeert betrouwbaarheid de mate waarin met de dienstuitvoering aan de verwachtingen van reizigers wordt voldaan. Daarbij speelt zowel de variatie in aanbod een rol als het gedrag van reizigers. In Van Oort (2011) wordt dit verder toegelicht.

De figuren 2.1 en 2.2 geven resultaten van diverse reizigersonderzoeken over het belang van verschillende kwaliteitsaspecten voor reizigers. Te zien is dat in de klantwenspiramide (figuur 2.1, Peek en Van Hagen 2002) zowel snelheid als betrouwbaarheid een belangrijk fundament vormt. Deze basiseigenschappen moeten op orde zijn om mensen over te halen de reis per OV te maken. Figuur 2.2 laat zowel het belang als de tevredenheid zien van verschillende kwaliteitsaspecten (Brons and Rietveld 2007). Te zien is dat betrouwbaarheid heel belangrijk wordt geacht, maar niet als voldoende wordt beschouwd.

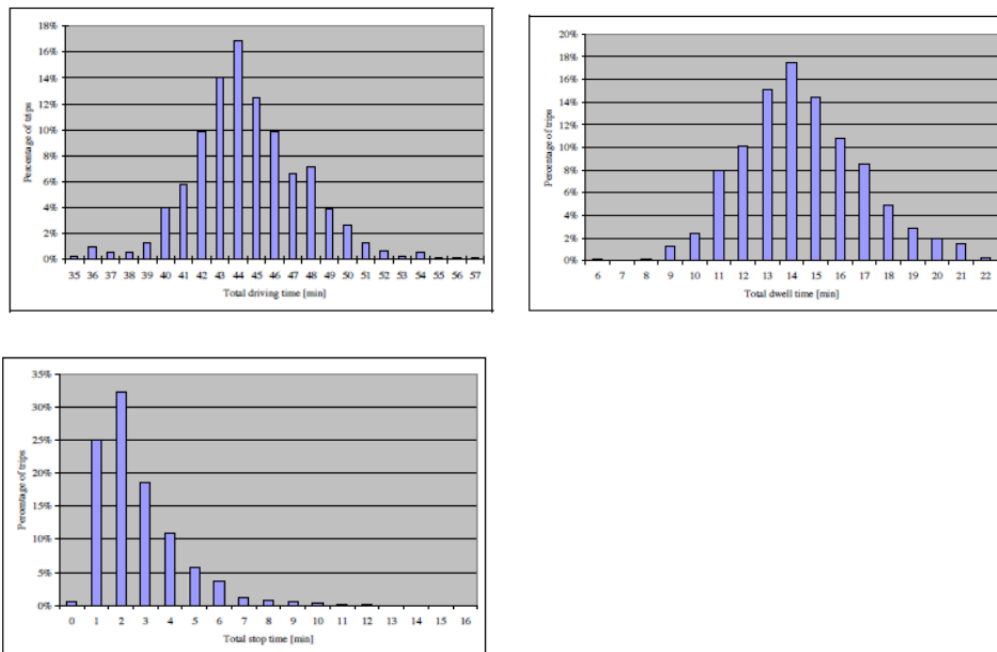


Figuur 2.1: Kwaliteitsdimensies geordend naar belang (Peek en Van Hagen 2002)



Figuur 2.2: Klanttevredenheid en belang verschillende kwaliteitsaspecten openbaar vervoer (Brons and Rietveld 2007)

Om inzicht te krijgen in maatregelen om de snelheid en betrouwbaarheid van het OV te verbeteren is het zinvol om de OV-reis verder te ontleden. Vanaf het moment dat een reiziger in het voertuig zit, is er sprake van drie activiteiten: rijden, (ongepland) stilstaan en halteren. Om de snelheid te verhogen zou de tijdsduur van elk van deze activiteiten zo kort mogelijk moeten zijn. Ongepland stilstaan (bv. bij een verkeerslicht) moet daarbij zo veel mogelijk worden voorkomen, omdat het geen waarde toevoegt aan de reis van de OV-reiziger. Figuur 2.3 geeft een voorbeeld van deze drie aspecten.



Figuur 2.3: Voorbeeld van verdeling van totale rijtijd (linksboven), halteertijd (rechtsboven) en ongeplande stoptijd (linksonder); lijn 1 HTM Den Haag 7- 9 uur, januari-maart 2005

Te zien is dat er - meerdere ritten beschouwend - een spreiding in de reistijd is. De uitdaging voor kwaliteitsverbetering moet zich dan ook niet alleen richten op het korter maken van de verschillende tijden (en daarmee de totale reistijd), maar ook op het verminderen van deze spreiding. Met een korte reistijd én een beperkte spreiding daarin kan een snel én betrouwbaar reisproduct worden geboden.

3. Opgave: knelpunten identificeren en oplossingen ramen

Zoals in het vorige hoofdstuk gepresenteerd, hechten reizigers veel waarde aan snelheid en betrouwbaarheid. Een kwaliteitsverbetering van het OV op deze aspecten leidt dan ook logischerwijs tot meer reizigers en dus hogere opbrengsten. Ook de maatschappelijke kosten van reizen nemen af door een verhoogde snelheid en betrouwbaarheid. Mensen hechten een bepaalde (negatieve) waarde aan de hoeveelheid tijd en onzekerheid als gevolg van hun reis (zie bijv. Van Leusden en Van Oort 2011). Daarnaast zullen ook de exploitatiekosten afnemen als de snelheid en betrouwbaarheid toenemen. Er zijn immers minder mensen en voertuigen nodig om hetzelfde OV-product te bieden. Door dit tweesnijdend zwaard van meer opbrengsten en minder kosten is het bijzonder interessant om de mogelijkheden van verhoogde snelheid en betrouwbaarheid uitgebreid te onderzoeken.

Er zijn verschillende onderzoeken en inzichten beschikbaar over het verbeterpotentieel van snelheid en betrouwbaarheid. Een studie naar de tram naar De Uithof in Utrecht (Van Leusden en Van Oort 2011) laat zien dat circa 65% van de maatschappelijke baten (> € 200 miljoen) van het project voortkomt uit een verbeterde betrouwbaarheid. Op

verschillende corridors in Utrecht levert 30 seconden tijdwinst per bus een besparing op van € 100.000-400.000 op de exploitatiekosten per jaar. Verbetering van de betrouwbaarheid in de stad Den Haag verlaagt de maatschappelijke kosten met minimaal € 8 miljoen per jaar (Van Oort 2011).

Om de snelheid en betrouwbaarheid te kunnen verbeteren, zijn velerlei maatregelen denkbaar. Deze kunnen betrekking hebben op bijvoorbeeld de voertuigen, de infrastructuur, de planning en de uitvoering (zie Van Oort 2011 voor een compleet overzicht; Van Oort en Post 2006 voor specifieke operationele maatregelen en Van Oort en Van Nes 2008 voor planningsmaatregelen). Welke maatregel ook gewenst is, het is altijd zaak inzicht te hebben in de kosten en baten van de bewuste maatregel. Om investeringen te kunnen verantwoorden is het van belang mogelijkheden te hebben om de verwachte effecten te kunnen schatten, bijvoorbeeld in de maatschappelijke kosten- en batenanalyse (MKBA). Daarnaast helpt inzicht in de toekomstige baten om de juiste projecten te selecteren en onderling te prioriteren.

Om bovenstaande, gewenste inzichten eenvoudig te genereren heeft BRU samen met Goudappel Coffeng een tool ontwikkeld die het mogelijk maakt de verbeterpotentie van het OV in kaart te brengen op basis van GOVI-data. Deze GOVI-tool wordt in het volgende hoofdstuk verder toegelicht.

4. GOVI-tool

4.1 Grootheden

In de GOVI-database is voor elke gereden rit beschikbaar wat de geplande aankomst- en vertrektijd per halte was en wat de werkelijke aankomst- en vertrektijd is geweest. Het gaat hier om grote hoeveelheden gegevens: voor 1 maand zijn dit per lijn 100.000 tot 200.000 records. De halteertijd is uit te rekenen door aankomst- en vertrektijdstip van elkaar af te trekken. De stiptheid op een halte is uit te rekenen door het werkelijke vertrektijdstip te vergelijken met het geplande vertrektijdstip. Ten slotte zijn deelrijtijden tussen haltes te berekenen door het verschil te bepalen tussen de vertrektijd bij een halte en de aankomsttijd bij de volgende halte. Op zijn beurt is de deelrijtijd weer om te rekenen naar een snelheid door de koppeling te maken met het uit GOVI beschikbare overzicht van afstanden tussen haltes per lijn.

4.2 Statistiek

Deze grootheden worden samengevat in statistische gegevens, zoals het gemiddelde, het aantal waarnemingen, de mediaan en de 15- en 85-percentielwaarden. In hoeverre deze twee percentielwaarden van elkaar af liggen, is een indicatie voor de spreiding, en dus van de onbetrouwbaarheid op (dat gedeelte van) de lijn. Het cumulatieve verloop van de rijtijd wordt met tijd-wegdiagram geïllustreerd, dat duidelijk weergeeft waar nog ruimte zit in de dienstregeling en waar niet.

4.3 Differentiatie

Door verschillende filters toe te passen worden de gegevens geanalyseerd voor verschillende tijdsperioden, zoals ochtendspits, avondspits, restdag overdag, avondperiode, zaterdag en zondag, zowel voor de heen- als de terugrichting. Voor deze

twalf situaties worden de gegenereerde statistieken weergegeven in grafieken: een tijd-wegdiagram, een spreiding-wegdiagram, deelrijtijden met spreiding, halteertijden met spreiding en een snelheid per trajectdeel.

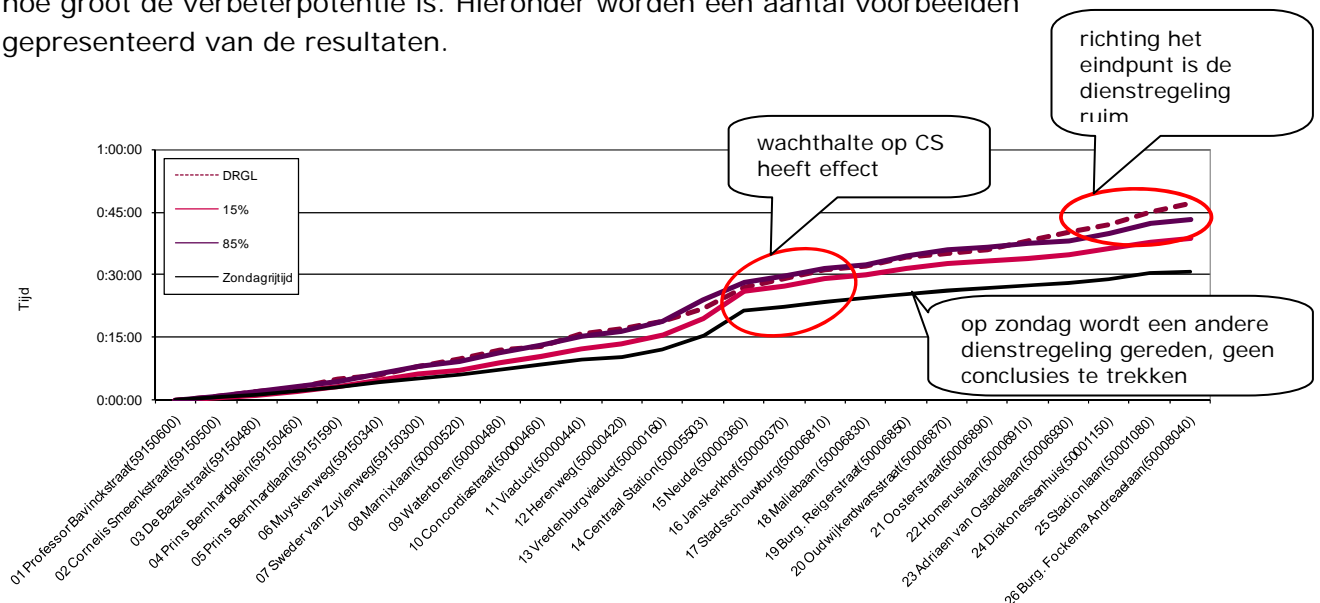
4.4 Knelpunten

Deze grafieken communiceren gemakkelijker dan de data zelf: bij het kijken naar deze grafieken vallen knelpunten op en kan een gebruiker met kennis van het gebied veelal direct zeggen welke situatie op de weg daaraan ten grondslag ligt. Een stap verder is de automatische knelpuntregistratie op basis van criteria. Bij het analyseren van lijnen van een heel concessiegebied (in ons geval BRU) worden er erg veel grafieken geproduceerd. Daarom is het mogelijk knelpunten te identificeren op basis van criteria, bijvoorbeeld situaties waar vertragingen van meer dan 5 minuten voorkomen, of situaties waar de spreiding meer is dan 4 minuten. De grootste knelpunten komen dan het eerst aan het licht.

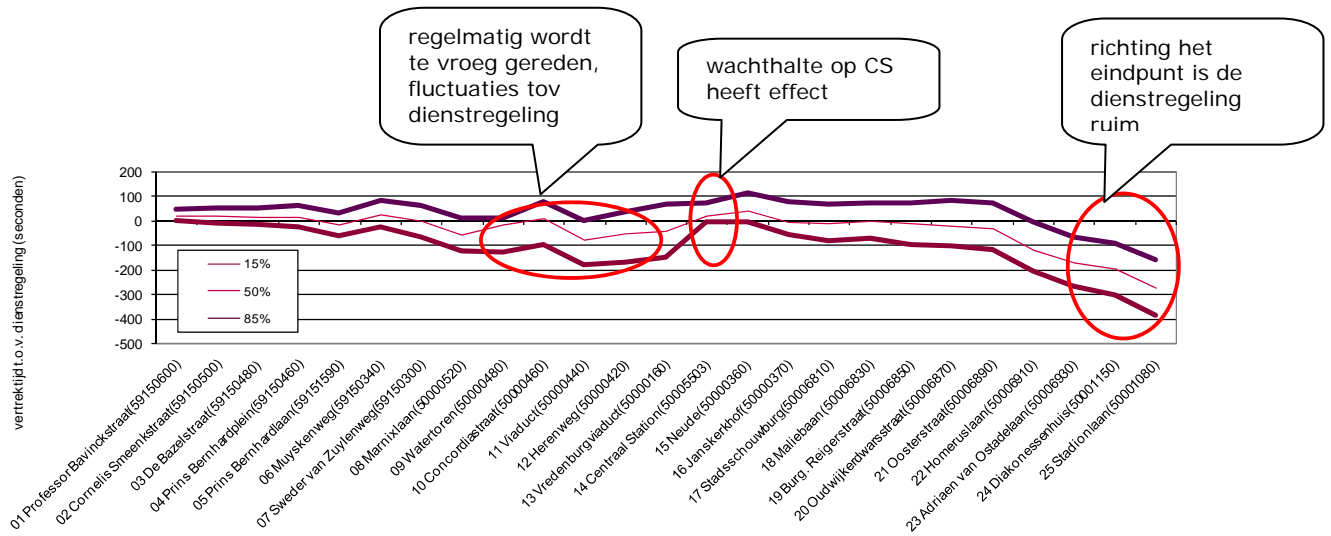
Vervolgens kan ook uit de GOVI-data de (on)betrouwbaarheid worden gekwantificeerd. Om de reizigerseffecten van onbetrouwbaarheid kwantitatief uit te drukken, is een combinatie met chipkaartdata over reizigersstromen noodzakelijk. Per lijn of halte kunnen deze effecten worden uitgerekend, conform de methode uit Van Oort (2011). Deze methode is inmiddels meerdere keren succesvol toegepast in onder andere de MKBA van de Uithoflijn (zie Van Leusden en Van Oort 2011).

5. Toepassing GOVI-tool in Utrecht

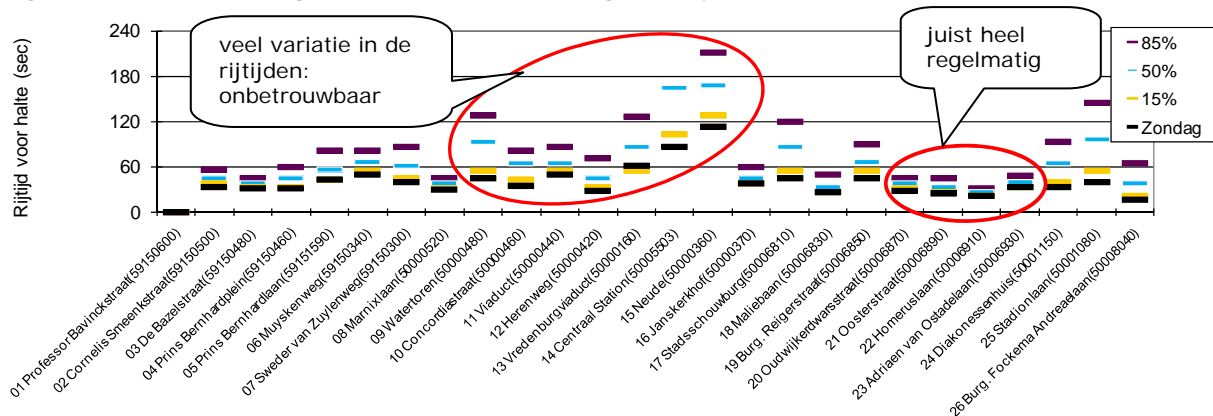
Met de GOVI-tool, gepresenteerd in het vorige hoofdstuk, is voor de BRU-regio een uitgebreide analyse gemaakt van de operationele kwaliteit van de belangrijkste bus- en tramlijnen. Voor de spitsen en de dalaren 's avonds en overdag is, naast de weekenddagen, in kaart gebracht wat de (variatie) in rijtijd en halteertijd is, afgezet tegen de dienstregeling en de zondagochtend. Op deze manier wordt inzichtelijk waar en hoe groot de verbeterpotentie is. Hieronder worden een aantal voorbeelden gepresenteerd van de resultaten.



Figuur 2.1: voorbeeldgrafiek tijd-wegdiagram middagspits lijn 3 in Utrecht



Figuur 2.2: voorbeeldgrafiek stiptheid middagspits lijn 3 in Utrecht



Figuur 2.3: voorbeeldgrafiek deelrijtijd middagspits lijn 3 in Utrecht

6. Kwantificering betrouwbaarheid

Om bij het ontwerp en de evaluatie van OV-systemen rekening te houden met de betrouwbaarheidseffecten voor de reiziger, is het van belang de juiste indicatoren te hebben. In de huidige praktijk is de expliciete aandacht voor OV beperkt en bestaat er geen eenduidig beeld van wat betrouwbaarheidseffecten zijn en wanneer een OV-systeem betrouwbaar is (Van Oort en Boterman 2009). In Van Oort 2011 wordt uitgebreid stilgestaan bij het fenomeen betrouwbaarheid. Voor wat betreft de reizigers zijn er drie belangrijke effecten van onbetrouwbaarheid (Savelberg en Bakker 2010 en Van Oort 2011):

- Extra reistijd als gevolg van spreiding in vertrek- en rijtijd van voertuigen (zowel wachttijd als in-voertuigtijd kan langer worden).
- Spreiding in aankomsttijd, als gevolg van spreiding in vertrek- en rijtijd van voertuigen, waardoor de aankomst eerder of later dan gepland kan zijn.
- Drukke in voertuigen, waardoor kans op zitplaats (en überhaupt mee kunnen reizen) afneemt. Dit wordt veroorzaakt door onregelmatig vertrekken van voertuigen vanaf een halte, waardoor de reizigers onevenredig worden verdeeld over de voertuigen.

Bovenstaande effecten zijn lange tijd niet gedekt in gebruikte indicatoren, zoals stiptheid. De focus lag veelal op het voertuig, daar waar een focus op de reiziger gewenst is. Om die reden hebben we een nieuwe indicator ontwikkeld, de gemiddelde extra reistijd per reiziger als gevolg van onbetrouwbaarheid. Deze indicator vertaalt aanbodindicatoren (zoals stiptheid) naar effecten voor de reiziger, zijnde de extra reistijd die een reiziger

tussen herkomst en bestemming ervaart omdat de dienstuitvoering onbetrouwbaar is. Deze extra reistijd kan bepaald worden voor een gehele lijn of per halte en maakt het mogelijk om betrouwbaarheid mee te nemen in beoordelingen van maatregelen, zoals in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Samen met de spreiding van de reistijd dekt deze indicator de reistijdeffecten van onbetrouwbaarheid. Het derde aspect, drukte, wordt in dit artikel buiten beschouwing gelaten. In Van Oort 2011 wordt hier verder op ingegaan.

De bovengenoemde indicatoren, extra reistijd en spreiding in reistijd, kunnen berekend worden op basis van actuele voertuig- en reizigersdata: de combinatie van het gedrag van het voertuig en de reiziger bepalen immers de betrouwbaarheidseffecten. In Van Oort 2011 worden de algoritmes gepresenteerd. Nadat de extra reistijd en spreiding berekend zijn, kan met de value of time (reistijdwaardering) en de value of reliability (betrouwbaarheidswaardering) berekend worden wat de monetaire effecten zijn: de maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid. Hierbij geldt dat de value of reliability 1,4 maal de value of time bedraagt (RAND Europe en AVV 2005). Ofwel: de reiziger hecht meer waarde aan een reductie van 1 minuut standaard deviatie dan 1 minuut kortere reistijd. Tabel 6.1 geeft verschillende waarden van tijd voor verschillende motieven.

Reismotief	Value of time	Value of reliability
Zakelijk	€ 10,00	€ 14,00
Woon-werk	€ 17,44	€ 24,42
Overig	€ 6,33	€ 8,86

Tabel 6.1: Waarden value of time en value of reliability in 2011 (gebaseerd op Rijkswaterstaat)

7. Netwerkeffecten (on)betrouwbaarheid

Met het in kaart brengen van de onbetrouwbaarheid op lijnniveau wordt slechts de eerste stap gezet in het inzichtelijk maken van de reizigerseffecten van onbetrouwbaarheid. Het effect van onbetrouwbaarheid reikt namelijk verder dan alleen de betreffende lijn, en heeft zijn weerslag op de betrouwbaarheid van de hele reis van de reiziger. De betrouwbaarheid die de reiziger tijdens zijn reis ervaart, is namelijk zo sterk als de zwakste schakel in de hele keten. Hoe goed het eerste deel van de reis in termen van betrouwbaarheid ook mag verlopen, als de aansluitende busrit een onbetrouwbare dienstuitvoering kent, heeft dit effect op de reistijd van de hele reis. Reizigers ervaren dat ook als zodanig, waardoor zij hun vervoerwijzekeuze gaan heroverwegen. Dit kan ertoe leiden dat wordt gekozen voor een andere route of modaliteit. Het gebruik van de modaliteiten wordt in dit voorbeeld dan negatief beïnvloed door de aansluitende busrit.

Het inzichtelijk maken van dergelijke netwerkeffecten is alleen mogelijk wanneer met alle eigenschappen van de verschillende modaliteiten tegelijk rekening wordt gehouden. Een verkeersmodel is hiervoor het meest geschikte middel. De vervolgvraag daarbij is uiteraard, hoe betrouwbaarheid vervolgens in dergelijke modellen kan worden meegewogen.

Door integratie van (on)betrouwbaarheid in verkeersmodellen wordt niet alleen helder hoe de (negatieve) effecten van betrouwbaarheid kunnen uitwerken. Ook ontstaat de mogelijkheid om positieve reizigerseffecten in het gehele netwerk te meten wanneer de betrouwbaarheid op bepaalde schakels in het netwerk wordt verbeterd. Daarmee reiken investeringen in betrouwbaarheid ook in de analyse verder dan alleen de betreffende lijn waar de investeringen worden gedaan. Wanneer kosten en baten ook op die manier worden gemeten, sluiten de uitkomsten van MKBA's beter aan bij de daadwerkelijke effecten voor de reizigers.

Mogelijke toepassingen van het berekenen van onbetrouwbaarheid in verkeersmodellen zijn:

- in kaart brengen, analyseren en prioriteren van knelpunten in doorstroming van OV om de effecten van bijvoorbeeld een verbeterde betrouwbaarheid te voorspellen;
- berekenen effecten op reizigersstromen en –aantallen na wijzigingen in betrouwbaarheid (bijvoorbeeld vrije baan, vertraming, prioriteit en dergelijke);
- MKBA's voor OV-projecten;
- optimaliseren van netwerk en dienstregeling voor wat betreft reizigers en kosten (exploitatie en investeringen).

De integratie van betrouwbaarheid in verkeersmodellen is doorgevoerd in het VRU 3.0 model, dat daarmee behoort tot de meest geavanceerde (multimodale) OV-modellen van Nederland. Dit biedt mogelijkheden om uit te rekenen wat bijvoorbeeld de effecten (vervoerwaarde, vervoerwaardekeuze, routekeuze, zowel voor bus als trein) zijn van het realiseren van nieuwe busstations en een HOV-structuur in het stationsgebied, waardoor heel veel bussen een betere betrouwbaarheid zullen krijgen. Of wat de effecten zijn van vertraming van de binnenstadsas waarbij niet zozeer snelheids- of frequentieverhoging de groeipotentie bepaalt, maar veel eerder de betrouwbaarheidsverbetering en uitstraling. Met de resultaten van de berekeningen kan eenvoudig een MKBA worden opgesteld die de juiste effecten gekwantificeerd kan meenemen.

8. Conclusies

De kosten van OV staan onder druk, terwijl de kwaliteitseisen toenemen. Ook bij BRU liggen uitdagingen en ambities op dit gebied. De beste stap om te komen tot een robuuster, beter en goedkoper OV is het verbeteren van snelheid en betrouwbaarheid. Door een tweesnijdend zwaard wordt hierdoor namelijk op kosten bespaard en nemen de opbrengsten als gevolg van kwaliteitsverbeteringen toe.

Met het gebruik van GOVI-data bestaat sinds kort de mogelijkheid om snel en eenvoudig inzichtelijk te maken waar de verbeterpotentie in het OV-netwerk zich bevindt voor wat betreft snelheid en betrouwbaarheid. Met behulp van de GOVI-tool, ontwikkeld door Goudappel Coffeng voor BRU, is het mogelijk automatisch de GOVI-data te verwerken tot inzicht in de locaties van verschillende typen knelpunten, inclusief kwantitatieve onderbouwing van de bijbehorende verbeterpotentie.

Daarbij is betrouwbaarheid expliciet meegenomen als een van de verbeterpotenties. Met behulp van de informatie van GOVI, chipkaartdata en de inzichten uit

betrouwbaarheidsonderzoek (Van Oort 2011) worden kansen om de betrouwbaarheid te verbeteren inzichtelijk gemaakt.

De volgende stap is deze kennis in te zetten op netwerkniveau. De regio Utrecht geeft hiervoor de eerste aanzet met de ontwikkeling van het VRU 3.0 model, waarin betrouwbaarheid direct wordt meegewogen en ook op netwerkniveau effecten zal gaan sorteren. Daarmee wordt een verkeersmodel steeds beter toegesneden op brede modellering van OV-effecten.

Referenties

- Bovy, P.H.L. and C.D. van Goeverden (1994), *De rol van kwaliteit in het personenvervoersysteem gemeten aan verplaatstingstijdfactor*, CVS congres, Utrecht.
- Brons, M.R.E. en P. Rietveld (2007), *Betrouwbaarheid en klanttevredenheid in de OV-keten: een statistische analyse*. Intern document Transumo.
- Leusden, R. van en N. van Oort (2011), *Excellent OV naar de Uithof: Capaciteits- en betrouwbaarheidsverbetering door tram in Utrecht*. CVS Congres Antwerpen.
- Oort, N. van (2011), *Service reliability and urban public transport design*, proefschrift TU Delft.
- Oort, N. van en A. J. Boterman (2009), *Betrouwbaar meten van betrouwbaarheid*. Bijdrage Colloquium "Oog voor de reiziger", Railforum.
- Oort, N. van en M.R. Post (2006), *Stipt op tijd met RandstadRail*. Verkeerskunde nr. 4, pp. 42-46.
- Oort, N. van en R. van Nes (2008), *Op tijd, dat telt*. Verkeerskunde nr. 5, pp. 48-53
- Peek, G.J. and M. van Hagen (2002), *Creating synergy in and around stations: three strategies in and around stations*, Transportation Research Record, No.1793, pp. 1-6.
- RAND Europe and AVV (2005), *The value of reliability in transport: Provisional values for The Netherlands based on expert opinion*, Leiden/Rotterdam.
- Rijkswaterstaat:
http://www.rijkswaterstaat.nl/images/Value%20of%20time%20personenvervoer%20per%20auto_tcm174-De
- Savelberg, F. and P. Bakker (2010), *Betrouwbaarheid en robuustheid op het spoor*. KiM.