

## **Het meten van wachttijden voor fietsers op basis van floating bike data**

Dominique Gillis – Universiteit Gent – [dominique.gillis@ugent.be](mailto:dominique.gillis@ugent.be)

Casper Van Gheluwe – Universiteit Gent – [casper.vangheluwe@ugent.be](mailto:casper.vangheluwe@ugent.be)

Johan De Mol – Universiteit Gent – [johan.demol@ugent.be](mailto:johan.demol@ugent.be)

### **Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 21 en 22 november 2019, Leuven**

#### **Samenvatting**

De fietskwaliteit van lichtengeregelde kruispunten wordt veelal beoordeeld op basis van de maximale of gemiddelde wachttijd voor fietsers. Nochtans bestaat hierover zelden gemeten data en wordt gebruikt gemaakt van verwachte waarden op basis van de eigenschappen van de lichtenregeling (cyclustijd, groentijd).

Deze paper bepaalt de wachttijden voor fietsers op basis van GPS-data van fietsverplaatsingen (floating bike data). De opgelopen verliestijd tijdens de passage over het kruispunt wordt berekend door het vergelijken van de GPS-gegevens op een punt voor het kruispunt met een punt net na het kruispunt.

In eerste instantie wordt de stabiliteit van de resultaten bekeken in de mate dat het eerste GPS-punt verder van of dichterbij het kruispunt wordt gekozen. Hieruit blijkt dat een GPS-punt (te) dicht voor het kruispunt leidt tot een onderschatting van de verliestijd, mogelijk omdat verliestijd bij het naderen van het kruispunt niet mee bemeten wordt.

Bij het naderen van een rood verkeerslicht vertragen fietsers immers in de regel, om een volledige stop voor het kruispunt te vermijden. Tegelijk mag het GPS-punt echter ook niet te ver voor het kruispunt gekozen worden, omdat men dan riskeert om andere vormen van vertraging mee te bemeten, die niet aan het lichtengeregeld kruispunt te wijten zijn. Daarnaast werden de berekende wachttijden vergeleken met de theoretisch verwachte waarden op basis van de lichtenregeling.

Voor de meeste beschouwde kruispunten levert dit een goede overeenkomst op. Voor twee kruispunten liggen de berekende waarden echter beduidend hoger dan de verwachte waarden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat niet voldaan is aan de aanname dat fietsers gelijkmatig verdeeld aankomen op het kruispunt, bijvoorbeeld omdat ze geclusterd zijn door een stroomopwaarts gelegen lichtengeregeld kruispunt. Dit toont echter aan dat het gebruik van geobserveerde wachttijdgegevens wel degelijk een zinvolle verfijning is ten opzichte van de courant gebruikte verwachte wachttijd.

Het gebruik van gemeten waarden, zoals hier berekend op basis van floating bike data, is dus wel degelijk een zinvolle verfijning van de huidige benadering en kan worden aangewend om het comfort van fietsers te verhogen.

## 1. Inleiding

In de strijd voor een schonere, veiligere, gezondere en meer leefbare omgeving, kijken steden en gemeenten in Vlaanderen meer en meer in de richting van de fiets als alternatief voor de wagen voor korte tot zelfs middellange verplaatsingen (tot 10 km voor de gewone fiets, tot 20 km voor de elektrische fiets).<sup>1</sup>

Belangrijke aspecten om mensen aan het fietsen te krijgen zijn niet alleen veiligheid en comfort (infrastructuur) maar ook snelheid en directheid (vermijden om omrijden). Zo maakt de Federal Highway Administration al in 1993 (Transportation, 1993) een onderscheid tussen de werkelijke en de ervaren afstand bij het beoordelen van fietsverplaatsingen, waarmee wordt aangegeven dat subjectieve aspecten rond veiligheid (drukke en snelheid van het gemotoriseerd verkeer) en comfort (type en kwaliteit van het wegdek, stops en obstakels op de route) de beleving van het fietsen beïnvloeden.

Studies tonen onder meer aan dat de tijdswaardering (value of time) voor fietsen twee tot drie keer (Wardman, Tight and Page, 2007; Börjesson and Eliasson, 2012) hoger ligt dan voor andere modi, wat verklaard kan worden door de grotere fysieke inspanning bij het stoppen en herstarten en door de minder aantrekkelijke omstandigheden (bv. meer gevoelig voor weersomstandigheden).

Onderzoek naar de impact van lichtengeregelde kruispunten op de fietsroute toont dat een enkele stopbeweging voor een verkeerslicht ervaren wordt als 1,1 fietsminuten, terwijl ook de eigenlijke wachttijd wordt ervaren als 2 fietsminuten per minuut wachttijd (Börjesson and Eliasson, 2012). Een stop van 1 minuut voor een verkeerslicht wordt ervaren als 3,1 minuten fietsen. Al te lange wachttijden voor fietsers resulteren daarom in ongewenst rijgedrag (roodlichtnegatie) of aangepaste routekeuze (ontwijken van lichtengeregelde kruispunten).

Beleidsmatig is dit relevante info, omdat het investeren in (fiets)infrastructuur een trage en dure strategie is, die moet worden aangevuld met kleinere ingrepen die al snel impact hebben op de fietskwaliteit. Bovenstaande gegevens illustreren dat het vermijden en/of inkorten van vertragingen ter hoogte van verkeerslichten al een belangrijke eerste stap kunnen vormen.

Bovendien zijn -met name in de Nederlandse praktijk- al richtwaarden te vinden voor de beoordeling van wachttijden voor fietsers op lichtengeregelde kruispunten. Deze criteria hanteren de maximale cyclustijd, de maximale wachttijd of de gemiddelde wachttijd als indicator. Dit maakt echter dat voor het toetsen van deze criteria ook gegevens nodig zijn over de wachttijd voor fietsers.

Nochtans is het meten van wachttijden voor fietsers nog geen common practice. Dit in tegenstelling tot het autoverkeer, waar wachttijden of verliestijden wel courante data zijn. Voor autoverkeer worden verschillende groepen van meetmethodes toegepast:

- Probe vehicle methodes gebruiken sensoren in het voertuig om gegevens te verzamelen over positie en snelheid, typisch op basis van GPS-data.

---

<sup>1</sup> De Mol J, Gillis D, Gautama S, Semanjski I, Pace G, Backx K. *E-tweewielers: volwaardig alternatief voor woon-werkverkeer*. VERKEERSSPECIALIST Mechelen: Wolters Kluwer Business 2016, 224:32–6.

Gillis D, De Mol J, Gautama S. *De elektrische fiets/scooter een alternatief voor woonwerk-verkeer?* Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk : Buiten de lijntjes kleuren : Tijd voor een nieuwe aanpak? Breda: CVS; 2015. p. 1–14.

- Vehicle re-identification methodes gebruiken roadside sensoren om voertuigen uniek te identificeren, zodat doorgangen op verschillende meetlocaties aan elkaar gelinkt kunnen worden. Deze identificatie kan bijvoorbeeld gebeuren op basis van het kenteken of een Bluetooth- of Wifi-adres).
- Tenslotte laten ook klassieke telgegevens met snelheidsmeting toe om door interpolatie rij- en verliestijden te schatten.

Voor fietsers zijn deze methoden echter minder makkelijk toepasbaar, aangezien fietsers geen uniek kenteken hebben en ook minder vaak Bluetooth devices actief hebben dan automobilisten. Het gebruik van Floating Bike Data (GPS-data van fietsers) lijkt daarom de meeste kansrijke manier voor het inwinnen van fietswachtijden.

In deze paper beschrijven we een toepassing voor het berekenen van fietswachtijden op basis van GPS-data. We concentreren ons hier op wachtijden ter hoogte van verkeerslichten omdat naar verwachting hier de hoogste wachtijden optreden en omdat ook effectief de handvaten beschikbaar zijn om wachtijden te verkorten door een aangepaste lichtenregeling (inkorten cyclustijd, meerdere groenvensters per cyclus, ...).

## 2. Methodiek

Bij het verzamelen van GPS-data wordt met een vaste frequentie een GPS-punt geregistreerd met info over de locatie en snelheid van een voertuig of persoon op een bepaald tijdstip. Op die manier wordt langsheen het afgelegde traject een set van GPS-punten verzameld die de verplaatsing beschrijven.

Het meten van verliestijden over een traject gebeurt in essentie door de werkelijke (gemeten) rijtijd  $t_w$  over het traject te vergelijken met de ideale rijtijd  $t_i$  (zonder vertragingen). De vertraging is dan het verschil tussen beide:  $\Delta t = t_w - t_i$ .

De ideale rijtijd  $t_i$  is de rijtijd per fiets om het kruispunt over te steken zonder enige vertraging ten gevolge van de verkeerslichten. In deze oefening is deze bepaald als de rijtijd van de fietser die het kruispunt oversteekt aan een snelheid van 18 km/u (5 m/s). Deze snelheid is een typische richtwaarde in de Vlaamse praktijk voor bv. het berekenen van ontruimingstijd voor fietsers. Een mogelijke verfijning in toekomstige toepassingen kan erin bestaan om deze aanname te verfijnen in functie van de locatie en/of type fietser. De gemeten rijtijd  $t_w$  over een traject kennen we door vergelijking van de GPS-gegevens aan het begin- en eindpunt van het beschouwde traject. Hiermee kennen we immers het tijdsverschil tussen beide registraties. In dit geval wensen we de verliestijd over een kruispunt meten, en vergelijken we dus de gegevens van een GPS-punt voor het kruispunt met een GPS-punt na het kruispunt. De vraag die zich hierbij stelt is wat de impact is van de precieze ligging van de gebruikte GPS-punten voor de berekening. Liggen de gebruikte GPS-punten te ver van het kruispunt, dan groeit de onzekerheid over de berekende ideale rijtijd en riskeren ook andere oorzaken van vertraging te worden ingerekend (bv. door een nabijgelegen kruispunt). Liggen de gebruikte GPS-punten te dicht bij het kruispunt, riskeren we dat een deel van de opgelopen vertraging niet wordt opgenomen in de meting. Dit wordt geïllustreerd in onderstaande figuur 1(a), waarbij de verliestijden worden bepaald voor het centraal gelegen kruispunt. Bij een eerste fietsrit werden de punten A en B geregistreerd. Deze laten toe om de totale vertraging tussen beide punten te meten, maar omdat met name punt A te ver van het betrokken kruispunt ligt, is het niet mogelijk om te onderscheiden in welke mate deze vertraging te wijten is aan het bedoelde kruispunt, dan wel aan het tweede meer westelijk gelegen kruispunt. Bij een tweede fietsrit werden

de GPS-punten C, D en E geregistreerd. Omdat punt D in dit geval te dicht bij het kruispunt ligt, is het niet gekend of dit punt geregistreerd is voor, na of tijdens het wachten en is dit punt niet bruikbaar.

Daarom is een dataset gebruikt met een voldoende hoge frequentie van GPS tracking. Door de hogere dichtheid aan GPS-punten, kan het meeste geschikte GPS-punt gekozen worden. In de verdere berekening is daarom de stabiliteit van de resultaten bekeken bij keuze van een GPS-punt verder of dicht bij het kruispunt.



*Figuur 1: Illustratie van ongunstige ligging van GPS-punten (a), te ver of te dicht bij het kruispunt. Dit probleem stelt zich niet bij een voldoende hoge frequentie van GPS-tracking (b)*

### 3. Gebruikte data

Voor de berekening van wachttijden voor fietsers is gebruik gemaakt van data van de Vlaamse Fietstelweek 2015 en 2016, toen fietsers werden opgeroepen om via een smartphone app hun verplaatsingen te registreren. Bij het begin van hun verplaatsing dienden ze de registratie manueel te starten, en bij aankomst werd de registratie manueel weer beëindigd. Tijdens het traject werden hun GPS-data om de 5 seconden opgeslagen. De dataset bevat 29.000 verplaatsingen van 2.700 unieke gebruikers, goed voor een totaal van ruim 150.000 km aan fietsverplaatsingen.

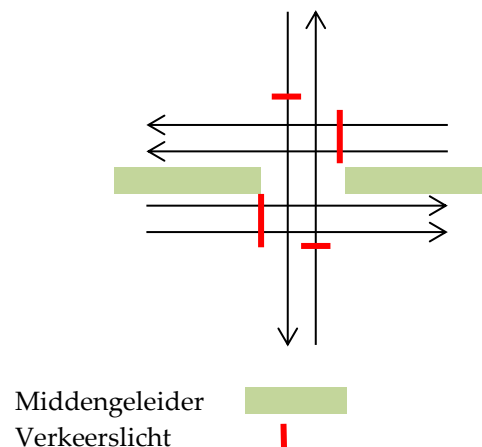
Dergelijke Floating Bike Data' bevat uitgebreide informatie over tijdstip van de rit, herkomst, bestemming en route ertussen, lokale en gemiddelde snelheid en locatie en duurtijd van vertragingen onderweg. Uitgebreide literatuur is beschikbaar over het gebruik van dergelijke data met betrekking tot de routekeuze van fietsers, maar over toepassing voor het meten van wachttijden is het bestaand onderzoek nog erg beperkt.

De dataset onderging een voorafgaande controle om een aantal typische fouten te verwijderen:

- Op basis van de gereden snelheid werden verplaatsingen verwijderd die waarschijnlijk niet met de fiets werden afgelegd (gemiddelde snelheid  $< 6\text{km/u}$  of  $> 30\text{km/u}$ ).
- Verplaatsingen met foutieve start/stop-registratie, waardoor heen- en terugrit als één enkele rit zijn geregistreerd, leiden tot onwaarschijnlijk hoge verliestijden. De wachttijd kan in principe immers niet hoger oplopen dan de volledige cyclustijd van de lichtenregeling.

- Verplaatsingen met een tussenstop op of vlakbij het kruispunt leiden tot onwaarschijnlijk hoge verliestijden. De wachttijd kan in principe immers niet hoger oplopen dan de volledige cyclustijd van de lichtenregeling.

De berekening werd uitgewerkt voor 5 kruispunten, gelegen in Gent, Antwerpen en Leuven. De vijf kruispunten kennen een gelijkaardige situatie, waarbij een belangrijke fietsroute van en naar het centrum dwarsst met een belangrijke weg voor het gemotoriseerd verkeer (typisch een stadsring). De lichtenregeling is op deze locaties veelal opgemaakt in functie van het autoverkeer, waardoor de fietsers een ondergeschikte prioriteit krijgen. De focus ligt op de meeste kruispunten dan ook op de drukste fietserstroom, zijnde de noord-zuidrelatie.



*Figuur 2: Typische inrichting van de beschouwde kruispunten*

## 4. Resultaten

### 4.1 Stabiliteit van de resultaten

Een eerste analyse richt zich op de stabiliteit van de resultaten bij verschillende keuze van de gebruikte GPS-punten. Door de voldoende hoge logfrequentie van de GPS-gegevens hebben we de mogelijkheid om een van de beschikbare GPS-punten te kiezen. Vraag is of er een optimale keuze is van het gebruikte GPS-punt. Bij een GPS-punt dichtbij het kruispunt riskeert men een deel van de opgelopen verliestijd niet te registreren. Bij een GPS-punt verder van het kruispunt riskeert men andere bronnen van vertraging in te rekenen en weegt ook de aangenomen 'ideale fietssnelheid' van 18 km/u zwaarder door. Hoe langer het traject waarover de vertraging wordt gemeten, des te groter de afwijking bij fietsers met een veel hogere of lagere snelheid dan deze aanname.

Om de impact van deze ligging na te gaan, is de wachttijd berekend op basis van verschillende keuzes van het GPS-punt bij het naderen van het kruispunt:

- Berekening op basis van een GPS-punt tussen 10 en 40m voor het kruispunt
- Berekening op basis van een GPS-punt tussen 40 en 70m voor het kruispunt
- Berekening op basis van een GPS-punt tussen 70 en 100m voor het kruispunt

Enkel fietsritten die in elk van de drie zones een GPS-punt geregistreerd hebben, zijn opgenomen in de berekening, zodat de berekeningen voor de drie opties telkens op dezelfde set van geregistreerde fietsritten gebaseerd zijn.

Het GPS-punt na het kruispunt is telkens vlak voorbij het kruispunt gekozen.

De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel. Per kruispunt en per richting zijn het aantal geregistreerde fietsverplaatsingen weergegeven, en de berekende gemiddelde vertraging naargelang de ligging van het gebruikte GPS-punt. De laatste kolom geeft de afwijking tussen de minimale en maximale waarde voor de wachttijd, als maat voor de stabiliteit van de resultaten.

Kruispunt 1: Ch. De Kerchovelei – Citadellaan x Overpoortstraat – Hofbouwlaan (Gent)					
Richting	Aantal geregistreerde verplaatsingen	10-40m	40-70m	70-100m	Relatief verschil max-min
Noord – Zuid	4	42,24	41,58	42,69	3%
Zuid – Noord	10	31,98	37,60	38,55	21%
Kruispunt 2: Tervuursevest – Naamsevest x Naamsestraat - Naamsesteenweg (Leuven)					
Richting	Aantal geregistreerde verplaatsingen	10-40m	40-70m	70-100m	Relatief verschil max-min
Noord – Zuid	4	26,86	27,94	28,53	6%
Zuid – Noord	5	23,46	23,80	23,64	1%
Kruispunt 3: Van Eycklei x Rubenslei (Antwerpen)					
Richting	Aantal geregistreerde verplaatsingen	10-40m	40-70m	70-100m	Relatief verschil max-min
Noord – Zuid	25	14,57	15,55	15,23	7%
Zuid – Noord	13	19,82	19,67	19,80	1%
Oost – West	11	21,34	25,24	24,88	18%
West – Oost	4	35,82	35,16	35,26	2%
Kruispunt 4: Binnensingel x Posthoflei - Posthofbrug (Antwerpen)					
Richting	Aantal geregistreerde verplaatsingen	10-40m	40-70m	70-100m	Relatief verschil max-min
Noord – Zuid	12	54,74	56,61	56,13	3%
Zuid – Noord	16	40,06	39,73	37,35	7%
Kruispunt 5: Plantin-Moretuslei x Simonsstraat - Mercatorstraat (Antwerpen)					
Richting	Aantal geregistreerde verplaatsingen	10-40m	40-70m	70-100m	Relatief verschil max-min
Noord – Zuid	31	21,09	24,52	25,15	19%
Zuid – Noord	19	26,28	28,38	28,31	8%

*Tabel 1: Berekende gemiddelde fietsvertraging bij verschillende keuze van het GPS-punt voor het kruispunt*

## 4.2 Validatie van de resultaten

Voor de validatie van de berekende wachttijden wordt de gemeten gemiddelde verliestijd vergeleken met de statistisch verwachte wachttijd op basis van de eigenschappen van de lichtenregeling op het kruispunt. Op basis van cyclustijd en het aandeel groen- en roodtijd voor een bepaalde richting, kan de kans berekend worden om bij groen dan wel rood licht op het kruispunt aan te komen en is ook de maximale wachttijd gekend in geval men voor rood licht moet stoppen. Hieruit kan vervolgens de verwachte waarde voor de gemiddelde wachttijd berekend worden. Omdat op alle beschouwde kruispunten een vraagafhankelijke lichtenregeling draait, waarbij cyclustijden en groen/roodtijden kunnen variëren in functie van de verkeersdrukke, is de verwachte waarde voor de wachttijd zowel berekend voor de situatie met lage verkeersdrukke (uitgaande van minimum groentijden) als voor de situatie met hoge verkeersdrukke (uitgaande van maximum groentijden voor de conflicterende stromen gemotoriseerd verkeer).

De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel. De gemeten waarden in vet liggen buiten het theoretische verwachte bereik:

Locatie	Richting	Theoretische verwachte waarde voor wachttijd fietsers		Gemeten wachttijd fietsers
		min	max	
Intersection 1	Noord-Zuid	18s	39s	<b>42s</b>
	Zuid-Noord	18s	32s	<b>38s</b>
Intersection 2	Noord-Zuid	19s	38s	28s
	Zuid-Noord	11s	18s	<b>24s</b>
Intersection 3	Noord-Zuid	13s	19s	16s
	Zuid-Noord	12s	19s	<b>20s</b>
	Oost-West	8s	11s	<b>25s</b>
	West-Oost	12s	17s	<b>35s</b>
Intersection 4	Noord-Zuid	22s	34s	<b>57s</b>
	Zuid-Noord	23s	31s	<b>40s</b>
Intersection 5	Noord-Zuid	21s	42s	25s
	Zuid-Noord	21s	42s	28s

Tabel 2: vergelijking van de berekende verliestijden ten opzichte van de theoretisch verwachte waarden op basis van de lichtenregeling op het kruispunt

## 5. Conclusies

Wat betreft de stabiliteit van de resultaten tonen de cijfers in tabel 1 dat de waarden voor de meeste beschouwde kruispunten en richtingen consistent zijn, ongeacht de keuze van de gebruikte GPS-punten. Wanneer voor een aantal gevallen grotere afwijkingen optreden, doet dit zich met name voor wanneer een GPS-punt (te) kort voor het kruispunt wordt gekozen (tussen 10 en 40m voor het kruispunt).

Ook valt op dat de berekende wachttijd in deze gevallen ook typisch lager is dan bij keuze van een GPS-punt verder voor het kruispunt. Dit kan verklaard worden door het rijgedrag van een fietsers: wanneer deze een rood verkeerslicht nadert, zal hij reeds van enige afstand beginnen vertragen in de hoop een full-stop te vermijden. Dit deel van de vertraging wordt niet (of niet volledig) gemeten indien men te kort voor het kruispunt begint te meten.

Zowel met het oog op de stabiliteit als de representativiteit van de resultaten, wordt het GPS-punt dus best niet te kort voor het kruispunt gekozen. Dit echter met de bedenking dat het gebruikte GPS-punt ook niet te ver voor het kruispunt mag liggen, om geen andere vertragende factoren in rekening te nemen (bv: een nabijgelegen kruispunt, parkerende voertuigen, ...).

Een opvallende uitzondering op het voorgaande is de zuid-noordrichting op het kruispunt 4, waar de berekende wachttijd net oploopt, wanneer het gebruikte GPS-punt dichterbij het kruispunt wordt gekozen. De verklaring hiervoor is dat deze tak een dalende helling heeft naar het kruispunt toe, waardoor de snelheid hoger ligt dan de aangenomen fietssnelheid van 18 km/u. Dit maakt dat een deel van de werkelijke vertraging gecompenseerd wordt door de hogere snelheid, waardoor de vertraging onderschat wordt. Dit effect speelt sterker naarmate de vertraging over een langer traject wordt gemeten. De snelheidswaarden in Tabel 3 tonen de hogere fietssnelheid op deze richting van kruispunt 4 maar tonen tegelijk ook aan dat de aangenomen snelheid van 18 km/u op de meeste locaties wel een realistische waarde is. De case illustreert anderzijds wel dat omzichtig moet omgesprongen worden met de aangenomen fietssnelheid, en dat deze in latere toepassingen meer gespecificeerd kan worden.

Locatie	Richting	Gemiddelde naderingssnelheid naar het kruispunt toe
Kruispunt 1	Noord-Zuid	18,41 km/u
	Zuid-Noord	14,94 km/u
Kruispunt 2	Noord-Zuid	18,05 km/u
	Zuid-Noord	18,70 km/u
Kruispunt 3	Noord-Zuid	18,04 km/u
	Zuid-Noord	19,29 km/u
	Oost-West	18,04 km/u
	West-Oost	19,31 km/u
Kruispunt 4	Noord-Zuid	18,04 km/u
	Zuid-Noord	24,77 km/u
Kruispunt 5	Noord-Zuid	15,86 km/u
	Zuid-Noord	18,44 km/u

Tabel 3: Gemiddelde naderingssnelheid naar het kruispunt op basis van de GPS-tracks



Wanneer we de berekende verliestijden vergelijken met de theoretisch verwachte waarden (Tabel 2), blijken de resultaten voor de kruispunten 1, 2, 3 (noord-zuidbeweging) en 5 goed overeen te komen met de verwachte waarden. Voor kruispunten 3 (oost-west-beweging) en 4 liggen de berekende waarden echter beduidend hoger dan de verwachte waarden.

Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat niet voldaan is aan de aanname dat de aankomsten van fietsers op het kruispunt gelijkmatig verdeeld zijn over de cyclus van de lichtenregeling. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer fietsers eerder geclusterd in pakketjes op het kruispunt toekomen, bijvoorbeeld als gevolg van een meer stroomopwaarts gelegen kruispunt. Dit geeft echter aan dat de verwachte waarde, die vaak gehanteerd wordt ter vervanging van gemeten wachttijden, niet altijd een correcte weergave is van de werkelijkheid. Het gebruik van gemeten waarden, zoals hier berekend op basis van floating bike data, is dus wel degelijk een zinvolle verfijning van de huidige benadering.

## **Referenties**

Börjesson, M. and Eliasson, J. (2012) '*The value of time and external benefits in bicycle appraisal*', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(4), pp. 673–683. doi: 10.1016/j.tra.2012.01.006.

Transportation, U.S.D. of (1993) Case Study No.4: *Measures to overcome impediments to bicycling and walking*.

Wardman, M., Tight, M. and Page, M. (2007) '*Factors influencing the propensity to cycle to work*', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), pp. 339–350. doi: 10.1016/j.tra.2006.09.011.