

DOORREKENEN VAN BELEIDSMAATREGELEN MET HET FEATHERS ACTIVITEITEN-GEBASEERDE MODEL

Dr. ir Tom BELLEMANS, Prof. dr. Davy JANSSENS & Prof. dr. Geert WETS

Instituut voor Mobiliteit (IMOB)
Universiteit Hasselt - Campus Diepenbeek
Wetenschapspark 5, bus 6
B - 3590 Diepenbeek, België

Samenvatting

Op een duurzame wijze tegemoetkomen aan de nood aan transport is sinds geruime tijd een belangrijk aandachtspunt van overheden op alle mogelijke hiërarchische niveaus. Om de door het beleid vooropgestelde doelstellingen te bereiken kan een waaier aan maatregelenpakketten aangewend worden. Het is bijgevolg van groot belang om de impact van deze maatregelen op een betrouwbare wijze te kunnen doorrekenen en te evalueren in termen van hun duurzaamheid vooraleer deze in de praktijk door te voeren.

In deze paper wordt ingegaan op hoe de impact van een aantal beleidsmaatregelen kan worden doorgerekend gebruik makend van het FEATHERS activiteitengebaseerd platform. Hiertoe wordt gekeken naar welke attributen deze beleidsmaatregelen beïnvloeden en hoe deze zich vertalen in scenarios die met behulp van de activiteitengebaseerde modellen in het FEATHERS platform kunnen worden doorgerekend.

Depuis certain temps déjà, l'objectif de satisfaire d'une façon soutenable au besoin de transport est une priorité pour les institutions gouvernementales aux différents échelons hiérarchiques. Afin de pouvoir réaliser les objectifs envisagés par le(s) gouvernement(s), tout un éventail de mesures potentielles peut être déployé. Par conséquent, il est d'une importance capitale de pouvoir calculer de façon fiable l'impact de ces mesures et d'évaluer celles-ci en termes de durabilité avant qu'elles soient concrètement mises en pratique.

Cette contribution se concentre sur la question de savoir comment il serait possible de calculer l'impact d'un nombre de mesures moyennant la plate-forme à base d'activités FEATHERS. A cette fin, on examine quels sont les attributs qui influencent ces mesures et comment celles-ci se traduisent en des scénarios qui, à l'aide de modèles à base d'activités, peuvent être estimés au sein de la plate-forme FEATHERS.

1. Inleiding

Door de toenemende druk die de stijgende vraag naar mobiliteit uitoefent op de levenskwaliteit van de maatschappij wordt de nood aan nieuwe technieken om de impact van beleidsmaatregelen door te rekenen steeds hoger. Zo is een belangrijke taak van mobiliteitsgerelateerd beleidsondersteunend onderzoek het doorrekenen van de impact van verschillende beleidsmaatregelen gericht op het in de hand houden van de verkeersvraag (de zogenaamde TDM maatregelen). In een context van duurzame ontwikkeling is echter niet alleen de impact van de TDM maatregelen op het resulterend dienstverleningsniveau van de afwikkeling belangrijk, maar ook de impact op aspecten zoals bijvoorbeeld de verkeersveiligheid, de gegenereerde emissies (milieu), en de volksgezondheid. Het is dan ook onontbeerlijk dat ter ondersteuning van beleid een aanpak wordt gehanteerd die zo veel mogelijk verschillende aspecten van de impact van beleidsmaatregelen op de levenskwaliteit van de samenleving in rekening kan brengen. Hierbij dient er over gewaakt te worden dat de gebruikte modellen tevens gedetailleerd genoeg zijn om de vooraf bepaalde duurzaamheidsmaatstaven door te kunnen rekenen op basis van de modeloutput. Op deze wijze wordt het mogelijk om verschillende scenario's door te rekenen in termen van hun duurzaamheid.

Een belangrijke tendens die internationaal kan waargenomen worden, is het gebruik van activiteitengebaseerde modellen ter ondersteuning en ter evaluatie van het gevoerde beleid (Ref. 1). Activiteitengebaseerde modellen beschrijven *welke* activiteiten een individu wenst uit te voeren, *wanneer, met wie, waar* en met *welke transportmodus* de eventueel vereiste verplaatsing gerealiseerd wordt. Deze gegevens vormen een agenda met een gedetailleerde beschrijving van de activiteiten en verplaatsingen voor de gemodelleerde persoon. Door een dergelijk model voor het activiteiten- en verplaatsingsgedrag toe te passen op ieder individu wordt een gedetailleerde inschatting van de nood aan verplaatsingen voor de bestudeerde populatie bekomen.

In een activiteitengebaseerd model worden de verschillende facetten die een invloed hebben op het keuzeproces van de individuen in rekening gebracht, zoals bijvoorbeeld het aanbod van bepaalde diensten in een bepaalde regio, de beschikbaarheid van openbaar vervoer en de tarifiering ervan, de persoonlijke (leeftijd, geslacht, ...) en de huishoudelijke (aanwezigheid van kinderen, aantal beschikbare wagens, ...) situatie, brandstofprijzen, enzovoort. Door deze facetten, evenals interacties tussen gezinsleden en hun geplande activiteiten, in rekening te brengen, zijn activiteitengebaseerde modellen in staat om gedetailleerde voorspellingen te maken van de impact van bepaalde beleidsmaatregelen op de verkeersvraag. Op basis van de keuze van de locaties van de activiteiten en de gekozen vervoersmodus kan de gegenereerde verkeersvraag vervolgens worden toegedeeld op de corresponderende transportnetwerken.

Aldus leveren activiteitengebaseerde modellen een rechtstreeks beeld van de eventuele verschuivingen in het aandeel van de vervoersmodi ten gevolge van de in de scenario's gemodelleerde beleidsmaatregelen. Op basis van de gedetailleerde modeloutput kunnen echter ook vele andere duurzaamheidsmaatstaven berekend worden en dit voor verschillende scenario's.

Het vervolg van dit manuscript is als volgt opgebouwd; in de volgende sectie wordt bondig ingegaan op een aantal eigenschappen van activiteitengebaseerde modellen en van het op IMOB ontwikkelde FEATHERS simulatieplatform. Vervolgens worden de scenarios die met het FEATHERS platform kunnen worden doorgerekend in categorieën ingedeeld en toegelicht. Tot slot worden in de laatste sectie de conclusies geformuleerd.

2. Het FEATHERS activiteitengebaseerd platform

Het FEATHERS¹ platform werd ontwikkeld om onderzoekers de vereiste faciliteiten te bieden om op een efficiënte wijze alternatieve activiteitengebaseerde modellen voor een studiegebied te implementeren. De opbouw van het FEATHERS model is modulair zodat functionaliteiten op eenvoudige wijze kunnen toegevoegd, hergebruikt en verwijderd worden. De functionaliteiten die het FEATHERS platform aanbiedt worden bepaald door de eisen zoals die gesteld worden door dynamische activiteitengebaseerde modellen. In wat volgt worden eerst een aantal van de belangrijkste eisen voor het FEATHERS platform besproken die voortvloeien vanuit de activiteitengebaseerde modellen. Vervolgens wordt de modulaire structuur van het FEATHERS platform toegelicht en tenslotte wordt de implementatie van een activiteitengebaseerd model voor Vlaanderen toegelicht.

2.1. Kenmerken van activiteitengebaseerde modellen

Activiteitengebaseerde modellen zijn microscopische modellen die het activiteiten- en verplaatsingsgedrag van de individuele leden van de populatie modelleren. Ieder lid van de populatie wordt tijdens de simulatie in het FEATHERS platform voorgesteld als een zogenaamde agent. Net zoals een persoon uit het werkelijke leven voert een agent verschillende taken uit. Dit wordt gerealiseerd door elke taak te modelleren, waarbij de vereiste gegevens voor het model door de agent ter beschikking worden gesteld. Zo beschikt een agent in FEATHERS over persoonskenmerken zoals bv. leeftijd en geslacht, maar ook over kenmerken van het huishouden waartoe hij behoort (bv. aantal kinderen, aantal wagens ter beschikking), over kenmerken van de eventuele partner en over geografische kenmerken over de omgeving waarbinnen hij functioneert (bv. locaties van winkelfaciliteiten, beschikbaarheid van

¹ Forecasting Evolutionary Activity-Travel of Households and their Environmental RepercussionS (FEATHERS)

openbaar vervoer, kennis over de verkeersstoestand op het wegennet). Het voordeel van een dergelijke agentgebaseerde aanpak is dat elke agent in staat is om autonoom een aantal functies uit te voeren, zoals bijvoorbeeld het opstellen en uitvoeren van een activiteiten-verplaatsingsagenda. Dit kan vergeleken worden met het functioneren van de agent in zijn omgeving.

Net zoals in het werkelijke leven interageren de agenten met elkaar tijdens de simulatie. Deze interacties kunnen bijvoorbeeld binnen het gezin optreden zoals het plannen van een gezamenlijke activiteit of het maken van afspraken wie de wagen die dag ter beschikking krijgt. Daarnaast is er eveneens een interactie tussen de verschillende agenten daar ze de beschikbare transportsystemen met elkaar moeten delen. Elk van deze transportsystemen heeft een beperkte capaciteit, waardoor de keuzes van de verschillende agenten elkaar beïnvloeden. Zo kan bijvoorbeeld congestie optreden langsheen een route als gevolg van het feit dat vele agenten deze route kiezen. De interactie tussen de agenten bestaat er uit dat de agenten de toegenomen reistijd langsheen deze route in rekening moeten brengen in de planning van hun agenda met activiteiten en verplaatsingen.

Net zoals een persoon in het werkelijke leven wisselt een agent in het FEATHERS platform verschillende taken met elkaar af tijdens de simulatie. De belangrijkste taken waartussen een agent in het FEATHERS platform afwisselt zijn: het plannen van de agenda, het uitvoeren van de agenda en het bijleren over de omgeving.

Tijdens de *planningstaak* maakt de agent een planning van de activiteiten en verplaatsingen die zullen worden uitgevoerd. Hiertoe gebruikt de agent een gedetailleerd planningsmodel dat zoveel mogelijk relevante kennis van de agent over de omgeving waarbinnen hij functioneert integreert.

Daarnaast wordt in FEATHERS eveneens de *uitvoering* van de voorheen geplande agenda's gesimuleerd. De reden waarom de uitvoering van activiteiten en verplaatsingen expliciet wordt gesimuleerd is dat er afwijkingen kunnen ontstaan tussen de planning enerzijds en de uitvoering anderzijds. Deze afwijkingen kunnen het gevolg zijn van onverwachte gebeurtenissen, die in het model kunnen worden gesimuleerd als een stochastisch proces, zoals bijvoorbeeld het uitlopen van een vergadering. Daarnaast kunnen deze afwijkingen ook voortkomen uit onvolledige of onjuiste informatie waarover de agent beschikt. Zo kan de agent bijvoorbeeld een onderschatting maken van de reistijd omdat hij de verkeersdrukte langsheen de te volgen route verkeerd inschatte. Indien een verkeerde inschatting van geplande activiteiten en/of verplaatsingen werd gemaakt dient de resterende planning voor die dag aangepast te worden aan de nieuwe situatie in een nieuwe planningsfase.

Tot slot beschikken de meest geavanceerde activiteitengebaseerde modellen over een model dat de agent in staat stelt om foutieve informatie over zijn omgeving bij te sturen en als dusdanig nieuwe informatie aan te '*leren*'.

2.2. Modulaire opbouw van FEATHERS

Om te komen tot een simulatieplatform dat kan worden aangepast aan nieuwe studiegebieden en nieuwe types modellen werd geopteerd voor een modulaire aanpak. Bovendien werd bij de implementatie gebruik gemaakt van het object-georiënteerde paradigma, wat het uitbreiden en vervangen van functionaliteiten vergemakkelijkt. Gelijkwaardige initiatieven in de literatuur tonen aan dat een dergelijke aanpak de voorkeur geniet (Ref. 2 en 3)

In wat volgt wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste FEATHERS modules.

2.2.1. Configuratiemodule

Om optimaal gebruik te kunnen maken van de modulaire structuur dient een flexibele configuratiefunctie ter beschikking te zijn. Deze functionaliteit wordt geleverd door de configuratiemodule. Elke andere FEATHERS module communiceert met de centraal beheerde configuratiemodule om de noodzakelijke instellingen op te halen. Om de structuur en de uitbreidbaarheid van de configuratiemodule te garanderen maakt deze gebruik van de XML standaard (Ref. 4). Dit maakt het toevoegen en of verwijderen van modules een kwestie van het aanpassen van het centrale XML configuratiebestand.

2.2.2. Data module

De data module beheert alle gegevens die noodzakelijk zijn om de omgeving waarbinnen de agenten die gesimuleerd worden zich bewegen, te beschrijven. Deze gegevens worden door de data module ter beschikking gesteld aan de andere modules via een gestandaardiseerde interface. Hiertoe behoren o.a. de gegevens die de transportnetwerken beschrijven, maar ook gegevens omtrent de bevolkingsdichtheid in bepaalde gebieden (bv. statistische sectoren in Vlaanderen), de tewerkstelling in deze sectoren, het aantal scholen, enzovoort. Daarnaast beheert de data module eveneens de gegevens die gebruikt worden om het model te calibreren (Ref. 5). Deze bestaan uit het activiteiten- en verplaatsingsgedrag van een representatieve steekproef van personen die bevraagd werden.

2.2.3. Populatie module

De populatie module is verantwoordelijk voor het beheer van de agenten tijdens de simulatie. Hiertoe wordt niet alleen voor elke agent bijgehouden welke attributen hij heeft, maar wordt tevens bijgehouden tot welk huishouden de agent behoort, en welke activiteiten en verplaatsingen hij heeft gepland en uitgevoerd. Tijdens de simulatie kunnen de andere modules via de populatie module toegang krijgen tot een agent of de aan een agent gerelateerde informatie (bijvoorbeeld alle agenten die behoren tot hetzelfde gezin). Tevens is de populatiemodule verantwoordelijk voor het opstellen van een representatieve synthetische populatie voor het studiegebied (Ref. 6, 7, en 8).

2.2.4. Schedule module

De 'schedule module' bevat de algoritmen die bepalen hoe een agent op basis van de voor hem beschikbare informatie een consistente agenda van uit te voeren activiteiten en verplaatsingen samenstelt. In het model dat momenteel voor Vlaanderen operationeel is wordt gebruik gemaakt van 27 beslissingsbomen die allen via de configuratiemodule worden beheerd. Er wordt echter ook aan alternatieve schedulers gewerkt om in het FEATHERS platform onder te brengen (zie bv. Ref 9).

2.2.5. Schedule execution module

De 'schedule execution module' is verantwoordelijk voor de simultane simulatie van de uitvoering van de agenda's van de agenten. Deze module bestaat uit twee submodules, een voor de simulatie van de uitvoering van activiteiten en een voor de simulatie van de uitvoering van de verplaatsingen. Deze laatste omvat bijvoorbeeld een simulatie van de routekeuze van de agenten en van de afwikkeling op het netwerk.

2.2.6. Learning module

De 'learning module' bevat de algoritmen die op basis van een discrepantie tussen de verwachte reistijd enerzijds en de ervaren reistijd anderzijds de door de agent opgeslagen kennis over de omgeving waarin hij vertoeft bijstellen.

2.2.7. Statistische module

De statistische module staat in voor het vertalen van de grote hoeveelheid dagboekgegevens die tijdens de simulatie gegenereerd wordt naar relevante en eenvoudig interpreteerbare

statistieken zoals bv. herkomst-bestemmingsmatrices voor doelgroepen, gemiddelde triplengtes, aantal trips per dag, enzovoort.

2.3. Exploitatie van een FEATHERS gebaseerd model voor Vlaanderen

Het FEATHERS platform werd gebruikt om een activiteitengebaseerd model voor Vlaanderen te operationaliseren. Het gebruikte model beschrijft het gedrag van een agent in de simulatie op basis van een aantal beslissingsbomen. De beslissingsbomen, en dus ook het gedrag van de agenten, wordt gekalibreerd op basis van een uitgebreide dataset die het gedrag (activiteiten en verplaatsingen) van een representatieve steekproef respondenten uit het studiegebied bevat (Ref. 5). Daarnaast is ook informatie vereist die het studiegebied waarin de agenten zich bewegen beschrijft. Deze informatie bestaat onder andere uit gegevens over de beschikbare transportnetwerken, de reiskosten, de tewerkstelling, de demografie, enz. Tot slot dient de in het studiegebied aanwezige populatie gedetailleerd te worden beschreven zodat de attributen van de agenten in de simulatie kunnen worden geïnitieerd. Attributen die op individueel niveau gebruikt worden zijn bv. de leeftijd, het geslacht, de werksituatie, de woonlocatie, enz.

3. Doorrekenen van beleidsmaatregelen mbv FEATHERS platform

Een van de belangrijkste redenen voor de internationale doorbraak van activiteitengebaseerde modellen is de mogelijkheid die ze bieden om scenarios die rechtstreeks in relatie staan tot beleidsmaatregelen door te rekenen. Zo zijn activiteitengebaseerde modellen, in tegenstelling tot de traditionele vierstapsmodellen, in staat om institutionele wijzigingen in de maatschappij rechtstreeks in rekening te brengen. Voorbeelden van dergelijke institutionele wijzigingen zijn wijzigingen in de werkuren en de werkduur, en wijzigingen in de openingsuren van winkels of andere faciliteiten. Daarnaast worden uiteraard de kenmerken van het studiegebied in termen van het grondgebruik en de kenmerken van de beschikbare transportnetwerken eveneens gedetailleerd in rekening gebracht.

Daar beleidsmaatregelen potentieel neveneffecten kunnen vertonen, moeten beleidsondersteunende modellen in staat zijn om naast de primaire effecten ook de (onvoorziene) secundaire effecten van beleidsmaatregelen betrouwbaar in rekening te brengen. Voorbeelden van primaire effecten van beleidsmaatregelen die de verkeersvraag trachten te sturen zijn een verschuiving van de modale split, een reductie van het aantal uitgevoerde verplaatsingen, een verschuiving van de vertrekuren. De primaire respons kan met andere woorden worden gedefinieerd als de strategieën bedacht door de bevolking als respons op de beleidsmaatregel en die er op gericht zijn om de negatieve impact van de maatregel te minimaliseren, of de positieve impact ervan te maximaliseren.

Een secundaire respons is een aanpassing in het gedrag die een persoon uitvoert als gevolg van de wijziging die werd uitgevoerd in het kader van de primaire respons. Typische voorbeelden van dergelijke secundaire responsen zijn bijvoorbeeld de groei van het aantal ontspanningsactiviteiten buitenhuis als respons op maatregelen die telewerken moeten stimuleren, of een stijging van het wagengebruik voor kortere afstanden als gevolg van maatregelen die het carpoolen simuleren (de wagen blijft thuis en wordt dan door een ander gezinslid gebruikt voor kortere verplaatsingen).

Rekening houdend met wijze waarop activiteitengebaseerde modellen de voorspelde verkeersvraag genereren, is het duidelijk dat activiteitengebaseerde modellen in staat zijn om verschillende types van maatregelen ter beïnvloeding van de verkeersvraag in rekening te brengen. De evaluatie van de impact van deze TDM maatregelen kan geraliseerd worden door scenarios op te stellen en door te rekenen. Onder de scenarios die met behulp van activiteitengebaseerde modellen kunnen doorgerekend worden kunnen we onder andere volgende scenarios onderscheiden: socio-demografische scenarios, institutionele scenarios, ruimtelijke scenarios, en reiskost en reistijd scenarios. Uiteraard kunnen TDM maatregelen impliceren dat verschillende types scenarios dienen gecombineerd te worden om de impact van de maatregel door te rekenen.

Zoals beschreven door Arentze en Timmermans (Ref. 10), kunnen onder de *socio-demografische scenarios* trends als een stijgend aandeel van vrouwen in de buitenhuis werkende populatie, een toename van het aantal eenoudergezinnen, een stijging van het besteedbare huishoudinkomen ten gevolge van economische groei, de vergrijzing van de populatie, een wijziging van het aantal beschikbare wagens per huishouden doorgerekend worden.

In termen van *institutionele scenarios* laten activiteitengebaseerde modellen toe om door te rekenen wat de impact is van wijzigingen in de organisatie van de werkweek en dit zowel in werkduur als in aanvangsuur van het werk. Een ander voorbeeld van een door te rekenen institutioneel scenario is het verlengen of verkorten van de openingsuren van faciliteiten als winkels, banken, ...

Ook met de geografische organisatie van de activiteiten en het aanbod van diensten wordt in activiteitengebaseerde modellen expliciet rekening gehouden. Dit maakt het mogelijk om *ruimtelijke scenarios* door te rekenen. Zo kan bijvoorbeeld de impact van een toename van de bevolkingsdichtheid in een bepaalde regio worden geëvalueerd. Dit laat de evaluatie van de impact van beleid met betrekking tot ruimtelijke ordening toe, zoals bijvoorbeeld de impact van

een toegenomen ruimtelijke spreiding tussen werk- en woonlocaties ten gevolge van suburbanisatie.

Tot slot kan eveneens de impact van de traditionele mobiliteitsgerelateerde maatregelen doorerekend worden via *scenarios voor reistijden en reiskosten*. Belangrijke primaire effecten van reistijd en –kost gerelateerde scenarios zijn wijzigingen in de totaal gegenereerde verkeersvraag (bijvoorbeeld in termen van herkomst-bestemmingsmatrices) en de verdeling over de verschillende alternatieven voor de vervoersmodus.

Het is duidelijk dat heel wat TDM maatregelen kunnen toegepast worden met het oog op het aanpakken van de congestieproblematiek. Echter, in het kader van het streven naar een duurzame ontwikkeling dienen naast het congestieniveau ook andere maatschappelijke aspecten, zoals bijvoorbeeld de verkeersveiligheid, het milieu en de volksgezondheid, van de vraag naar mobiliteit in rekening gebracht te worden. De gedetailleerde uitvoer van de activiteitengebaseerde modellen, eventueel na toedeling op de transportnetwerken, laat dit toe door deze uitvoer als invoer te gebruiken voor verkeersveiligheidsmodellen, emissiemodellen, en modellen voor de volksgezondheid. Daar activiteitengebaseerde modellen ieder individu in de populatie in rekening brengen kan een zeer gedetailleerde invoer voor deze modellen gegenereerd worden en dit voor elk van de voorheen beschreven types scenarios die bij de verschillende TDM maatregelen horen. Een voorbeeld hiervan op het vlak van emissies werd beschreven in (Ref. 11).

4. Conclusies

Het toepassen van activiteitengebaseerde modellen laat toe om de impact van beleidsmaatregelen op verschillende vlakken te evalueren. Zo kan naast de traditionele impact op de congestie met behulp van activiteitengebaseerde modellen eveneens gekeken worden naar de impact van beleidsmaatregelen op het aandeel van de verschillende vervoersmodi, de verkeersveiligheid, op de gegenereerde emissies (milieu) en op de volksgezondheid.

Om de studie en implementatie van activiteitengebaseerde modellen te vergemakkelijken werd op het Instituut voor Mobiliteit (IMOB) het FEATHERS platform ontwikkeld. Dit modulair platform laat toe om efficiënt activiteitengebaseerde modellen voor een studiegebied te ontwikkelen. Zo is momenteel een activiteitengebaseerd model voor Vlaanderen operationeel. In FEATHERS kunnen vervolgens gedetailleerde simulaties worden uitgevoerd van de verkeersvraag onder allerhande alternatieve scenarios.

De implementatie van beleidsmaatregelen kan worden vertaald in dergelijke scenarios. Tot de scenarios die met een activiteitengebaseerd model, en dus met het FEATHERS platform, kunnen doorgerekend worden behoren onder andere socio-demografische scenarios, ruimtelijke scenarios, institutionele scenarios, en reiskost en –tijd scenarios. Door de koppeling van FEATHERS met modellen voor de verkeersveiligheid, voor emissies en voor de volksgezondheid, wordt voor elk van de scenarios de impact van de bijhorende beleidsmaatregel(en) uitgebreid in kaart gebracht. Dankzij het grote niveau van detail van de FEATHERS output is het eveneens mogelijk om scenario's met elkaar te vergelijken in termen van vooropgestelde duurzaamheidscriteria.

5 Referenties

1. Bhat, C.R., Guo, J.Y. Srinivasan, S. and Sivakumar, A. (2004) A comprehensive microsimulator for daily activity-travel patterns. Proceedings of the Conference on Progress in Activity-Based Models, Maastricht, 28-32 May (CD rom).
2. Davidson, W., Donnelly, R., Vovsha, P., Freedman, J., Ruegg, S., Hicks, J., Castiglione, J., Picado, R. (2007) Synthesis of first practices and operational research approaches in activitybased travel demand modelling. *Transportation Research Part A*, 41, 464-488.
3. Balmer, M., K. Nagel and B. Raney (2006) Agent-based demand modelling framework for large scale micro-simulations, *Transportation Research Record*, 1985, 125-134.
4. W3C (2006) eXtensible Markup Language (XML), World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/XML.22>
5. Bellemans, T., Kochan, B., Janssens, D., Wets, G. and H.J.P. Timmermans (2008) In the field evaluation of the impact of a GPS-enabled personal digital assistant on activity-travel diary data quality. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2049, 136-143.
6. Arentze, T.A., Timmermans, H.J.P. and F. Hofman (2007) Creating synthetic household populations: problems and approach. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2014, 85-91.
7. Guo, J.Y., and C.R. Bhat (2007) Population Synthesis for Microsimulating Travel Behavior, *Transportation Research Record*, Vol. 2014, pp. 92-101.
8. Wong, D.W.S. (1992) The reliability of using the iterative proportional fitting procedure. *Professional Geographer*, 44(3), 340-348.
9. Vanhulsel, M., Janssens, D., Wets, G. (2007) Calibrating a new reinforcement learning mechanism for modeling dynamic activity-travel behavior and key events, *Electronic Proceedings of the Annual Meeting of the Transportation Research Board*, January 21-25, Washington, USA.
10. Arentze, T.A., and H.J.P. Timmermans (2005d) The sensitivity of activity-based models of travel demand: results in the case of Albatross. In A. Jaskiewicz, M. Kacmarek, J. Zak, M. Kubiak(ed.): *Advanced OR and AI methods in Transportation*, 573 – 578.
11. Beckx, C., Int Panis, L., Arentze, T.A., Timmermans, H.J.P., Janssens, D. and Wets, G. (2007) Applying an activity-based modelling framework to the evaluation of vehicle exhaust emissions. Paper presented at the 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Iguassu, Brazil.

Contact info

Belgisch Wegencongres

22-25 september 2009

Thema VI. A: Duurzame Mobiliteit

Subthema: Mobiliteit, ruimtelijke ordening en bereikbaarheid

Tom Bellemans, Davy Janssens & Geert Wets

Instituut voor Mobiliteit (IMOB)

Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen

Universiteit Hasselt

Wetenschapspark 5 Box 6

B-3590 Diepenbeek

Belgium

Fax. + 32(0)11 26 91 99

{Tom.Bellemans; Davy.Janssens; [Geert.Wets}@UHasselt.be](mailto:Geert.Wets@UHasselt.be)