



วิธีเชื่อมโยงการเดินทางและสร้าง Tour เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทาง

Method of Trip-Chaining and Tour Formation for Travel Demand Model Development

ปฐิภาณ แก้ววิเชียร^{1*} และลัดดา ตันวานิชกุล¹

Received: March, 2017; Accepted: August, 2017

บทคัดย่อ

การเชื่อมโยงการเดินทางและการสร้าง Tours ปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในสายงานการสร้างแบบจำลองความต้องการเดินทาง เนื่องจากแนวคิดของ Tours จำลองรูปแบบการเดินทางของแต่ละบุคคลเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเดินทางที่สำคัญที่สุดของแต่ละบุคคลอย่างใกล้ชิด จากการที่มีจำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลและผู้มีสถานะภาพการทำงานในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้พื้นที่ชานเมือง จึงมีแนวโน้มจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงการเดินทางจำนวนมาก กล่าวคือมีสัดส่วนการเดินทางที่ไม่สัมพันธ์กับที่พักอาศัย (Non-Home-Based, NHB) ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง สำหรับแบบจำลอง Trip-Based ที่ใช้ในปัจจุบัน จำลองการเดินทางที่เป็น NHB อย่างไม่ดีพอ ดังนั้น การพัฒนาแบบจำลองที่พิจารณาปรากฏการณ์นี้อย่างเหมาะสมจะมีอิทธิพลที่สำคัญต่อสมรรถนะของแบบจำลอง ในทางตรงกันข้ามแบบจำลอง Tour-Based สามารถจับปฏิภริยาระหว่างการเดินทางที่ทำในลูกโซ่การเดินทางเดียวกัน ด้วยการใช้ Tour เป็นหน่วยการตัดสินใจพื้นฐาน กล่าวคือ ลำดับของการเดินทางที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่บ้าน บทความนำเสนอวิธีเชื่อมโยงการเดินทางและสร้าง Tours จากข้อมูลบันทึกการเดินทางประจำวันภายในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น ปี 2558 ผลที่ได้ทำให้รู้ว่าการเดินทาง NHB นั้น กระจ่ายตัวอยู่ในทุกวัตถุประสงค์ของ Tour มากน้อยแตกต่างกัน โดยอยู่ใน Tour การทำงานมากที่สุด รองลงมาเป็น Tour ทางด้านการศึกษา สำหรับ Tour การทำงานนั้น

¹ Department of Civil Engineering, Khon Kaen University

* Corresponding Author E - mail Address: patiphan.ka@kkumail.com

การเดินทาง NHB กระจายตัวไม่เท่ากันในแต่ละทิศทาง เพราะว่ามีพฤติกรรมการเดินทางที่แตกต่างกัน โดยกระจายตัวอยู่ในระหว่างเดินทางออกจากที่ทำงานเพื่อกลับบ้านมากที่สุด รองลงมากระจายตัวอยู่ระหว่างอยู่ที่ทำงานและในขณะเดินทางไปทำงานน้อยที่สุด

คำสำคัญ : การเกิด Tour; ครึ่งหนึ่งของ Tour; จุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด

Abstract

Today, trip-chaining and tour formation gained broad interest in the area of travel demand modeling arena since the idea of the tour carefully models travel patterns of each person and chain them to his/her most important purpose of travelling. Due to the increasing number of the vehicle ownership and family members who work to support their household as well as the changing in suburban land-use patterns, it is likely to see the escalation of trip-chaining, the non-home-based or NHB trip is relatively high. Furthermore, the recent Trip-based model is not good enough to model NHB trip. Therefore, model which will be developed by taking a careful consideration of this phenomenon will influence greatly on the effectiveness of the model. On the other hand, Tour-based model is able to capture interaction between trips made in the same trip chain using tour as the foundation of decision making, that is, the sequence of trip that originate and end at home. This paper presents how to create a chained trip and generate tours using surveys of daily trips within Khon Kaen municipality in 2015. The results show that NHB were found in every tour's purpose; however, the difference lie in the trip distribution, is work trip distribution ranks the highest, followed by school trip distribution. Trip distribution for NHB was found uneven in each direction of trip because of different travel behaviors. The highest trip distribution began at work ended at home trip follow by the one that began at work ended at work trip while the lowest distribution was that began at home ended at work trip.

Keywords: Tour Generation; Half-Tour; Primary Destination

บทนำ

ในการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานระบบการขนส่ง ผู้วางแผนต้องมีความสามารถที่จะคาดการณ์การตอบสนองต่อความต้องการเดินทางที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณลักษณะของระบบขนส่ง และคุณลักษณะของบุคคลซึ่งใช้ระบบการขนส่ง แบบจำลองความต้องการเดินทาง (Travel Demand Model) จะถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์นี้

ภายในบริบทของการลอกเลียนแบบความต้องการเดินทาง แบบจำลองความต้องการเดินทาง Trip-Based ถูกนำมาใช้มากที่สุดในการวางแผนการขนส่ง เพื่อสนองความต้องการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป

ในระยะยาว ด้วยการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน อย่างเช่น ถนน ทางรถไฟ ให้เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ที่ผ่านมามีหน้าที่หลักของแบบจำลองความต้องการเดินทาง คือ การพยากรณ์ในระดับรวม ในระยะยาว และ การทำนายความต้องการเดินทางเพื่อการประเมินค่าการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความจุหรือการสนองความต้องการเดินทางด้วยการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน ไม่ได้เป็นการแก้ปัญหาที่ยั่งยืนในการจัดการกับระดับความต้องการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้น [1] ก่อปรกับข้อจำกัดที่สำคัญของแบบจำลอง Trip-Based ซึ่งใช้ Trip ของแต่ละบุคคลเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ [2] - [3] นั้นอยู่ภายใต้สมมุติฐานที่ว่า การเดินทางแต่ละการเดินทางที่สัมพันธ์กับที่พักอาศัยและไม่สัมพันธ์กับที่พักอาศัย เป็นการเดินทางที่เป็นอิสระกัน [4] - [5] ทำให้แบบจำลองเอาการเชื่อมโยงการเดินทางประจำวันของบุคคลออกไป [6]

ด้วยเหตุนี้ เมื่อมีการเชื่อมโยงการเดินทาง (Trip Chaining) จำนวนมาก การวางแผนการขนส่ง จึงได้พัฒนาไปสู่แผนการจัดการความต้องการเดินทางและมาตรการเชิงนโยบาย เพื่อการจัดการกับปัญหาการขนส่ง และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน อย่างเช่น มาตรการบรรเทาความแออัดช่วงชั่วโมงเร่งด่วน และนโยบายส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น

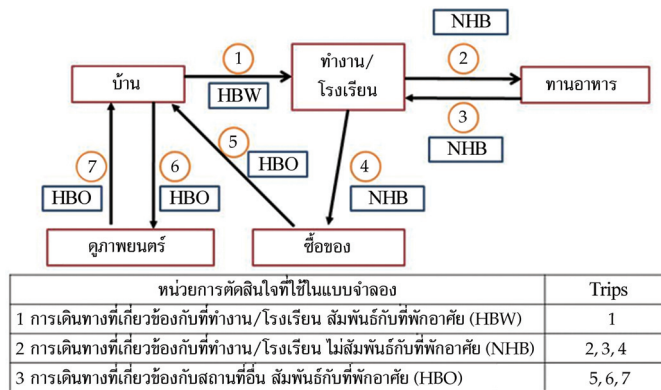
มาตรการเชิงนโยบาย พิจารณาจากความต้องการที่จะควบคุมการเดินทางในระดับรวม และต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐานให้ดีขึ้น ด้วยการใช่วิธีซึ่งวางหลักเกณฑ์เกี่ยวกับพฤติกรรมการเดินทางที่ระดับแยกย่อย (ระดับบุคคล) ทำให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมการเดินทาง ต่อนโยบายการจัดการความต้องการเดินทางในระยะสั้น [5] ดังนั้น แบบจำลอง Tour-Based หรือ Trip Chain [7] - [8] จึงถือกำเนิดขึ้น ด้วยการใช้ Tour แทนที่ Trip เป็นหน่วยของการวิเคราะห์ [9] - [10] เพื่อเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการเดินทางที่สำคัญ และจับปฏิภณระหว่างการเดินทางที่ทำในลูกโซ่การเดินทางเดียวกัน ทำในระหว่างวันเดียวกันหรือทำโดยคนในครอบครัวเดียวกัน

วิธีการศึกษา

1. นิยามของ Trip, Tour และ Half-Tour

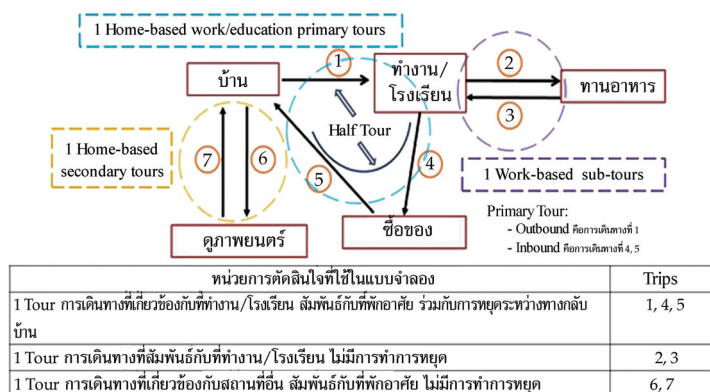
Trip เป็นหน่วยของการวิเคราะห์ของแบบจำลอง Trip-Based โดยการเดินทางหนึ่ง เป็นหน่วยของการเดินทางซึ่งเชื่อมโยง 2 ตำแหน่งที่ตั้ง ในขณะที่ Tour เป็นลำดับการเดินทางที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่บ้าน ส่วน Half-Tour เป็นการรวมกลุ่มของการเดินทางทั้งหมดจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุดของ Tour (Outbound หรือ Direct Half-Tour) หรือจากจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุดกลับมายังจุดเริ่มต้น (Inbound หรือ Return Half-Tour)

รูปที่ 1 เป็นตัวอย่างการเดินทางในหนึ่งวัน ในแบบจำลอง Trip-Based จะพิจารณาว่ามี 7 การเดินทาง โดยการเดินทางที่เป็น HB Trip ไม่ได้ถูกนำมาเชื่อมโยงกับ NHB Trip ทำให้เป็นจุดอ่อนที่สำคัญในแบบจำลองนี้ เนื่องจากการจำลองพฤติกรรมของบุคคลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงและจะมีผลกระทบต่อแบบจำลองเพิ่มมากขึ้นเมื่อสัดส่วนของ NHB Trip เพิ่มมากขึ้น [5], [10] - [11] จึงได้มีการนำแบบจำลอง Tour-Based มาจำลองพฤติกรรมการเดินทางของบุคคล ด้วยการเอาการเดินทางทั้ง 7 ที่เป็น HB Trip และ NHB Trip มาเชื่อมโยงกัน ทำให้เกิด Tour ขึ้น 3 Tour ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย Primary Tour, Secondary Tour และ Sub-Tour [4]



รูปที่ 1 ตัวอย่างของการเดินทาง (Trips)

โดยที่ Primary Tour เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางของบุคคล โดยมีลำดับการเดินทางเริ่มต้นและสิ้นสุดลงที่บ้าน ซึ่งภายใน Tour นี้ มีจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด (จากรูปที่ 2 คือสถานที่ทำงาน) และมีการทำการหยุดเพื่อซื้อของในระหว่างทางกลับบ้าน สำหรับ Secondary Tour เป็น Tour ใหม่ ที่มีลำดับการเดินทางซึ่งเริ่มต้นและสิ้นสุดลงที่บ้านเช่นเดียวกัน แต่มีจุดหมายปลายทางที่ไม่ใช่สถานที่ทำงาน และ Sub-Tour ซึ่งเป็น Tour ย่อยของ Primary Tour ที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่สถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุดในวันเดียวกัน อย่างไรก็ตาม รูปแบบแนวคิดของ Tour ด้วยการนำการเดินทางที่มากกว่า 2 การเดินทางมาเชื่อมโยงกัน ยกอย่างยิ่งสำหรับการจำลองโดยตรง จึงได้มีการเสนอให้จำลองทีละครึ่งหนึ่งของ Tour (Journey หรือ Half-Tour) คือจำลองส่วนของ Outbound หรือ Direct Half-Tour (การเดินทางที่ 1 ใน Primary Tour) แล้วจึงจำลองส่วนของ Inbound หรือ Return Half-Tour (การเดินทางที่ 4 และ 5 ใน Primary Tour) [12]



รูปที่ 2 ตัวอย่างของ Tours และ Half-Tour (รูปแบบ Tour เต็มวัน)

2. โครงสร้างแบบจำลอง Trip-Based และ Tour-Based

แบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนหรือที่เรียกว่า Four-Step Model นั้นเป็นแบบจำลองแบบรวมที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์การเดินทางภายในพื้นที่ เป็นแบบจำลองที่ใช้กันทั่วไปมานานหลายทศวรรษ [13] โครงสร้าง

ของ Four-Step Model ใช้ Trip ของแต่ละบุคคลเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ ในงานวิจัยจึงเรียกแบบจำลองนี้ว่า Trip-Based โดยทั่วไปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การเกิดการเดินทาง ขั้นตอนที่ 2 การกระจายการเดินทาง ขั้นตอนที่ 3 การเลือกรูปแบบการเดินทาง และขั้นตอนที่ 4 การแจกแจงการเดินทาง อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะจัดการความต้องการเดินทางในระยะสั้น (Short Term) แบบจำลอง Tour-Based จึงถูกนำมาใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการอธิบายและจำลองรูปแบบการเดินทางด้วยการนำ Trips มาเชื่อมโยงกัน แล้วจึงเริ่มทำการพิจารณารายละเอียดพฤติกรรมการเดินทางที่สำคัญที่สุดที่ระดับ Tour (Tour-Level) ก่อน เนื่องจากกิจกรรมที่จุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด จะควบคุมพฤติกรรมการเดินทางของบุคคลนั้น จากนั้นจึงพิจารณารายละเอียดย่อยที่ระดับ Trip (Trip-Level) เพื่อให้ครอบคลุมทุกคำถามและคำตอบการเดินทางหลัก [14] ตามแบบจำลอง Trip-Based

อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง Tour-Based จะมีรายละเอียดในขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ที่ต่างจากแบบจำลอง Trip-Based ตรงที่แบบจำลอง Tour-Based จะมีรายละเอียดของการเชื่อมโยงกิจกรรมและการเดินทางของแต่ละบุคคล ที่สอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ในระดับ Tour ซึ่งประกอบด้วย การเลือกจุดหมายปลายทาง การเลือกรูปแบบการเดินทาง และการเลือกช่วงเวลา และในระดับ Trip ซึ่งประกอบด้วย จำนวนและตำแหน่งการทำการหยุดระหว่างทาง รูปแบบการเดินทาง และเวลาการออกเดินทาง [14] - [15] ในขณะที่ขั้นตอนที่ 4 จะยังคงเหมือนกันทั้งสองแบบจำลอง

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดการลอกเลียนแบบกิจกรรมและการเดินทางของแบบจำลอง Tour-Based ในระดับ Tour และระดับ Trip เทียบกับ 3 ขั้นตอนแรกในแบบจำลอง Trip-Based จากตารางสามารถสรุปข้อได้เปรียบของแบบจำลอง Tour-Based ในแต่ละขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอน Trip Production คือความสัมพันธ์ที่ไต่ระหว่าง Tour และ Trip ที่ถูกสร้างขึ้นในระหว่างวัน ขั้นตอน Trip Attraction คือความแตกต่างระหว่างกิจกรรมที่สำคัญที่สุดและกิจกรรมอันดับรอง (การทำการหยุดระหว่างทาง) ขั้นตอน Trip Distribution คือ การเชื่อมโยงจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของ NHB Trip เข้ากับ HB Trip และในขั้นตอน Modal Split คือ ความสอดคล้องกันของการเลือกรูปแบบการเดินทางของ Trip ทั้งหมดใน Tour กล่าวโดยสรุป จุดอ่อนที่สำคัญของแบบจำลอง Trip-Based คือการจำลอง NHB Trip และ HB Trip ที่เป็นอิสระกัน การแก้ปัญหาดังกล่าว ทำได้ด้วยการใช้แบบจำลอง Tour-Based ซึ่งนำการเดินทางที่ต่างกันของแต่ละบุคคลมาเชื่อมโยงกัน ทำให้สามารถจำลองกิจกรรมและการเดินทางที่แท้จริงของแต่ละบุคคล ได้ใกล้เคียงกับความเป็นอย่างมาก

3. การคัดกรองข้อมูล

การคัดกรองข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบข้อมูลการเดินทางที่ได้รับจากแบบสอบถาม ข้อมูลการเดินทางของครัวเรือน ให้สามารถนำมาสร้าง Tours ได้ โดยทำการตรวจสอบว่า จุดต้นทางของการเดินทางครั้งแรกและจุดหมายปลายทางของการเดินทางครั้งสุดท้าย คือ ที่พักอาศัยหรือไม่ ตรวจสอบเวลาที่เริ่มเดินทาง เวลาที่ถึงปลายทางของแต่ละการเดินทาง ว่าได้รับการบันทึกและสามารถจัดเรียงได้ตามลำดับเวลาหรือไม่ และตรวจสอบลักษณะและสถานที่ตั้งต้นทางของแต่ละการเดินทางว่าเป็นจุดเดียวกันกับลักษณะและสถานที่ตั้งปลายทางของการเดินทางก่อนหน้า หรือไม่

การคัดกรองข้อมูลจะทำให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้ของแต่ละบุคคลตลอดวันนั้นจะถูกนำมาพิจารณา และสามารถถูกนำมาพล็อตในแผนผังเวลาและพื้นที่ (Time and Space) ได้

ตารางที่ 1 รายละเอียดการลอกเลียนแบบกิจกรรมและการเดินทางของแบบจำลอง Tour-Based ในระดับ Tour และระดับ Trip กับแบบจำลอง Trip-Based [15]

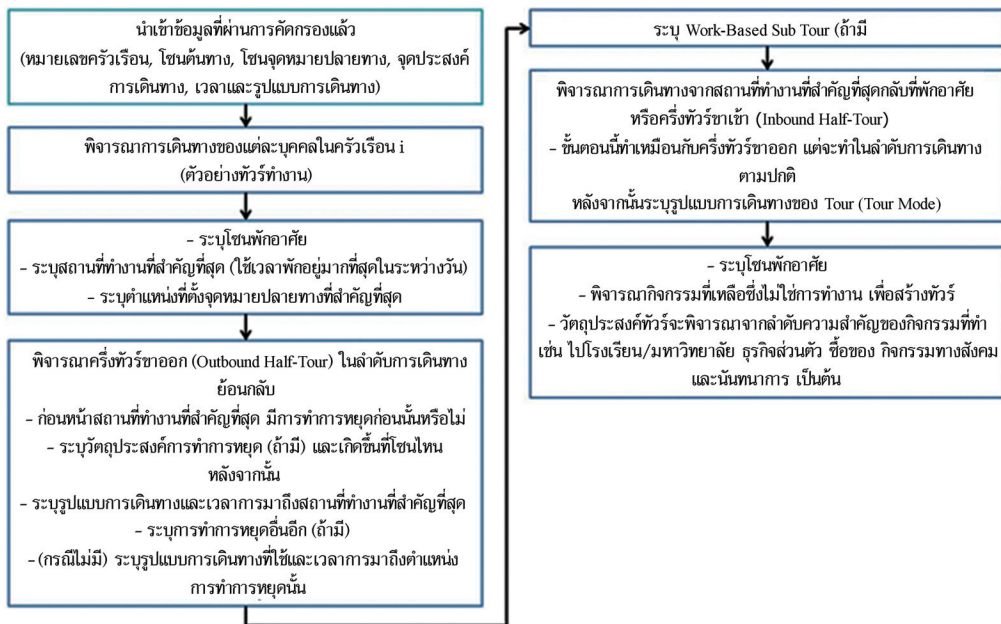
แบบจำลอง Trip-Based	แบบจำลอง Tour-Based	
	Tour-Level	Trip-Level
Trip Production	แบบแผนกิจกรรมการเดินทาง ประจำวันในเทอมของ Tour	ความถี่ของการหยุด โดยชนิดของกิจกรรม
Trip Attraction	ตัวแปรที่ใช้วัดการเลือกจุดหมาย ปลายทางที่สำคัญที่สุด	ตัวแปรที่ใช้วัดโซนที่เป็น ตำแหน่งของการหยุด
Trip Distribution	การเลือกจุดหมายปลายทาง ที่สำคัญที่สุด	การเลือกตำแหน่งที่ตั้งการหยุด
Modal Split	การรวมเข้าด้วยกันของรูปแบบ การเดินทางทั้งหมดของ Tour	การเลือกรูปแบบการเดินทาง

4. การสร้าง Tour

จากการทบทวนงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลการเดินทางของแต่ละบุคคลที่ถูกคัดกรองแล้ว สามารถนำมาสร้าง Tour เพื่อใช้เป็นหน่วยของการวิเคราะห์ในแบบจำลอง Tour-Based ได้ โดยการนำ NHB Trip และ HB Trip ซึ่งมีรูปแบบการเดินทาง จุดหมายปลายทาง และช่วงเวลาของวันที่แตกต่างกัน มาเชื่อมโยงกันไว้ใน Tour เดียวกัน ดังรูปที่ 3

เริ่มต้นโดยระบุสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุด ถ้ามีมากกว่าหนึ่งการเดินทางไปทำงาน สถานที่ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดในระหว่างวัน จะเป็นสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุด (ตำแหน่งที่ตั้งจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด) โดยที่ Tour หนึ่งนั้น จะมีจุดต้นทางที่บ้านและสิ้นสุดที่บ้าน ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีการทำงานหยุดระหว่างทางก็ได้ ซึ่งถ้ามีการทำการหยุดระหว่างทางขาออก (Outbound Half-Tour) (จะพิจารณาลำดับการเดินทางในลำดับย้อนกลับจากจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด) จะระบุตำแหน่งที่ตั้งการทำการหยุดนั้น และระบุรูปแบบการเดินทางที่ใช้เดินทางมายังสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุด จากนั้นจึงระบุเวลาการมาถึงสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุดนั้น ทำการพิจารณาต่ออีกว่าเกิดการทำการหยุดระหว่างทางขาออกในลำดับอื่นอีกหรือไม่ ซึ่งถ้าไม่มีให้ระบุรูปแบบการเดินทางที่ใช้เดินทางมายังตำแหน่งที่ตั้งการทำการหยุดระหว่างทางขาออกจุดแรกนี้ รวมถึงระบุเวลาที่มาถึงตำแหน่งที่ตั้งการทำการหยุด ในส่วนการเดินทางจากสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุดเพื่อกลับบ้าน ถ้าไม่มีการทำการหยุดระหว่างทางขาเข้า (Inbound Half-Tour) ให้ระบุเวลาออกเดินทางจากสถานที่ทำงานที่สำคัญที่สุดนั้น แต่ถ้ามีการทำการหยุดระหว่างทางขาเข้า ก็ให้พิจารณาเช่นเดียวกันกับการทำการหยุดระหว่างทางขาออก เพียงแต่ลำดับการพิจารณาให้พิจารณาในลำดับการเดินทางตามปกติ ในขณะที่รูปแบบการเดินทางของ Tour (Tour Mode) ทั้งขาออกและขาเข้า กำหนดให้เป็นรูปแบบการเดินทางที่ใช้เวลาที่ยาวนานที่สุด

สำหรับ Tour ที่สัมพันธ์กับที่พักอาศัยอื่นที่ไม่ใช่ Tour การทำงาน สามารถพิจารณาได้เช่นเดียวกันกับ Tour การทำงาน โดยการกำหนดวัตถุประสงค์ของ Tour จะพิจารณาจากลำดับความสำคัญของกิจกรรมที่ทำ เช่น ไปโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย ไปรับส่งบุตรหลาน ธุรกิจส่วนตัว การค้า ธนาคาร ชื้อของ กิจกรรมทางสังคมและนันทนาการ เป็นต้น



รูปที่ 3 แนวทางการสร้าง Tour จากข้อมูลการเดินทางของแต่ละบุคคล

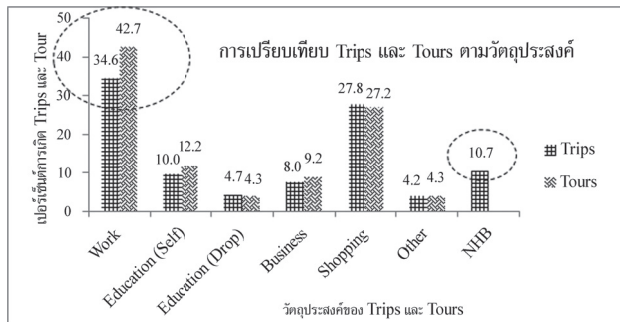
ข้อมูลการเดินทางของแต่ละบุคคล จะถูกสร้างให้เป็นรูปแบบ Tour โดยในแต่ละ Tour จะประกอบด้วย ข้อมูลระดับ Tour (Tour-Level) และข้อมูลระดับการเดินทาง (Trip-Level) ในส่วนของข้อมูลทางสังคม ประชากรของแต่ละบุคคลและครัวเรือน จะถูกนำมารวมกันตามลำดับไปยังไฟล์ข้อมูล Tour อย่างเหมาะสม

การที่ต้องนำข้อมูลทางสังคมประชากรของแต่ละบุคคลและครัวเรือน ไปรวมกับข้อมูลการเดินทาง ในระดับ Tour และ Trip ก็เพื่อที่จะศึกษาว่า Trip Chain เกิดขึ้นได้อย่างไรและทำไมจึงเกิดขึ้น ทำให้ต้องศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานที่ส่งผลต่อ Trip Chain ของบุคคลตามแต่ละวัตถุประสงค์การเดินทาง เช่น การกระจายของจำนวนข้อลูกโซ่ใน Trip Chain การรวมกันของวัตถุประสงค์การเดินทางที่ถูกเชื่อมโยง ลักษณะเฉพาะของครัวเรือนที่ส่งผลต่อชนิดของ Trip Chain ที่สร้างขึ้น รูปแบบการเดินทางที่ใช้ในแต่ละชนิดของ Trip Chain และลักษณะเฉพาะของ Trip Chain ในแต่ละช่วงเวลาของวัน เป็นต้น

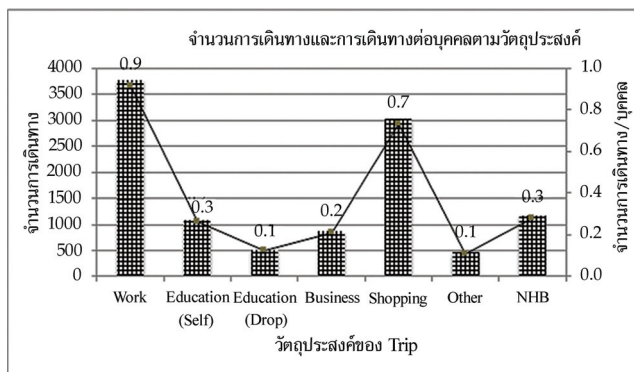
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

งานวิจัยได้นำข้อมูลการเดินทางจากโครงการการศึกษาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ การเงินและผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการทางพิเศษ เพื่อจัดทำแผนแม่บททางพิเศษ จังหวัดขอนแก่น ในปี 2558 จำนวน 2,015 ครัวเรือน (ผู้ให้ข้อมูลจำนวน 4,757 คน โดย 616 คน ไม่มีข้อมูลการเดินทาง) ตัวอย่างประชากรถูกเลือกโดยการสุ่ม และบันทึกข้อมูลการเดินทางประจำวัน ในแบบสอบถามข้อมูล การเดินทางของครัวเรือน ซึ่งทั้งหมดถูกกระทำผ่านการสัมภาษณ์แบบซึ่งหน้า (Face-to-Face Interviews) จากพื้นที่ย่อยทั้งหมด 73 พื้นที่ย่อย โดยในแต่ละพื้นที่ย่อยใช้ฐานข้อมูล GIS Database มาใช้เพื่อแบ่ง เขตพื้นที่ศึกษา โดยได้เพิ่มพื้นที่ย่อยชานเมืองและนอกเมืองอีก 10 พื้นที่ รวมเป็น 83 พื้นที่ มาสร้างเป็น Tour ตามวัตถุประสงค์ของจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำมาเปรียบเทียบกับ

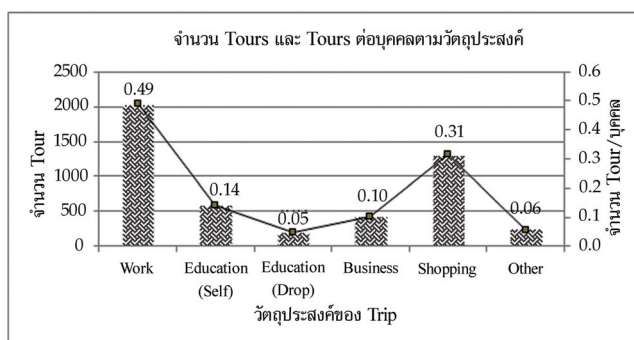
ข้อมูลการเดินทางที่แบ่งตามวัตถุประสงค์การเดินทาง (ซึ่งได้จากโครงการฯ) ดังในรูปที่ 4(ก) ซึ่งแสดงเปอร์เซ็นต์ของ Trips ตามวัตถุประสงค์การเดินทางเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของ Tours ตามวัตถุประสงค์ของจุดหมายปลายทางที่สำคัญที่สุด



(ก) การเปรียบเทียบ Trips และ Tours ตามวัตถุประสงค์



(ข) จำนวนการเดินทางและการเดินทางต่อบุคคล ตามวัตถุประสงค์



(ค) จำนวน Tours และ Tours ต่อบุคคล ตามวัตถุประสงค์

รูปที่ 4 จำนวนและเปอร์เซ็นต์การเกิด Trips และ Tours ตามวัตถุประสงค์

ผลจากการนำแนวคิดเรื่องการนำการเดินทางมาเชื่อมโยงกันนี้ ทำให้เห็นถึงความแตกต่างกันของ HBW Trip (34.6 %) และ Home-Based Work Tour (42.7 %) ซึ่งมีมากที่สุดจากทุกวัตถุประสงค์ (8.1 %) ในขณะที่วัตถุประสงค์อื่นแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ความแตกต่างที่ควรจะเหมือนกันกับข้อมูลที่ได้

จากโครงการฯ นี้ บอกเป็นนัยว่าเกิด Trip Chain ขึ้น (มี NHB Trips กระจายตัวอยู่ 10.7 % ในทุกวัตถุประสงค์) หรือเกิดการทำการหยุดในระหว่างทางขึ้น (การทำการหยุดระหว่างบ้านกับที่ทำงาน หรือระหว่างที่ทำงานกับบ้าน) และจากผลที่ได้สามารถบอกได้ว่า การทำงานยังคงมีความสำคัญและเป็นแรงผลักดันในการเดินทาง ในขณะที่เมื่อทำการพิจารณา Home-Based Education Tour ซึ่งมี 16.5 % ร่วมกับ Home-Based Work Tour สามารถบอกได้ว่า 2 กิจกรรมหลักเหล่านี้แทบจะเป็นครึ่งหนึ่งของ Tour ทั้งหมด รูปที่ 4(ข) และ (ค) ยังบอกได้อีกว่าโดยเฉลี่ยแล้ว แต่ละคนในเขตเมืองขอนแก่นจะทำการเดินทาง 2.6 Trips ต่อวัน และ 1.15 Tours ต่อวัน เฉลี่ยแล้ว 2.3 Trips ต่อ Tour

แบบจำลองความต้องการเดินทางการขนส่ง จะให้ความถูกต้องและให้ความเข้าใจในพฤติกรรม การเดินทางได้ดีมากขึ้น เมื่อนำการเดินทางของแต่ละบุคคลมาเชื่อมโยงกัน ซึ่งจะทำให้เห็นถึงการกระจายตัวของ NHB Trips ในแต่ละวัตถุประสงค์ของ Tour และจะมีประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายการจัดการ ความต้องการเดินทาง เช่น กลยุทธ์การใช้ที่ดิน กลยุทธ์การกำหนดราคา และการกำหนดเวลาการทำงาน เป็นต้น ตารางที่ 2 ได้แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของ NHB Trips ในแต่ละวัตถุประสงค์ของ Tour จะเห็นได้ว่า NHB Trips ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1,165 การเดินทาง ได้กระจายตัวอยู่ 0.5 ถึง 63 % ในแต่ละวัตถุประสงค์ของ Tour โดยที่ NHB Trips กระจายตัวอยู่ที่ Work Tour มากที่สุด คือ 62.6 % และมี Tour ไปเรียนหนังสือ (Education (Self)) และ Tour รับส่งลูกหลานไปโรงเรียน (Education (Drop)) ซึ่งเป็น กิจกรรมหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการกำหนดนโยบายการจัดการความต้องการเดินทาง มี NHB Trips กระจายตัวอยู่ 11.4 และ 2.8 % ตามลำดับ การที่นำ NHB Trips มาเชื่อมโยงกับการเดินทางที่เป็น HB นี้ ถือเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญมากของแบบจำลอง Tour-Based อย่างไรก็ตาม มี NHB Trip อยู่ 0.2 % ที่ไม่สามารถจัดรูปแบบ Tour ได้ เนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล

ตารางที่ 2 เปอร์เซนต์ของ NHB ซึ่งกระจายตัวในแต่ละวัตถุประสงค์ Tours

วัตถุประสงค์ Trip	วัตถุประสงค์ Tours							Total
	Work	Education (Self)	Education (Drop)	Business	Shopping	Other	Non Tour	
NHB Trips	729	133	33	145	117	6	2	1,165
(%)	(62.6)	(11.4)	(2.8)	(12.5)	(10.0)	(0.5)	(0.2)	(100)

เพื่อที่จะเข้าใจลักษณะของ NHB Trips ที่กระจายตัวอยู่ 10.7 % ในทุกวัตถุประสงค์ของ Tour ตามรูปที่ 4(ก) และรูปแบบของ Trip Chaining ให้มากขึ้นอีก จะแบ่งกลุ่มของ NHB Tour-Based Trip Chain ออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้ (1) Journey to work คือการเดินทางที่มี NHB เกิดขึ้นในขณะเดินทางไปทำงาน (2) Journey from work คือการเดินทางที่มี NHB เกิดขึ้น เมื่อเดินทางออกจากที่ทำงาน (3) At work คือการเดินทางที่มี NHB เกิดขึ้นในขณะที่อยู่ที่ทำงาน และ (4) Non-Work-Related คือการเดินทางที่มี NHB แต่ไม่สัมพันธ์กับการทำงาน แล้วนำมาแสดงในแผนภาพต้นไม้เชิงลำดับชั้น (Hierarchical Tree) ตามรูปที่ 5 ซึ่งแผนภาพได้แสดงลำดับชั้นของการแยกข้อมูลการเดินทาง ซึ่งได้จากการสำรวจ ตามกลุ่มของ NHB Tour-Based และจำนวนของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

จากนิยามที่ว่า Tour คือการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเป็นจุดเดียวกัน ซึ่งในที่นี้คือบ้าน สามารถนำการเดินทางทั้งหมด (10,889 การเดินทาง) มาสร้าง Tours ได้ 4,847 Tour ประกอบด้วย Tours ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงาน (Work-Related) 2,072 Tours และ 2,776 Tours ไม่สัมพันธ์กับการทำงาน (Non-Work-Related) เมื่อพิจารณาจำนวน Tours ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงาน และไม่มี NHB Trips (Without NHB) ทั้ง Journey to work และ Journey from work มีจำนวนทั้งสิ้น 1,856 Tours หมายความว่า Tour เหล่านี้ มีสถานที่ทำงานเป็นสถานที่ทำการหยุดระหว่างทางและจะทำการหยุดอีกครั้งที่บ้านเท่านั้น ในขณะที่อีก 216 Tours จากทั้ง 2 กลุ่มเช่นกัน มี NHB Trips (With NHB) รวมอยู่ด้วยจำนวน 730 การเดินทาง แบ่งเป็น 370 NHB Trips มาจาก Journey to work และ 360 NHB Trips มาจาก Journey from work ซึ่งหมายความว่า มีการทำการหยุดในระหว่างทางไปและจากที่ทำงาน นอกเหนือจากการทำการหยุดที่สถานที่ทำงานและที่บ้าน โดย Journey to work นั้นมี 217 NHB Trips อยู่ที่ At work ในขณะที่ Tours ซึ่งไม่สัมพันธ์กับการทำงาน มี NHB Trips กระจายอยู่ที่ Journey to non-work และ Journey from non-work จำนวน 141 และ 294 การเดินทาง ดังนั้น แผนภาพต้นไม้เชิงลำดับชั้นที่ได้ จึงสามารถแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของ NHB Trips (10.7 %) ตามรูปที่ 4(ก) ที่อยู่ในแต่ละกลุ่มของ NHB Tour-Based ได้เป็นอย่างดี

สำหรับ Tours ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงาน การที่ Journey to work และ Journey from work มีจำนวน NHB Trips ไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่ามีพฤติกรรมการเดินทางที่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีชนิดของกิจกรรมที่แตกต่างกันเกิดขึ้นระหว่างทางไปและจากที่ทำงาน

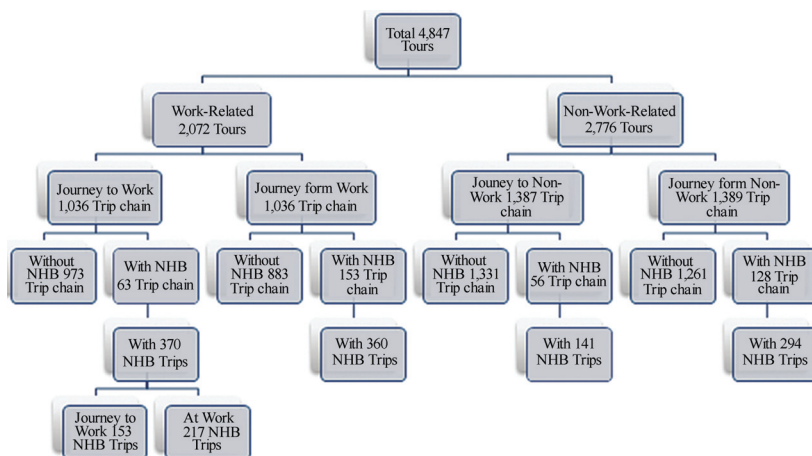
ผลที่ได้นั้น ดอกยี่ว่าแนวคิดที่นำการเดินทางของแต่ละบุคคลมาเชื่อมโยงกันเป็น Tour นั้น เป็นแนวคิดที่พิจารณาการเดินทางอย่างละเอียด ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการสร้างแบบจำลองความต้องการเดินทางอย่างแท้จริง การพิจารณาอย่างละเอียดนี้ จะไม่อธิบายพฤติกรรมการเดินทางเพียงแค่ว่าการเดินทางนั้นจะไปไหน (Destination) ช่วงเวลาไหนที่เดินทาง (Time of Day) และเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางใด (Mode) เหมือนกับที่ใช้ในแบบจำลองความต้องการเดินทางแบบดั้งเดิม แต่จะมีมิติหรือขอบเขตที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมการเดินทางที่มากกว่า อย่างเช่น จุดหมายปลายทางหลัก (Primary Destination) ช่วงเวลาของวันของ Tour (Entire-Tour Time of Day) การผสมกันของรูปแบบการเดินทางของ Tour (Entire-Tour Mode Combinations) ความถี่ของการหยุด (Stop Frequency) ช่วงเวลาการเดินทางของวัน (Trip Time of Day) และรูปแบบการเดินทาง (Trip Mode) ซึ่งจะทำให้แบบจำลองที่ได้มีความถูกต้องมากกว่า

สรุป

บทความนำเสนอการนำข้อมูลการเดินทางมาพิจารณาสร้างเป็น Tour ด้วยการนำแต่ละการเดินทางมาเชื่อมโยงกัน (การนำ NHB Trips มาเชื่อมโยงกับการเดินทางที่เป็น HB) แทนการพิจารณาให้แต่ละการเดินทางเป็นอิสระกัน เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมการเดินทางที่ชัดเจน ใกล้เคียงความจริง และมีประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายการจัดการความต้องการเดินทางด้านการขนส่ง อีกทั้งยังน่าสนใจและเข้าใจง่ายกว่า ผลที่ได้ทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละการเดินทางที่นำมาเชื่อมโยงกัน เมื่อมีข้อจำกัดด้านเวลาและระยะทาง เข้าใจแนวความคิดของบุคคล เข้าใจในกิจกรรมประจำวันที่สำคัญที่สุดของคนเหล่านั้น เช่น การทำงานของคนวัยทำงาน และการไปโรงเรียนของเด็กนักเรียนและนักศึกษา เป็นต้น

ในขณะที่วิธี Trip-Based ซึ่งสมมุติให้แต่ละการเดินทางเป็นอิสระกัน ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางเหล่านั้น

งานวิจัยที่ผ่านมาในเมืองใหญ่และเขตเทศบาลนครขอนแก่น ใช้ข้อมูลการสำรวจการเดินทางของครัวเรือน มาทำการพัฒนาแบบจำลอง Trip-Based เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม สามารถใช้ข้อมูลเดียวกันนี้เพื่อนำมาสร้างเป็น Tours และใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาปรับปรุงระบบแบบจำลองความต้องการเดินทางได้ เนื่องจากแนวคิดของ Tour สามารถจำลองการเดินทางของแต่ละบุคคล ซึ่งเชื่อมโยงกับกิจกรรมของบุคคลเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 5 ลำดับชั้นการแยกข้อมูลการสำรวจการเดินทาง ตามกลุ่มของ NHB Tour-Based และจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย (จากการนำการเดินทางมาเชื่อมโยงกัน)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์สรศักดิ์ เชี่ยวศิริกุล อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ได้ช่วยถอดข้อมูลเพื่อใช้ในการงานวิจัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลการสำรวจการเดินทางของครัวเรือน ในโครงการการศึกษาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ การเงินและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโครงการทางพิเศษ เพื่อจัดทำแผนแม่บททางพิเศษในจังหวัดขอนแก่น ในปี 2558 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้บทความสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ซึ่งทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

References

- [1] de Dios Ortíz, J. and Luis G. Willumsen. (2011). **Modelling Transport**. John Wiley & Sons.
- [2] Vovsha, P., Bradley, M., and Bowman, J. L. (2005). Activity-Based Travel Forecasting Models in the United States: Progress Since 1995 and Prospects for the Future. **The EIRASS Conference on Progress in Activity-Based Analysis**. May 28-31, 2004, Vaeshartelt Castle, Maastricht, The Netherlands.

- [3] Milthorpe, F. and Daly, A. (2010). Comparison of Trip and Tour Analysis of Sydney Household Travel Survey Data. In **Australasian Transport Research Forum 2010 Proceedings**. 29 September - 1 October 2010, Canberra, Australia
- [4] Bradley, M., Bowman, J., and Lawton, T. K. (1999). A Comparison of Sample Enumeration and Stochastic Microsimulation for Application of Tour-Based and Activity-Based Travel Demand Models. **The European Transport Conference**, Cambridge.
- [5] Hall, R. (2012). **Handbook of Transportation Science**. Springer Science & Business Media.
- [6] Siripiprote, T., Sumalee, A., Watling, D. P., and Shao, H. (2014). Updating of Travel Behavior Model Parameters and Estimation of Vehicle Trip Chain Based on Plate Scanning. **Journal of Intelligent Transportation Systems**. Vol. 18, No. 4, pp. 393-409
- [7] Primerano, F., Taylor, M. A., Pitaksringkarn, L., and Tisato, P. (2008). Defining and Understanding Trip Chaining Behaviour. **Transportation**. Vol. 35, No. 1, pp. 55-72
- [8] Venu, M. Garikapati, Daehyun You, Ram, M. Pendyala, Kyunghwi Jeon, Vladimir Livshits, and Peter, S. (2015). Tour Characterization Framework Incorporating Activity Stop-Sequencing Model System. **Transportation Research Record**. Vol. 2, No. 2494, pp. 77-86
- [9] McNally, M. and Rindt, C. (2008). **The Activity-Based Approach**. In Handbook of Transport Modelling.
- [10] Cascetta, E. (2009). **Transportation Systems Analysis: Models and Applications**. Springer Science & Business Media.
- [11] Donnelly, R. (2010). **Advanced Practices in Travel Forecasting**. Transportation Research Board.
- [12] P. B. Consult and Gallup Corporation. (2005). **The Integrated Regional Model Project**. Vision Phase Final Report.
- [13] Ho, C. and Mulley, C. (2013). **Incorporating Intrahousehold Interactions into a Tour-Based Model of Public Transport Use in Car-Negotiating Households**. Transportation Research Record.
- [14] Castiglione, J., Bradley, M., and Gliebe, J. (2015). **Activity-Based Travel Demand Models**. A Primer.
- [15] Davidson, W., Donnelly, R., Vovsha, P., Freedman, J., Reugg, S., and Hicks, J. (2007). Synthesis of First Practices and Operational Research Approaches in Activity-Based Travel Demand Modeling. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**. Vol. 41, No. 5, pp. 464-488