การพัฒนาแบบจำลองการเกิดการเดินทางและการกระจายการเดินทางสำหรับอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

Development of Trip Generation Model and Trip Distribution Model for Bang Lamung District, Chonburi Province

สรธร ศุภภิญโญพงศ์[1,*] และ อำพล การุณสุนทวงษ์[2]

[1,2] สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: soratorn.supapinyopong@mail.kmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะ พฤติกรรม และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองการขนส่งและจราจรหรือแบบจำลองความต้องการในการเดินทางที่สามารถอธิบายการลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ทำการสืบค้นและรวบรวมมาจากโครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพัทยา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี (พ.ศ.2562) ที่จัดทำขึ้นโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำแบบสัมภาษณ์ ณ ที่พักอาศัย (Home Interview Survey) จำนวนทั้งสิ้น 1,205 ครัวเรือน โดยในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าแบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) ปัจจัยของที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างการเดินทางได้แก่ ขนาดของครัวเรือน, รายได้ครัวเรือน, การครอบครองยานพาหนะ, จำนวนนักเรียนในครัวเรือนและจำนวนคนทำงานในครัวเรือน ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดึงดูดการเดินทางได้แก่ จำนวนประชากรและจำนวนที่นั่งนักเรียนในพื้นที่นั้น ๆ ในส่วนของแบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) พบว่าปัจจัยต้านการเดินทางในรูปแบบ Power function มีความเหมาะสมที่สุดในทุกวัตถุประสงค์การเดินทาง ยกเว้นการเดินทางรูปแบบการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและอื่น ๆ (HBO) ที่ปัจจัยต้านการเดินทางในรูปแบบ Gamma function จะมีความเหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: ความต้องการการเดินทาง, แบบจำลองการเกิดการเดินทาง, แบบจำลองการกระจายการเดินทาง

Abstract

This paper introduces an enhanced understanding of the behavior and factors that affect the trip patterns of people who in which live in Bang Lamung District, Chonburi Province. Subsequently, develop the Travel Demand Model that can describe the trip pattern of people in the study area. Along these lines, this paper was directed by utilizing the information from the Pattaya City Planning Project (Banglamung District) in 2019, which was overviewed by the Department of Public Works and Town & Country Planning. The information was gathered by utilizing the technique of the Household Interview for a sum of 1,205 contextual case studies. The study's findings revealed that household size, household income, vehicle ownership, number of students in a household and number of workers in household are interrelated to the trip production model. Moreover, the population and the number of student seats in each traffic analysis zone (TAZ) is correspondingly related to the trip attraction model. Therefore finally, the trip distribution model indicated that friction factors in the form of Power Function is the most suitable for every trip purpose, excluding for the Home-Based Other trip (HBO) that friction factors in the form of Gamma function is the most appropriate.

Keywords: demand, Trip Generation Model, Trip Distribution Model

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปริมาณการเดินทางมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น อันเนื่องมาจากหลากหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นการขยายตัวของตัวเมือง สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว หรือจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น ล้วนส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านคมนาคมขนส่ง ซึ่งผลดังกล่าวจะกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของผู้อยู่อาศัยและสภาพเศรษฐกิจในพื้นที่นั้น ๆ การวางแผนเพื่อป้องกันหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการวางแผนให้มีความถูกต้องแม่นยำนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลหรือเครื่องมือที่สามารถทำนายหรือคาดการณ์สภาพในอนาคตได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้แผนที่ได้ดำเนินการออกแบบมาไว้นั้นสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดแห่งหนึ่งในภาคตะวันออก ที่มีพื้นที่ติดกับบริเวณริมฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย มีพื้นที่จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประมาณ 4,514.01 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,821,255.72 ไร่ โดยทางทิศเหนือของจังหวัดอยู่ติดกับจังหวัดฉะเชิงเทรา ทางทิศตะวันออกติดกับจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดระยอง และทางทิศใต้อยู่ติดกับจังหวัดระยอง ซึ่งในปัจจุบันจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในด้านการส่งเสริมการท่องเที่ยวและเป็นศูนย์กลางการคมนาคมขนส่งที่สำคัญของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษตะวันออก (Eastern Economic Corridor Development: EEC) ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายด้าน เช่น ด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งที่จะมีการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภาในจังหวัดระยอง รถไฟความเร็วสูง มอเตอร์เวย์สาย 7 และ รถไฟทางคู่ จึงทำให้จังหวัดชลบุรีกลายเป็นแหล่งงานขนาดใหญ่ทั้งด้านการผลิต การท่องเที่ยว ตลอดจนด้านการคมนาคมขนส่งสินค้า และทำให้จังหวัดชลบุรีมีพัฒนาการด้านเศรษฐกิจและการขยายตัวเมืองอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลดังกล่าวทำให้ความต้องการในการเดินทางมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการขยายของตัวเมืองอย่างไม่เป็นระเบียบและปัญหาการจราจรติดขัดขึ้น เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวการศึกษาถึงพฤติกรรมการเดินทางในพื้นที่จังหวัดชลบุรีจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

อำเภอบางละมุงเป็นอำเภอที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 8 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาลนครแหลมฉบัง เทศบาลเมืองหนองปรือ เทศบาลตำบลบางละมุง เทศบาลตำบลห้วยใหญ่ เทศบาลตำบลโป่ง เทศบาลตำบลตะเคียนเตี้ย เทศบาลตำบลหนองปลาไหล องค์การบริหารส่วนตำบลเขาไม้แก้ว และ 1 เขตปกครองพิเศษ คือ เมืองพัทยา โดยมีพื้นที่ประมาณ 525.67 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 326,518.03 ไร่ โดยอำเภอบางละมุงก็เป็นอำเภอ ๆ หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการขยายตัวของตัวเมืองและสภาพเศรษฐกิจ เช่นเดียวกันกับอำเภออื่น ๆ ในจังหวัดชลบุรี ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จะทำให้ทราบถึงความต้องการ ลักษณะและรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง เพื่อคาดการณ์การเดินทางที่จะเกิดขึ้นและหาแนวทางป้องกันหรือบรรเทาปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

งานวิจัยฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการวางแผนพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งในอนาคต เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
3. เพื่อพัฒนาแบบจำลองการขนส่งและจราจรที่สามารถอธิบายการลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรีได้

1.3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้จะดำเนินการศึกษาความต้องการในการเดินทางในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี โดยจะเน้นความสำคัญไปในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองบางละมุง ซึ่งประกอบไปด้วย 8 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้แก่ เขตปกครองพิเศษพัทยา เทศบาลเมืองหนองปรือ เทศบาลตำบลห้วยใหญ่ เทศบาลตำบลหนองปลาไหล เทศบาลตำบลบางละมุง เทศบาลตำบลโป่ง เทศบาลตำบลตะเคียนเตี้ย และองค์การบริหารส่วนตำบลเขาไม้แก้วรวมพื้นที่ประมาณ 525.67 ตารางกิโลเมตร โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็น 159 พื้นที่ย่อยตามการองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แสดงดัง **รูปที่ 1**

รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการศึกษาถึงลักษณะ พฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทาง และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาพัฒนาแบบจำลองการขนส่งและจราจรที่สามารถอธิบายลักษณะการเดินทางของผู้คนในพื้นที่ศึกษาได้ โดยในการศึกษานี้ได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเดินทาง

การเดินทาง หมายถึงการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งซึ่งหมายถึงจุดเริ่มต้นของการเดินทาง เพื่อไปยังจุดอีกจุดหนึ่งซึ่งหมายถึงจุดหมายปลายทาง ด้วยวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่ง

วัชรินทร์ บรรพต (2531) [9] ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณการเดินทางนั้นมีความสัมพันธ์กันกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) และลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socio-Economic Characteristics) โดยความสัมพันธ์ของการเดินทางกับการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถแยกออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- ความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Intensity of Land Use)
- ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Characteristics of Land Use)
- ที่ตั้งการประกอบกิจการของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Location of Land Use Activity)

ด้วยความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันไป ย่อมส่งผลถึงปริมาณการเดินทางที่แตกต่างกันไปด้วย โดยความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มากก็จะส่งผลให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีปริมาณการเดินทางที่มากตามไปด้วย เช่นเดียวกัน ลักษณะการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกันจะส่งผลถึงปริมาณการเดินทางที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่ที่มีการพัฒนาในด้านการค้าและการบริการ มักจะเกิดการดึงดูดการเดินทางเข้าไปในพื้นที่นั้น ๆ มากกว่าพื้นที่อื่น เป็นต้น

นอกจากนั้นปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมยังมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณการเกิดการเดินทางอีกด้วย โดยทั่วไปตัวแปรลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อการเดินทาง ได้แก่ ขนาดครอบครัว ประเภทที่พักอาศัย อายุ เพศ การศึกษา รายได้ของผู้อยู่อาศัยในครัวเรือน รวมถึงการเป็นเจ้าของยานพาหนะอีกด้วย

2.2 แบบจำลองการขนส่งและจราจร (Transportation Model)

แบบจำลองการขนส่งและจราจรเป็นจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการวางแผนโครงการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง วิธีการสร้างแบบจำลองการขนส่งและจราจรจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

- การสร้างแบบจำลองการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน
- การปรับเทียบแบบจำลอง
- การพยากรณ์ความต้องการเดินทาง เป็นการนำแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาจากขั้นตอนแรกมาใช้วิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในอนาคต โดยพิจารณาถึงบริบทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน นโยบายด้านขนส่ง จำนวนประชากร และโครงข่ายถนนในปีอนาคต

โดยในปัจจุบันแบบจำลองการขนส่งและจราจรที่นิยมและมีการนำไปใช้กันทั่วไป คือ แบบจำลองชนิดต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequential 4-Step Model) หรือ แบบจำลองต่อเนื่อง ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการเดินทางของผู้คนในพื้นที่ศึกษา โดยในแต่ละขั้นตอนจะเป็นการสร้างแบบจำลองย่อย ๆ ขึ้นมา 4 แบบจำลองได้แก่

- แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model)
- แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model)
- แบบจำลองการเลือกรูปแบบยานพาหนะในการเดินทาง (Modal Split Model)
- แบบจำลองการเลือกเส้นทางในการเดินทาง (Trip Assignment Model)

2.3 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model)

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการเดินทางของแต่ละพื้นที่ย่อยที่ทำการศึกษา โดยองค์ประกอบที่ส่งผลต่อปริมาณการเดินทางจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสภาพเศรษฐกิจ สังคมของประชากรในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ เช่น จำนวนผู้อยู่อาศัยในครัวเรือน รายได้ของครัวเรือน จำนวนคนทำงานในครัวเรือน จำนวนนักเรียนในครัวเรือน จำนวนการถือครองยานพาหนะ จำนวนอาคารพาณิชยกรรม อาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่ เป็นต้น

โดยปริมาณการเดินทางจะถูกแยกออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ การสร้างการเดินทาง (Trip production) คือการเดินทางที่เข้าหรือออกจากพื้นที่ที่เป็นที่พักอาศัย (Home-based Trip) หรือการเดินทางที่ออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย (Non-Home-based Trip) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) คือการเดินที่เข้าสู่พื้นที่ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย ซึ่งการดึงดูดการเดินทางจะเกิดมาจากการดึงดูดของกิจกรรมในพื้นที่ เช่น การจ้างงาน ห้างสรรพสินค้า หรือสวนสาธารณะ เป็นต้น

การสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางสามารถสร้างได้หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่มีอยู่ 2 วิธีได้แก่

1. การวิเคราะห์ทดถอยเชิงเส้นพหุนาม (Multiple linear regression) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ซึ่งมีรูปแบบของสมการดังต่อไปนี้

$$y_i = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + a_3x_{i3} + \ldots\ldots + a_nx_{in} + b + e_i \quad (1)$$

โดยที่ y_i หมายถึง ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในพื้นที่
$x_{i1}, \ldots, x_{in}$ หมายถึง ตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลในพื้นที่ศึกษา
$a_1, \ldots, a_n$ หมายถึง สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
b หมายถึง ค่าคงที่
e_i หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าที่สังเกตเทียบกับค่าพยากรณ์

2. การวิเคราะห์จัดกลุ่มไขว้ (Cross Classification or Category Analysis) เป็นวิธีการประมาณการเดินทางในพื้นที่ศึกษาโดยการจัดกลุ่มจะแบ่งตามลักษณะของครัวเรือน ให้เป็นกลุ่มย่อย ๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามขนาดของครัวเรือน หรือ จำนวนคนทำงานในครัวเรือนเป็นต้น โดยผลที่ได้จะแสดงออกมาในรูปของอัตราการเดินทาง (Trip rate) โดยความสัมพันธ์ของจำนวนการเดินทางแต่ละประเภทและคุณลักษณะที่ใช้แบ่งกลุ่มสามารถเขียนได้ดังนี้

$$y_i^q = \sum_{c=1}^{n} h_i^c t_y^c \quad (2)$$

โดยที่ y_i^q หมายถึง ปริมาณการเดินทางด้วยวัตถุประสงค์ q ของพื้นที่ i

h_i^c หมายถึง จำนวนครัวเรือนประเภท c ใน พื้นที่ย่อย i

t_y^c หมายถึง อัตราการเดินทาง (Trip rate) ของครัวเรือนประเภท c

n หมายถึง จำนวนประเภทของครัวเรือน

2.4 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model)

แบบจำลองการกระจายการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายของการเดินทางที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นที่ย่อยทั้งหมดที่ทำการศึกษา โดยการเดินทางจะเขียนอยู่ในรูป T_{ij} เมื่อ i คือพื้นย่อยที่ต้นทาง และ j คือพื้นที่ย่อยปลายทาง ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายการเดินทางจะอยู่ในรูปของตารางเมทริกซ์

วิธีการสร้างแบบจำลองการกระจายการเดินทางสามารถทำได้หลายวิธี เช่น Uniform Growth model, Constrained model, Opportunities model, Furness method, Gravity model เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันทั่วไปนั้นจะเป็นวิธี แบบจำลองแรงโน้มถ่วง (Gravity model) โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j F_{c_{ij}} k_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} (A_j F_{c_{ij}} k_{ij})} \quad (3)$$

โดยที่ T_{ij} หมายถึง การเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปยังพื้นที่ย่อย j

A_j หมายถึง การดึงดูดการเดินทางของพื้นที่ ย่อย j

P_i หมายถึง การสร้างการเดินทางของพื้นที่ย่อย i

$F_{c_{ij}}$ หมายถึง ปัจจัยที่ต้านการเดินทางในการเดินทางจากพื้นที่ ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j

k_{ij} หมายถึง ค่าปรับแก้ระหว่างคู่พื้นที่ย่อย

n หมายถึง จำนวนพื้นที่ย่อย

โดยทั่วไปนั้น F_{ij} หรือปัจจัยที่ต้านการเดินทางในการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j จะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการเดินทางหรือระยะทางที่ใช้ในการเดินทางหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยสมการปัจจัยที่ต้านการเดินทางในการเดินทางจะมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบที่นิยมนำมาใช้จะได้แก่

Power function:

$$F_{ij} = {C_{ij}}^{\alpha} \quad (4)$$

Exponential function:

$$F_{ij} = \alpha e^{-\gamma C_{ij}} \quad (5)$$

Gamma function:

$$F_{ij} = \alpha {C_{ij}}^{\beta} e^{\gamma C_{ij}} \quad (6)$$

โดยที่ C_{ij} หมายถึง ฟังก์ชั่นทั่วไปของค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปยังพื้นที่ย่อย j

α หมายถึง พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

β หมายถึง พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

γ หมายถึง พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

e หมายถึง 2.71828

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Zsolt Berki (2017) [5] ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการเกิดการเดินทางและแบบจำลองการกระจายการเดินทางของเมือง Budapest ประเทศ Hungary โดยแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็น 922 พื้นที่ย่อยและเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์รายครัวเรือน โดยทำการแบ่งวัตถุประสงค์การเดินทางออกเป็น 4 ประเภท พบว่าตัวแปร จำนวนประชากร จำนวนคนทำงาน จำนวนที่อยู่อาศัยที่อย่างจากเมืองน้อยกว่า 30 กม. จำนวนที่อยู่อาศัยที่อย่างจากเมืองมากกว่า 60 กม. จำนวนประชากรที่อายุ 6 – 17 นั้นมีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญ

เอกพล จันทร์เพ็ญ (2547) [6] ได้ทำการศึกษาปริมาณการเดินทางและคุณลักษณะต่าง ๆ ของการเกิดการเดินทางภายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล อีกทั้งยังได้ทำการสร้างแบบจำลองการเดินทางด้วยวิธี Cross-Classification ขึ้น โดยผลที่ได้พบว่าปริมาณการเกิดการเดินทางทั้งสิ้น 13.6 ล้านเที่ยวต่อวัน มีการเดินทางภายในเขตกรุงเทพมหานครถึง 8.8 ล้านเที่ยวต่อวัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเดินทางระหว่างบ้านกับที่ทำงานร้อยละ 55.5 และจากการสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางด้วยวิธี Cross-Classification พบว่าจะมีการเกิดการเดินทางเป็น 14.8 ล้านเที่ยวต่อวัน 15.8 ล้านเที่ยวต่อวัน และ 16.9 ล้านเที่ยวต่อวัน ในปีพ.ศ.2549 พ.ศ.2554 และพ.ศ.2559 ตามลำดับ

จักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์ (2546) [8] ได้ทำการศึกษาแบบจำลองความต้องการเดินทางและเปรียบเทียบแบบจำลองการเดินทางของผู้อยู่อาศัย 3 กลุ่มพื้นที่ ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ในเมือง กลุ่มพื้นที่ชานเมือง และ กลุ่มพื้นที่ชนบทในเขตผังเมืองรวมเชียงใหม่ โดยสร้างแบบจำลองสำหรับแต่ละกลุ่มขึ้นกลุ่มละ 3 แบบจำลองได้แก่ แบบจำลองการเกิดการเดินทางวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุนาม แบบจำลองการกระจายการเดินทางวิเคราะห์ด้วยวิธี Gravity Model และแบบจำลองการเลือกประเภทยานพาหนะวิเคราะห์ด้วยวิธี Polynomial, Exponential และ Linear ผลที่ได้คือมีตัวแปรจำนวนประชากรและรายได้ของครัวเรือนที่ส่งผลต่อแบบจำลองการเกิดการเดินทางและตัวแปรจำนวนประชากรหรือที่นั่งนักเรียนและความสามารถเข้าถึงพื้นที่ที่มีผลกระทบกับแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง ส่วนแบบจำลองการกระจายการเดินทางพบว่าค่า Friction Factor มีความสัมพันธ์กับเวลาในการเดินทางของแต่ละกลุ่มพื้นที่ และแบบจำลองการเลือกประเภทยานพาหนะส่วนใหญ่มีการเลือกรถยนต์ในการเดินทาง

โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธีการวิเคราะห์โดยการแบ่งกลุ่มวัตถุประสงค์การเดินทางตามงานวิจัยของ Zsolt Berki (2017) [5] การพัฒนาแบบจำลองการสร้างการเดินทางด้วยวิธี Cross-Classification ของเอกพล จันทร์เพ็ญ (2547) [6] และการพัฒนาแบบจำลองการดึงดูดการเดินทางและการกระจายการเดินทางของจักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์ (2546) [6] มาประยุกต์ใช้กับพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

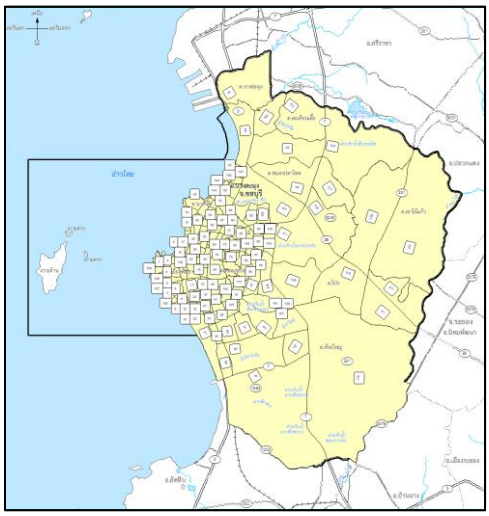
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการกำหนดพื้นที่การศึกษาเป็นอำเภอบางละมุง โดยอำเภอบางละมุงตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรี โดยมีพื้นที่ประมาณ 535.95 ตารางกิโลเมตร ไร่ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่เขตตำบลบางละมุง ตำบลตะเคียนเตี้ย ตำบลนาเกลือ ตำบลหนองปลาไหล ตำบลเขาไม้แก้ว ตำบลโป่ง ตำบลหนองปรือ ตำบลห้วยใหญ่ และเขตการปกครองพิเศษพัทยา

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำข้อมูล การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพเศรษฐกิจสังคม ลักษณะพฤติกรรมการเดินทางของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่มาจากโครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพัทยา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ซึ่งจัดทำโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะประกอบไปด้วย ข้อมูลการสัมภาษณ์ ณ ที่พักอาศัย (Household interview survey) จำนวน 1,205 ครัวเรือน ขนาดพื้นที่ย่อย จำนวนประชากร การจ้างงานและที่นั่งนักเรียนในพื้นที่ศึกษา

3.3 การจัดแบ่งกลุ่มพื้นที่ย่อยในการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้ทำการจัดแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็น 159 พื้นที่ย่อย โดยพิจารณาตาม รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เขตการปกครอง และแนวกั้นตามธรรมชาติเช่น แม่น้ำ เป็นต้น โดยมีรายละเอียดจำนวนพื้นที่ย่อยจำแนกตามขอบเขตการปกครองในพื้นที่อำเภอบางลังมุง จังหวัดชลบุรีดัง **ตารางที่ 1** และ **รูปที่ 1**



รูปที่ 1 การแบ่งพื้นที่ย่อยในการวิจัย

ตารางที่ 1 การจัดพื้นที่ย่อยจำแนกตามขอบเขตการปกครอง

ขอบเขตการปกครอง	จำนวนพื้นที่ย่อย
เขตปกครองพิเศษพัทยา	92
เทศบาลเมืองหนองปรือ	44
เทศบาลตำบลห้วยใหญ่	7
เทศบาลตำบลหนองปลาไหล	3
เทศบาลตำบลบางละมุง	2
เทศบาลตำบลโป่ง	5
เทศบาลตำบลตะเคียนเตี้ย	3
เทศบาลนครแหลมฉบัง	1
องค์การบริหารส่วนตำบลเขาไม้แก้ว	2
รวม	**159**

3.4 การศึกษาข้อมูลการเดินทางเบื้องต้น

การศึกษานี้จะดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะการเดินทางของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาจากโครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพัทยา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

- การวิเคราะห์ตัวแปรด้านประชากร เศรษฐกิจและสังคม ซึ่งจะประกอบไปด้วย ขนาดของครัวเรือน รายได้ของครัวเรือน จำนวนการถือครองยานพาหนะของครัวเรือน
- การวิเคราะห์ตัวแปรด้านลักษณะและพฤติกรรมการเดินทาง ซึ่งจะประกอบไปด้วย อัตราการเดินทาง ความยาวในการเดินทาง การเลือกวิธีที่ใช้ในการเดินทาง

3.5 การพัฒนาแบบจำลอง

โดยในการศึกษานี้ได้ดำเนินการพัฒนาแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequential 4-Step Model) เพียงขั้นตอนที่ 1 และ 2 เท่านั้นโดยจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) ซึ่งจะประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย โดยแบบจำลองการสร้างการเดินทาง (Trip production model) ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มไขว้ (Cross Classification or Category Analysis) เป็นวิธีในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลการเดินทางในระดับครัวเรือนได้แก่ ขนาดของครัวเรือน รายได้ของครัวเรือน จำนวนการถือครองยานพาหนะของครัวเรือนในการวิเคราะห์และใช้ค่าทางสถิติ Pearson Chi-Square ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 2 ว่ามีความสัมพันธ์กันทางสถิติหรือไม่ ในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction Model) ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ทดถอยเชิงเส้นพหุนาม (Multiple linear regression) ในการพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลการเดินทางในระดับพื้นที่ย่อยได้แก่ จำนวนประชากร จำนวนการจ้างงาน และจำนวนที่นั่งนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้ค่าทางสถิติ Adjusted R^2 ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยทั้ง 2 แบบจำลองย่อยจะทำการแบ่งวัตถุประสงค์ในการเดินทางออกเป็น 5 วัตถุประสงค์ได้แก่ การเดินทางรวมวัตถุประสงค์ (Total trip), การเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและที่ทำงาน (Home-based Work Trip: HBW), การเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและการศึกษา (Home-based Education Trip: HBE), การเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและสถานที่

อื่น ๆ (Home-based Other Trip: HBO) และ การเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (Non-Home-based Trip: NHB)

ขั้นตอนที่ 2 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีแบบจำลองแรงโน้มถ่วง (Gravity model) ในการพัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทางและกำหนดให้ฟังก์ชั่นทั่วไปของค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (C_{ij}) คือระยะเวลาในการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j โดยในการเริ่มต้นการวิเคราะห์จะกำหนดให้ค่า พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง (α, β, γ) มีค่าเท่ากับ 1.0 จากนั้นทำการคำนวณการกระจายการเดินทางในแต่ละคู่พื้นที่ย่อย โดยการแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการแบบจำลองแรงโน้มถ่วง (Gravity model) หลังจากคำนวณการกระจายการเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อย (T_{ij}) แล้วจะทำการปรับแก้ให้ค่าการสร้างการเดินทาง (Trip Production) และ การดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ที่ได้จากการคำนวณให้มีค่าใกล้เคียงกันที่สุด หลังจากทำการปรับแก้แล้วจึงนำค่าการกระจายการเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อย (T_{ij}) ใหม่ที่ได้จากการปรับแก้มาหาระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการสำรวจ หากระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองและสำรวจไม่ใกล้เคียงกัน จะดำเนินการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง (α, β, γ) ไปเรื่อย ๆ จนค่าระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองและสำรวจมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในการวิจัยครั้งนี้จะกำหนดค่า Friction Factors (F_{ij}) ให้อยู่ในรูปแบบของ Exponential function, Power function และ Gamma function เพื่อนำผลที่ได้ของทั้ง 3 รูปแบบมาเปรียบเทียบกัน นอกจากนั้นจะใช้ค่า Mean absolute error ratio (MAER) ในการประเมินประสิทธิภาพของค่า Friction Factor ในแต่ละรูปแบบอีกด้วย โดยหากแบบจำลองมีค่า MAER ที่น้อยจะหมายถึงแบบจำลองนั้นมีความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่ทำการสำรวจมาน้อยตามไปด้วย

4. ผลการศึกษาวิเคราะห์

4.1 การศึกษาข้อมูลการเดินทางเบื้องต้น

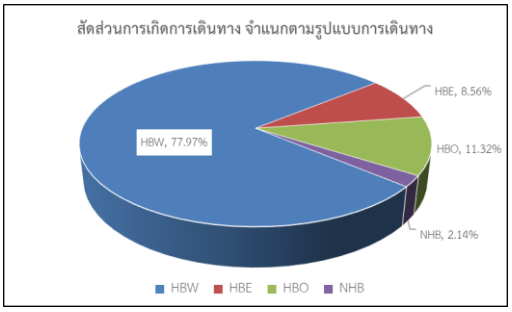
จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างทำให้ทราบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีขนาดของครัวเรือนอยู่ที่ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 29.96 รองลงมามีขนาดของครัวเรือนอยู่ที่ 3 คนคิดเป็นร้อยละ 24.23 โดยส่วนใหญ่มีจำนวนคนที่ทำงานอยู่ในครัวเรือน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 49.88 รองลงมามีจำนวนคนที่ทำงานอยู่ในครัวเรือน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 20.33 โดยส่วนใหญ่ไม่มีคนที่กำลังศึกษาอยู่ในครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 64.65 รองลงมามีคนกำลังศึกษาอยู่เพียง 1 คนในครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 25.39 นอกจากนั้นยังพบอีกว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ที่ 30,000 ถึง 49,999 บาทต่อครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 21.58 รองลงมามีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ที่ 20,000 ถึง 24,999 บาทต่อครัวเรือนและพบว่าครัวเรือนส่วนใหญ่มีการถือครองทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์คิดเป็นร้อยละ 55.85 รองลงมาคือมีการถือครองจักรยานยนต์อย่างน้อย 1 คันคิดเป็นร้อยละ 39.75 โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 2**

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของการเดินทางด้านประชากร เศรษฐกิจและสังคม

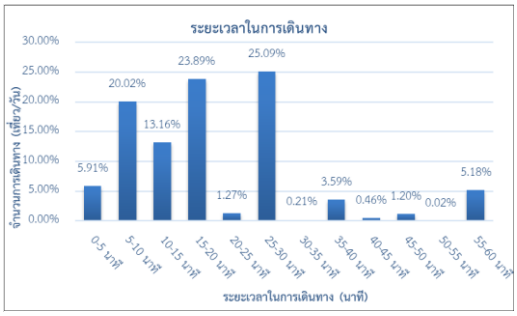
คุณลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
ขนาดของครัวเรือน (ครัวเรือน)		
1 คน	140	11.62%
2 คน	361	29.96%
3 คน	292	24.23%
4 คน	236	19.59%
5 คนขึ้นไป	176	14.61%
รวม	**1205**	**100.00%**
จำนวนคนทำงาน (ครัวเรือน)		
ไม่มีคนทำงานในครัวเรือน	10	0.83%
1 คน	195	16.18%
2 คน	601	49.88%
3 คน	245	20.33%
4 คน	129	10.71%
5 คนขึ้นไป	25	2.07%
รวม	**1205**	**100.00%**
จำนวนคนที่กำลังศึกษา (ครัวเรือน)		
ไม่มีคนที่กำลังศึกษาอยู่ในครัวเรือน	779	64.65%
1 คน	306	25.39%
2 คน	117	9.71%
3 คนขึ้นไป	3	0.25%
รวม	1205	100.00%
รายได้ต่อครัวเรือน (ครัวเรือน)		
ไม่มีรายได้	3	0.25%
น้อยกว่า 2,000 บาท	2	0.17%
2,000-2,999 บาท	0	0.00%
3,000-4,999 บาท	0	0.00%
5,000-7,499 บาท	3	0.25%
7,500-9,999 บาท	20	1.66%
10,000-12,499 บาท	110	9.13%
12,500-14,999 บาท	127	10.54%
15,000-17,499 บาท	93	7.72%
17,500-19,999 บาท	141	11.70%
20,000-24,999 บาท	232	19.25%
25,000-29,999 บาท	100	8.30%
30,000-49,999 บาท	260	21.58%
50,000-70,000 บาท	83	6.89%
มากกว่า 70,000 บาท	31	2.57%
รวม	**1205**	**100.00%**
การครอบครองยานพาหนะ (ครัวเรือน)		
ไม่มียานพาหนะ	14	1.16%
มีรถจักรยานยนต์	479	39.75%
มีรถยนต์	39	3.24%
มีทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์	673	55.85%
รวม	**1205**	**100.00%**

4.2 การวิเคราะห์ตัวแปรด้านลักษณะและพฤติกรรมการเดินทาง

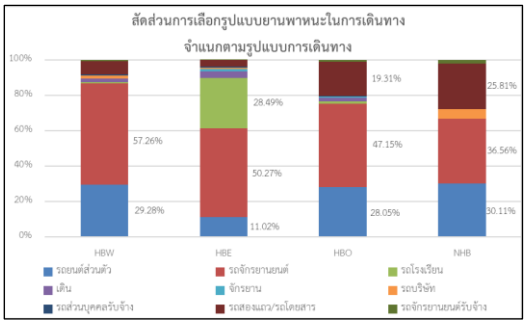
จากการวิเคราะห์ลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของคนในพื้นที่ศึกษาพบว่ามีการเดินทางระหว่างพักอาศัยและที่ทำงาน (Home-Base Work : HBW) มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.97 โดยส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการเดินทางอยู่ที่ประมาณ 25 - 30 นาทีคิดเป็นร้อยละ 25.09 ของการเดินทางทั้งหมด ซึ่งหากเป็นการเดินทางในรูปแบบการเดินทางระหว่างพักอาศัยและที่ทำงาน (Home-Base Work : HBW) จะเลือกใช้รถจักรยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทางเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 57.26 ของการเดินทางรูปแบบ Home-Base Work หากเป็นการเดินทางระหว่างพักอาศัยกับโรงเรียน (Home-Base Education : HBE) ส่วนใหญ่จะเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ส่วนตัวคิดเป็นร้อยละ 50.27 ส่วนการเดินทางระหว่างพักอาศัยและอื่น ๆ (Home-Base Other : HBO) มักนิยมเลือกใช้รถจักรยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทางคิดเป็นร้อยละ 47.15 เช่นเดียวกันกับการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (Non-Home-Base : NHB) ซึ่งส่วนใหญ่มักเลือกใช้รถจักรยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทางคิดเป็นร้อยละ 36.56 โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**รูปที่ 2 ถึง รูปที่ 4**



รูปที่ 2 สัดส่วนประเภทการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3 ระยะเวลาในการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 4 สัดส่วนการเลือกใช้พาหนะในการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง

4.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model)

จากการพัฒนาแบบจำลองการสร้างการเดินทาง (Trip production model) โดยวิธีการจัดกลุ่มไขว้ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างการเดินทางในแต่ละครัวเรือนจำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทาง โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 3** ถึง **ตารางที่ 9**

ตารางที่ 3 อัตราการสร้างการเดินทางทั้งหมด โดยการแบ่งกลุ่มขนาดขอครัวเรือนกับรายได้ครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางทั้งหมด (Total trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]				Pearson Chi-Square
ขนาดของครัวเรือน	รายได้ครัวเรือน			
	0 - 29,999 บาท	30,000 - 49,999 บาท	มากกว่า 50,000 บาท	p-value
1 คน	2.04	2.00*	-	0.000
2 คน	3.05	3.58	3.20*	
3 คน	3.81	4.49	4.48	
4 คนขึ้นไป	4.05	4.46	4.39	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 4 อัตราการสร้างการเดินทางทั้งหมด โดยการแบ่งกลุ่มการครอบครองยานพาหนะกับรายได้ครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางทั้งหมด (Total trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]				Pearson Chi-Square
การครอบครองยานพาหนะ	รายได้ครัวเรือน			
	0 - 29,999 บาท	30,000 - 49,999 บาท	มากกว่า 50,000 บาท	p-value
ไม่มียานพาหนะ	3.29	-	-	0.000
มีจักรยานยนต์	2.98	4.15	4.33	
มีรถยนต์	2.56	5.33	-	
มีทั้งจักรยานยนต์และรถยนต์	3.58	4.04	4.31	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 5 อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและที่ทำงาน โดยการแบ่งกลุ่มรายได้ครัวเรือนกับการครอบครองยานพาหนะ

อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและที่ทำงาน (HBW Trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]				Pearson Chi-Square
การครอบครองยานพาหนะ	รายได้ครัวเรือน			
	0 - 29,999 บาท	30,000 - 49,999 บาท	มากกว่า 50,00 บาท	p-value
ไม่มียานพาหนะ	2.92	-	-	0.000
มีจักรยานยนต์	2.59	3.67	3.67	
มีรถยนต์	2.28	3.60	-	
มีทั้งจักรยานยนต์และรถยนต์	2.87	3.29	3.55	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 6 อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและการศึกษาโดยการแบ่งกลุ่มจำนวนนักเรียนในครัวเรือนกับขนาดของครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและการศึกษา (HBE Trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]					Pearson Chi-Square
ขนาดของครัวเรือน	จำนวนนักเรียนในครัวเรือน				
	ไม่มี	1 คน	2 คน	3 คนขึ้นไป	p-value
1 คน	2.00*	-	-	-	0.000
2 คน	2.00*	2.00*	-	-	
3 คน	2.00*	2.02	3.33*	-	
4 คนขึ้นไป	3.00*	1.95	2.63	-	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 7 อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและสถานที่อื่น ๆ โดยการแบ่งกลุ่มขนาดครัวเรือนกับจำนวนคนทำงานในครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและสถานที่อื่น ๆ (HBO Trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]					Pearson Chi-Square
ขนาดของครัวเรือน	จำนวนคนทำงานในครัวเรือน				
	ไม่มี	1 คน	2 คน	3 คนขึ้นไป	p-value
1 คน	-	1.70	-	-	0.000
2 คน	3.50*	2.17	2.17	-	
3 คน	3.00*	1.33*	1.92	1.93	
4 คนขึ้นไป	4.00*	3.00*	2.07	1.95	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 8 อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและสถานที่อื่น ๆ โดยการแบ่งกลุ่มขนาดครัวเรือนกับจำนวนนักเรียนในครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและสถานที่อื่น ๆ (HBO Trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]					Pearson Chi-Square
ขนาดของครัวเรือน	จำนวนนักเรียนในครัวเรือน				
	ไม่มี	1 คน	2 คน	3 คนขึ้นไป	p-value
1 คน	1.70	-	-	-	0.000
2 คน	2.28	2.25*	-	-	
3 คน	1.92	2.05	-	-	
4 คนขึ้นไป	1.89	2.08	2.13	1.00*	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

ตารางที่ 9 อัตราการสร้างการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย โดยการแบ่งกลุ่มขนาดครัวเรือนกับจำนวนคนทำงานในครัวเรือน

อัตราการสร้างการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (NHB Trip) [เที่ยว/ครัวเรือน]					Pearson Chi-Square
ขนาดของครัวเรือน	จำนวนคนทำงานในครัวเรือน				
	ไม่มี	1 คน	2 คน	3 คนขึ้นไป	p-value
1 คน	-	1.00*	-	-	0.000
2 คน	1.00*	1.00*	1.33*	-	
3 คน	1.50*	1.00*	1.11*	1.21	
4 คนขึ้นไป	-	1.00*	1.00*	1.17	

** มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 10*

จากการพัฒนาแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip attraction model) โดยวิธีการวิเคราะห์ทดถอยเชิงเส้นพหุนาม ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการดึงดูดการเดินทางในแต่ละพื้นที่ย่อยจำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทาง โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 10**

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง

แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง	Adjusted R^2
Total_A = -13.384 + 0.625Stu + 1.289Pop	0.836
Total_A = -89.753 + 1.420Pop	0.818
Total_A = 1.287Stu + 0.626Pop	0.898
Total_A = 1.405Pop	0.887
HBW_A = -123.254 + 1.143Pop	0.784
HBW_A = 1.122Pop	0.862
HBE_A = -6.093 + 0.105Stu + 0.291Pop	0.717
HBE_A = -11.601 + 0.167Pop	0.504
HBE_A = -253.642 + 0.412Stu	0.567
HBE_A = 0.104Stu + 0.291Pop	0.802
HBE_A = 0.165Pop	0.654
HBO_A = -206.897 + 0.087Pop	0.368
NHB_A = 81.875 + 0.062Pop	0.357
NHB_A = 0.083Pop	0.593

4.4 ผลการพัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model)

จากการพัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) ทำให้ทราบถึงสมการค่าปัจจัยที่ต้านการเดินทาง (F_{ij}) ในแต่ละวัตถุประสงค์การเดินทาง โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 11**

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการกระจายการเดินทาง

รูปแบบของปัจจัยต้านการเดินทาง	วัตถุประสงค์การเดินทาง	สมการความสัมพันธ์		MAER
Power function	Total	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-1.647}$	(21)	0.1391
	HBW	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-1.672}$	(22)	0.1270
	HBE	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.263}$	(23)	0.0049
	HBO	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.775}$	(24)	0.0099
	NHB	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.53}$	(25)	0.0018
Exponential function	Total	$F_{ij} = e^{0.0097C_{ij}}$	(26)	0.2744
	HBW	$F_{ij} = e^{0.0094C_{ij}}$	(27)	0.2651
	HBE	$F_{ij} = e^{0.0113C_{ij}}$	(28)	0.0738
	HBO	$F_{ij} = e^{0.0131C_{ij}}$	(29)	0.0154
	NHB	$F_{ij} = e^{0.0096C_{ij}}$	(30)	0.0021
Gamma function	Total	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-1.647} e^{0C_{ij}}$	(31)	0.1391
	HBW	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-1.672} e^{0C_{ij}}$	(32)	0.1270
	HBE	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.8} e^{0.0017C_{ij}}$	(33)	0.0055
	HBO	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.48} e^{-0.001C_{ij}}$	(34)	0.0079
	NHB	$F_{ij} = {C_{ij}}^{-2.53} e^{0C_{ij}}$	(35)	0.0018

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะ พฤติกรรม และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองการขนส่งและจราจรหรือแบบจำลองความต้องการในการเดินทางที่สามารถอธิบายการลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ทำการสืบค้นและรวบรวมมาจากโครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพัทยา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ที่จัดทำขึ้นโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำแบบสัมภาษณ์ ณ ที่พักอาศัย (Home Interview Survey) จำนวนทั้งสิ้น 1,205 ครัวเรือน โดยข้อมูลที่ได้จะแบ่งออกเป็นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม และลักษณะการเดินทางของครัวเรือนนั้น ๆ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านประชากร เศรษฐกิจและสังคม พบว่าในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่ในแต่ละครัวเรือนจะมีผู้อยู่อาศัย 2 คนต่อครัวเรือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 29.96 รองลงมาเป็น 3 คนต่อครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 24.23 โดยส่วนใหญ่ในแต่ละครัวเรือนจะมีคนที่มีงานทำจำนวน 2 คนต่อครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 49.88 ในส่วนของรายได้ต่อครัวเรือนพบว่าส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง 30,000 – 49,999 บาทคิดเป็นร้อยละ 21.58 และครัวเรือนแต่ละครัวเรือนส่วนใหญ่มีการครอบครองยานพาหนะคิดเป็นร้อยละ 98.84 โดยครอบครองทั้งรถยนต์และจักรยานยนต์คิดเป็นร้อยละ 55.85

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านลักษณะและพฤติกรรมการเดินทาง พบว่าในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ผู้เดินทางส่วนใหญ่มีลักษณะการเดินทางรูปแบบ การเดินทางระหว่างพักอาศัยและที่ทำงาน (HBW) มากที่สุด รองลงมาเป็นการเดินทางระหว่างพักอาศัยและอื่น ๆ (HBO) การเดินทางระหว่างพักอาศัยกับโรงเรียน (HBE) และการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (NHB) ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 77.97, 11.32, 8.56 และ 2.14 ตามลำดับซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการเดินทางอยู่ที่ 25 – 30 นาทีในการเดินทางคิดเป็นร้อยละ 25.09 นอกจากนั้นยังพบอีกว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทางไม่ว่าจะมีลักษณะการเดินทางรูปแบบใดก็ตาม

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองการสร้างการเดินทางด้วยวิธีการจัดกลุ่มไขว้ (Cross Classification) เพื่อหาอัตราการสร้างการเดินทางในแต่ละวัตถุประสงค์การเดินทาง ทำให้ทราบถึงกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างการเดินทาง โดยมีรายละเอียดแสดงดัง**ตารางที่ 12**

ตารางที่ 12 ปัจจัยที่ส่งผลต่อแบบจำลองการสร้างการเดินทาง

วัตถุประสงค์การเดินทาง	ตัวแปรที่ 1	ตัวแปรที่ 2
Total_P	ขนาดของครัวเรือน	รายได้ครัวเรือน
	การครอบครองยานพาหนะ	รายได้ครัวเรือน
HBW_P	รายได้ครัวเรือน	การครอบครองยานพาหนะ
HBE_P	ขนาดของครัวเรือน	จำนวนนักเรียนในครัวเรือน
HBO_P	ขนาดของครัวเรือน	จำนวนนักเรียนในครัวเรือน
	ขนาดของครัวเรือน	จำนวนคนทำงานในครัวเรือน
NHB_P	ขนาดของครัวเรือน	จำนวนคนทำงานในครัวเรือน

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองการดึงดูดการเดินทางด้วยวิธีการวิเคราะห์ทดถอยเชิงเส้นพหุนาม (Multiple linear regression) พบว่าการดึงดูดการเดินทางในรูปแบบรวมทุกวัตถุประสงค์การเดินทาง (Total trip) จะมีความสัมพันธ์กันกับจำนวนประชากรและจำนวนที่นั่งนักเรียนในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่แบบจำลองจะมีค่า Adjusted R^2 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ส่วนการดึงดูดการเดินทางในรูปแบบการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและที่ทำงาน (HBW) จะมีความสัมพันธ์กันกับจำนวนประชากรในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว โดยแบบจำลองจะมีค่า Adjusted R^2 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีเช่นเดียวกัน ส่วนแบบจำลองการดึงดูดการเดินทางในรูปแบบการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับโรงเรียน (HBE) นั้นจะมีความสัมพันธ์กันกับจำนวนประชากรและจำนวนที่นั่งนักเรียนในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่แบบจำลองจะมีค่า Adjusted R^2 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และสำหรับแบบจำลองการดึงดูดการเดินทางในรูปแบบการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและอื่น ๆ (HBO) กับการเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (NHB) นั้นจะมีความสัมพันธ์กันกับจำนวนประชากรในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว โดยแบบจำลองส่วนใหญ่มีค่า Adjusted R^2 อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองการกระจายการเดินทางด้วยวิธี แรงโน้มถ่วง (Gravity model) โดยทำการวิเคราะห์แยกตามวัตถุประสงค์การเดินทาง พบว่ารูปแบบของปัจจัยต้านการเดินทาง (F_{ij}) ในรูปแบบ Power function และ Gamma function นั้นมีความคล้ายเคียงกันในทุกประเภทวัตถุประสงค์การเดินทางยกเว้น การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับโรงเรียน (HBE) และการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและอื่น ๆ (HBO) ที่ Gamma function นั้นมีความแตกต่างจาก Power function นอกจากนั้นยังพบอีกว่าการเดินทางในรูปแบบการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและอื่น ๆ (HBO) นั้นควรใช้ค่าปัจจัยต้านการเดินทาง (F_{ij}) ในรูปแบบของ Gamma function จึงจะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่า Mean absolute error ratio (MAER) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ ส่วนวัตุประสงค์การเดินทางอื่น ๆ ได้แก่ รวมทุกวัตถุประสงค์การเดินทาง (Total trip), การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและที่ทำงาน (HBW), การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับโรงเรียน (HBE) และ การเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัย (NHB) นั้นควรใช้ค่าปัจจัยต้านการเดินทาง (F_{ij}) ในรูปแบบของ Power function จะมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ

6. การประยุกต์ใช้แบบจำลองและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการสร้างและการดึงดูดการเดินทางนั้นสามารถทำได้โดยการแทนค่าของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้คือข้อมูล

ทางด้านประชากร เศรษฐกิจและสังคมในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของจำนวนการเดินทางต่อวันของพื้นที่ย่อยนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น การหาปริมาณการสร้างและดึงดูดการเดินทางรวมทุกวัตถุประสงค์การเดินทางของพื้นที่ย่อยที่ 22 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตเมืองพัทยาติดกับถนนพัทยากลาง พัทยาสายสองและพัทยาสายสาม โดยจากการแทนค่าตัวแปรอิสระตาม**ตารางที่ 4 และสมการที่ 7** พบว่าปริมาณการสร้างการเดินทางรวมทุกวัตถุประสงค์การเดินทางของพื้นที่ย่อยที่ 22 จากการลงพื้นที่สำรวจและจากแบบจำลองมีค่าอยู่ที่ 1,497 และ 1,751 เที่ยว/วันตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้จากแบบจำลองได้ค่ามากกว่าคิดเป็นร้อยละ 16.96 ส่วนการดึงดูดการเดินทางพบว่าค่าที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจและจากแบบจำลองมีค่าอยู่ที่ 2,445 และ 2,189 เที่ยว/วันตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้จากแบบจำลองได้ค่าน้อยกว่าคิดเป็นร้อยละ 10.49 ในส่วนของแบบจำลองการกระจายการเดินทางสามารถนำไปใช้เพื่อหาค่าปัจจัยด้านการเดินทาง (F_{ij}) ระหว่างคู่พื้นที่ย่อยตามวัตถุประสงค์การเดินทางได้โดยการแทนค่าระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อย (C_{ij}) ที่ต้องการทราบลงในสมการ

ทั้งนี้ทั้งนั้นการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้นั้นต้องพิจารณาตัวแปรต่าง ๆ ให้ดี เนื่องจากแบบจำลองที่การศึกษานี้พัฒนาขึ้นนั้นทำขึ้นโดยวิธีทางสถิติ ดังนั้นความถูกต้องของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำมาใช้ ยิ่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง ค่าที่ได้จากแบบจำลองก็จะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น อีกทั้งแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบจำลองเฉพาะพื้นที่หากนำไปใช้ในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ควรมีการพิจารณาใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะของสภาพเศรษฐกิจและสังคมใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาในครั้งถัด ๆ ไปควรมีการจัดเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดย Tomasz Kulpa (2016) [4] ได้อ้างอิงถึง HTM (2005) ที่ได้แนะนำขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเอาไว้ว่าหากในพื้นที่ศึกษามีขนาดของประชากร 150,000 - 300,000 คนควรเก็บกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10 หรืออย่างต่ำร้อยละ 3 ของขนาดประชากร ซึ่งอำเภอบางละมุงมีประชากรทั้งสิ้น 301,607 คนและมีขนาดครัวเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.1 คน/ครัวเรือนในปี พ.ศ.2561 เพราะฉะนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 30,161 คนหรือ 27,420 ครัวเรือน หรือต้องเก็บกลุ่มตัวอย่างอย่างต่ำ 9,049 คนหรือ 8,227 ครัวเรือน

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณกรมโยธาธิการและผังเมือง และบริษัท ออทรานส์ จำกัดที่ได้ให้การกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญและให้คำแนะนำ เสนอแนะข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำการศึกษาวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Juan de Dios Ortúzar, L. G. W. (2011). Trip Generation Modelling. Modelling Transport, pp. 139-173.

[2] Juan de Dios Ortúzar, L. G. W. (2011). Trip Distribution Modelling. Modelling Transport, pp. 175-206.

[3] Moussa, H. (2013). Development of A Trip Generation Model for Gaza City. Degree of Master of Science in Infrastructure Engineering, Islamic University.

[4] Tomasz Kulpa, A. S. (2016). Analysis of Household Survey Sample Size in Trip Modelling Process. Transportation Research Procedia, 14, pp. 1753 -1761.

[5] Zsolt Berki, J. M. (2017). Trip generation and distribution modelling in Budapest. Transportation Research Procedia, Volume 27, pp. 172-179.

[6] เอกพล จันทร์เพ็ญ (2547). แบบจำลองการเกิดการเดินทางในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

[7] กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562). การวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพัทยา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี.

[8] จักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์ (2546). แบบจำลองความต้องการเดินทางของผู้ที่อยู่อาศัยในเขตเมือง ชานเมืองและชนบทในเขตผังเมืองรวมเมืองเชียงใหม่. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[9] วัชรินทร์ บรรพต. (2531). แบบจำลองจำแนกความสัมพันธ์ของการเกิดการเดินทาง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.