บทที่ 2

การทบทวนผลงานที่ผ่านมา

การเกิดการเดินทางเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดความเจริญ เกิดการพัฒนาของเมือง ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปของการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ดังนั้น ในการจะวางแผนระบบการคมนาคมและขนส่งของเมือง จำเป็นจะต้องรู้จำนวนของการเดินทางในแต่ละพื้นที่ การจะรู้จำนวนหรือความต้องการของการเดินทาง จะต้องมีความเข้าใจและทำการศึกษาถึงพฤติกรรมและองค์ประกอบที่จะทำให้เกิดการเดินทาง เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการคมนาคมขนส่งของเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1 การเกิดการเดินทาง (Trip Generation)

การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) คือการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทาง (Trips) กับตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเดินทาง ตัวแปรเหล่านี้ ได้แก่ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเมือง (Social and Economic Characteristics) อันได้แก่ ประชากร (Population) การจ้างงาน (Employment) สภาพและลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use) การเดินทางจะคำนวณหาจำนวนการเดินทางที่จุดปลาย (Trip Ends) โดยไม่คำนึงถึงเส้นทาง รูปแบบ ระยะทาง และเวลาในการเดินทาง โดยปกติการเดินทางมักจะหามาอยู่ในรูปความสัมพันธ์กับ การใช้ที่ดิน ตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้มีผู้ทำการศึกษาสนับสนุนข้อความดังกล่าวให้เป็นจริงคือ

ปี 1948[1] เริ่มนำเอาความสัมพันธ์ของการเดินทาง และประชากร หรือลักษณะของการใช้ที่ดินที่ก่อให้เกิดการเดินทางที่จุดปลายมาศึกษาที่เมืองซานฮวน (San Juan) และเปอร์โตริโก้ (Puerto Rico)

---

[1] U.S. Department of Transportation, "Guideline for Trip generation Analysis", Washington D.C. Burean of Public Road, 1967.

ก่อนปี 1950 [1] ในสหรัฐอเมริกา ได้มีการสำรวจจุดเริ่มต้น (Origin) และจุดปลายทาง (Destination) เพื่อใช้ในการอธิบายรูปแบบของการเดินทางที่เป็นอยู่ (Existing Travel Pattern) โดยจัดทำเป็นตารางขึ้น เรียกตาราง O-D Table จากนั้นก็ใช้อธิบายความต้องการเส้นทางคมนาคม (Desire Line) ซึ่งเป็นตัวบอกปริมาณระยะการกระจาย (Spatial Distribution) ของการเดินทาง สำหรับการเดินทางในอนาคตได้ใช้การคาดการณ์จากอดีตและปัจจุบัน และสมมติอัตราการเติบโต (Growth Rate) ขึ้นเป็นสัมประสิทธิ์

ปี 1953 [2] มีการปรับปรุงแบบจำลอง และสามารถตั้งสมมติฐานว่า ตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม กับการเกิดการเดินทางมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถนำมาใช้ได้ที่เมืองดีทรอยท์ (Detroit) และมลรัฐมิชิแกน (Michigan)

ในช่วงต่อ ๆ มา ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจราจรและขนส่งเพิ่มมากขึ้น พอจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดการเดินทาง และตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้ คือ การจราจรทั้งในเมืองและภูมิภาคในปัจจุบันและอนาคตขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

1. รูปแบบการใช้ประโยชน์ในที่ดิน (Land Use) ในพื้นที่ รวมถึงตำแหน่ง (Location) และความหนาแน่น (Intensity)

2. ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในพื้นที่นั้น ๆ (Social and Economic Characteristics)

3. ชนิดและขอบเขตของความสะดวกในระบบการคมนาคมขนส่งที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ (Type and Extent of the Transportation Facilities)

---

[1] U.S. Department of Transportation, "Guideline for Trip generation Analysis", Washington D.C. Burean of Public Road, 1967.

[2] U.S. Department of Transportation, "Urban Transportation Planning", Washington D.C., 1972, p.p. 1-4.

2.1.1 จุดมุ่งหมายของการเกิดการเดินทาง

การเกิดการเดินทาง คือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางที่จุดปลาย (Trip Ends Volume) กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) และลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socio-Economic Characteristics) ของพื้นที่ย่อยต่าง ๆ (Zone) ปริมาณการเดินทางอาจจะเป็นที่จุดต้นทาง (Origin) หรือปลายทาง (Destination)

ปริมาณจุดปลายของการเดินทาง (Trip Ends Volume) คือ ปริมาณของการเดินทางที่จุดเริ่มต้นหรือจุดหมายปลายทาง ซึ่งจะได้ค่าปริมาณของการเดินทางเป็น Trip End จากตารางของการเดินทาง (Trip Table) ตารางนี้จะได้จากการสำรวจสัมภาษณ์ที่บ้าน (Home Interview) และนำข้อมูลมาจัดจำนวนจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของการเดินทางแต่ละพื้นที่ย่อย (Zone) หรือการเกิดการเดินทาง (Trip Production) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction)

การใช้ประโยชน์ในที่ดิน (Land Use) จะสัมพันธ์การเกิดการเดินทางสามารถแยกออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

ก. ความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน (Intensity of Land Use)

ข. ลักษณะของการใช้ที่ดิน (Characteristic of Land Use)

ค. สถานที่ตั้งของการใช้ที่ดิน (Location of Land Use Activity)

2.1.2 การเกิดการเดินทางกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ในที่ดิน

2.1.2.1 ความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน (Intensity of Land Use) มักจะแสดงอยู่ในหน่วยของที่อยู่อาศัยต่อพื้นที่หรือจำนวนลูกจ้างต่อพื้นที่ เป็นต้น ความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ในที่ดินจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนการเกิดการเดินทาง (Number of Trips Produced)

2.1.2.2 ลักษณะของการใช้ที่ดิน (Characteristics of Land Use) ความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ในที่ดินยังไม่สามารถอธิบายการเกิดการเดินทางได้อย่างสมบูรณ์ แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด แต่ความหนาแน่นของการใช้ที่ดินก็ไม่สามารถ

อธิบายการเปลี่ยนแปรของการเดินทางได้ทั้งหมด ตัวแปรลักษณะของการใช้ที่ดินจะทำให้สะท้อนให้เห็นของความสัมพันธ์ของการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ตัวแปรดังกล่าวจะได้แก่ รายได้และการเป็นเจ้าของรถยนต์ของครอบครัว

2.1.2.3 ที่ตั้งการประกอบกิจการของการใช้ที่ดิน (Location of Land Use Activity) หมายถึง ระยะการกระจายของการใช้ที่ดิน (Spatial Distribution) และลักษณะของการใช้ที่ดิน เช่น บริเวณพักอาศัย พาณิชยกรรม เกษตรกรรม อุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งลักษณะของการใช้ที่ดินแตกต่างกัน จะทำให้เกิดการเดินทางแตกต่างกันออกไปด้วย

2.1.3 การเกิดการเดินทางกับลักษณะของเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในพื้นที่นั้น ๆ

สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ในที่นี้หมายถึง สภาพความเป็นอยู่ของประชากร ประกอบไปด้วย อายุ เพศ การศึกษา รายได้ การเป็นเจ้าของรถยนต์ เป็นต้น สภาพการดังกล่าว จะมีผลต่อการเกิดการเดินทางอย่างมาก เช่น เมื่อสภาพทางเศรษฐกิจดีจะทำให้ประชากรมีรายได้สูง และมีโอกาสเป็นเจ้าของรถยนต์ แล้วจะมีผลทำให้มีอัตราการเดินทางสูงตามไปด้วย

2.1.4 การเกิดการเดินทางกับชนิดและขอบเขตของความสะดวกในระบบการคมนาคม (Type and Extent of the Transportation Facilities)

การใช้ประโยชน์ในที่ดินกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมคล้ายคลึงกัน แต่การเกิดการเดินทางอาจจะแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณลักษณะของเส้นทางในเรื่องความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการเดินทาง เช่น จำนวนช่องจราจร จำนวนการจราจร ทิศทางการจราจร จำนวนทางแยก ชนิดของผิวทาง ความเร็วเฉลี่ยบนเส้นทาง เป็นต้น

2.2 <u>แบบจำลองการเกิดการเดินทาง</u> (Trip Generation Models)

ในการวางแผนแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคมนาคมและขนส่ง จะมีปัญหาที่จะต้องแก้อยู่ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ ปัญหาที่จะต้องวางแผนแก้ไขในระยะสั้น และปัญหาที่จะต้องวางแผนแก้ไขใน

ระยะยาว แบบจำลองที่นิยมใช้และเป็นที่รู้จักกันดีในการวางแผนการคมนาคมขนส่งในเมือง คือ แบบจำลองต่อเนื่อง (Sequencial Models) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 แบบจำลองย่อย คือ

2.2.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์หาการเดินทาง ในแต่ละพื้นที่มีจำนวนเท่าใด การเดินทางโดยมีวัตถุประสงค์ (Purpose) ของการเดินทางแบบใด ผลสรุปจะออกมาอยู่ในรูปของจำนวนการเดินทางที่ปลาย (Trip Ends)

2.2.2 แบบจำลองกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์หา จำนวนของการเดินทางว่าในแต่ละพื้นที่ย่อย (Zone) มีจุดเริ่มต้นของการเดินทางเป็นจำนวนเท่าใด และมีจุดหมายปลายทางอยู่ที่พื้นที่ย่อยไหนเป็นจำนวนเท่าใด ผลสรุปมักจะออกมาอยู่ในรูปของ O-D Table ซึ่งมีหน่วยของการเดินทางเป็น Trip

2.2.3 แบบจำลองรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หาการเดินทาง ว่าจะใช้รูปแบบการเดินทางแบบใด ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ การเดินทางใหญ่ ๆ คือ ใช้รถยนต์ส่วนตัว และใช้ระบบขนส่งสาธารณะ ผลสรุปจะออกมาอยู่ในรูปของการเดินทาง (Trip) ว่ามีการเดินทางโดยใช้แต่ละรูปแบบจำนวนกี่ Trip ตามปกติจะหาอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

2.2.4 แบบจำลองเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หา การเดินทางในแต่ละเส้นทางของระบบโครงข่ายถนน (Road Network) ว่ามีจำนวนการเดินทางเส้นทางละกี่ Trip

2.3 <u>การสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง</u> (Development of Trip Generation Model)

การสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางสามารถ จำแนกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

2.3.1 Aggregate Analysis เป็นการวิเคราะห์หารูปแบบการเดินทางแบบกว้าง ๆ ซึ่งหน่วยที่เล็กสุดในการวิเคราะห์แบบนี้ จะใช้เป็นพื้นที่ย่อย (Zone) วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์แบบนี้ คือ

ก) การวิเคราะห์ โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Multiple Linear Regression) เป็นการสร้างสมการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง Trip หรือ Trip Rate ซึ่งเป็นตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการเดินทาง การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรเท่ากับหรือมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปออกมาให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ คือ

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \ldots b_nX_n$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

$X_1, X_2, X_3 \ldots X_n$ = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

$a, b_1, b_2, b_3 \ldots b_n$ = สัมประสิทธิ์ของการถดถอย (Regression Coefficient)

ในปัจจุบันนี้ Trip Generation โดยการถดถอยกระทำโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมเป็นส่วนมาก และโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (Prepackaged Program) เช่น $BPRO_2R$ ของ FHWA หรือ $BMDO_2R$ ของ UCLA นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมทางสถิติทั่ว ๆ ไป เช่น SPSS, SAS เป็นต้น

ข้อดีที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยนี้ก็คือ นักวิเคราะห์สามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และสามารถอธิบายความแน่นอนแม่นยำของสมการที่ใช้คาดการณ์ได้โดยตัวของมันเอง ค่าสถิติที่ใช้ในการอธิบายถดถอยเพื่อใช้ในการคาดการณ์มีดังนี้

1. สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Multiple Determination, R^2 คือ การวัดจำนวนของความแปรปรวนที่ถูกบรรยายไว้โดยสมการ ซึ่งแสดงไว้เป็นอัตราส่วนทศนิยมของผลรวมความแปรปรวนที่สังเกตในตัวแปรตาม (Dependent Variable) ค่าสัมประสิทธิ์นี้มีขีดสูงสุด 1.0 ซึ่งจะเป็นค่าสำหรับสมการที่สมบูรณ์ที่สุด

2. สถิติคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (The Standard Error Estimate, Sy) คือ การวัดความเบี่ยงเบนของค่าที่ได้มาจากการสังเกต สถิติคลาดเคลื่อนมาตรฐาน จะถึงขีดต่ำสุด คือ ศูนย์ ซึ่งเป็นค่าสำหรับแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด

3. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Partial Correlation Coefficient, Rj) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระบอกให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระบางตัวที่อยู่ภายใต้การพิจารณา

4. การทดสอบ F (F-test) ถ้า X และ Y เป็นตัวแปรสุ่มอิสระ ซึ่งมีการแจกแจงไคสแควส์ มีองศาของความอิสระ (Degree of Freedom) เป็น n_1 และ n_2 ตามลำดับ ถ้า F เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่ง

$$F = \frac{X/n_1}{Y/n_2} = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนเนื่องจากสมการถดถอย}}{\text{ส่วนเบี่ยงเบนจากสมการถดถอย}}$$

F จะมีการแจกแจงเป็นการกระจายเอฟ (F-distribution) มีองศาของความอิสระเท่ากับ (n_1, n_2) ค่า F นี้ใช้ในการทดสอบสมมติฐานโดยที่ค่า F จะต้องไม่อยู่ใน Critical Region ที่นัยสำคัญทางสถิติในระดับต่าง ๆ สมมติฐานที่ตั้งไว้ถึงจะยอมรับ

การวิเคราะห์ โดยวิธีถดถอยเป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้มานาน ในการวิเคราะห์หาการเกิดการเดินทาง ในปัจจุบันวิศวกรหันมาสนใจวิธี Cross-Classification กันมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีการที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ละเอียดมากกว่า

2.3.2 Disaggregate Analysis เป็นการวิเคราะห์หารูปแบบของการเดินทางที่ละเอียดมากกว่าวิธี Aggregate Analysis โดยจะทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ (Zone) หลายพื้นที่ย่อย หน่วยเล็กสุดของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์คือครอบครัว (Household) วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

ก. การจำแนกความสัมพันธ์ (Cross-Classification) เป็นการหาการเดินทางโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางซึ่งเป็นตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการเดินทาง เช่น Laud-Use ซึ่งบางครั้งนักสถิติจะเรียกวิธีนี้ว่าเป็น "nonporametric" หรือ "distribution free" หลักการของวิธี Cross - Classification คือการจำแนกตัวแปรอิสระออกเป็นหลาย ๆ ระดับตาม ความเหมาะสม

ของการวิเคราะห์และใช้งานเช่นตัวแปรอิสระรายได้อาจจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือรายได้ต่ำ รายได้ปานกลาง และรายได้สูง ตัวแปรอิสระการเป็นเจ้าของรถยนต์อาจจะทำการแบ่งการเป็นเจ้าของเป็น 4 ระดับคือ การไม่มีรถยนต์เป็นเจ้าของ การเป็นเจ้าของรถยนต์หนึ่งคัน การเป็นเจ้าของรถยนต์สองคัน และการเป็นเจ้าของรถยนต์ตั้งแต่สามคันขึ้นไป เป็นต้น นำตัวแปรแต่ละตัวมาสร้างความสัมพันธ์กันแสดงอยู่ในรูปตารางเมตริก (Matrix Table) ซึ่งวิธีการจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป

ข. อัตราการใช้ที่ดิน (Land Activity Rates) เป็นวิธีที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางกับลักษณะของการใช้ที่ดิน ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปของสถานที่และความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน หลักของการวิเคราะห์จะสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรอยู่ในรูปของตารางเมตริกเหมือนกับวิธีของ Cross-Classification

2.4 <u>การสร้างแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง</u> (Development of Trip Production Models)

การสร้างแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง จะต้องมีการเลือกตัวแปรอิสระที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง ชนิดของการเดินทาง (Trip Type) และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose) จากการศึกษาของ Federal Highway Administration (FHA) พบว่าตัวแปรที่ทำให้เกิดการเดินทางและเหมาะสมที่จะใช้กับแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง ได้แก่ รายได้ (Income) การเป็นเจ้าของรถยนต์ (Car Ownership) ชนิดของการเดินทาง ซึ่งใช้การเดินทางของคน (Person Trip) และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose)

รายได้ (Income) รายได้มีความสัมพันธ์สูงมากกับการเดินทาง คนซึ่งมีรายได้สูงย่อมมีโอกาสเดินทางมากกว่าคนที่มีรายได้ต่ำ ซึ่งนอกจากจะเดินทางไปทำงานแล้ว ยังอาจจะเดินทางไปเที่ยวพักผ่อน ชมภาพยนตร์ ไปรับประทานอาหารนอกบ้าน หรือไป Shopping ตามศูนย์การค้า ซึ่งคนมีรายได้น้อยจะมีโอกาสเดินทางไปแหล่งดังกล่าวได้น้อยกว่า เนื่องจากการจำกัดของรายได้ แต่ทั้งนี้ต้องแล้วแต่สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ประกอบด้วย

การเป็นเจ้าของรถยนต์ (Car Ownership) การเป็นเจ้าของรถยนต์จะมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับรายได้และการเดินทาง คนซึ่งมีรายได้สูงย่อมมีโอกาสซื้อรถยนต์เป็นของตนเองได้มากกว่าคนซึ่งมีรายได้ต่ำกว่า และจะเป็นผลทำให้มีโอกาสเดินทางได้มากตามไปด้วย เนื่องจากความสะดวกสบายในการเดินทาง แต่ต้องแล้วแต่เหตุผลและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ประกอบด้วย

วัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose) การเดินทางจะจำแนกเป็นกี่ประเภทต้องแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการวิจัยและขนาดของพื้นที่เป็นสำคัญ หากมีพื้นที่ขนาดใหญ่และมีการเดินทางเป็นจำนวนมาก มักจะแบ่งวัตถุประสงค์ของการเดินทางออกเป็น 5 ประเภท คือ home-based work home-based shop home-based school home – based other และ non-home based หากขนาดพื้นที่เล็กและมีจำนวนการเดินทางน้อย จะทำการแบ่งวัตถุของการเดินทางออกเป็น 3 ประเภท คือ home-based work home-based other และ non-home based แต่ทั้งนี้ต้องแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการวิจัยว่าต้องการความละเอียดมากน้อยเพียงใด

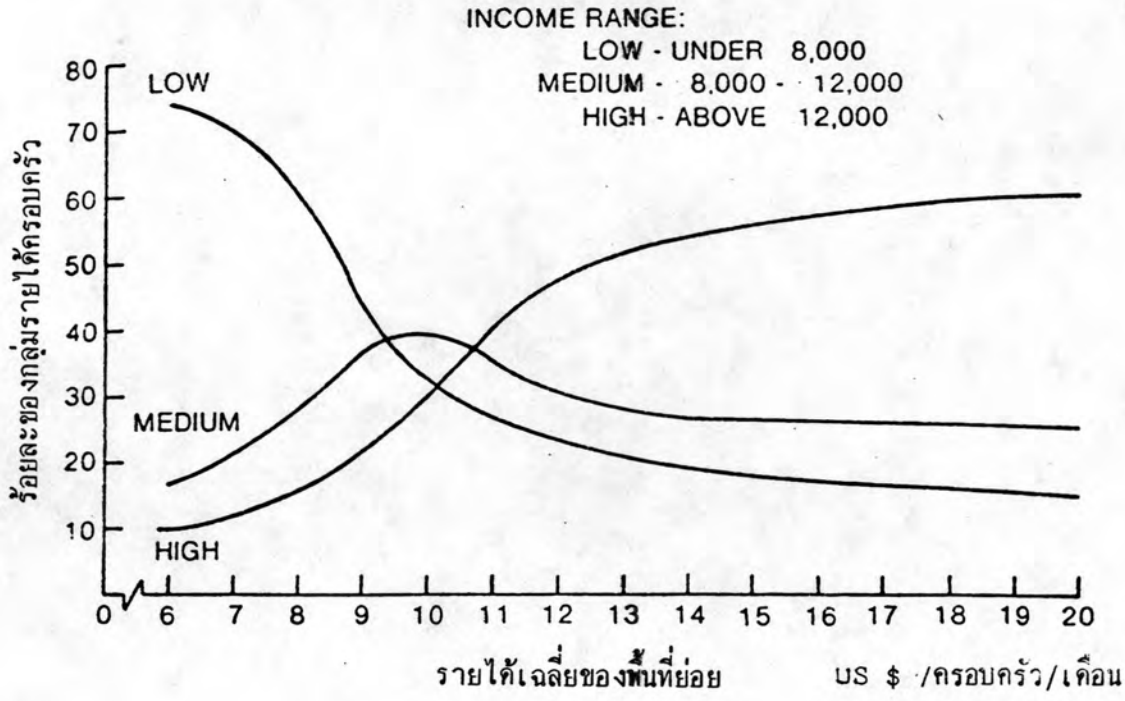
ในการจำแนกเลือกระดับของกลุ่มของตัวแปร แล้วแต่สภาพของแต่ละสถานที่และความละเอียดของการวิจัยเป็นสำคัญ แบบจำลองการกำเนิดการเดินทางจะเป็นแบบจำลองต่อเนื่องกัน 4 แบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลจากการทำ O-D survey หรืออาจจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจสำมะโนประชากรก็ได้

2.4.1 แบบจำลองย่อยรายได้ (Income Submodel) เป็นแบบจำลองที่หาจำนวนครอบครัวในแต่ละพื้นที่ย่อย (Zone) ซึ่งมีรายได้ในแต่ละระดับสัมพันธ์กับรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ย่อย (Average Zonal Income) แสดงความสัมพันธ์อยู่ในรูปตารางเมตริกดังแสดงตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางสำหรับแบบจำลองย่อยรายได้ (Matrix for Income Submodel)

		รายได้เฉลี่ยของพื้นที่ย่อย				
		0-1999	2-3999	4-5999	6-9999	etc
กลุ่มรายได้ของครอบครัว	สูง					
	กลาง		ร้อยละของครอบครัวในแต่ละกลุ่มรายได้			
	ต่ำ					

ค่าจากตารางที่ 2.1 จะนำมาสร้างรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ย่อย กับร้อยละของกลุ่มรายได้ของครอบครัวที่จำแนกไว้ 3 กลุ่ม คือ รายได้สูง รายได้ปานกลาง และรายได้ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยการลากเส้นต่อเชื่อมระหว่างจุด จะทำการลากให้ smooth โดยดูแนวโน้มของข้อมูลเป็นสำคัญ



รูปที่ 2.1 แบบจำลองย่อยรายได้ (Income Submodel)

014166

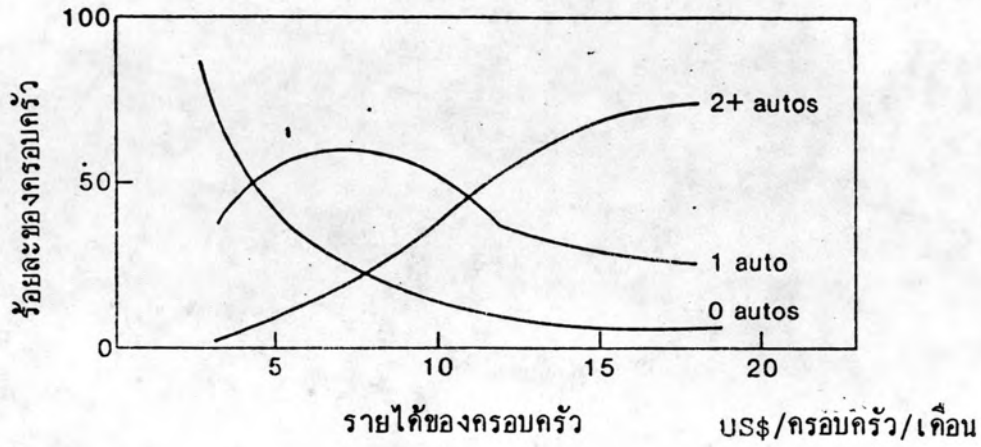
2.4.2 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ (Auto Ownership Submodel)

แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ เป็นแบบจำลองย่อยที่สอง โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับ จำนวนการเป็นเจ้าของรถยนต์ โดยจะจัดกลุ่มของรายได้ครอบครัวและการเป็นเจ้าของรถยนต์ ให้สอดคล้องกับรายได้และการเป็นเจ้าของรถยนต์แต่ละครอบครัวอย่างเหมาะสม โดยข้อมูลจะได้จากการทำ Home Interview และนำมาสร้างความสัมพันธ์ ดังแสดงตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางสำหรับแบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ (Matrix for Auto Ownership Submodel)

รายได้ของครอบครัว (US$/ครอบครัว/เดือน)	การเป็นเจ้าของรถยนต์ (คัน)		
	0	1	2 หรือมากกว่า
< 6,000			
6,000-8,999			
9,000-11,999	ร้อยละของครอบครัว		
12,000-15,000			
>15,000			

ค่าจากตารางที่ 2.2 นำมาสร้างรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับร้อยละของครอบครัวที่เป็นเจ้าของรถยนต์ ตามแต่จะจำแนกดังแสดงตามรูปที่ 2.2 ซึ่งจัดกลุ่มการเป็นเจ้าของรถยนต์ได้ 3 กลุ่มคือ 0, 1, 2 หรือมากกว่า ในแต่ละครอบครัวการลากเส้นต่อเชื่อมของข้อมูล ทำการลากให้ smooth โดยพิจารณานาแนวโน้มของข้อมูลเป็นหลัก



รูปที่ 2.2 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ (Auto Ownership Submodel)

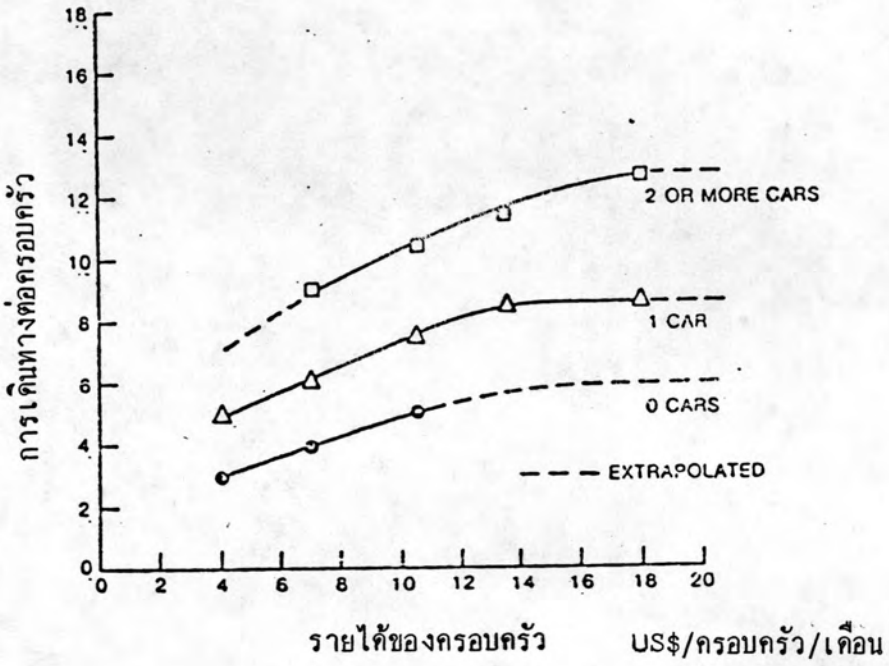
2.4.3 แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production Submodel)

แบบจำลองย่อยการเกิดการเดินทางเป็นแบบจำลองย่อยที่สาม ซึ่งจะหาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้กับอัตราการเดินทาง (Trip Rate) ของครอบครัวในแต่ละกลุ่มของการเป็นเจ้าของรถยนต์ ข้อมูลต่าง ๆ จะได้จากการทำ Home Interview เช่นเดียวกับอีกสองแบบจำลองที่กล่าวมาแล้วโดยที่ Trip Rate หาได้จากจำนวนการเดินทางรวมทุกครอบครัว หารด้วยจำนวนครอบครัวในกลุ่มของรายได้และการเป็นเจ้าของรถยนต์กลุ่มเดียวกัน ดังแสดงตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางสำหรับแบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง (Matrix for Trip Production Submodel) (Trips/Household)

รายได้ของครอบครัว (US$ /ครอบครัว/เดือน)	การเป็นเจ้าของรถยนต์ (คัน)		
	0	1	2 หรือมากกว่า
< 6,000			
6,000-8,999			
9,000-11,999	อัตราการเดินทางของครอบครัว		
12,000-15,000			
>15,000			

ค่าจากตารางที่ 2.3 นำมาสร้างรูปแสดงความสัมพันธุ์ระหว่างรายได้กับอัตราการเดินทางในแต่ละกลุ่ม การเป็นเจ้าของรถยนต์ของครอบครัว ดังแสดงตามรูปที่ 2.3 การจำแนกกลุ่มของรายได้ และการเป็นเจ้าของรถยนต์เหมือนกับแบบจำลองย่อยที่ 2 คือ แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ การลากเส้นความสัมพันธ์จะลากให้ smooth โดยพิจารณาจากแนวโน้มของข้อมูลเป็นหลัก



รูปที่ 2.3 แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production Submodel)

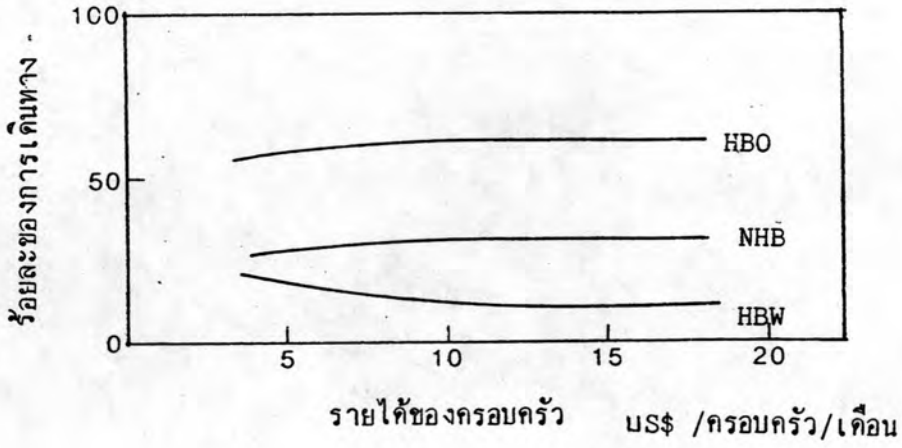
2.4.4 แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์การเดินทาง (Trip Purpose Submodel)

แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง เป็นแบบจำลองสุดท้ายในสี่แบบจำลองย่อย เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้กับวัตถุประสงค์ของการเดินทางของครอบครัว ข้อมูลจะได้จากการทำ Home Interview ในพื้นที่ศึกษา การจำแนกวัตถุประสงค์ของการเดินทางขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ และจำนวนการเดินทาง การสร้างความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปของร้อยละของวัตถุการเดินทางต่อการเดินทางทั้งหมด ในแต่ละกลุ่มรายได้ดังแสดงตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางสำหรับแบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์การเดินทาง (Trip Purpose Submodel)

รายได้ของครอบครัว (US$ /ครอบครัว/เดือน)	การเป็นเจ้าของรถยนต์ (คัน)		
	HBW	HBO	NHB
< 6,000			
6,000-8,999			
9,000-11,999	ร้อยละของการเดินทาง		
12,000-15,000			
>15,000			

ค่าจากตารางที่ 2.4 นำมาสร้างรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับร้อยละของการเดินทางในแต่ละวัตถุประสงค์ ดังแสดงตามรูปที่ 2.4 การจำแนกกลุ่มของรายได้เหมือนกับแบบจำลองย่อย การเป็นเจ้าของรถยนต์และแบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง การลากเส้นต่อเชื่อมระหว่างจุดของข้อมูลจะลากให้ smooth โดยพิจารณาแนวโน้มของข้อมูลเป็นหลักเหมือนกับแบบจำลองย่อยอื่น ๆ ที่ผ่านมาแล้ว



รูปที่ 2.4 แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose Submodel)

การหาจำนวนการเดินทางจุดปลาย ซึ่งมีด้วยกัน 4 แบบจำลองย่อยคือ แบบจำลองย่อยรายได้ แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง และสุดท้ายแบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง สรุปเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้คือ

$$T(I,C) = \sum_{I}\sum_{C} r(I,C) \cdot HH(I,C)$$

โดยที่ T = Total Trip Production

I = Household Income

C = Car Ownership

r = Trip Rate

HH = Number of Household

หรือสรุปขั้นตอนเขียนเป็น Flow Chart ได้ตามรูปที่ 2.5 จำนวนการเดินทางแต่ละพื้นที่ย่อยจากแบบจำลองนี้จะต้องเท่ากับจำนวนการเดินทาง ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างและขยายเป็นต่อพื้นที่ย่อยแล้วหากว่าไม่เท่ากันจะต้องทำการปรับแก้ โดยการตัดค่าบางค่าที่ไม่เหมาะสมออกตามความเหมาะสม

2.5 <u>การสร้างแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง</u> (Development of Trip Attraction Models)

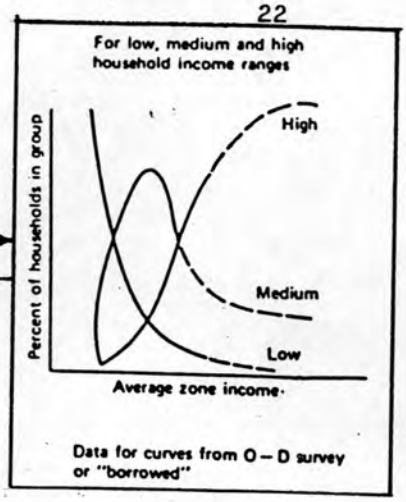
การดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) คือความสัมพันธ์ของจำนวนการเดินทางแต่ละวัตถุประสงค์ กับพื้นที่ที่ไม่ใช่บริเวณพักอาศัย ซึ่งส่วนมากจะเป็นสถานที่พักผ่อน เช่น ศูนย์การค้า โรงมหรสพ โรงละคอน สมาคม สนามกีฬา เป็นต้น ซึ่งพื้นที่แต่ละแห่งจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะทำให้เกิดการเดินทางของคนไปรวมกันเป็นกลุ่มได้

Trip Attraction สามารถหาได้หลายวิธี เช่น Zonal Regression, Land Area Trip Rates หรือ Cross-Classification วิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดคือ Land Area Trip Rate เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและให้ผลถูกต้องอยู่ในระดับที่ใช้ได้

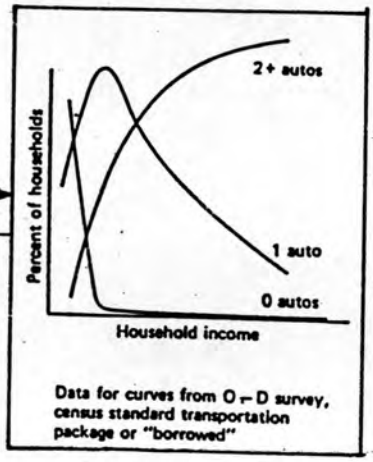
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Input for each zone :
(1) Total number of households
(2) Average zonal income

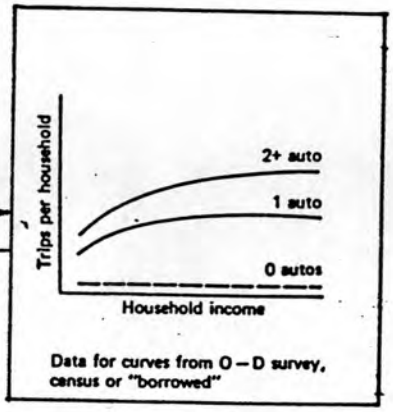
Enter curve with average zonal income to determine percent of households with low, medium and high incomes. Multiply by number of households in zone to obtain number of households by income group



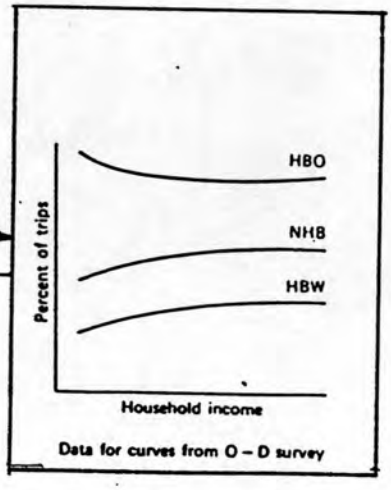
Enter curve with number of households by income group to determine percent of households with 0 ,1 and 2 or more autos. Multiply by number of households to obtain number of households by auto ownership class and income group.



Enter curve with number of households by income group and 0,1 and 2 or more autos to determine the trip rate per household. Multiply the rate by number of households to obtain trips produced by income group .



Enter curve with income and determine of trips by purpose. Multiply by trips produced to obtain trips produced by purpose .



Output for each zone:
Trip productions by purpose

รูปที่ 2.5 แสดงผังการใช้งานแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง

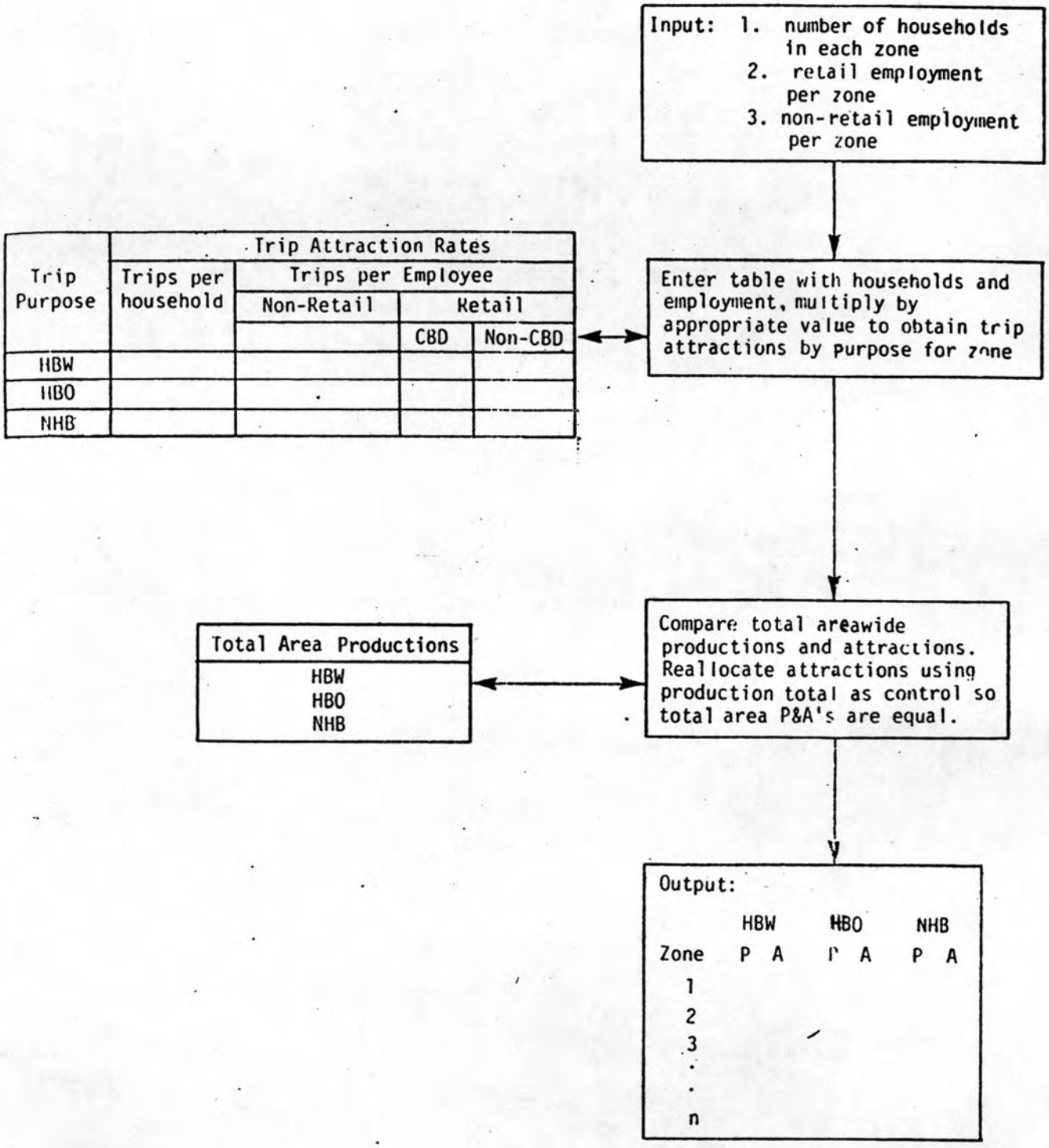
2.5.1 อัตราการเดินทางหน่วยพื้นที่ (Land Area Trip Rate)

อัตราการเดินทางหน่วยพื้นที่ เป็นการหาความสัมพันธ์ของการเดินทางแต่ละวัตถุประสงค์กับกิจกรรมในแต่ละพื้นที่ เช่น จำนวนคนงาน (อาจจำแนกได้หลายประเภท เช่น จำนวนคนงานในศูนย์การค้า ร้านค้าปลีก ร้านค้าส่ง เป็นต้น) จำนวนนักเรียน (อาจจำแนกเป็นหลายระดับ เช่น ระดับอุดมศึกษา มัธยมศึกษา ประถมศึกษา เป็นต้น) อัตราการเดินทาง (Trip Rates) จะมีหน่วยเป็นการเดินทางต่อจำนวนคนงาน, การเดินทางต่อจำนวนนักเรียน เป็นต้น ข้อมูลการเดินทางจะได้จากการทำ Home Interview ส่วนข้อมูลจำนวนคนงาน, จำนวนนักเรียนจะได้จากการสำรวจสำมะโน การหาความสัมพันธ์จะสร้างเป็นตาราง ดังแสดงตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แบบจำลองดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction Submodel)

Trip Purpose	Trips per Household	Trips per Employee				Trip per Student		
		Non-Retail	Retail			Univ.	High School	Other
			CBD	Shop Center	Other			
Home Based Work	—	1.70	1.70	1.70	1.70	—	—	—
Home Based Shop	—	—	2.00	9.00	4.00	—	—	—
Home Based School	—	—	—	—	—	0.90	1.60	1.20
Home Based Other	0.70	0.60	1.10	4.00	2.30	—	—	—
Non-Home Based	0.30	0.40	1.00	4.60	2.30	—	—	—

ค่าดึงดูดการเดินทาง และการเกิดการเดินทาง รวมทั้งพื้นที่ศึกษาทุกวัตถุประสงค์ของการเดินทางจะต้องมีค่าเท่ากัน ซึ่งเขียนเป็น Flow Chart แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 2.6 หากไม่เท่ากันจะต้องทำการปรับแก้ค่าใดค่าหนึ่งหรือทั้งสองค่าแล้วแต่ความเหมาะสมจนค่าทั้งสองเท่ากัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพยากรณ์การเดินทางในอนาคตต่อไป



รูปที่ 2.6 แสดงผังการใช้งานแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง
และการเปรียบเทียบการเกิดการเดินทาง

2.6 ข้อควรพิจารณาในการพยากรณ์ (Forecasting Considerations)

การใช้แบบจำลองการเกิดการเดินทางในปีอนาคต จะต้องมีการทำนายการใช้ประโยชน์ในที่ดินและสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากตัวแปรทั้งสองมีความสำคัญต่อระบบการคมนาคมและขนส่งของเมือง แบบจำลองการเกิดการเดินทางทั้ง 4 แบบจำลองย่อยมีความสัมพันธ์กับรายได้ ดังนั้นการจะใช้แบบจำลองนี้ในปีอนาคต จะต้องทำการพยากรณ์รายได้ในปีอนาคต โดยการศึกษาดูแนวโน้มของสภาวะทางการเงิน การเปลี่ยนแปลงค่าของเงิน เพื่อจะได้วิเคราะห์หา growth factor income จากสมมติฐานว่าการเดินทางมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ในที่ดิน และสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม โดยไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าปีใด ๆ จะทำให้พยากรณ์การเดินทางในปีอนาคตได้เมื่อรู้รายได้ของปีนั้น ๆ