



บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะอาศัยข้อมูลที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิที่ใช้ในการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางไปทำงานโดยใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในครั้ง นี้ ได้มาจากการสำรวจโดยการเก็บแบบสอบถามผู้เดินทางในเขตกรุงเทพมหานครที่มีวัตถุประสงค์การเดินทางเพื่อไปทำงานโดยแบ่งกลุ่มผู้เดินทางเป็น ผู้เดินทางที่ยังคงใช้รถยนต์ส่วนบุคคลไปทำงาน และผู้เดินทางที่ได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าแล้ว

4.1.1.1 ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ ประชากรผู้เดินทางไปทำงานโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งเป็นประชากรผู้เดินทางไปทำงานที่ยังคงใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทาง ซึ่งในที่นี้จะหมายถึงผู้เดินทางที่ขับรถยนต์มาทำงานตั้งแต่ 3 วันขึ้นไปในหนึ่งสัปดาห์ และประชากรผู้เดินทางไปทำงานที่ได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าแล้ว ซึ่งในที่นี้จะหมายถึงผู้เดินทางที่เป็นผู้ที่มีรถยนต์เป็นของตัวเองและเคยขับรถยนต์มาทำงาน แต่ปัจจุบันโดยสารรถไฟฟ้ามาทำงานอย่างน้อย 3 วันในหนึ่งสัปดาห์

4.1.1.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ได้มาจากการคำนวณโดยใช้สูตรการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างเมื่อไม่ทราบขนาดประชากร (สุวิมล ติรกานันท์, 2543)

$$n_p = \frac{Z^2 p(1-p)}{E^2}$$

เมื่อ	n_p	=	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	p	=	ความเป็นไปได้ของประชากรที่ได้เปลี่ยนจากการใช้รถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าในการเดินทางมาทำงานแล้ว
	$1-p$	=	ความเป็นไปได้ของประชากรที่ยังคงใช้รถยนต์ในการเดินทางมาทำงาน
	E	=	ขนาดของความคลาดเคลื่อน
	Z	=	ค่า Z ตารางที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด

กำหนดให้ ค่า Z เท่ากับ 1.96 ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ค่าความคลาดเคลื่อน (E) เท่ากับ 0.05 ค่า p เท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นค่าสูงสุด ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$n_p = \frac{(1.96)^2 0.5(1-0.5)}{(0.05)^2}$$

$$= 384.16 \approx 385$$

ดังนั้น ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้เท่ากับ 385 ตัวอย่าง

4.1.1.3 วิธีการสำรวจ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามนั้น จะเป็นการเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ โดยจะสัมภาษณ์ผู้เดินทางกลุ่มต่างๆ ซึ่งมีที่ทำงานอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่รถไฟฟ้า BTS และ MRT เปิดให้บริการ โดยแบ่งเป็นกลุ่มของผู้เดินทางที่ยังคงใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทางไปทำงาน และกลุ่มของผู้เดินทางที่ได้เปลี่ยนแปลงจากการใช้รถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าแล้ว

เมื่อกำหนดกลุ่มเป้าหมายแล้วก็จะทำการสัมภาษณ์ผู้เดินทาง ซึ่งแบบสอบถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นั้นจะแบ่งได้ออกเป็น 2 ชุด ตามกลุ่มเป้าหมายที่ทำการสัมภาษณ์ ซึ่งแต่ละชุดของแบบสอบถามจะประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับข้อมูลการเดินทางของผู้เดินทางตามจริงและข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางตามสถานการณ์สมมติที่กำหนดขึ้น โดยทางเลือกในการพิจารณาจะมี 2 ทางเลือก คือ การเลือกใช้ระบบรถไฟฟ้าหรือการเลือกใช้รถยนต์

ในกรณีของกลุ่มผู้เดินทางที่ยังคงใช้รถยนต์ไปทำงานอยู่นั้น จะใช้แบบสอบถาม ชุดที่ 1 ในการสัมภาษณ์ ซึ่งจะสามารถจำแนกข้อมูลที่ใช้สอบถามออกมาได้เป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรก ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้เดินทาง ส่วนที่สอง ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางไปทำงานโดยรถยนต์ของผู้เดินทาง ส่วนที่สาม ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง กรณีหากผู้เดินทางเลือกใช้รถไฟฟ้ามาทำงาน และส่วนที่สี่ ข้อมูลการเลือกใช้รถไฟฟ้าในสถานการณ์สมมติต่างๆ ที่กำหนดขึ้น โดยข้อมูลใน 3 ส่วนแรกจะเป็นการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลการเดินทางของผู้เดินทางตามจริง ส่วนข้อมูลในส่วนที่สี่จะเป็นการสร้างสถานการณ์สมมติต่างๆ ขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรเพื่อใช้อธิบายลักษณะบริการที่ผู้ถูกสัมภาษณ์จะได้รับ ซึ่งตัวแปรที่ใช้ปรับเปลี่ยนคือ เวลาในการเดินทางรูปแบบเดิมโดยรถยนต์ ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางรูปแบบเดิมโดยรถยนต์ ค่าจอดรถ และ ระยะทางจากบ้านถึงพาหนะ เพื่อนำเสนอให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกว่าจะเปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบใหม่ คือ ระบบรถไฟฟ้า ณ สถานการณ์ใด

ในกรณีของกลุ่มผู้เดินทางที่ได้เปลี่ยนแปลงจากการใช้รถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าแล้ว จะใช้แบบสอบถามชุดที่ 2 ในการสัมภาษณ์ ซึ่งจะสามารถจำแนกข้อมูลที่ใช้สอบถามออกมาได้เป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรก ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้เดินทาง ส่วนที่สอง ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางไปทำงานโดยรถไฟฟ้าของผู้เดินทาง ส่วนที่สาม ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง กรณีหากผู้เดินทางเลือกใช้รถยนต์มาทำงาน และส่วนที่สี่ ข้อมูลการเลือกใช้รถยนต์ในสถานการณ์สมมติต่างๆ ที่กำหนดขึ้น โดยข้อมูลของแบบสอบถามใน 3 ส่วนแรกจะเป็นการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลการเดินทางของผู้เดินทางตามจริง ส่วนข้อมูลในส่วนที่สี่จะสร้างสถานการณ์สมมติต่างๆ ขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรเพื่อใช้อธิบายลักษณะบริการที่ผู้ถูกสัมภาษณ์จะได้รับ ซึ่งตัวแปรที่ใช้ปรับเปลี่ยนคือ เวลาในการเดินทางโดยรถไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางโดยรถไฟฟ้า ค่าจอดรถ และ ระยะทางจากบ้านถึงพาหนะ เพื่อนำเสนอให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกว่าจะเปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบเดิม คือ รถยนต์ ณ สถานการณ์ใด

4.1.1.4 จุดสำรวจ

ในการศึกษาคั้งนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแบ่งพื้นที่สำรวจออกเป็น 10 พื้นที่ โดยเลือกพื้นที่สำรวจจากเส้นทางถนนต่างๆ ทั้งหมดที่เป็นแนวเส้นทางของรถไฟฟ้าทั้ง BTS และ MRT ซึ่งการสุ่มเลือกครั้งนี้จะใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยเลือกพื้นที่เป็นแหล่งธุรกิจ ซึ่งจะมีสำนักงานตั้งอยู่ค่อนข้างมาก อันจะเอื้อประโยชน์ต่อการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย นอกจากนี้พื้นที่ต่างๆ ที่ทำการเลือกนั้นจะเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรคับคั่งมากน้อยต่างๆ กันไป ซึ่งในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลนั้น จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้เดินทางตามสำนักงานต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เป็นแนวเส้นทางผ่านของรถไฟฟ้าทั้ง BTS และ MRT โดยจะเลือกเก็บทั้งสำนักงานที่ตั้งอยู่ใกล้และไกลจากสถานี เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลาย โดยพื้นที่ที่ทำการสำรวจในการศึกษาครั้งนี้มีดังนี้

- ถนนพระราม 4
- ถนนพระราม 1
- ถนนสุขุมวิท
- ถนนพญาไท
- ถนนพหลโยธินและวิภาวดีรังสิต
- ถนนรัชดาภิเษก
- ถนนอโศก
- ถนนสาทร
- ถนนสีลม
- ถนนเทิดดำริ

ถนนข้างต้นเหล่านี้จะครอบคลุมสถานีรถไฟฟ้าต่างๆ ทั้ง BTS และ MRT ที่เปิดให้บริการปัจจุบัน ดังนี้

รถไฟฟ้า BTS มีจำนวน 23 สถานี ได้แก่

สายสุขุมวิท

- | | |
|------------------------|-------------|
| - หมอชิต | - สะพานควาย |
| - อารีย์ | - สนามเป้า |
| - อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ | - พญาไท |
| - ราชเทวี | - สยาม |
| - ชิดลม | - เพลินจิต |
| - นานา | - อโศก |
| - พร้อมพงษ์ | - ทองหล่อ |
| - เอกมัย | - พระโขนง |
| - อ่อนนุช | |

สายสีลม

- | | |
|---------------|-------------|
| - สยามกีฬา | - สยาม |
| - ราชดำริ | - ศาลาแดง |
| - ช่องนนทรี | - สุรศักดิ์ |
| - สะพานตากสิน | |

รถไฟฟ้า MRT มีจำนวน 18 สถานี ได้แก่

- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| - สถานีหัวลำโพง | - สามย่าน |
| - สีลม | - ลุมพินี |
| - คลองเตย | - ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ |
| - สุขุมวิท | - เพชรบุรี |
| - พระราม 9 | - ศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย |
| - ห้วยขวาง | - สุทธิสาร |
| - รัชดาภิเษก | - ลาดพร้าว |
| - พหลโยธิน | - สวนจตุจักร |
| - กำแพงเพชร | - บางซื่อ |

4.1.1.5 วันและเวลาที่สำรวจ

ในการเก็บแบบสอบถามครั้งนี้ได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เดินทางไปทำงานในวันทำงานปกติคือ วันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยเลือกทำการสัมภาษณ์ในวันที่มีสภาพอากาศปกติ โดยมีการสำรวจเบื้องต้นประมาณ 40 ชุด ในเดือนพฤษภาคม 2548 เพื่อทดสอบแบบสอบถาม และได้เริ่มทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลจริง ในช่วงเดือน พฤษภาคม และ มิถุนายน 2548

4.1.1.6 การสำรวจเบื้องต้น

การสำรวจเบื้องต้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบแบบสอบถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ว่ามีความรัดกุมมากเพียงไร ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจแบบสอบถามได้ดีเพียงไร และข้อมูลที่น่านำมาใช้ในการสัมภาษณ์นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งหลังจากการสัมภาษณ์ พบว่าแบบสอบถามนั้นมีความซับซ้อนและค่อนข้างยากต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากมีรายละเอียด

ค่อนข้างมาก อีกทั้งมีความซับซ้อนทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ต้องใช้เวลาค่อนข้างนานในการให้คำตอบ และมักสับสนกับคำถามที่ถูกลืม ดังนั้นหลังจากการสำรวจเบื้องต้นแล้วจึงได้ทำการปรับแบบสอบถามนั้นให้อ่านง่ายขึ้น เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น แล้วจากนั้นจึงได้นำไปทำการสัมภาษณ์จริงผู้เดินทาง

4.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลนี้ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่งและการจราจรในเขตกรุงเทพมหานครจากสถานที่และหน่วยงานต่างๆ โดยนำมาใช้ประกอบควบคู่กับข้อมูลที่ได้มาจากการแบบสอบถาม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

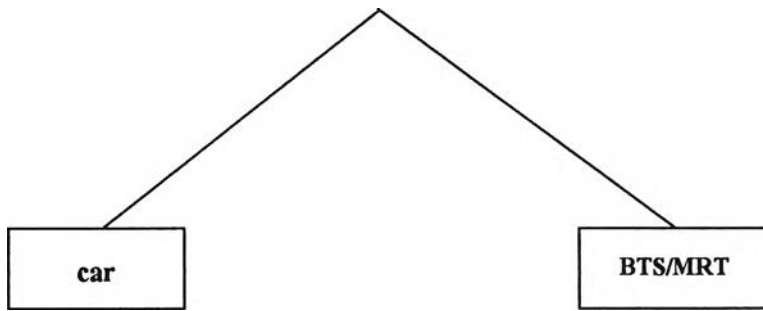
การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและหลักเกณฑ์การเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เดินทางที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งเป็นข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม และการวิเคราะห์หลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางใช้ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง โดยนำมาใช้ในรูปของสัดส่วนประกอบการพรรณนา

4.2.2 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้แบบจำลอง Binary Logit มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เดินทางในกรณีที่ต้องเผชิญกับการทางเลือกสองทางเลือก โดยใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Maximum Likelihood เนื่องจากเป็นการประมาณค่าที่เหมาะสมต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีลักษณะเป็นค่าเฉพาะไม่ใช่เป็นแบบช่วง



รูปที่ 4.1 โครงสร้างการตัดสินใจแบบจำลอง Binary Logit

1. การตรวจสอบเครื่องหมายและขนาดของค่าพารามิเตอร์

เป็นการพิจารณาว่าเครื่องหมายของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นขัดกับความเป็นจริงหรือไม่ โดยใช้ประสบการณ์ของผู้พัฒนาแบบจำลองมาพิจารณา เช่น พารามิเตอร์ของตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเดินทางควรมีเครื่องหมายเป็นลบ ซึ่งจะสอดคล้องกับความจริงที่ว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางยิ่งมาก โอกาสเลือกทางเลือกนั้นจะน้อยลง เป็นต้น สำหรับขนาดของค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม นั้นสามารถพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอื่นๆ ที่มีหน่วยวิเคราะห์เป็นหน่วยเดียวกัน เช่น ถ้าค่าพารามิเตอร์ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางด้วยรถประจำทางซึ่งมีหน่วยเป็นนาทีมีค่าเท่ากับ -2 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของการจอดรถเท่ากับ -200 ก็ไม่ควรนำมาใช้ เพราะว่าเป็นไปไม่ได้ที่อิทธิพลของการจอดจะมีค่าสูงเป็น 100 เท่าของเวลาที่ใช้ในการเดินทางด้วยรถประจำทาง เป็นต้น (ธวัชชัย, 2534)

2. การตรวจสอบนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์

เป็นการประเมินความชัดเจนของอิทธิพลที่ตัวแปรแต่ละตัวจะมีต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง โดยตรวจสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีความแตกต่างจากค่าศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ (Significant)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum Likelihood เป็นตัวแปรสุ่มที่มีลักษณะการกระจายเบนเข้าสู่การกระจายแบบปกติ หากข้อมูลมีจำนวนมากพอ ดังนั้น สัดส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์กับค่าสัมบูรณ์ (Absolute) ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะให้ค่าสถิติ t (t-statistics) ดังนี้

$$t_{N-K} = \frac{\beta_k^*}{\sqrt{V(\beta_k^*)}}$$

โดยที่ t_{N-K} คือ ค่าสถิติ t ที่มีองศาแห่งความอิสระ (Degree of Freedom) $N-K$

β_k^* คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวที่ k ซึ่งประมาณค่าได้ด้วยวิธี Maximum Likelihood

$V(\beta_k^*)$ คือ ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวที่ k

N คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์

K คือ จำนวนสัมประสิทธิ์ทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง

อย่างไรก็ตามในกรณีของ Binary Logit Model นั้น การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Eview ค่าที่แสดงออกมา จะเป็นค่าของ z (z -statistics) แทน

3. การตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลอง (Goodness of Fit)

การตรวจสอบนี้เป็นการประเมินความสามารถของแบบจำลองที่จะอธิบายพฤติกรรมทางเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานของผู้เดินทาง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง Likelihood Ratio Index (ρ^2) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)}$$

เมื่อ $L(0) = \sum_{j=1}^n \ln$ (สัดส่วนโดยรวมของทางเลือกที่คนที่ n เลือก)

โดยค่า ρ^2 จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ถูกต้องสมบูรณ์ แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สามารถแทนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้เลย

4. การตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์

การตรวจสอบนี้เป็นการวัดความถูกต้องของการทำนายโดยแบบจำลองที่ได้ โดยเทียบกับการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$\%correct = \frac{\sum_{n=1}^n c_n}{N}$$

โดยที่ $C_n = 1$ ถ้าการทำนายโดยแบบจำลองตรงกับการเลือกรูปแบบการเดินทางจริง
 $= 0$ ถ้าการทำนายโดยแบบจำลองไม่ตรงกับการเลือกรูปแบบการเดินทางจริง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานภายใต้ Binary Logit

จากทฤษฎีอุปสงค์และจากการทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางนี้จึงได้แบบจำลอง Binary Logit ที่ประกอบไปด้วยปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางคือ ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมได้แก่ อายุ เพศ ระดับรายได้ครัวเรือน จำนวนยานพาหนะต่อผู้ขับรถในครัวเรือน และจำนวนผู้ร่วมเดินทาง และปัจจัยที่เกี่ยวกับระดับการให้บริการ ได้แก่ ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยระบบรถไฟฟ้ากับรถยนต์ ผลต่างของเวลาเดินทางโดยรถไฟฟ้ากับรถยนต์ ค่าจอดรถและระยะเข้าสู่พาหนะ ซึ่งมีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$P_1 = \frac{e^{z_1}}{1 + e^{z_1}}$$

$$P_2 = \frac{1}{1 + e^{z_1}}$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
 Z_M = & \beta_{M0} + \beta_{M1}AGE + \beta_{M2}GENDER + \beta_{M3}CAR + \beta_{M4}INCOME_2 \\
 & + \beta_{M5}INCOME_3 + \beta_{M6}INCOME_4 + \beta_{M7}INCOME_5 \\
 & + \beta_{M8}INCOME_6 + \beta_{M9}PASSEN + \beta_{M10}COSTDIFF_{12} \\
 & + \beta_{M11}TIMEDIFF_{12} + \beta_{M12}PFEE + \beta_{M13}DISTANCE \\
 & + \beta_{M14}TIMEDIFF_{12} * COSTDIFF_{12} + \beta_{M15}TIMEDIFF * PFEE \\
 & + \beta_{M16}TIMEDIFF * DISTANCE + \beta_{M17}COSTDIFF * PFEE \\
 & + \beta_{M18}COSTDIFF * DISTANCE + \beta_{M19}PFEE * DISTANCE
 \end{aligned}$$

เมื่อ	M	=	1,2
	Z_M	=	สมการอธิบายการเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานรูปแบบใหม่ M เมื่อเทียบกับการเลือกใช้รถยนต์เหมือนเดิม
	Z_1	=	สมการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับการเลือกเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT เทียบกับการเลือกใช้รถยนต์เหมือนเดิม
	Z_2	=	0 เมื่อการเดินทางโดยใช้รถยนต์เหมือนเดิม ถูกกำหนดให้เป็นรูปแบบการเดินทางอ้างอิง
	AGE	คือ	อายุของผู้เดินทาง (ปี)
	GENDER	คือ	เพศของผู้เดินทาง
		=	1 ผู้เดินทางเป็นเพศหญิง
		=	0 ผู้เดินทางเป็นเพศชาย
	CAR	คือ	จำนวนรถยนต์ต่อผู้ขับรถในครัวเรือน (คัน/คน)
	INCOME	คือ	รายได้ครัวเรือนของผู้เดินทาง (บาท/เดือน)
	INCOME 1	=	1 ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนตั้งแต่ 20,000 บาทต่อเดือนลงไป
		=	0 อื่นๆ
	INCOME2	=	1 ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 20,001-40,000 บาทต่อเดือน
		=	0 อื่นๆ

INCOME 3	=	1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 40,001- 60,000 บาทต่อเดือน
	=	0	อื่นๆ
INCOME 4	=	1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 60,001- 80,000 บาทต่อเดือน
	=	0	อื่นๆ
INCOME 5	=	1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 80,001- 100,000 บาทต่อเดือน
	=	0	อื่นๆ
INCOME 6	=	1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือนขึ้นไป
	=	0	อื่นๆ

กำหนดให้ INCOME 1 เป็น รายได้อ้างอิง

PASSEN	คือ	จำนวนผู้ร่วมเดินทาง (คน)
COSTDIFF ₁₂	คือ	ผลต่างของค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางระหว่างการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT กับ ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางรูปแบบเดิมโดย CAR
COSTDIFF ₁₂	=	ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT - ค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางรูปแบบเดิมโดย CAR
TIMEDIFF ₁₂	คือ	ผลต่างของเวลาในการเดินทางระหว่างการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT กับเวลาในการเดินทาง โดยการเดินทางรูปแบบเดิม CAR
TIMEDIFF ₁₂	=	เวลาในการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT - เวลาในการเดินทางโดยการเดินทางรูปแบบเดิมโดย CAR
PFee	คือ	ค่าจอดรถ ณ ที่ทำงาน (บาทต่อวัน)
DISTANCE	คือ	ระยะทางเข้าสู่ยานพาหนะ (กิโลเมตร)

ปัจจัยที่ใช้ในแบบจำลอง

ปัจจัยทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ

1. **อายุ (AGE)** อายุก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้เดินทางทั้งในแง่ของด้านกายภาพและด้านจิตใจ เมื่ออายุมากขึ้นสภาพร่างกายก็จะเริ่มไม่เอื้ออำนวยต่อการเลือกมากนัก ส่งผลต่อการพิจารณาเปลี่ยนแปลงการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยเน้นในด้านของความสะดวกสบายจากการเดินทางมากขึ้น ซึ่งจะต่างจากวัยหนุ่มสาวที่จะให้ความสำคัญกับความรวดเร็วในการเดินทางมากกว่า แต่ในอีกด้านหนึ่งผู้ที่มีอายุมากจะมีมุมมองความคิดที่แตกต่างจากผู้ที่มีอายุน้อย ดังนั้นการตัดสินใจบางอย่างก็จะยึดหลักของเหตุผล เช่น การให้ความสำคัญกับความคุ้มค่าในการเดินทางมากขึ้น อันส่งผลให้การตัดสินใจเลือกเดินทางของผู้ที่มีอายุมากแตกต่างจากผู้เดินทางวัยหนุ่มสาวได้

$$AGE = \text{อายุของผู้เดินทาง}$$

2. **เพศ (GENDER)** เพศที่ต่างกันก็จะส่งผลต่อการความต้องการในการเดินทางที่ต่างกัน ซึ่งอาจมาจากลักษณะทางร่างกาย ทัศนคติ และสภาพสังคมที่ต่างกัน จึงส่งผลให้การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมีความแตกต่างกันโดยกำหนดให้

$$\begin{aligned} GENDER &= 1 \text{ ถ้าผู้เดินทางเป็นเพศหญิง} \\ &= 0 \text{ ถ้าผู้เดินทางเป็นเพศชาย} \end{aligned}$$

3. **จำนวนรถยนต์ต่อผู้ขับขี่ที่มีในครัวเรือน (CAR)** จำนวนรถยนต์ต่อผู้ขับขี่ที่มีในครัวเรือนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงานเนื่องจากปัจจัยนี้สามารถแสดงถึงความสามารถในการเข้าถึงการใช้รถยนต์ของผู้เดินทาง หากผู้เดินทางมีความสามารถเข้าถึงการใช้รถยนต์ได้มากขึ้น โอกาสในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ไปใช้การเดินทางรูปแบบอื่นก็จะยากขึ้นด้วย อีกทั้งตัวแปรจำนวนรถยนต์ในครัวเรือนนี้สามารถเป็นตัวชี้ถึงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้เดินทางได้อีกด้วย โดยกำหนดให้

$$\text{CAR} = \frac{\text{จำนวนรถยนต์ที่มีในครัวเรือน}}{\text{จำนวนผู้สามารถขับรถยนต์ได้ในครัวเรือน}}$$

4. รายได้ครัวเรือน (INCOME) เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถชี้ให้เห็นถึงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้เดินทางได้ ซึ่งจะสามารถส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง แต่ทั้งนี้รายได้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากการใช้รถยนต์มาใช้รถไฟฟ้าในทิศทางใดก็ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้เดินทางว่ามองรูปแบบการเดินทางโดยรถไฟฟ้านั้นออกมาอย่างไร หากผู้เดินทางมองว่ารูปแบบการเดินทางโดยรถไฟฟ้าดีกว่ารูปแบบการเดินทางโดยรถยนต์ เมื่อผู้เดินทางมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ก็มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนมาใช้รถไฟฟ้ามากขึ้น แต่หากผู้เดินทางมองว่ารูปแบบการเดินทางโดยรถไฟฟ้าด้อยกว่ารูปแบบการเดินทางรถยนต์ เมื่อรายได้เพิ่มขึ้นผู้เดินทางก็มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนมาใช้รถไฟฟ้าลดลง โดยกำหนดให้

INCOME 1	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนตั้งแต่ 20,000 บาทต่อเดือนลงไป
	= 0	อื่นๆ
INCOME 2	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 20,001-40,000 บาทต่อเดือน
	= 0	อื่นๆ
INCOME 3	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 40,001-60,000 บาทต่อเดือน
	= 0	อื่นๆ
INCOME 4	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 60,001-80,000 บาทต่อเดือน
	= 0	อื่นๆ
INCOME 5	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ระหว่าง 80,001-100,000 บาทต่อเดือน
	= 0	อื่นๆ
INCOME 6	= 1	ถ้าผู้เดินทางมีรายได้ต่อครัวเรือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือนขึ้นไป
	= 0	อื่นๆ

กำหนดให้ INCOME 1 นั่นคือ ผู้เดินทางที่มีรายได้ครัวเรือนต่อเดือน ตั้งแต่ 20,000 บาทลงไป เป็นกลุ่มอ้างอิง

5. จำนวนผู้ร่วมเดินทาง (PASSEN) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง จำนวนผู้ร่วมเดินทางที่เพิ่มขึ้นสามารถเป็นเงื่อนไขให้ผู้เดินทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่เหมาะสมและสะดวกมากที่สุด นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ร่วมเดินทางมากขึ้น การใช้รถยนต์จะช่วยลดต้นทุนเพิ่มได้ ซึ่งอาจเป็นผลให้ผู้เดินทางพอใจที่จะเลือกรูปแบบการเดินทางแบบเดิม คือ รถยนต์แทนที่จะเปลี่ยนไปใช้รถไฟฟ้าที่จะมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้น

$$\text{PASSEN} = \text{จำนวนผู้ร่วมเดินทาง}$$

ปัจจัยทางด้านระดับการให้บริการ

1. ผลต่างค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (COSTDIFF) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางถือเป็นภาระต้นทุนอย่างหนึ่งในการเดินทางของผู้เดินทาง ดังนั้นปัจจัยค่าใช้จ่ายนี้จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้เดินทาง โดยจะส่งผลในทิศทางตรงข้าม คือ เมื่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางนั้นสูงขึ้น ความต้องการเดินทางในรูปแบบนั้นจะลดลง โดยค่าใช้จ่ายในที่นี่จะใช้เป็นผลต่างของค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางระหว่างการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT กับค่าใช้จ่ายรวมในการเดินทางรูปแบบเดิมโดย CAR โดยอยู่ในรูปของ COSTDIFF_{12}

$$\text{COSTDIFF}_{12} = \text{COST}_{\text{BTS/MRT}} - \text{COST}_{\text{CAR}}$$

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยบริการขนส่งสาธารณะเท่ากับ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าสู่ระบบรวมกับค่าโดยสาร โดยในกรณีที่ผู้เดินทางขับรถมาขึ้นรถไฟฟ้านั้น ค่าใช้จ่ายในการใช้รถในการเดินทางเข้าสู่ระบบ (รวมค่าทางด่วนต่อเที่ยว) และจะรวมค่าจอดรถต่อวันไว้ในส่วนนี้ด้วย ส่วนค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถยนต์ มีค่าเท่ากับ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถในการเดินทางโดยรถยนต์ทั้งหมดรวมกับค่าทางด่วนต่อเที่ยว แต่ไม่รวมค่าจอดรถ

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ๓ ปี 2546 ซึ่งมาจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) โดยค่าใช้จ่ายนี้คำนวณมาจาก ค่าใช้จ่ายการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การใช้น้ำมันหล่อลื่น การสึกหรอของยางล้อรถยนต์ การใช้อะไหล่ในการซ่อมบำรุง ค่าแรงงานในการบำรุงรักษา ค่าเสื่อมราคาและค่าดอกเบี้ย ค่าใช้จ่ายที่ได้จะเป็นค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตร ณ ระดับความเร็วต่างๆ ซึ่งจากการสำรวจของส่วนพัฒนาระบบการจราจร สนข. พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร ณ ปี 2547 ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (6.00-9.00น.) เท่ากับ 17.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์เท่ากับ 6.7 บาท/กม. สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเครื่องยนต์ไม่เกิน 2,000 ซีซี 10.31 บาท/กม. สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเครื่องยนต์ตั้งแต่ 2,001 ซีซีขึ้นไป และ 7.71 บาท/กม. สำหรับรถปิคอัพขนาดเครื่องยนต์ไม่เกิน 3,000 ซีซี ดังนั้น จะได้สมการค่าใช้จ่ายในการใช้รถ คือ

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ} = [\text{ค่าใช้จ่าย(บาท/กม.)} \times \text{ระยะทาง(กม.)}] + \text{ค่าทางด่วน} \\ (\text{ต่อเที่ยว})$$

2. ผลต่างของเวลาในการเดินทาง (TIMEDIFF) เวลาเป็นตัวปัจจัยที่สำคัญที่สามารถบ่งบอกถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการเดินทางได้อย่างดี การเดินทางที่ใช้เวลาเดินทางมาก ย่อมก่อให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสมากขึ้น ดังนั้นเวลาในการเดินทางจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางในทางลบ คือ เมื่อการเดินทางรูปแบบใดใช้เวลามากขึ้น ความต้องการที่จะเปลี่ยนไปใช้การเดินทางรูปแบบนั้นก็จะมีน้อยลง โดยเวลาในที่นี้จะใช้ผลต่างของเวลาในการเดินทางระหว่างการเดินทางรูปแบบใหม่โดย BTS/MRT กับเวลาในการเดินทางโดยการเดินทางรูปแบบเดิม CAR โดยอยู่ในรูปของ $TIMEDIFF_{12}$

$$TIMEDIFF_{12} = TIME_{BTS/MRT} - TIME_{CAR}$$

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้เวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางนั้น คือผลรวมของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมด ทั้งที่อยู่ในยานพาหนะและนอกยานพาหนะ

3. ค่าจอตรถ (PFee) ค่าจอตรถเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกเดินทางโดยใช้รถยนต์ เพราะสามารถก่อให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้ อันมีผลต่อการ

ตัดสินใจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง ที่จะเลือกใช้รถยนต์เหมือนเดิม หรือเปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบอื่น โดยค่าจอดรถที่สูงขึ้นจะเพิ่มต้นทุนให้กับผู้ใช้รถยนต์ ซึ่งทำให้ผู้ใช้รถเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางอื่นแทนการใช้รถยนต์ อีกทั้งค่าจอดรถยังสามารถแสดงถึงระดับความยากง่ายในการหาที่จอดรถ ที่ทำงานที่มีที่จอดรถหาง่ายก็จะมีค่าจอดรถถูกกว่าที่ทำงานที่มีที่จอดรถหายาก ค่าจอดรถที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ค่าใช้จ่ายจอดรถต่อวัน

$$PFee = \text{ค่าจอดรถ ณ ที่ทำงาน}$$

4. **ระยะทางเข้าสู่ยานพาหนะ (DISTANCE)** เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ว่าจะยังคงใช้การเดินทางรูปแบบเดิมหรือเปลี่ยนเป็นการเดินทางรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากปัจจัยนี้สามารถชี้ให้เห็นถึงความสะดวกสบายในการเข้าสู่รูปแบบการเดินทางต่างๆ ของผู้เดินทาง นั่นคือ หากระยะทางในการเข้าสู่ยานพาหนะได้ยิ่งมาก ก็จะทำให้ผู้เดินทางหันไปเลือกเดินทางโดยการเดินทางรูปแบบอื่นที่สะดวกในการเข้าถึงมากกว่า หรืออาจเลือกที่จะเดินทางโดยรถยนต์ดั้งเดิม

$$DISTANCE = \text{ระยะทางเข้าสู่ยานพาหนะ}$$

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาถึงการส่งผลร่วมกันของปัจจัยร่วมต่างๆ (Interaction Terms) โดยปัจจัยเหล่านี้จะอยู่ในรูปของผลคูณกันระหว่างปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาในลักษณะปัจจัยร่วมนี้ ได้แก่ ผลต่างค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ผลต่างของเวลาในการเดินทาง ค่าจอดรถ และระยะทางเข้าสู่พาหนะ