การศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Study of Transport Policies and Measures for a Low Carbon Society: Case Study of Prince of Songkla University

ณฤพล นิยม

Naruphol Niyom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Study of Transport Policies and Measures for a Low Carbon Society: Case Study of Prince of Songkla University

ณฤพล นิยม

Naruphol Niyom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน นายณฤพล นิยม
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. พิชัย ธานีรณานนท์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธา เจนศิริศักดิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อรกมล วังอภิสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรเมศวร์ เหลือเทพ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(นายณฤพล นิยม)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นายณฤพล นิยม)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน นายณฤพล นิยม
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง)
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

สังคมคาร์บอนต่ำ เป็นสังคมที่คนร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการดำเนินชีวิตประจำวัน การดำเนินนโยบายและมาตรการที่ส่งเสริมสังคมคาร์บอนต่ำในการคมนาคมขนส่งซึ่งมี 3 แนวทาง คือ 1) การหลีกเลี่ยง/ลดการเดินทาง 2) การเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 3) การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเทคโนโลยีของยานพาหนะ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ โดยใช้กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งเป็นสังคมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเมืองหาดใหญ่ มีประชากรเฉลี่ย 30,000 คนต่อปี และมีปริมาณการเดินทาง 11,693 คน-เที่ยว ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า โดย 81% เป็นการเดินทางด้วยรถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) งานวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) การศึกษาและสำรวจข้อมูลลักษณะและพฤติกรรมของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคลากร และกลุ่มบุคคลภายนอก 2) การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิตหลายทางเลือก (การเดิน รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสไฟฟ้า) ของกลุ่มผู้เดินทางข้างต้น และ 3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง และเพื่อคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จาก 5 มาตรการ ซึ่งประกอบด้วย ก) มาตรการจำกัดที่จอดรถ ข) มาตรการเก็บค่าจอดรถ ค) มาตรการปรับปรุงการระบบรถโดยสารประจำทาง (รถบัสไฟฟ้า) ง) มาตรการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถจักรยาน และ ฉ) การบูรณาการทุกมาตรการ ผลการศึกษา พบว่า มาตรการจำกัดที่จอดรถซึ่งเป็นการเพิ่มเวลาในการเดินทาง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมากกว่า มาตรการเก็บค่าที่จอดรถซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทาง สำหรับมาตรการปรับปรุงระบบรถบัสไฟฟ้า เช่น การเพิ่มความถี่ สามารถเพิ่มผู้ใช้บริการได้ 20-30% ส่วนมาตรการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถจักรยาน ทำให้เพิ่มการใช้รถจักรยานค่อนข้างน้อย (6%) สุดท้ายการบูรณการทุกมาตรการลดการใช้รถส่วนตัวอย่างมีนัยสำคัญ และทำให้การปล่อยก๊าซ CO_2 ในภาพรวมลดลง

Thesis Title A Study of Transport Policies and Measures for a Low Carbon Society: Case Study of Prince of Songkla University
Author Mr. Naruphol Niyom
Major Program Civil Engineering (Transportation Engineering)
Academic Year 2016

Abstract

Low Carbon Society (LCS) is the community where people aim to reduce the emissions of carbon dioxide (CO_2) from their daily life. The implementation of LCS policies and measures in transport sector can be classified into three strategies, including: 1) avoiding/reducing the need to travel 2) shifting to more environmentally friendly modes, and 3) improving energy efficiency of transport modes and vehicle technology. This research aims to study the transport policies and measures for LCS using Prince of Songkla University (PSU) as a case study. The PSU, a complex community in Hat Yai city, has an average annual population of 30,000 people. There are 11,693 person-trips in the morning peak hour, which 81% of the trips are made by private vehicles (e.g. motorcycle and car). The research consists of three main parts: 1) investigation of characteristics and behaviors of the three groups of travelers (students, staff and others), 2) development of multinomial logit models (walking, bicycle, motorcycle, car and electric bus), and 3) application of the developed models to assess modal shifts and to estimate CO_2 emissions, affected by five proposed measures including a) limitation of parking space, b) introduction of parking charge, c) improvement of bus services, d) improvement of bicycle infrastructure, and e) integration of all proposed measures. The results showed that the parking area limited, which increased the travel time, could increase higher modal shifts of private vehicles to alternative modes than the parking charge scheme, which increases the travel cost. On the other hand, the bus improvement (e.g. increase in bus frequency) could rise the passengers up 20-30%. The bicycle infrastructure improvement could increase the use of bicycles slightly (6%). Finally, the integrated measure could reduce the use of private vehicles significantly, which led to decrease the CO_2 emissions.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ธานีรณานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์ และอาจารย์ ดร. อรกมล วังอภิสิทธิ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจทั้งในเชิงวิชาการและเทคนิคต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงการตรวจสอบข้อบกพร่องในงานวิจัยเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยในหลาย ๆ ด้าน ผู้วิจัยได้รับโอกาสในการร่วมทำงานวิจัยต่าง ๆ การสนับสนุนการศึกษาแลกเปลี่ยนในต่างประเทศด้านวิศวกรรมขนส่ง พร้อมทั้งสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำงานวิจัยร่วมกับเพื่อนนักวิจัย นักศึกษาต่างมหาวิทยาลัยฯ คอยอบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นต้นแบบในการทำงานที่ดีให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ. ที่สนับสนุนทุนการศึกษาทุนศิษย์ก้นกุฏิ ประจำปีการศึกษา 2557

ขอขอบพระคุณ คุณศุภกร สุทธิพันธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ และการให้คำแนะนำในการใช้งานเครื่องมือ NLOGIT Software ในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณชัยวัฒน์ ใหญ่บก ที่ได้ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางการเขียนบทความวิจัยต่าง ๆ และการเขียนวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่งานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ ม.อ. และพี่ ๆ พนักงานขับรถโดยสารประจำทาง ม.อ. ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือในการสำรวจข้อมูลผู้ใช้บริการ รวมถึงข้อมูลการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณสุพิศ นนทะสร เจ้าหน้าที่สำนักงานประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในงานระบบบัณฑิตศึกษา ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณ นักศึกษาปริญญาตรี ที่มีส่วนร่วมและให้ความช่วยเหลือในการสำรวจข้อมูล และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่น้องนักศึกษาปริญญาโททุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ได้แก่ นักศึกษา บุคลากร ม.อ. และบุคคลภายนอก ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบข้อมูลแบบสอบถามการเดินทาง ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถมาสู่อีกจุดสำเร็จหนึ่งของชีวิตได้

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่มอบความรัก อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ส่งเสริมด้านการศึกษา ให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน และการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ณฤพล นิยม

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... **(5)**

Abstract ..... **(6)**

กิตติกรรมประกาศ ..... **(7)**

สารบัญ ..... **(8)**

สารบัญรูป ..... **(11)**

สารบัญตาราง ..... **(16)**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ **5**

2.1 แผนการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืน 5

2.2 นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ 9

2.2.1 หลักการพื้นฐานสำหรับการวางแผนการขนส่งภายในเมืองอย่างยั่งยืน 10

2.2.2 การจัดการความต้องการในการเดินทาง 13

2.2.3 การพัฒนาเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน 24

2.3 ตัวอย่างการพัฒนาด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ 29

2.3.1 กรณีศึกษาในต่างประเทศ 29

2.3.2 กรณีศึกษาในประเทศไทย 50

2.4 แบบจำลองการจราจรและขนส่ง 75

2.4.1 แบบจำลองการจราจรและขนส่งต่อเนื่องแบบ 4 ขั้นตอน 76

2.4.2 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 83

2.5 หลักการคัดเลือกวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 93

2.6 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 94

2.7 สรุปผลท้ายบท 97

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 99

3.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา 99

3.2 การออกแบบแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง 101

3.2.1 ข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน 101

3.2.2 ข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ 101

3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 105

3.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 106

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 107

3.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 108

3.6.1 การประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง 108

3.6.2 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 113

3.7 สรุปผลท้ายบท 114

บทที่ 4 ผลการวิจัย 115

4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 115

4.2 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 119

4.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 119

4.2.2 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง 123

4.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 124

4.3.1 รายละเอียดของมาตรการที่นำเสนอ 124

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง 135

4.3.3 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 158

4.4 สรุปผลท้ายบท 163

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 165

5.1 สรุปผลการวิจัย 165

5.2 ข้อเสนอแนะ 166

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน 166

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 167

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บรรณานุกรม **169**

ภาคผนวก **175**

ภาคผนวก ก รายละเอียดผลการคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง 177

ภาคผนวก ข รายละเอียดผลการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 191

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง 197

ภาคผนวก ง วิธีการใช้งานโปรแกรม NLOGIT 207

ภาคผนวก จ การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์ 215

ประวัติผู้เขียน **269**

สารบัญรูป

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 1-1 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจก 1
รูปที่ 1-2 จำนวนผู้ทำบัตรอนุญาตเข้าออกวิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2558 2
รูปที่ 2-1 กิจกรรมรอบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย 24
รูปที่ 2-2 สถานที่ท่องเที่ยว และศูนย์การค้าที่เกิดขึ้นรอบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในเมืองเวียนนา 25
รูปที่ 2-3 ถนนคนเดินใกล้สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 26
รูปที่ 2-4 การผสมผสานพื้นที่กิจกรรมที่หลากหลายในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย 27
รูปที่ 2-5 โครงสร้างพื้นฐานบูรณาการทุกรูปแบบการเดินทางเข้าด้วยกัน ประเทศออสเตรีย 28
รูปที่ 2-6 ตู้จำหน่ายตั๋วโดยสารทุกประเภท ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 29
รูปที่ 2-7 รถบัสโดยสารไฟฟ้า ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 30
รูปที่ 2-8 ป้ายแสดงเส้นทางระบบขนส่งสาธารณะ ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 30
รูปที่ 2-9 ป้ายรถบัสโดยสารสาธารณะ ใกล้สถานีรถไฟ ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 31
รูปที่ 2-10 รถไฟฟ้ารางเบา ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 31
รูปที่ 2-11 ปริมาณการจราจรภายในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 32
รูปที่ 2-12 ถนนที่จำกัดสิทธิ์ให้และไม่ให้รถจักรยานผ่าน ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี 32
รูปที่ 2-13 เครื่องกั้นจำกัดการผ่านของรถในซอยเล็กแบบจ่ายค่าบริการ ประเทศฮังการี 32
รูปที่ 2-14 เครื่องกั้นจำกัดการผ่านของรถขนาดใหญ่แบบจ่ายค่าบริการ ประเทศฮังการี 33
รูปที่ 2-15 ทางข้ามสำหรับคนเดินเท้า ประเทศฮังการี 33
รูปที่ 2-16 การจำกัดพื้นที่สำหรับคนเดินเท้าและรถจักรยาน ประเทศฮังการี 34
รูปที่ 2-17 การจำกัดพื้นที่จอดรถ ในเมืองบูดาเปสต์ และเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี 35
รูปที่ 2-18 เส้นทางรถจักรยาน ในเมืองบูดาเปสต์ และเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี 36
รูปที่ 2-19 จุดบริการรถจักรยานให้เช่า ใกล้สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 36
รูปที่ 2-20 เครื่องจำหน่ายตั๋วสำหรับจักรยานเช่า เมืองเจอร์ ประเทศฮังการี 36
รูปที่ 2-21 สถานีรถไฟระหว่างประเทศ ณ กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย 37
รูปที่ 2-22 สถานีรถไฟระหว่างประเทศ ที่เชื่อมต่อรถไฟฟ้าใต้ดิน กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย ... 38
รูปที่ 2-23 แผนที่ระบบขนส่งสาธารณะภายในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย 39
รูปที่ 2-24 รถไฟฟ้าใต้ดินสายสีแดง กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย 39
รูปที่ 2-25 ระบบบันทึกและเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารของผู้ใช้การรถไฟฟ้าใต้ดิน 40

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 2-26 รถไฟฟ้ารางเบา ในกรุงเวียนนา 40
รูปที่ 2-27 ภายในห้องผู้โดยสารของรถไฟฟ้ารางเบา ในกรุงเวียนนา 41
รูปที่ 2-28 บริเวณภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน 42
รูปที่ 2-29 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่บูรณาการทุกรูปแบบการเดินทาง 42
รูปที่ 2-30 ระบบเทคโนโลยีการปรับความสูงของรถโดยสารประจำทางให้ชานชาลาต่ำลง 43
รูปที่ 2-31 เส้นทางจักรยานและพื้นที่ทางเดินเท้า ในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย 43
รูปที่ 2-32 รถโดยสารประจำทางในกรุงเวียนนา 44
รูปที่ 2-33 การอนุญาตให้ผู้เดินทางนำสัตว์เลี้ยงขึ้นระบบขนส่งสาธารณะได้ 44
รูปที่ 2-34 รถไฟฟ้าระหว่างประเทศ (ออสเตรีย-ฮังการี) 44
รูปที่ 2-35 รถจักรยานจำนวนมากในกรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก 45
รูปที่ 2-36 สัญญาณไฟจราจรที่เหมาะกับระดับสายตาผู้ใช้รถจักรยาน 46
รูปที่ 2-37 จุดให้บริการจักรยานสาธารณะ 46
รูปที่ 2-38 สะพานสำหรับผู้ใช้จักรยานและคนเดินเท้าข้าม 46
รูปที่ 2-39 เส้นทางจักรยานในกรุงโคเปนเฮเกน 47
รูปที่ 2-40 ที่จอดรถจักรยานแบบสองชั้นในกรุงโคเปนเฮเกน 48
รูปที่ 2-41 ปริมาณรถจักรยานจำนวนมากจากความนิยมใช้เดินทางภายในกรุงโคเปนเฮเกน 48
รูปที่ 2-42 ความนิยมใช้รถจักรยานสำหรับการเดินทางของผู้คนภายในกรุงโคเปนเฮเกน 49
รูปที่ 2-43 การให้บริการรถรางภายในมหาวิทยาลัยมหิดล 50
รูปที่ 2-44 อาคารที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัยมหิดล 51
รูปที่ 2-45 การเดินทางด้วยรถจักรยานภายในมหาวิทยาลัยมหิดล 52
รูปที่ 2-46 รถเวียนรับส่ง ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล 52
รูปที่ 2-47 ข่าว มหาวิทยาลัยนเรศวร ชี้แจงนโยบายห้ามใช้จักรยานยนต์ 53
รูปที่ 2-48 รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 54
รูปที่ 2-49 แผนที่เส้นทางรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 55
รูปที่ 2-50 เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 56
รูปที่ 2-51 รถโดยสารประจำทาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 57
รูปที่ 2-52 รถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 57
รูปที่ 2-53 แผนที่เส้นทางการให้บริการรถโดยสารประจำทาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 59

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 2-54 ข่าวการคัดค้านมาตรการห้ามนำรถจักรยานยนต์เข้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 60
รูปที่ 2-55 นักศึกษา ม.อ. คัดการมาตรการห้ามนำรถจักรยานยนต์เข้าวิทยาเขต 61
รูปที่ 2-56 เส้นทางระบบขนส่งมวลชนทางรางปัจจุบันในกรุงเทพมหานคร 63
รูปที่ 2-57 อาคารที่จอดรถสถานีลาดพร้าว และสถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย 63
รูปที่ 2-58 ลานที่จอดรถสถานีรัชดาภิเษก 64
รูปที่ 2-59 ลานที่จอดรถสถานีศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 64
รูปที่ 2-60 โครงการจอดแล้วจร ที่ให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบพื้นที่จอดรถได้ 65
รูปที่ 2-61 แผนผังพื้นที่จอดรถสนามบินดอนเมือง 65
รูปที่ 2-62 อาคารจอดรถยนต์ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 67
รูปที่ 2-63 พื้นที่จอดรถแบบเก็บค่าบริการ ม.อ. 70
รูปที่ 2-64 แผนผังพื้นที่จอดรถในเขตพื้นที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (รพ.ม.อ.) 71
รูปที่ 2-65 พื้นที่จอดรถด้านหลังอาคารรัตนชีววรักษ์ และอาคารบริหารวิชาการ 72
รูปที่ 2-66 พื้นที่จอดรถบริเวณลานจอดรถหน้า รพ.ม.อ. (ประตูเข้าและออกพื้นที่จอดรถ) 72
รูปที่ 2-67 อาคารจอดรถศูนย์กีฬา ม.อ. 73
รูปที่ 2-68 พื้นที่จอดรถแบบไม่เสียค่าบริการบริเวณศูนย์กีฬา ม.อ. 74
รูปที่ 2-69 กระบวนการวางแผนการขนส่งและแบบจำลองการจราจรและขนส่ง 76
รูปที่ 2-70 แนวคิดของแบบจำลองการเกิดการเดินทาง 77
รูปที่ 2-71 แนวคิดของแบบจำลองการกระจายการเดินทาง 78
รูปที่ 2-72 แนวคิดของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 80
รูปที่ 2-73 ผังแบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง 81
รูปที่ 2-74 ตัวอย่างผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการกระจายการเดินทาง 82
รูปที่ 2-75 ตัวอย่างผลปริมาณจราจรบนโครงข่ายถนน และปริมาณจราจรต่อความจุถนน 83
รูปที่ 2-76 ตัวอย่างผลความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วน และผลระยะเวลาในการเดิน 83
รูปที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย 99
รูปที่ 3-2 แผนผังมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 100
รูปที่ 3-3 จุดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษาปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา 108
รูปที่ 3-4 ป้ายเตือนการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี 109

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 3-5 การกำหนดพื้นที่จอดรถแบบจ่ายค่าบริการ ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 109
รูปที่ 3-6 เครื่องชำระค่าบริการพื้นที่จอดรถ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี..... 110
รูปที่ 3-7 บริการพื้นที่จอดรถแบบเสียค่าบริการ ในสนามบินบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 110
รูปที่ 3-8 การให้บริการรถโดยสารสาธารณะในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี 111
รูปที่ 3-9 การบริการรถจักรยานเช่าสาธารณะ..... 112
รูปที่ 4-1 สัดส่วนเพศของกลุ่มตัวอย่าง..... 116
รูปที่ 4-2 สัดส่วนช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง..... 116
รูปที่ 4-3 สัดส่วนอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง..... 117
รูปที่ 4-4 สัดส่วนรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง..... 117
รูปที่ 4-5 สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง..... 118
รูปที่ 4-6 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์แบบเก็บค่าบริการและไม่เก็บค่าบริการ..... 126
รูปที่ 4-7 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบไม่เก็บค่าบริการ..... 127
รูปที่ 4-8 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบเก็บค่าบริการ..... 129
รูปที่ 4-9 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบเก็บค่าบริการและไม่เก็บค่าบริการ..... 130
รูปที่ 4-10 เส้นทางเดินรถและป้ายจอดรถโดยสารประจำทาง ม.อ. 132
รูปที่ 4-11 จุดให้บริการจักรยานสาธารณะภายในวิทยาเขต..... 133
รูปที่ 4-12 การดำเนินทุกมาตรการ (มาตรการที่ 1-8) พร้อมกัน..... 134
รูปที่ 4-13 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์..... 137
รูปที่ 4-14 มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์..... 138
รูปที่ 4-15 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์..... 139
รูปที่ 4-16 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์..... 140
รูปที่ 4-17 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน..... 142
รูปที่ 4-18 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน..... 143
รูปที่ 4-19 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. 144
รูปที่ 4-20 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน..... 145
รูปที่ 4-21 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน..... 146

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

รูปที่ 4-22 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป จากการทดสอบทุกกลุ่มผู้เดินทาง... 159
รูปที่ 4-23 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป จากการทดสอบกลุ่มนักศึกษา 160
รูปที่ 4-24 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป จากการทดสอบกลุ่มบุคลากร 161
รูปที่ 4-25 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป จากการทดสอบกลุ่มบุคคลภายนอก162

สารบัญตาราง

เรื่อง **หน้า**

ตารางที่ 2-1 นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ....9
ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย.... 15
ตารางที่ 2-3 อัตราค่าบริการที่จอดรถสนามบินดอนเมือง.... 66
ตารางที่ 2-4 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถสนามบินสุวรรณภูมิ.... 67
ตารางที่ 2-5 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงใหม่.... 68
ตารางที่ 2-6 อัตราค่าจอดรถยนต์ 6 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงใหม่.... 68
ตารางที่ 2-7 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงรายแม่ฟ้าหลวง.... 69
ตารางที่ 2-8 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานภูเก็ต.... 69
ตารางที่ 2-9 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานหาดใหญ่.... 70
ตารางที่ 2-10 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถยนต์แบบจอดได้ 24 ชั่วโมง.... 71
ตารางที่ 2-11 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถยนต์แบบจอดได้เฉพาะช่วงเวลา.... 72
ตารางที่ 2-12 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถศูนย์กีฬา ม.อ.... 73
ตารางที่ 2-13 ข้อมูลปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก.... 86
ตารางที่ 2-14 ตัวแปรเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก.... 89
ตารางที่ 2-15 การเปรียบเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก.... 89
ตารางที่ 2-16 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบ.... 90
ตารางที่ 2-17 ค่า ρ^2 น้อยที่สุดสำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิตระดับย่อย... 91
ตารางที่ 3-1 การเปรียบเทียบวิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทางระหว่างวิธี RP และวิธี SP.... 102
ตารางที่ 3-2 การกำหนดระดับความแตกต่างกันของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง.... 103
ตารางที่ 3-3 สถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง.... 103
ตารางที่ 3-4 สถิติจำนวนนักศึกษา ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีการศึกษา 2559.... 105
ตารางที่ 3-5 อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะการเดินทางของยานพาหนะแต่ละประเภท.... 113
ตารางที่ 4-1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.... 115
ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง.... 120
ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มนักศึกษา.... 120
ตารางที่ 4-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มบุคลากร.... 121
ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก.... 122
ตารางที่ 4-6 มูลค่าของเวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบการเดินทางของแต่ละแบบจำลอง.... 123
ตารางที่ 4-7 ผลต่างของเวลาหรือค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนไปในแต่ละมาตรการ.... 135

สารบัญตาราง (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

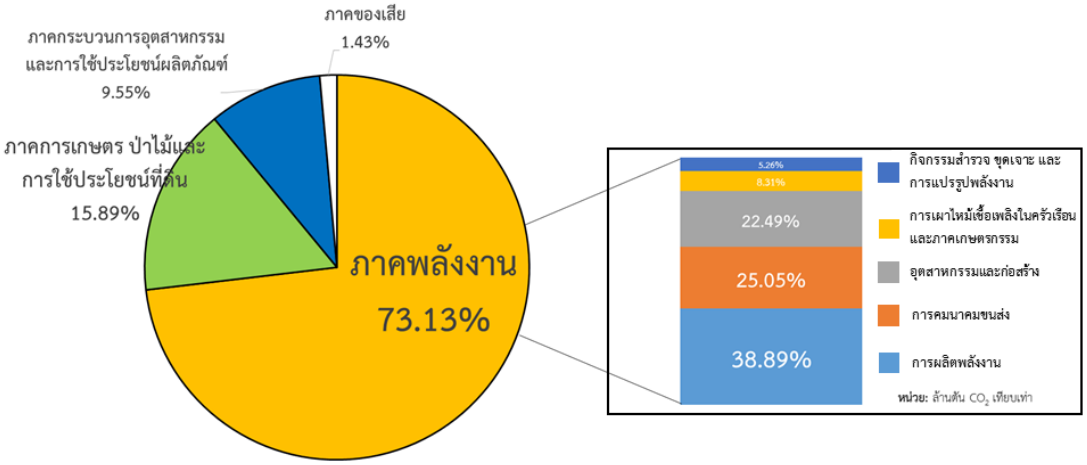
ตารางที่ 4-8 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของทุกกลุ่มผู้เดินทาง 148
ตารางที่ 4-9 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มนักศึกษา 149
ตารางที่ 4-10 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มบุคลากร 151
ตารางที่ 4-11 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มบุคคลภายนอก 152
ตารางที่ 4-12 การประเมินมาตรการภาพรวมของแต่ละมาตรการที่ส่งผลในแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง .. 154
ตารางที่ 4-13 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ของทุกกลุ่มผู้เดินทาง 154
ตารางที่ 4-14 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของกลุ่มนักศึกษา... 155
ตารางที่ 4-15 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของกลุ่มบุคลากร ... 156
ตารางที่ 4-16 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ของกลุ่มบุคคลภายนอก 157

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ภาวะโลกร้อน เป็นการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้นกว่าเดิม ส่งผลให้สภาพลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น น้ำท่วมฉับพลัน แผ่นดินไหว พายุที่รุนแรง จนส่งผลให้เกิดการเสียชีวิต รวมไปถึงเกิดโรคระบาดชนิดใหม่ ๆ ขึ้นมา สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากภาคการคมนาคมขนส่ง จากรายงานของสถาบันเศรษฐศาสตร์พลังงานเกาหลี (KEEI, 2010) พบว่า ร้อยละ 15.39 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากการคมนาคมและขนส่งทางถนน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของหน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (EPA, 2014) ที่บ่งชี้ว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่ง มีมากถึงร้อยละ 26.0 คิดเป็นอันดับที่ 2 รองจากภาคพลังงาน

สำหรับประเทศไทย จากรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2555) ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2555 พบว่า ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิประมาณ 227.73 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2$-eq) โดยพิจารณาจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 350.68 $MtCO_2$-eq และปริมาณการดูดซับกลับ 122.95 $MtCO_2$-eq ตามลำดับ และเมื่อพิจารณารายละเอียดของก๊าซเรือนกระจกจาก 4 ภาคส่วน (ดังรูปที่ 1.1) ได้แก่ 1) ภาคพลังงาน 2) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ 3) ภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ 4) ภาคของเสีย พบว่า ภาคพลังงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 256.44 $MtCO_2$-eq (คิดเป็นร้อยละ 73.13) และเมื่อพิจารณาแยกย่อยลงไปในภาคพลังงาน พบว่า การคมนาคมขนส่ง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณสูงถึง 64.23 $MtCO_2$-eq คิดเป็นร้อยละ 25.05 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด



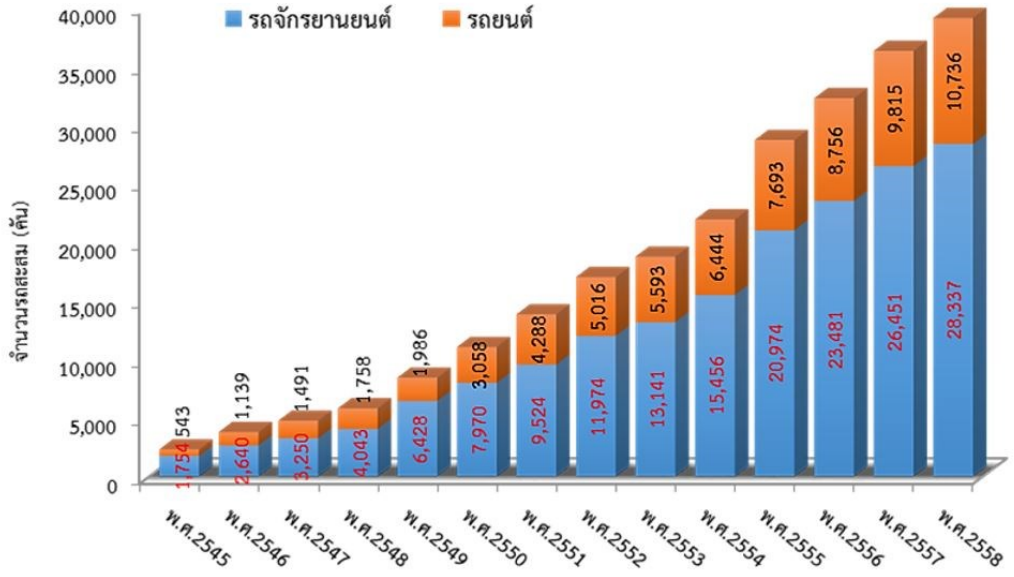
รูปที่ 1-1 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจก
ที่มาข้อมูล: ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก (2555)

ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคคมนาคมขนส่ง มาจากการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล จากข้อมูลสถิติการจดทะเบียนยานพาหนะส่วนบุคคล (สะสมทั้งประเทศ) เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบว่า มีจำนวนรถที่ได้รับการจดทะเบียนจำนวนมาก ประกอบด้วย รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล คิดเป็น 7,848,629 คัน 427,769 คัน 6,167,296 คัน และ 20,342,403 คัน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในจังหวัดสงขลา พบว่า มีจำนวน 201,704 คัน 6,022 คัน 127,699 คัน และ 450,873 คัน ตามลำดับ (กรมการขนส่งทางบก, 2559)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ ถือได้ว่าเป็นสังคมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเมืองหาดใหญ่ มีประชากร ณ ปี พ.ศ. 2558 ประกอบด้วย นักศึกษา 19,715 คน บุคลากรฝ่ายวิชาการ 1,424 คน และบุคลากรฝ่ายสนับสนุนวิชาการ 7,433 คนต่อปี ตามลำดับ และพบว่า จำนวนนักศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.94 ต่อปี (กองทะเบียนและประมวลผล ม.อ., 2558)

จากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ส่งผลให้ปริมาณการเดินทางในวิทยาเขตแต่ละวันมีมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้รถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์ และรถยนต์) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี โดยสังเกตจากข้อมูลบัตรอนุญาตทางเข้าออกวิทยาเขตทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ (ดังรูปที่ 1-2) ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 28,337 คัน และ 10,736 คัน ทั้งนี้ยังไม่รวมยานพาหนะที่ไม่มีบัตรอนุญาตของนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอกอีกจำนวนมาก

นอกจากนี้ จากข้อมูลการศึกษาของ ศุภกร สุทธิพันธ์ (2557) ที่ระบุว่า ปริมาณการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเข้า ที่สูงถึง 11,693 คน-เที่ยว ต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณการเดินทางดังกล่าวส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซ CO_2 ในอากาศเป็นอย่างมาก



รูปที่ 1-2 จำนวนผู้ทำบัตรอนุญาตเข้าออกวิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2558
ที่มาข้อมูล: กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2559)

แนวทางหนึ่งในการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ คือการสร้าง "สังคมคาร์บอนต่ำ" หรือ "Low carbon society" ซึ่งเป็นการที่ผู้คนในสังคมหรือชุมชนหันมาร่วมมือร่วมใจกันปรับเปลี่ยน

พฤติกรรมจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การลดการใช้ถุงพลาสติก การลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น การใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น เพื่อลดการปล่อยก๊าซ CO_2 และอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญคือ การลดก๊าซ CO_2 จากการเดินทางและขนส่งในชีวิตประจำวัน เช่น การลดการใช้รถส่วนบุคคล การเพิ่มการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ และการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport) เช่น การเดิน และการใช้รถจักรยาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางที่ไม่พึ่งพาพลังงานเชื้อเพลิง แต่เน้นการใช้พลังงานจากคนเป็นหลัก ซึ่งไม่ก่อมลภาวะให้กับสังคม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยและแนวคิดเรื่องสังคมคาร์บอนต่ำ โดยเฉพาะนโยบายและมาตรการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ และการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ยังมีอยู่อย่างจำกัด เช่น การศึกษาการเดินทางในสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษาเทศบาลนครหาดใหญ่ (นพวรรณ แท่นเล็ก, 2557) การศึกษาความต้องการระบบขนส่งมวลชนและทางเดินเท้าในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์ และคณะ, 2545) การศึกษาระยะเดินทางรวมของยานพาหนะส่วนบุคคลในเมืองหาดใหญ่ (อรพันธ์ แหวนเครือ, 2559) รวมถึงการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ศุภกร สุทธิพันธ์, 2557) เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษานโยบายและมาตรการด้านการขนส่งที่จะเป็นแนวทางนำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาและทบทวนนโยบายและมาตรการด้านคมนาคมขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ

2) เพื่อพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

3) เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ได้จากข้อ 2) ในการประเมินผลนโยบายและมาตรการจากข้อ 1) ต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4) เพื่อเสนอแนะนโยบายและมาตรการที่เหมาะสมจากผลในข้อ 3) ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอันจะเป็นแนวทางนำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย

1) การศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการเดินทางและขนส่ง และนโยบาย แผน และมาตรการการจราจรและขนส่ง เพื่อเป็นแนวทางสู่สังคมคาร์บอนต่ำ จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ

2) การสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางพิจารณาผู้ใช้รถส่วนบุคคล (จักรยานยนต์และรถยนต์) และผู้ใช้รถประจำทาง ม.อ. รวมทั้งผู้เดินเท้าและรถจักรยานที่เดินทางภายในวิทยาเขตเท่านั้น

3) การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กำหนดปีฐาน ไว้ที่ พ.ศ. 2558

4) การประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น จะเน้นการประเมินนโยบายสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการเดินทาง (Avoid) การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Shift) และการปรับปรุงระบบขนส่ง (Improve)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ของกลุ่มนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก

2) ได้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ของกลุ่มนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก

3) ได้นโยบายและมาตรการด้านการเดินทาง ที่เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นสังคมคาร์บอนต่ำ

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

การศึกษางานวิจัยนี้ได้ทบทวนหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แผนการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ การพัฒนาด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ และหลักการแบบจำลองการจราจรและขนส่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แผนการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืน

จากรายงานการประมวลนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) สามารถสรุปแผน นโยบาย และมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่ง รายละเอียด ดังนี้

- นโยบายและแผนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืนของไทย ได้แก่
  - แผนบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2555-2558
  - แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)
  - แผนหลักการพัฒนาการขนส่งและจราจร พ.ศ. 2554-2563 ซึ่งได้กำหนดวิสัยทัศน์สำหรับการพัฒนาระบบขนส่งและจราจรของประเทศในช่วง 10 ปีข้างหน้า ว่า "มุ่งสู่การขนส่งอย่างยั่งยืน (Towards Sustainable Transport)" โดยได้ตระหนักถึงสถานการณ์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการขนส่งและจราจร เพื่อส่งเสริมการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดตัวชี้วัดด้วย การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- พันธกรณีระหว่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการขนส่งอย่างยั่งยืนของไทย ได้แก่
  - อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
  - พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol)
  - ประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) โดยได้มีปฏิญญากรุงเทพมีมาตรการด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

    - การหลีกเลี่ยงความต้องการในการเดินทาง (Avoid) ได้แก่ การจัดวางผังเมืองแบบระบบศูนย์กลาง การเชื่อมต่อการเดินทางแบบหลายรูปแบบ ที่ต้องให้เกิดการขนส่งคน ครั้งละมาก ๆ เพื่อลดปริมาณหน่วยการเดินทางและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

*- การสนับสนุนการเปลี่ยนระบบขนส่ง (Shift) จากการใช้เครื่องยนต์ (Motorized transport) มาเป็น*ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport) ได้แก่ การเดิน การใช้จักรยาน รวมทั้งการหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะ และการขนส่งคาร์บอนต่ำ เช่น ระบบราง รถบัสด่วนพิเศษ (BRT) และการบริหารจัดการความต้องการเดินทาง (TDM)

- การปรับปรุงประสิทธิภาพ (Improve) เช่น การพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิง เทคโนโลยี การปรับปรุงมาตรฐาน การตรวจสอบและบำรุงรักษา การใช้ระบบขนส่งอัจฉะริยะ (ITS) และการพัฒนาการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

- ประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Cross-Cutting) เช่น การส่งเสริมความปลอดภัยทางถนน การลดปัญหาผลกระทบทางด้านสุขภาพอันเกิดจากมลพิษภาคคมนาคมขนส่ง ส่งเสริมความเท่าเทียมกันในสังคม และการให้ข้อมูล การปลุกจิตสำนึกของประชาชน เป็นต้น

- การดำเนินการของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้แก่
  - โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism) ในภาคคมนาคมและขนส่ง ระยะที่ 1 โดยแนวทางดำเนินงานประกอบด้วย 3 แนวทาง ประกอบด้วย

    1) การลดการระบายก๊าซเรือนกระจกต่อกิโลเมตร (Reduce emissions per km) โดยการเพิ่มประสิทธิภาพ (การใช้เทคโนโลยีใหม่หรือการปรับปรุงการจัดการจราจร) การปรับปรุงสาธารณูปโภค หรือการเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนต่ำ

    2) การลดการระบายก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยของการขนส่ง (Reduce emissions per unit transported) โดยการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Mode shift) เป็นการใช้หน่วยที่ใหญ่ขึ้นในระบบขนส่งสาธารณะ หรือการปรับปรุง occupation rate รวมทั้งการปรับเปลี่ยน (load factor) ในระบบการขนส่งสินค้า

    3) การลดระยะทางหรือจำนวนเที่ยวของการขนส่ง (Reduce distances or number of trips) โดยการปรับพฤติกรรม ตัวอย่างเช่น การลดปริมาณการใช้รถยนต์หรือโครงการลดระยะการเดินทางในพื้นที่
  - โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดในภาคคมนาคมและขนส่ง (ระยะที่ 2) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

    1) เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีส่วนในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ

    2) เพื่อลดปริมาณการปล่อยมลพิษทางเสียงและอากาศในกรุงเทพมหานคร เช่น ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นต้น

    3) เพื่อลดปัญหาการจราจรและลดจำนวนอุบัติเหตุเพิ่มความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ

- การจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยสามารถสรุปปัจจัยหลักของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในภาคขนส่งได้ ดังนี้

  1) ขาดการวางแผนด้านผังเมือง กรุงเทพมหานครประสบกับปัญหาความหนาแน่น และการกระจุกตัวของประชากรในรูปแบบของเมืองศูนย์กลางเดี่ยว ทำให้การแก้ปัญหาการจราจรเป็นไปอย่างยากลำบาก และโครงข่ายถนนไม่เพียงพอ การไม่มีโครงข่ายถนนสายรองที่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดปัญหาการจราจรในพื้นที่ปิดล้อมขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานครหลายแห่ง

  2) ระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ สัดส่วนการเดินทางในกรุงเทพมหานครมีการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 5 จากการเดินทางต่อวันทั้งหมด 17 ล้านเที่ยว เนื่องจากโครงข่ายของระบบยังไม่มีความครอบคลุมเพียงพอต่อการให้บริการ นอกจากนี้รถโดยสารประจำทางก็ยังมีปัญหาด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการให้บริการ ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ยังคงใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

  3) การใช้ยานพาหนะที่มีมลพิษสูง รถยนต์และจักรยานยนต์ส่วนใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานครเป็นรถยนต์และรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซินประมาณร้อยละ 65 และอีกร้อยละ 25 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล อีกทั้งส่วนใหญ่เป็นรถที่มีอายุการใช้งานมามากกว่า 5-7 ปี ทำให้ปริมาณการปล่อยมลพิษจากรถยนต์อยู่ในระดับสูง และนโยบายในปัจจุบันยังขาดมาตรการที่เป็นรูปธรรมในการส่งเสริมให้มีการใช้รถยนต์ที่ลดการปล่อยมลพิษ เช่น การส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดจ์ (Hybrid) และรถยนต์ไฟฟ้าด้วยมาตรการทางภาษีและการส่งเสริมการใช้ CNG ในภาคการขนส่ง

  4) ขาดจิตสำนึกด้านการขนส่งที่ยั่งยืนและต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม ค่านิยมในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงฐานะ และสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีความจำเป็นต่อชีวิตประจำวัน ค่านิยมเช่นนี้ทำให้การดำเนินมาตรการในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลดำเนินการได้ยาก

  5) ขาดมาตรการจูงใจทางนโยบาย นโยบายด้านการจราจรและขนส่งของประเทศไทยยังคงเป็นไปในแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มอุปทานในการคมนาคม เช่น การสร้างถนนเพิ่มเติม ยังขาดการดำเนินมาตรการแนวทางนโยบายในการควบคุมการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล อาทิ การส่งเสริมให้รถสาธารณะได้รับสิทธิ์พิเศษในการในการเดินทาง และมาตรการในการเก็บภาษีน้ำมัน

นอกจากนี้ จากการทบทวนรายงานมาตรการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2557) พบว่า ประเทศไทยซึ่งเป็นสมาชิกภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ จัดอยู่ในกลุ่มประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ถึงแม้ว่าในกลุ่มประเทศนี้ ไม่มีเงื่อนไขในเชิงปริมาณที่จะต้องทำการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถช่วยการลดการปลดปล่อยตามความสมัครใจและไม่กระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ประเทศไทยก็ไม่ใช่ประเทศที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ในลำดับต้น ๆ ของโลก ตามเงื่อนไขของการเป็นสมาชิกภาคี ประเทศไทยได้จัดทำรายงานการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเสนอต่อ The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) จำนวน 2 ฉบับ ตาม Guideline IPCC 1996 และ revised IPCC 1996 และในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมา ประเทศไทยประสบกับปัญหาเศรษฐกิจและสังคมทั้งจากวิกฤติเศรษฐกิจในประเทศเอง และในต่างประเทศ การแข่งขันทางการค้าตลอดจนปัญหาความผันผวนของเศรษฐกิจโลก ทำให้ประเทศไทยต้องพัฒนาภูมิต้านทานการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจโลกมากขึ้น การปรับเปลี่ยนวิสัยทัศน์การพัฒนาประเทศโดยให้คนเป็นศูนย์กลางและใช้ปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักการสำคัญที่เพิ่มความเข้มแข็งให้กับการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยยังคงรักษานโยบายต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณีตลอดมาตั้งแต่ได้ดำเนินการตาม พันธกรณีภายใต้อนุสัญญาฯ การลดก๊าซเรือนกระจกกระทำได้ในหลายสาขาโดยเฉพาะด้านพลังงาน ป่าไม้ และเกษตรกรรม

สำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนคมนาคม จากกระบวนการพัฒนาพลังงานของประเทศไทยในช่วงแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 - 10 นั้น มีการดำเนินมาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การพัฒนาพลังงานทดแทนขึ้นเป็นระยะ ๆ ตามแผนอนุรักษ์พลังงานและแผนพัฒนาพลังงานทดแทน การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อปี พ.ศ. 2541 โดยได้ปรับแผนแม่บทเดิมให้สอดคล้องกับสถานการณ์วิกฤติ เศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 แผนแม่บทดังกล่าวได้เสนอแนะการดำเนินโครงการ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2545-2554) เป็นระยะปรับตัวการพัฒนาระบบขนส่งภายในเมืองทั้งระบบ

ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2555-2564) เป็นระยะพัฒนาใหม่ที่ยั่งยืน ให้บริการเป็นเส้นรอบวง กระจายผู้โดยสารในเมืองอย่างทั่วถึง

ระยะที่ 3 (หลังปี พ.ศ. 2564) เป็นการพัฒนาระยะยาว เปิด เส้นทางสู่ย่านชานเมืองและการเดินทางระหว่างชานเมืองกับในเมือง

การพัฒนาโครงการในภาคการขนส่งมีส่วนช่วยลดก๊าซเรือนกระจก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2556) ได้จัดทำโครงการศึกษาความเหมาะสมในการ ดำเนินการโครงการตามกลไกในการพัฒนาสะอาดในภาคคมนาคมและขนส่ง (Clean Development Mechanism, CDM) มีการพัฒนาวิธีการจัดทำ Baseline โดยศึกษาทั้งวิธี Top-down และ Bottom-up เพื่อจัดทำ

แนวทางการประเมินให้สอดคล้องกับที่กำหนดโดยองค์การบริหารจัดการ ก๊าซเรือนกระจก และพัฒนาและจัดทำเอกสารการออกแบบโครงการเพื่อเสนอเป็นโครงการ CDM ต่อไป คาดว่าโครงการระบบขนส่งมวลชนนี้จะมีบทบาทลดก๊าซเรือนกระจกและปัญหาสังคมสิ่ง แวดล้อมอื่น ๆ ได้เป็นอย่างมาก เช่น จากการศึกษาเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินช่วงบางซื่อ – ท่าพระและช่วงหัวลำโพง – บางแค พบว่า จะสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่า 25,600 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 12-14 ล้านบาท (สนข., 2556) ทั้งนี้ไม่รวมประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น การลดมลพิษในเมือง ลดปัญหาและอุบัติเหตุการจราจร เป็นต้น

2.2 นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

Hayashi et al. (2012) ได้อธิบายหลักการสำหรับการกำหนดนโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดความต้องการในการเดินทาง ซึ่งเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการจาก 3 มาตรการหลัก ประกอบด้วย 1) การหลีกเลี่ยงการเดินทาง (Avoid) 2) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Shift) และ 3) การปรับปรุงระบบ/รูปแบบการขนส่งที่สะอาดขึ้น (Improve) โดยแบ่งตามแนวทางดำเนินการออกเป็น 4 ด้านได้แก่ 1) ด้านเทคโนโลยี 2) ด้านกฎหมายและข้อบังคับ 3) ด้านข้อมูลสื่อสาร และ 4) ด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

นโยบาย / แนวทาง	การหลีกเลี่ยง (Avoid)	การปรับเปลี่ยน (Shift)	การปรับปรุง (Improve)
เทคโนโลยี (Technologies)	- การพัฒนาพื้นที่รอบข้างสถานีขนส่ง - การพัฒนาแนวความคิดแบบหลากหลายนิยม - การกระจายการขนส่งสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ	- การพัฒนาระบบขนส่งทางรางและรถโดยสารด่วนพิเศษ - การปรับปรุงการแลกเปลี่ยนในกลุ่มรถไฟ รถโดยสารด่วนพิเศษ รถบัสโดยสาร และระบบขนส่งกึ่งสาธารณะ - สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการสัญจรรายบุคคล และคนเดินเท้า	- การพัฒนารถพลังงานไฟฟ้า - การพัฒนารถพลังงานเชื้อเพลิงชีวมวล - การพัฒนาผังเมืองอย่างชาญฉลาด
กฎหมายและข้อบังคับ (Regulations)	- การควบคุมการใช้ประโยชน์พื้นที่	- การแบ่งแยกเส้นทางรถโดยสารและระบบขนส่งกึ่งสาธารณะ - การบริการหมุนเวียนในท้องถิ่น - การควบคุมการขับขี่และพื้นที่จอดรถ	- การกำหนดมาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก - วิธีการ ท็อป รันเนอร์ (ญี่ปุ่น)

ที่มา: Hayashi et al. (2012)

ตารางที่ 2-1 นโยบายสู่สังคมคาร์บอนต่ำ (ต่อ)

นโยบาย / แนวทาง	การหลีกเลี่ยง (Avoid)	การปรับเปลี่ยน (Shift)	การปรับปรุง (Improve)
ข้อมูลสื่อสาร (Information)	- การทำงานทางไกล - การจับจ่ายสินค้าแบบออนไลน์ - การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิต	- การดำเนินการระบบขนส่งสาธารณะอย่างชาญฉลาด	- การขับขี่ที่ประหยัดพลังงาน - การจัดการปริมาณจราจรอย่างชาญฉลาด - การติดฉลากประสิทธิภาพของยานพาหนะ
เศรษฐศาสตร์ (Economy)	- เงินอุดหนุนและภาษีอากรไปยังพื้นที่	- จอดแล้วจร - การดำเนินการใช้ตั๋วร่วม	- การกำหนดภาษีรถยนต์/คาร์บอนไดออกไซน์ - เงินอุดหนุนและภาษีอากรสำหรับรถที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ

ที่มา: Hayashi et al. (2012)

2.2.1 หลักการพื้นฐานสำหรับการวางแผนการขนส่งภายในเมืองอย่างยั่งยืน

องค์กรพัฒนาระบบขนส่งอย่างยั่งยืนในประเทศจีน ได้อธิบายหลักการพื้นฐานในการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดภายในเมือง (GIZ, 2013) ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการเดินทาง (Avoid) การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Shift) และการปรับปรุงระบบขนส่ง (Improve) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

○ กลุ่มการหลีกเลี่ยงการเดินทาง (Avoid) ได้แก่

1) การวางแผนขนาดและความหนาแน่นของประชากรในเมือง

การวางแผนขนาดและความหนาแน่นของประชากรในเมือง ประกอบด้วย การสนับสนุนโครงการที่อยู่อาศัยราคาไม่สูงภายในเมืองเพื่อลดการเดินทาง การควบคุมการศึกษาผลกระทบทุก ๆ ด้านสำหรับโครงการการพัฒนาด้านการขนส่งโครงการใหม่ การจัดลำดับความสำคัญระดับของผู้คนในสังคม การบูรณาการการขนส่งภายในเมืองรวมไปถึงการพัฒนาระบบการขนส่งสาธารณะที่ยั่งยืน การสร้างโครงข่ายการเดินทางขนาดเล็กภายในเมือง เพื่อลดระยะการเดินทาง การจำกัดและควบคุมการขยายตัวของการใช้พื้นที่สำหรับรถส่วนตัว การพัฒนาการผสมผสานเมืองแบบผังเมืองสามเหลี่ยม การสร้างห้างสรรพสินค้าภายในเมือง การประยุกต์ใช้หลักการการสยบการจราจร การพัฒนาศูนย์กลางเมืองขนาดย่อย และการเก็บภาษีรถบ้าน (รถส่วนตัว)

2) การพัฒนาพื้นที่บริเวณรอบข้างสถานีขนส่ง

การพัฒนาพื้นที่บริเวณรอบข้างสถานีขนส่ง ประกอบด้วย การเพิ่มสิ่งอำนวยความสะดวก แหล่งจับจ่ายสินค้า ภายในสถานีขนส่งหลัก การเพิ่มพื้นที่ว่างของสถานที่ทำงานเพื่อเชื่อมต่อกับสถานีขนส่ง การให้การอำนวยความสะดวกสำหรับพื้นที่จอดรถจักรยานบริเวณสถานีขนส่ง การกำหนดขนาดที่อยู่อาศัยในระดับความหนาแน่นต่ำ เพื่อการขี่จักรยานและเพื่อการเชื่อมต่อเส้นทาง และการตรวจสอบและกำหนดมูลค่าที่ดินบริเวณรอบข้างสถานีให้เหมาะสม

3) การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายถนน และการใช้งาน

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายถนน และการใช้งาน ประกอบด้วย การกำหนดข้อกำหนดรวมถึงกฎหมายการจราจร การจำกัดความเร็วยานพาหนะในเขตที่อยู่อาศัย ที่ความเร็วไม่เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การสนับสนุนการเชื่อมต่อภายในเมืองและลดการออกนอกเส้นทาง การนำเสนอและแจ้งข้อมูลการจราจร (รวมไปถึงแสดงข้อมูลพื้นที่จอดรถ) การปรับปรุงจุดเสี่ยงบริเวณทางแยกสำหรับผู้เดินเท้าและจักรยาน การสนับสนุนการปั่นจักรยาน และระบบขนส่งสาธารณะ

○ กลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Shift) ได้แก่

1) การแก้ไขและปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ

การแก้ไขและปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ ประกอบด้วย การสร้างความมั่นใจในคุณภาพการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ บนพื้นฐานดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงาน การเพิ่มประสิทธิภาพในระดับสูงของโครงข่ายขนส่งสาธารณะ บนพื้นฐานของ รถโดยสารด่วนพิเศษ และระบบราง งานระบบตั๋วโดยสารที่ง่าย สะดวก และราคายุติธรรม การเพิ่มความสะดวกในการเปลี่ยนและเชื่อมต่อรูปแบบการเดินทาง การกำหนดตารางเวลาการเดินทางให้สอดคล้องกับความเป็นจริงและแม่นยำ การกำหนดค่าโดยสารและตั๋วโดยสาร การให้บริการของรถแท็กซี่ที่เป็นมิตร และสร้างความมั่นใจต่อผู้ใช้บริการ และการเพิ่มการบูรณาการเชื่อมต่อระหว่างรถส่วนตัวกับระบบขนส่งสาธารณะ

2) การส่งเสริมการเดิน และการใช้รถจักรยานในการเดินทาง

การส่งเสริมการเดิน และการใช้รถจักรยานในการเดินทาง ประกอบด้วย การก่อสร้างทางด่วนสำหรับการปั่นจักรยาน การดำเนินการก่อสร้างโครงข่ายทางจักรยานภายในเมืองให้สำเร็จ การขจัดอุปสรรคสำหรับผู้เดินเท้า การปรับปรุงระบบความปลอดภัยสำหรับผู้เดินเท้าและ บริเวณทางแยกสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน การสร้างพื้นที่สีเขียวสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน การตระหนักถึงความครอบคลุมของแนวคิดการใช้รถจักรยานและการเดินเท้า การกำหนดมาตรฐานการออกแบบถนนที่สูงสำหรับทางเท้า เส้นทางจักรยานที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ การแต่งตั้งหน่วยงานที่ปรึกษาสำหรับการใช้จักรยานและการเดินเท้า ในการบริหารหารจราจร และการกำหนดพื้นที่สำหรับการเดินเท้าเท่านั้น

3) การควบคุมและจำกัดการใช้รถส่วนบุคคล

การควบคุมและจำกัดการใช้รถส่วนบุคคล ประกอบด้วย การสร้างศูนย์การกระจายสินค้าภายในเมือง การกำหนดเงื่อนไขและขั้นตอนในการขออนุญาตซื้อรถส่วนตัวตามผลประโยชน์รายได้ การกำหนดนโยบายที่จอดรถภายในองค์กร เพื่อจำกัดการเดินทาง การกำหนดราคาหรือต้นทุนการเดินทางโดยคิดตามระยะทาง การบริการระบบจำหน่ายตั๋ว การสร้างแรงจูงใจในการเดินทางด้วยรถจักรยาน หรือระบบขนส่งสาธารณะ และการทำงานผ่านทางโทรศัพท์ การยืดหยุ่นเวลาทำงาน เพื่อหลีกเลี่ยงในชั่วโมงเร่งด่วน

4) การจัดการและควบคุมพื้นที่จอดรถ

การจัดการและควบคุมพื้นที่จอดรถ ประกอบด้วย การกำหนดค่าพื้นที่จอดรถ การบังคับใช้กฎระเบียบสำหรับที่จอดรถ การกำหนดระยะเวลาการจอดรถ การให้ข้อมูลที่จอดรถ การกำหนดกฎระเบียบ หรือกฎหมายที่จอดรถสำหรับสถานที่พักอาศัย การอำนวยพื้นที่จอดรถให้สมดุลกับความต้องการ และการกำหนดเครื่องหมาย/ป้ายจราจร สำหรับอนุญาตหรือห้ามจอดรถบนถนน

○ กลุ่มการปรับปรุงระบบขนส่ง (Improve) ได้แก่

1) การรณรงค์และส่งเสริมการใช้ยานพาหนะพลังงานสะอาด

การรณรงค์และส่งเสริมการใช้ยานพาหนะพลังงานสะอาด ประกอบด้วย การกำหนดอายุการใช้งาน ปลดระวางยานพาหนะ และรูปแบบมาตรฐานการฟื้นฟู การตรวจสอบและบำรุงรักษา การกำหนดพื้นที่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงสะอาด การเก็บภาษีเชื้อเพลิงที่เหมาะสม โครงสร้างพื้นฐานสำหรับเชื้อเพลิงสะอาด การเพิ่มปั้มเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และการจัดซื้อจัดจ้างสำหรับยานพาหนะพลังงานสะอาด

2) การแก้ปัญหาระบบการสื่อสารและการรับรู้ข่าวสารอย่างรวดเร็ว

การแก้ปัญหาระบบการสื่อสารและการรับรู้ข่าวสารอย่างรวดเร็ว ประกอบด้วย การสนับสนุนการผลิตสินค้าภายในภูมิภาค เพื่อลดการขนส่ง การสนับสนุนกิจกรรมสันทนาการ และการท่องเที่ยวภายในท้องถิ่น การจัดให้รางวัลสำหรับองค์กรบริษัทที่สนับสนุนให้พนักงานใช้รถจักรยานเพื่อการเดินทาง การจัดแคมเปญการตลาดเพื่อจำหน่ายจักรยาน การสร้างเว็บไซต์ที่ง่ายต่อการใช้งานของผู้ประกอบการการขนส่งสาธารณะ การอำนวยความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และแอพพลิเคชั่น การสร้างการตลาดสำหรับระบบขนส่งสาธารณะที่ดีกว่า และการสร้างโครงการการใช้รถร่วมกัน

3) การเข้าใกล้ความท้าทายอย่างครอบคลุม (Approaching the challenges comprehensively)

การเข้าใกล้ความท้าทายอย่างครอบคลุม ซึ่งเป็นการสร้างหน่วยงานรับผิดชอบต่อการขนส่งภายในเมืองให้มีความยั่งยืน ประกอบด้วย

- การบูรณาการระหว่างชุมชนและการวางแผนงานการขนส่ง
- การสร้างพันธมิตรทางระบบขนส่งสาธารณะ
- การส่งเสริมให้ประชาชนธรรมดาสามารถพัฒนาตนจนเปลี่ยนไปเป็นองค์กรพัฒนาเอกชน
- การสร้างสมาคมลูกค้าผู้ใช้บริการ

การควบคุมปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การบูรณาการการพัฒนาระบบการขนส่งร่วมกับแผนปฏิบัติการลดสภาวะโลกร้อน การพัฒนาอย่างจริงจังและยั่งยืน การดำเนินการและการสื่อสารที่ครอบคลุมสำหรับแผนการการเคลื่อนย้ายภายในเมืองอย่างยั่งยืน การดำเนินการตรวจสอบและรายงานผลการดำเนินงานของมาตรการต่าง ๆ และการเริ่มต้นกระบวนการมีส่วนได้ส่วนเสียในการประเมินและหารือเกี่ยวกับมาตรการต่าง ๆ

2.2.2 การจัดการความต้องการในการเดินทาง

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551) ได้อธิบายถึงปัญหาการจราจรติดขัดเกิดจากความสามารถในการปริมาณการจราจรหรือปริมาณความต้องการเดินทางมากกว่าปริมาณความจุของถนนที่จะรองรับได้ โดยแนวทางในการแก้ไขสามารถแยกออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่ การแก้ไขโดยพิจารณาอุปสงค์หรือความต้องการเดินทาง (Demand side consideration) และการแก้ไขโดยพิจารณาองค์ประกอบการรองรับการเดินทาง (Supply side consideration)

มาตรการควบคุมความต้องการเดินทาง (ดังแสดงในตารางที่ 2-2) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) มาตรการเชิงบังคับ (Coercive measures) เป็นมาตรการที่เน้นการควบคุมและบังคับให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทาง โดยเฉพาะการเปลี่ยนการการเดินทางด้วยรถส่วนตัวไปเป็นการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ เช่น มาตรการเก็บค่าผ่านทาง และการเก็บค่าพื้นที่จอดรถเป็นต้น และ 2) มาตรการเชิงสนับสนุน (Non-coercive measures) เป็นมาตรการที่เน้นการส่งเสริมสนับสนุนการเปลี่ยนการการเดินทางด้วยรถส่วนตัวไปเป็นรูปแบบอื่น เช่น การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ การส่งเสริมการใช้รถจักรยานและการเดินเท้า เป็นต้น

สำหรับมาตรการควบคุมความต้องการเดินทาง (Transportation demand management, TMD) สามารถเป็นออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ดังนี้

1) การปรับปรุงทางเลือกการเดินทาง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ เพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยมากขึ้น ได้แก่

- มาตรการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาทำงาน
- มาตรการสนับสนุนการใช้รถโดยสารประจำทางแบบด่วนพิเศษ
- มาตรการบูรณาการการเดินทางระหว่างรถจักรยานกับระบบขนส่งมวลชนอื่น ๆ
- การพัฒนาระบบขนส่งรางเบา
- มาตรการพัฒนาการเดินทางโดยการดินเท้า
- มาตรการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ

2) การลดการใช้รถยนต์และเปลี่ยนมาเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางประเภทอื่นแทน

- มาตรการให้สิ่งจูงใจด้านการเงินแก่ผู้เดินทางประจำ
- มาตรการเก็บเงินค่าผ่านทางเข้าถนน
- มาตรการเก็บภาษีน้ำมัน
- มาตรการจำกัดการใช้รถยนต์
- มาตรการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ

3) การจัดการการใช้พื้นที่

- มาตรการจัดการความหนาแน่นและจัดกลุ่มในการใช้พื้นที่
- มาตรการจัดการที่จอดรถ

4) การปฏิรูปองค์กรและนโยบาย

- การบริหารจัดการทรัพย์สิน
- การจัดการจราจรบริเวณสถานศึกษา
- การบริหารการเปลี่ยนแปลง
- การประยุกต์ใช้ระบบขนส่งอัจริยะ

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
1) การจำกัดปริมาณการจราจรในพื้นที่ที่อยู่อาศัย การควบคุมที่จอดรถบนถนน การปิดถนน ฯลฯ เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในบริเวณย่านที่อยู่อาศัย	- การติดขัดของยวดยานในชุมชนลดลง - ความเร็วในการสัญจรเพิ่มขึ้น	- ผู้เสียผลประโยชน์ในพื้นที่อาจต่อต้าน
2) เลขทะเบียนเลขคู่และเลขคี่ รถที่มีหมายเลขคี่จะไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าไปในพื้นที่ควบคุมในวันคี่ส่วนวันคู่จะห้ามเฉพาะรถที่มีหมายเลขทะเบียนเลขคู่	- การสะท้อนค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของการใช้พื้นที่ถนน - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มขึ้น	- ผู้เสียผลประโยชน์ในพื้นที่อาจต่อต้าน
3) การกำหนดเขตควบคุมโดยให้ผ่านได้เฉพาะรถโดยสารสาธารณะ การเดินเท้าหรือจักรยาน การกำหนดพื้นที่เป็นเขตต่าง ๆ โดยห้ามมิให้รถยนต์ส่วนตัวผ่านเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว แต่อนุญาตเฉพาะรถขนส่งสาธารณะ การเดินเท้า หรือจักรยานเท่านั้น	- คามแออัดและการจราจรติดขัดในพื้นที่ควบคุม - ความปลอดภัยบนท้องถนนเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องลงทุนจัด/ก่อสร้างที่จอดรถ - ผู้เสียผลประโยชน์อาจต่อต้าน
4) การกำหนดเขตควบคุมการใช้รถยนต์ในพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจ กำหนดให้มีเขตควบคุมรถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยที่รถดังกล่าวไม่อนุญาตให้วิ่งในพื้นที่ และกำหนดให้มีระบบถนนวงแหวนสำหรับรถประจำทาง คนเดิน ถนน แท็กซี่ และรถรับส่งสินค้า	- ลดความแออัดและการจราจร ติดขัดในพื้นที่ควบคุม - เป็นการดึงดูดให้ผู้คนเปลี่ยนมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องลงทุนจัด/ก่อสร้างที่จอดรถ - ผู้เสียผลประโยชน์อาจต่อต้าน
5) การเก็บเงินค่าผ่านเส้นทางเฉพาะแห่ง การตั้งด่านเก็บเงินค่าผ่านทางเฉพาะแห่ง เช่น ที่ทางเข้าอุโมงค์ และสะพาน เป็นต้น	- สะท้อนค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของการใช้พื้นที่ผิวถนน - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มขึ้น	- อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
6) การห้ามรถยนต์เข้าเขตพื้นที่ควบคุมตามเลขท้ายของทะเบียนรถ เช่น รถยนต์ที่มีเลขทะเบียนลงท้ายด้วยเลข 1,2 ห้ามวิ่งวันจันทร์ เลข 3,4 ห้ามวิ่งวันอังคาร เลข 5, 6 ห้ามวิ่งวันพุธ เป็นต้น	- ลดความแออัดและการจราจรติดขัดในพื้นที่ควบคุม	- อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
7) ถนนสำหรับรถประจำทางเท่านั้น ห้ามรถบรรทุกชนิดวิ่งบนถนนบางสาย ยกเว้นรถประจำทาง และการกำหนดให้มีผิวจราจรสำหรับรถประจำทาง และคนเดินถนน	- เพิ่มความคล่องตัวและความรวดเร็วในการเดินทางให้กับรถโดยสารประจำทาง	- การกำหนด bus lanes ในบางเส้นทางอาจต้องตัดหรือขัดขวางกับกระแสจราจรอื่น ๆ
8) ทางวิ่งเฉพาะรถประจำทาง จัดให้มีทางวิ่งเฉพาะรถประจำทางเท่านั้น โดยมีระดับของผิวทางวิ่งอยู่ในระดับเดียวกับถนนหรือยกระดับ	- เพิ่มความคล่องตัวและความรวดเร็วในการเดินทางให้กับรถโดยสารประจำทาง - เป็นการดึงดูดให้มีคนเปลี่ยนมาใช้รถโดยสาร	- ใช้เงินลงทุนสูง
9) การให้สิทธิ์พิเศษรถประจำทางที่วิ่งบนทางด่วนโดยมีช่องทางเฉพาะ จัดให้รถประจำทางสามารถวิ่งบนทางด่วนได้รวมทั้งรถที่มีจำนวนผู้นั่งในรถมาก เพื่อบรรเทาการจราจรติดขัดบนทางด่วนในช่วงเวลาเร่งด่วน	- เพิ่มความคล่องตัวและความรวดเร็วในการเดินทางให้กับรถโดยสารประจำทาง - เป็นการดึงดูดให้มีคนเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารมากขึ้น	-
10) การใช้ระบบการบริหารและการจัดการระบบขนส่งสาธารณะ การประสานระหว่างระบบขนส่งสาธารณะชนิดต่าง ๆ เช่น รถเมล์ รถไฟฟ้าการปรับปรุงค่าโดยสารและการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ	- ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบายในการเดินทางเพิ่มขึ้น - ผู้ใช้บริการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้มากขึ้น	- ระบบบริหารการจัดการมีความซับซ้อน - อาจประสบสภาวะขาดทุนได้ หากการบริหารองค์กรไม่มีประสิทธิภาพ

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
11) การขยายจำนวนเที่ยวและเส้นทางการให้บริการ เพิ่มจำนวนเส้นทางและจำนวนเที่ยวบริการ เพื่อจูงใจให้มาใช้บริการมากขึ้น และสามารถรับผู้โดยสารได้มากขึ้นด้วย	- ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น - มีรายได้เข้ารัฐมากขึ้น	- รัฐต้องเพิ่มงบประมาณในการดำเนินการด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้น
12) การจอดรถในที่จอดและเดินทางต่อด้วยระบบขนส่งสาธารณะ จัดให้มีที่จอดรถที่สถานีขนส่งบริเวณรอบนอกเขตพื้นที่ธุรกิจ และเดินทางต่อด้วยระบบขนส่งสาธารณะ	- ลดความแออัดและสภาพการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน	- รัฐต้องจัดหา/ก่อสร้างพื้นที่จอดรถไว้รองรับบริการซึ่งต้องใช้เงินลงทุนสูงและอาจต้องทำการเวนคืนในบางพื้นที่
13) การส่งเสริมและพัฒนาระบบขนส่งรูปแบบทางราง ได้รับการปรับปรุงทั้งด้านคุณภาพการให้บริการและประสิทธิภาพการให้บริการเพื่อสนับสนุนการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเดินทางในเขตเมือง และรอบเมือง	- เพิ่มความรวดเร็วในการเดินทาง - ลดอุบัติเหตุในการสัญจร - ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น	- ใช้เงินลงทุนสูง - ระยะเวลาคืนทุนมีระยะเวลานาน
14) การสนับสนุนการเดินทางด้วยการเดินและจักรยาน เป็นการเดินทางโดยไม่ใช้ยานพาหนะที่ได้รับการสนับสนุนโดยการปรับสภาพแวดล้อมของเมืองให้สอดคล้องกับการเดินทางดังกล่าว เช่น การจัดช่องทางสำหรับการเดินและขับขี่จักรยานโดยเฉพาะเป็นต้น	- ลดความแออัดของการจราจรบนท้องถนน - ลดมลพิษทางอากาศ	- ถ้าไม่มีการควบคุมการใช้รถยนต์ส่วนตัวอย่างเข้มงวดอาจเกิดอุบัติเหตุแก่คนเดินเท้า/ผู้ขี่จักรยานได้ - รัฐต้องลงทุนในส่วนของระบบสาธารณูปโภค

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
15) การปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการรถโดยสารประจำทางรูปแบบต่าง ๆ การพัฒนารถโดยสารประจำทางรูปแบบต่าง ๆเช่น รถประจำทางแบบพ่วงรถประจำทาง 2 ชั้น รถประจำทางความจุพิเศษ รถประจำทางแบบราง ฯลฯ เพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสาร	- เป็นจุดที่ใช้ดึงดูดและจูงใจให้มีผู้หันมาใช้รถโดยสารเพิ่มขึ้น	- ใช้เงินลงทุนสูง
16) การพัฒนาระบบขนส่งแบบยั่งยืนเพื่อเกื้อหนุนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของเมือง เป็นนโยบายที่ภาครัฐในหลาย ๆ ประเทศพยายามผลักดันแนวคิดที่ว่านี้เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมของเมือง มาตรการที่สำคัญได้แก่ การจำกัดการเดินทางการปรับปรุงระบบขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น	- ทำให้เมืองมีสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ยิ่งขึ้น - ลดมลพิษทางอากาศ - ผู้คนในชุมชนมีสุขภาพจิตดีขึ้นคุณภาพชีวิตดีขึ้น	-
17) การจัดบริการขนส่งสาธารณะโดยไม่เก็บค่าโดยสาร ให้บริการการขนส่งฟรีเพื่อจูงใจให้เปลี่ยนวิธีการเดินทางจากการใช้รถยนต์นั่งส่วนตัวมาเป็นการขนส่งสาธารณะ	- เป็นจุดดึงดูดและจูงใจให้มีผู้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องเสียเงินลงทุนสูง
18) การจัดเส้นทางเดินรถประจำทางที่รับประกันการขาดทุนจากการดำเนินงาน การจัดเส้นทางเดินรถเพื่อจูงใจกลุ่มผู้ให้บริการให้สามารถจัดบริการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพโดยมั่นใจได้ว่าเส้นทางที่ให้บริการนั้น จะก่อให้เกิดผลกำไรแก่บริษัทแน่นอน	- เพื่อจูงใจให้ภาคเอกชนเข้ามาร่วมดำเนินการและจัดบริการที่มีประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้บริการ	- รัฐต้องลงทุนก่อนในบางส่วน

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
19) การให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ แก่ ผู้ประกอบการเดินรถ ปรับปรุงระบบบริการและจำนวนเที่ยวของการขนส่งสาธารณะและให้ความช่วยเหลือต่อบริษัทขนส่งสาธารณะโดยรัฐบาลด้วยการให้เงินอุดหนุน การคิดดอกเบี้ยเงินกู้ในอัตราที่ถูก และอื่น ๆ	- เพื่อจูงใจให้ภาคเอกชนเข้ามาร่วมดำเนินการและจัดบริการที่มีประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้บริการ	- รัฐต้องลงทุนก่อนในบางส่วน
20) การเดินทางโดยใช้รถร่วมกัน (Van pool) การโดยสารรถร่วมกันเป็นรูปแบบหนึ่งของการใช้รถร่วมกันโดยปกติประกอบด้วยผู้โดยสาร 8 ถึง 15 คน อาศัยอยู่ในเมืองปริมณฑลเดียวกัน	- ลดจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนตัวทำให้ปริมาณการจราจรคล่องตัวมากขึ้น ความแออัดบนท้องถนนลดลง - ใช้เงินลงทุนต่ำคืนทุนเร็ว	-
21) การใช้รถยนต์ร่วมกัน (Car pool) การใช้รถยนต์ร่วมกันโดยมีผู้เดินทางร่วมตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเพื่อเดินทางไปทำงานในสถานที่เดียวกันหรือสมาชิกแต่ละคนอาศัยอยู่ในเมืองเดียวกันทำงานในหน่วยงานต่างกัน	- ลดจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลทำให้ปริมาณการจราจรคล่องตัวมากขึ้นความแออัดบนท้องถนนลดลง - ใช้เงินลงทุนต่ำคืนทุนเร็ว	-
22) บริการรถประจำทางสำหรับนักเรียน รถรับ-ส่งนักเรียน จัดบริการรถประจำทางรูปแบบพิเศษสำหรับนักเรียนเพื่อเปลี่ยนวิธีการรับส่งนักเรียนจากการใช้รถยนต์ส่วนตัวมาเป็นการใช้บริการรถโดยสารประจำทาง	- ลดความแออัดของการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน - เพิ่มความรวดเร็วในการเดินทางโดยรวม	-

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
23) การเก็บค่าจอดรถบนถนนโดยใช้มิเตอร์ เพื่อควบคุมการจอดรถทั้งภายในและบริเวณโดยรอบที่เป็นศูนย์กลางกิจกรรม เช่น ศูนย์การค้าย่านธุรกิจ โดยการติดตั้งมิเตอร์คิดค่าบริการ ทำให้สามารถควบคุมระยะเวลาการจอดรถและทำให้รัฐมีรายได้จากค่าธรรมเนียมดังกล่าว	- ลดจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนตัว - ลดความแออัดของสภาพการจราจรในพื้นที่วิกฤต - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มมากขึ้น	- รัฐต้องลงทุนในส่วนที่เกี่ยวกับการติดตั้งมิเตอร์
24) การควบคุมการจอดรถในย่านธุรกิจ ให้ความสะดวกในการจอดรถแก่นักท่องเที่ยวและการจอดรถในช่วงเวลาสั้น ๆ ส่วนผู้ที่อาศัยในเขตธุรกิจควรมีที่จอดรถเพื่อการจอดรถเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ทำงานในเขตธุรกิจ ควรจัดให้มีที่จอดรถรอบ ๆ นอกเขตธุรกิจ	- ลดความแออัดของสภาพการจราจรในพื้นที่ควบคุม - การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในพื้นที่ควบคุมลดลง	- รัฐต้องลงทุน/จัดหา และก่อสร้างพื้นที่จอดรถ
25) การจำกัดที่จอดรถในย่านที่อยู่อาศัย จำกัดการจอดรถบนถนนเพื่อลดสภาพการจราจรติดขัดซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ถนนภายในย่านที่อยู่อาศัย เพื่อการเดินทางไปทำงาน หรือติดต่อธุรกิจการค้า	- ลดความแออัดของสภาพการจราจรในพื้นที่ควบคุม - การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในพื้นที่ควบคุมลดลง	-
26) การเก็บค่าธรรมเนียมการจอดรถตามช่วงเวลาที่จอด ตามเขตพื้นที่ที่จอด กำหนดให้มีการเก็บค่าธรรมเนียมในอัตราสำหรับรถที่จอดในช่วงเวลาสั้น ๆ และเรียกเก็บในอัตราที่สูงสำหรับการจอดรถเป็นเวลานาน เพื่อจำกัดการจอดรถของผู้เดินทางเพื่อมาทำงานในพื้นที่นั้น	- ลดจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล - ลดความแออัดของสภาพการจราจรในพื้นที่วิกฤต - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มมากขึ้น	- เกิดความยุ่งยากในการคำนวณอัตราค่าธรรมเนียม - อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
27) การเก็บภาษีค่าที่จอดรถ กำหนดให้มีภาษีเกี่ยวกับการจอดรถทุกประเภทและนำเงินในส่วนนี้ไปพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะและแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัด	- การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลดลง - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มขึ้น	- อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
28) การเก็บค่าธรรมเนียมที่จอดรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ควบคุมค่าธรรมเนียมเกี่ยวกับที่จอดรถยนต์ส่วนตัว เพื่อควบคุมอุปสงค์และอุปทานของการจอดรถ	- การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลดลง - มีรายได้เข้ารัฐเพิ่มขึ้น	- อาจเกิดการต่อต้านจากผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
29) การกำหนดที่จอดรถไว้บริเวณชานเมืองเพื่อต่อรถประจำทางเข้ามาในตัวเมือง กำหนดให้มีรถขนส่งสาธารณะวิ่งให้บริการถึงที่จอดรถที่อยู่ห่างไกลเพื่อแก้ไขปัญหาที่จอดรถและลดการเดินทาง	- ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในเขตเมือง - ลดความแออัดของการจราจรในเขตเมือง	- รัฐต้องจัดหา/ลงทุนก่อสร้างที่จอดรถ - รัฐต้องจัดหาระบบขนส่งเพื่อรองรับการเดินทางต่อจากที่จอดรถ
30) การให้บริการพื้นที่จอดรถสำหรับผู้ใช้บริการรถร่วมเท่านั้น กำหนดให้มีที่จอดรถสำหรับผู้เดินทางที่ใช้รถร่วมกันโดยไม่เก็บค่าธรรมเนียม	- ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล - เป็นการจูงใจให้ผู้คนเปลี่ยนมาใช้บริการรถร่วมเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องจัดหา/ลงทุนก่อสร้างที่จอดรถ
31) การควบคุมปริมาณที่จอดรถในอาคารหรือโดยรอบอาคารสำนักงาน สนับสนุนการใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากกว่าการใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยการควบคุมปริมาณที่จอดรถ เช่น จำกัดจำนวนที่จอดรถ หรือการกำหนดให้อาคารที่สร้างใหม่ไม่ต้องมีที่จอดรถภายในหรือโดยรอบบริเวณอาคาร	- การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลดลง - ความแออัด/การจราจรติดขัดลดลง	- ต้องออกกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคารทำให้อาจมีปัญหากับหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
32) การสร้างเมืองใหม่ พัฒนาเมืองบริวารที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก และระบบสาธารณูปโภคสาธารณูปการครบถ้วนเพื่อลดปริมาณการเดินทางที่ไม่จำเป็น	- สามารถควบคุมและจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลได้อย่างสมบูรณ์ - สามารถควบคุมและกำหนดรูปแบบการเดินทางได้อย่างเหมาะสม	- ลงทุนสูง ใช้ระยะเวลานานในการคืนทุน
33) การกำหนดพื้นที่ควบคุมความเร็ว ความเร็วที่ใช้ในการสัญจรจะถูกควบคุมไว้ที่ระดับหนึ่ง เพื่อลดการใช้พลังงาน และอุบัติเหตุในพื้นที่ที่กำหนดโดยเฉพาะ	- ลดอุบัติเหตุ - ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลตระหนักถึงผู้เดินทางกลุ่มอื่น ๆ มากขึ้น	-
34) การลดวันทำงานต่อสัปดาห์ การกำหนดวันทำงานให้เหลือเพียง 4 วันต่อสัปดาห์แต่มีชั่วโมงทำงานเพิ่มขึ้นเช่น จาก 8 ชั่วโมงต่อวันเป็น 10 ชั่วโมงต่อวัน	- ช่วยให้เกิดการเดินทางลดลง - ความแออัดของยวดยานในช่วงเร่งด่วนลดลง	- เสี่ยงต่อผลผลิตหรือผลประกอบการต่อเดือนที่ลดลงถ้ามีการบริหารจัดการที่ไม่ถูกต้อง
35) การทำงานแบบยืดหยุ่นเวลา อนุญาตให้พนักงานในหน่วยงานมีความยืดหยุ่นในการแบ่งชั่วโมงทำงานในหนึ่งสัปดาห์ โดยปกติจะให้สิทธิ์พนักงานเลือกเวลาเริ่มงาน เลิกงานด้วยตัวเองภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า	- ความแออัดของยวดยานบนท้องถนนในช่วงเร่งด่วนลดลง - ความเร็วในการเดินทางเพิ่มขึ้น	-
36) การจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลบริเวณศูนย์กลางเมืองและจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการเดินเท้า เพื่อทำสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในเขตเมืองชั้นในให้เกื้อหนุนต่อการเดินทางที่ไม่ต้องใช้ยานพาหนะ	- เป็นจุดดึงดูดให้คนเห็นความสำคัญของการเดินทางและเปลี่ยนมาใช้รูปแบบการเดินทางประเภทอื่นเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องลงทุนก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค (ทางเดินเท้า)

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

ตารางที่ 2-2 มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (ต่อ)

มาตรการ	ข้อเด่น	ข้อด้อย
37) การเพิ่มภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงและอะไหล่ การนำภาษีน้ำมัน และอะไหล่รถไปรวมกับค่าใช้จ่ายในการซื้อรถ และกำหนดให้มีอัตราสูงขึ้นเพื่อจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล	- ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลตระหนักถึงค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของการใช้พื้นผิวถนน - เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้เกิดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลดลง	- รัฐอาจต้องมีปัญหากับบริษัทผลิตรถยนต์หรือประเทศคู่ค้า - เงินเข้ารัฐลดลง
38) การปฏิรูปค่าโดยสารการขนส่ง การกระตุ้นแรงจูงใจในเรื่องราคาค่าโดยสารเพื่อสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งสาธารณะด้วยมาตรการต่าง ๆ เช่น การลดราคาค่าโดยสาร หรือการไม่คิดค่าบริการ เป็นต้น	- เป็นจุดดึงดูดและจูงใจให้มีผู้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น	- รัฐต้องเสียเงินลงทุนสูง
39) การใช้ตั๋วพิเศษโดยหักค่าตั๋วจากบัญชีเงินเดือนส่งเสริมการใช้บริการรถโดยสารประจำทางโดยใช้ตั๋วพิเศษซึ่งสามารถซื้อหาได้สะดวกโดยการหักเงินในบัญชีเงินเดือน	- ลดความยุ่งยากในขั้นตอนการชำระค่าโดยสาร - เป็นจุดดึงดูดและจูงใจให้มีผู้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น	- ผู้ใช้บริการบางกลุ่มที่ไม่เข้าใจการทำงานของระบบอาจไม่ยอมรับ
40) ตั๋วโดยสารร่วม การใช้ระบบตั๋วและการชำระค่าโดยสารที่ไม่ซับซ้อน เช่น ตั๋วโดยสารร่วม ที่ผู้โดยสารสามารถใช้ตั๋วดังกล่าวร่วมกับการโดยสารรถคันอื่นได้ หรือใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะต่างประเภทกันได้	- ลดความยุ่งยากในขั้นตอนการชำระค่าโดยสาร - เป็นจุดดึงดูดและจูงใจให้มีผู้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น - เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการ	- รัฐต้องลงทุนในเรื่องของการจัดพิมพ์ตั๋ว - ถ้าการดำเนินการไม่ดีอาจขาดทุนได้

ที่มา: เยาว์อุไร สุถิรนาถ อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

2.2.3 การพัฒนาเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน

ฐาปนา บุณยประวิตร (2559) ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงฟื้นฟูเมืองและเศรษฐกิจด้วยการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน โดยกล่าวว่า การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน (Transportation Oriented Development หรือ TOD) เป็นการผสมผสานของที่อยู่อาศัย ศูนย์การค้า และย่านพาณิชยกรรมในบริเวณพื้นที่รอบข้างสถานีขนส่งมวลชน ในระยะความสามารถในการเดินถึงได้ในเวลาไม่เกิน 5 นาที หรือในระยะทางไม่เกิน 500 เมตร โดยการสร้างระบบการสัญจรในพื้นที่ในลักษณะชุมชนแห่งการเดิน (Walkable Community) สร้างพื้นที่สีเขียวและพื้นที่สาธารณะในลักษณะโครงข่ายสีเขียวสองข้างทาง (Green Corridor) รวมถึงการปรับปรุงฟื้นฟูที่อยู่อาศัยและอาคารสาธารณะให้มีเอกลักษณ์ เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และนันทนาการ

หลักเกณฑ์ของการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน ประกอบด้วย 6 ข้อหลัก ได้แก่ 1) การปรับปรุงพื้นฟูโครงสร้างทางกายภาพพื้นที่รอบสถานีเพื่อการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพ 2) การสร้างพื้นที่นวัตกรรมที่มีศักยภาพขับเคลื่อนการพัฒนาสู่เศรษฐกิจระดับโลก 3) การสร้างสถานที่ให้มีศักยภาพและมีประสิทธิภาพในการประกอบธุรกิจ 4) การสร้างพื้นที่ TOD และสถานีขนส่งให้เป็นสถานที่ที่ดีที่สุด ไม่ใช่ให้เป็นเพียงจุดเชื่อมต่อการเดินทางเท่านั้น 5) การเพิ่มกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินผสมผสานภายในพื้นที่ TOD และ 6) การชี้นำในระดับภาคที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของยกระดับความคิดเกี่ยวกับระบบการสัญจรส่วนบุคคล เป็นต้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รูปที่ 2-1 กิจกรรมรอบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย
ที่มา: ผู้วิจัย

1) การปรับปรุงพื้นฟูโครงสร้างทางกายภาพพื้นที่รอบสถานีเพื่อการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพ เป็นการมุ่งเน้นการพัฒนาพื้นที่ TOD ให้เป็นย่านแห่งการเดิน (Walkable Neighborhood) หรือเป็นย่านที่มีการดึงดูดให้เกิดการเดินและการใช้จักรยาน (ดังรูปที่ 2-1) เพื่อสร้างปริมาณการเดินและการใช้จักรยานให้มีสัดส่วนที่มากกว่าการใช้รถส่วนตัว โดยมุ่งเน้นการใช้การเดินและการใช้จักรยานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และกระตุ้นการจับจ่ายภายในพื้นที่รอบสถานีและสองข้างทาง

2) การสร้างพื้นที่นวัตกรรมที่มีศักยภาพขับเคลื่อนการพัฒนาสู่เศรษฐกิจระดับโลก เป็นการพัฒนาพื้นที่ TOD ให้เป็นพื้นที่ธงนำของเมืองด้านเศรษฐกิจและด้านสุขภาวะ เพื่อให้เป็นพื้นที่ต้นแบบที่มีความยั่งยืนเท่าเทียม โดยการพัฒนาพื้นที่มุ่งไปสู่การขนส่งมวลชนที่จะช่วยยกระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อม สร้างสังคมที่เกื้อกูล และสร้างระบบเศรษฐกิจที่มีความแข็งแกร่งได้

3) การสร้างสถานที่ให้มีศักยภาพและมีประสิทธิภาพในการประกอบธุรกิจ เป็นการพัฒนาพื้นที่ TOD ให้เป็นพื้นที่ที่ได้รับการปรับปรุงฟื้นฟูให้เป็นสถานที่ที่ดีที่สุดของการทำงานหรือประกอบการอาชีพและเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับที่อยู่อาศัย ด้วยการฟื้นฟูระบบเศรษฐกิจให้สอดคล้องกับจำนวนประชากร ซึ่งเป็นการสร้างความมั่นคงด้านที่อยู่อาศัย การประกอบอาชีพ และการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงบริการสาธารณะ สถานบันเทิง ศูนย์การค้า รวมถึงสถานที่สวนสาธารณะด้วย เป็นต้น ดังรูปที่ 2-2

รูปที่ 2-2 สถานที่ท่องเที่ยว และศูนย์การค้าที่เกิดขึ้นรอบสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในเมืองเวียนนา

ที่มา: ผู้วิจัย

4) การสร้างพื้นที่ TOD และสถานีขนส่งให้เป็นสถานที่ที่ดีที่สุด ไม่ใช่ให้เป็นเพียงจุดเชื่อมต่อการเดินทางเท่านั้น แต่เป็นการพัฒนาปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่ รวมถึงถนน ทางเดิน ที่โล่ง และบริเวณระหว่างอาคาร ให้มีความงดงาม สามารถดึงดูดผู้คนออกมาทำกิจกรรม สร้างความคึกคักมีชีวิตชีวา สามารถสร้างเอกลักษณ์ น่าอยู่ และเป็นจุดหมายปลายทางที่มีความโดดเด่น เป็นต้น ดังรูปที่ 2-3

รูปที่ 2-3 ถนนคนเดินใกล้สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

5) การเพิ่มกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินผสมผสานภายในพื้นที่ TOD เป็นการสร้างความสมดุลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการดำเนินชีวิตให้มีลักษณะเป็นกิจวัตร ซึ่งช่วยให้เกิดกิจกรรมที่มีความหลากหลายบนทางเดินและถนน ที่มีความปลอดภัยและยังช่วยเพิ่มปริมาณผู้เดินเท้า ผู้ใช้จักรยานและระบบขนส่งสาธารณะให้มีความสมดุลกับกิจกรรมด้านเศรษฐกิจ สังคม และสันทนาการ ดังรูปที่ 2-4

รูปที่ 2-4 การผสมผสานพื้นที่กิจกรรมที่หลากหลายในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย
ที่มา: ผู้วิจัย

6) การชี้นำในระดับภาคที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของยกระดับความคิดเกี่ยวกับระบบการสัญจรส่วนบุคคล เป็นการชี้นำให้ประชาชนมองเห็นความเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการเดินทางจากการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมาเป็นระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งเป็นการชี้นำที่มีความสำคัญระดับโลก เมืองในโลกส่วนใหญ่ในขณะนี้ได้ถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นเมืองที่มีการขนส่งหลากหลายรูปแบบ โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานจากโครงข่ายถนนและทางด่วน มาเป็นโครงข่ายทางเดิน โครงข่ายจักรยาน และโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น ดังรูปที่ 2-5

รูปที่ 2-5 โครงสร้างพื้นฐานบูรณาการทุกรูปแบบการเดินทางเข้าด้วยกัน
ในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย
ที่มา: ผู้วิจัย

2.3 ตัวอย่างการพัฒนาด้านการขนส่งสำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ

2.3.1 กรณีศึกษาในต่างประเทศ

2.3.1.1 เมืองบูดาเปสต์ และเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี

ประเทศฮังการี ตั้งอยู่ในทวีปยุโรป มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นประมาณ 9.897 ล้านคน และมีพื้นที่โดยรวมประมาณ 93,030 ตารางกิโลเมตร จากการทบทวน ซึ่งทำให้ได้เห็นความแตกต่างและนวัตกรรมการพัฒนาที่ใหม่ ๆ โดยเฉพาะด้านระบบคมนาคมการขนส่ง ที่มีความพร้อมและสมบูรณ์มากพอสมควร จึงทำให้ผู้เดินทางมีทางเลือก และหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถส่วนตัวมากยิ่งขึ้น

มาตรการกำจัดการใช้รถส่วนตัว เช่น การเก็บค่าพื้นที่จอดรถ การจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนตัว และใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีระยะทางใกล้กว่าพื้นที่จอดรถส่วนตัว จึงทำให้ผู้เดินทางเลือกที่จะเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมากกว่าการใช้รถส่วนตัว เนื่องจากมีความสะดวกและลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า เป็นต้น

รูปที่ 2-6 ตู้จำหน่ายตั๋วโดยสารทุกประเภท ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับค่าโดยสารรถโดยสารสาธารณะ (ตั๋วโดยสาร) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ประเภทรายเที่ยว และ 2) ประเภทรายวัน ได้แก่ 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง ซึ่งตั๋วโดยสารหนึ่งใบสามารถใช้ร่วมกับระบบขนส่งสาธารณะได้ทุกรูปแบบ (ตั๋วร่วมบริการ)

รูปที่ 2-7 รถบัสโดยสารไฟฟ้า ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-8 ป้ายแสดงเส้นทางระบบขนส่งสาธารณะ ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการบูรณาการระบบการคมนาคมขนส่ง โดยรูปแบบการเดินทางของระบบขนส่งสาธารณะภายในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี มีด้วยกันหลายรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย รถบัสโดยสาร รถไฟใต้ดิน รถไฟรางเบา รวมถึงรถจักรยานสาธารณะ ซึ่งมีการเชื่อมโยงครอบคลุมทั่วทั้งเมือง จึงทำให้รถส่วนตัวไม่มีความจำเป็นต่อการเดินทาง โดยจากการสังเกตปริมาณรถที่วิ่งบนถนนในเมือง ซึ่งพบว่า มีปริมาณรถส่วนตัวที่ค่อนข้างน้อยและแทบจะไม่เห็นถึงปัญหาการจราจรติดขัดเลย แต่เมื่อพิจารณาระบบขนส่งสาธารณะบนโครงข่าย จะสังเกตเห็นว่าจะมีรถโดยสารต่าง ๆ วิ่งผ่านอยู่

ตลอดเวลา จึงทำให้ผู้เดินทางสะดวกสบายในการเดินทางมากยิ่งขึ้น (ดังรูปที่ 2-9) นอกจากระบบขนส่งภายในเมืองที่ดีแล้ว สำหรับระบบการขนส่งระหว่างเมืองหรือระหว่างประเทศด้วยรถไฟฟ้า ที่มีความสะดวก รวดเร็ว ตรงต่อเวลา และราคาประหยัด เป็นต้น

รูปที่ 2-9 ป้ายรถบัสโดยสารสาธารณะ ใกล้สถานีรถไฟระหว่างเมือง
ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-10 รถไฟฟ้ารางเบา ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-11 ปริมาณการจราจรภายในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการจำกัดสิทธิ์ในการใช้พื้นที่ถนนของรูปแบบการเดินทางบางประเภท เช่น ถนนบางเส้นห้ามไม่ให้รถจักรยานผ่าน และบางเส้นกำหนดสิทธิ์ให้จักรยาน ซึ่งทำให้ผู้ใช้ถนนได้เข้าใจถึงสิทธิ์ของตัวเองอย่างชัดเจน และทำให้ลดการเกิดอุบัติเหตุได้ แสดงดังรูปที่ 2-12

รูปที่ 2-12 ถนนที่จำกัดสิทธิ์ให้และไม่ให้รถจักรยานผ่าน ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-13 เครื่องกั้นจำกัดการผ่านของรถในซอยเล็กแบบจ่ายค่าบริการ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากนี้ ยังมีถนนบางเส้นที่จำกัดสิทธิ์ไม่ให้รถขนาดใหญ่ผ่าน หากผู้เดินทางต้องการผ่าน ก็จะต้องจ่ายค่าผ่านทาง ด้วยการจ่ายผ่านเครื่อง แสดงดังรูปที่ 2-13 และ 2-14

รูปที่ 2-14 เครื่องกั้นจำกัดการผ่านของรถขนาดใหญ่แบบจ่ายค่าบริการ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

ก) แบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร สำหรับคนเดินเท้า

ข) แบบมีสัญญาณไฟจราจร สำหรับคนเดินเท้า

รูปที่ 2-15 ทางข้ามสำหรับคนเดินเท้า ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

เมื่อพิจารณาการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดิน และการใช้รถจักรยาน รวมไปถึงการใช้สเก็ตบอร์ด (Skateboard) และอื่น ๆ โดยจากการสังเกตจำนวนผู้ใช้ที่พบเห็นได้ทั่วไป และมีจำนวนมาก ประกอบกับการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่มีความปลอดภัยและส่งเสริมให้มีการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากยิ่งขึ้น

สำหรับการเดินข้ามถนนในประเทศฮังการี พบว่า ผู้เดินทางทุกคนจะต้องเคารพสิทธิ์ซึ่งกันและกัน โดยสังเกตจากการข้ามถนน ทุกคนจะต้องปฏิบัติตามกฎจราจรโดยการรอสัญญาณไฟ ซึ่งสัญญาณไฟจะมีสำหรับทุกคน ได้แก่ คนเดินเท้า รถจักรยาน รถประจำทาง และรถส่วนตัว แต่หากบริเวณใดที่เป็นทางม้าลายแบบไม่มีสัญญาณไฟ ผู้ใช้รถทุกประเภทจะต้องหยุดและให้สิทธิ์คนเดินเท้า (และจักรยาน) ข้ามถนนก่อนเสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าชื่นชมมาก (ดังรูปที่ 2-15)

นอกจากนั้น สำหรับพื้นที่บางพื้นที่ จะกำหนดให้เป็นพื้นที่ปลอดรถ คือไม่อนุญาตให้รถทุกชนิดผ่าน ยกเว้นรถจักรยาน โดยพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นย่านตัวเมือง สำหรับให้ผู้คนใช้เลือกซื้อสินค้า ร้านอาหาร ท่องเที่ยวพักผ่อน และทำกิจกรรมสันทนาการต่าง ๆ เป็นต้น (ดังรูปที่ 2-16)

รูปที่ 2-16 การจำกัดพื้นที่สำหรับคนเดินเท้าและรถจักรยาน ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

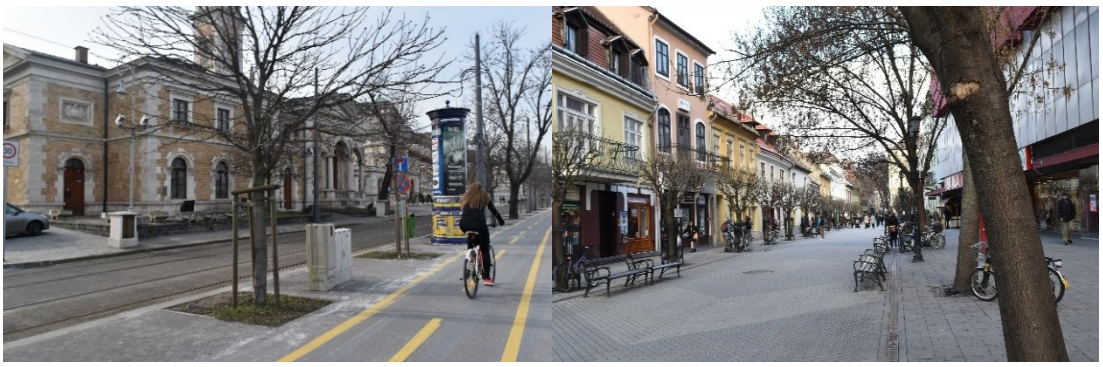
นอกจากระบบคมนาคมขนส่งสาธารณะที่ดีเยี่ยมแล้ว สำหรับนโยบายการจำกัดพื้นที่จอดรถของรถส่วนตัวของประเทศฮังการี ก็มีความน่าสนใจ จะเห็นว่า สำหรับพื้นที่ภายในเมือง (Urban Area) พื้นที่จอดรถจะเป็นพื้นที่จอดรถแบบจ่ายค่าบริการเท่านั้น และสำหรับบางพื้นที่ก็จะเป็นพื้นที่ห้ามจอด นอกจากนี้ จากการสังเกตพื้นที่จอดรถในเขตศูนย์กลางเมือง (กรณีตัวอย่างเมืองเจอร์

ประเทศฮังการี) จะไม่มีพื้นที่จอดรถที่เป็นส่วนบุคคล (ที่สามารถจอดรถได้บริเวณด้านหน้าที่พักอาศัย เหมือนประเทศไทย)

ยกเว้นพื้นที่ชนบท (Rural Area) โดยที่นี้จะกำหนดพื้นที่จุดจอดรถแบบส่วนรวม (ดังรูปที่ 2-17 ขวาบน) ซึ่งเป็นการสร้างอุปสรรค์ให้ผู้ใช้ โดยจะต้องเดินเท้าเป็นระยะไกลจากที่พักไปยังพื้นที่จอดรถนั้น ๆ ทำให้ผู้เดินทางหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะแทนซึ่งมีความสะดวกและประหยัดมากกว่า เป็นต้น

รูปที่ 2-17 การจำกัดพื้นที่จอดรถ ในเมืองบูดาเปสต์ และเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการสนับสนุนการใช้รถจักรยานในฮังการี พบว่า ทุกเส้นทางจะมีการกำหนดแบ่งและตีเส้นจราจรของทางจักรยานที่ชัดเจนควบคู่ไปกับทางเท้า จากรูปที่ 2-18 จะเห็นว่า การแบ่งช่องว่างจราจรระหว่างเส้นทางรถใหญ่กับเส้นทางจักรยาน ซึ่งทำให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อีกส่วนหนึ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้รถจักรยานสาธารณะ คือ การให้บริการรถจักรยานเช่าสาธารณะที่มีการจัดวางตำแหน่งใกล้กับจุดเปลี่ยนถ่ายผู้เดินทาง เช่น สถานีรถไฟใต้ดิน ป้ายรถโดยสาร รวมถึงสถานที่สำคัญ ๆ ที่มีคนจำนวนมาก ซึ่งทำให้ผู้เดินทางหันมาใช้รถจักรยานมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2-19 และ รูปที่ 2-20



รูปที่ 2-18 เส้นทางรถจักรยาน ในเมืองบูดาเปสต์ และเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-19 จุดบริการรถจักรยานให้เช่า ใกล้สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-20 เครื่องจำหน่ายตั๋วสำหรับจักรยานเช่า เมืองเจอร์ ประเทศฮังการี
ที่มา: ผู้วิจัย

2.3.1.2 เมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย

ประเทศออสเตรีย หรือ สาธารณรัฐออสเตรีย เป็นหนึ่งในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป มีพื้นที่รวมประมาณ 83,871 ตารางกิโลเมตร มีประชากรประมาณ 8.5 ล้านคน โดยเมืองหลวง คือ กรุงเวียนนา สำหรับสภาพทางเศรษฐกิจ ออสเตรียนับเป็นรัฐสวัสดิการที่มีฐานะทางเศรษฐกิจมั่งคั่ง และมีความก้าวหน้ามากที่สุดประเทศหนึ่ง เศรษฐกิจของออสเตรียพึ่งพาภาคบริการเป็นหลัก โดยคิดเป็นร้อยละ 68.5 ของ GDP ภาคบริการที่เป็นจุดแข็ง ได้แก่ การท่องเที่ยว การธนาคาร และการ คมนาคมขนส่ง ส่วนการผลิต ภาคอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 32 ของ GDP โดยเน้นการผลิตสินค้าแปรรูปจากเหล็ก โลหะ กระดาษ เครื่องยนต์และส่วนประกอบ ส่วนมากอยู่ในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีในระดับกลางและต่ำ (Department of Trade Negotiations, 2010)

สำหรับระบบการคมนาคมขนส่งในประเทศออสเตรีย จากการทบทวนแผนการพัฒนาเมือง โดยเฉพาะในกรุงเวียนนา เมืองหลวงของประเทศออสเตรีย ที่มีการวางแผน "Smart City Wien" โดยกำหนดเป้าหมายของวัตถุประสงค์ออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านการขับเคลื่อนนวัตกรรม 2) ด้านการขับเคลื่อนคุณภาพชีวิต และ 3) ด้านทรัพยากร โดยเฉพาะด้านทรัพยากร ซึ่งได้แบ่งออกเป็นส่วนย่อย 4 ส่วน ได้แก่ 1) ด้านพลังงาน ที่ต้องการลดการใช้พลังงานต่อประชากรลงร้อยละ 40 และเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 50 ภายในปี ค.ศ. 2050 2) การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานในตึกใหม่ (Zero-energy) 3) การรักษามาตรฐานด้านโครงสร้างพื้นฐานระดับสูง และสุดท้าย 4) ด้านคมนาคมขนส่ง ที่มุ่งเน้นการลดสัดส่วนการเดินทางโดยพาหนะส่วนตัวให้ต่ำกว่าร้อยละ 15 และมุ่งสนับสนุนการเดินเท้าและการใช้จักรยานมากยิ่งขึ้น (Ministry of industry (Thailand), 2015)

รูปที่ 2-21 สถานีรถไฟระหว่างประเทศ ณ กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย

ที่มา: ผู้วิจัย

สิทธา เจนศิริศักดิ์ (2557) ได้นำเสนอการวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืน บทเรียนจากยุโรป สำหรับประเทศไทย โดยยกตัวอย่างสำหรับกรณีศึกษากรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย โดยพบว่า จากการกำหนดแผนการเดินทางในเมืองเวียนนา (the urban mobility plan 2003) โดยรัฐบาลกรุงเวียนนา ซึ่งได้วางนโยบาย การขยายเส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดิน ระบบสิทธิ์พิเศษในการเดินรถประจำทางและรถไฟฟ้า (bus and tram priority) การปรับปรุงการบริการของรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้า การเพิ่มอัตราค่าบริการและควบคุมพื้นที่จอดรถ การขยายโครงข่ายเส้นทางเฉพาะรถจักรยาน การปรับปรุงขยายพื้นที่ทางเท้าให้กว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร รวมถึงปรับปรุงสัญญาณไฟทางข้ามให้ลดเวลารอไม่เกิน 40 วินาที และมาตรการควบคุมความเร็วในเขตพื้นที่ชุมชนให้ไม่เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

นอกจากนี้ สิทธา เจนศิริศักดิ์ (2557) ยังได้อธิบายถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งประกอบด้วย 1) รถรางไฟฟ้า (tram) ระยะทาง 232 กิโลเมตร ที่ใช้ถนนร่วมกับรถยนต์ 2) รถไฟฟ้าใต้ดิน (underground) ระยะทาง 61 กิโลเมตร 3) รถประจำทาง (bus) ที่เป็นช่องจราจรเฉพาะ ระยะทาง 60 กิโลเมตร (10%) จากทั้งหมด 636 กิโลเมตร จากการวางแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่มีความยาวโครงข่าย กว่า 300 กิโลเมตร ซึ่งสามารถรองรับปริมาณผู้เดินทางได้ถึง 2 ล้านคนต่อวัน

จากแผนการพัฒนาเมืองดังกล่าว ทำให้ระบบการคมนาคมขนส่งในประเทศออสเตรียที่มีความทันสมัย และมีความสะดวกสบาย ส่งเสริมให้ผู้คนหันมาเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมากและลดการใช้รถส่วนตัว

รูปที่ 2-22 สถานีรถไฟระหว่างประเทศ (Vienna Central Station) ที่เชื่อมต่อรถไฟฟ้าใต้ดินภายในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับระบบคมนาคมขนส่งสาธารณะภายในกรุงเวียนนา ประกอบไปด้วย รถไฟฟ้าใต้ดิน รถไฟฟ้ารางเบา (Tram) รถบัสโดยสารประจำทาง และเรือโดยสาร จากรูปที่ 2-23 เป็นแผนที่แสดงรายละเอียดของระบบขนส่งสาธารณะภายในกรุงเวียนนา ซึ่งมีการวางโครงข่ายไว้ได้ครอบคลุมทั่วทั้งเมือง สำหรับรถไฟฟ้าใต้ดิน (U-Bahn) ซึ่งรูปแบบการเดินทางขนาดใหญ่ที่สุดในกรุงเวียนนา โดยมีสายให้บริการทั้งหมด 5 สาย คือ U1 (สายสีแดง) U2 (สายสีม่วง) U3 (สายสีส้ม) U4 (สายสีเขียว) และ U6 (สายสีน้ำตาล)

รูปที่ 2-23 แผนที่ระบบขนส่งสาธารณะภายในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย

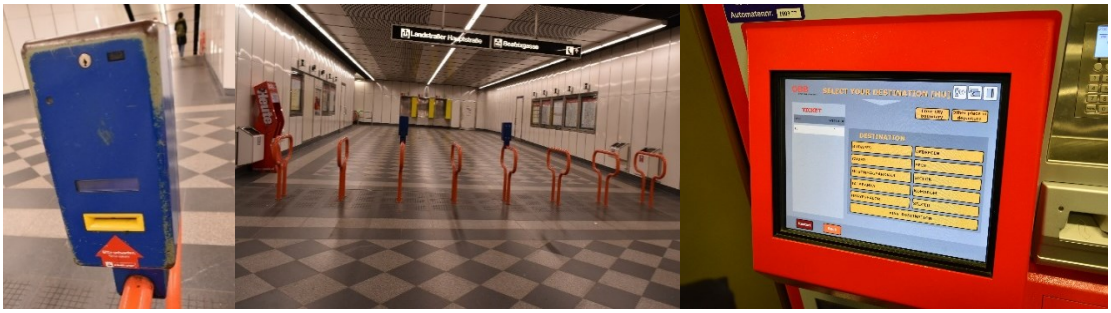
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-24 รถไฟฟ้าใต้ดินสายสีแดง (U1) กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย

ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการจำหน่ายตั๋วโดยสารสาธารณะในกรุงเวียนนา มีหลายประเภท ประกอบด้วย ตั๋วเที่ยวเดียว (Single trip) ตั๋วรายชั่วโมง มี 3 ประเภท คือ 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง โดยตั๋วหนึ่งใบ สามารถใช้บริการร่วมได้ทุกรูปแบบ (ดังรูปที่ 2-25 ขวา) ซึ่งเป็นเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสาร

สำหรับระบบบันทึกตั๋วโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเวียนนา เนื่องจากกลุ่มผู้เดินทางส่วนใหญ่ที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเวียนนา ร้อยละ 90.0 เป็นผู้ใช้ตั๋วรายเดือน และมีเพียง 10.0% เท่านั้น ที่เป็นกลุ่มผู้เดินทางรายเที่ยว จึงทำให้ระบบบันทึกตั๋วโดยสารไม่มีความจำเป็นมากนัก ซึ่งสังเกตได้จากรูปที่ 2-25 ซ้ายและกลาง ที่มีจำนวนน้อยเพียง 1-2 เครื่องต่อจำนวนประตูทางเข้าระบบขนส่งสาธารณะถึง 9 ทาง และประกอบกับกฎระเบียบที่มีความเข็มงวด ซึ่งหากผู้โดยสารไม่ได้นำตั๋วไปทำการบันทึก และหากมีการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ ผู้เดินทางจะต้องโดนจ่ายค่าปรับเป็นเงินถึง 35 ยูโร (Euro) หรือประมาณหนึ่งพันบาทไทย จึงทำให้ไม่ค่อยมีผู้ใดอยากที่จะกระทำความผิด



รูปที่ 2-25 ระบบบันทึกและเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารของผู้ใช้การรถไฟฟ้าใต้ดิน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-26 รถไฟฟ้ารางเบา ในกรุงเวียนนา

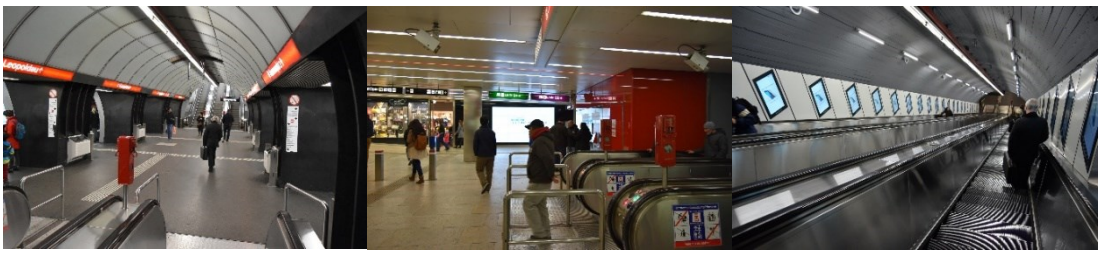
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับรถไฟฟ้ารางเบา (Tram หรือ S-Bahn) มีโครงข่ายครอบคลุมทั้งเมืองประมาณ 232 กิโลเมตร โดยจากรูปที่ 2-26 จะเห็นว่ารถไฟฟ้ารางเบาได้มีการออกแบบมาให้วิ่งร่วมกับรถส่วนตัวบนถนน ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะให้มากขึ้น และเข้ามาทดแทน หรือจะกล่าวได้ว่าเป็นการแย่งพื้นที่ถนนของรถส่วนตัว อีกทั้งจากการออกแบบระบบสัญญาณไฟจาราจรเพื่อให้สิทธิ์รถสาธารณะไปก่อน ก็ยิ่งทำให้เห็นว่าหลักการพัฒนาเป็นการให้ความสำคัญกับรูปแบบการเดินทางอื่นมากยิ่งขึ้น และลดความสำคัญของรถส่วนตัวลง อีกทั้งยังมีการสร้างข้อจำกัดของการใช้รถส่วนตัวอีก สิทธา เจนศิริศักดิ์ (2557) ได้กล่าวถึงมาตรการควบคุมพื้นที่จอดรถและการเก็บค่าพื้นที่จอดรถในกรุงเวียนนา ที่มีราคาสูงยิ่งขึ้น โดยจากเดิมที่ค่อนข้างสูงอยู่แล้ว

รูปที่ 2-27 ภายในห้องผู้โดยสารของรถไฟฟ้ารางเบา ในกรุงเวียนนา

ที่มา: ผู้วิจัย

จากการออกแบบระบบโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะโดยการบูรณาการทุกรูปแบบการเดินทาง การเชื่อมต่อและผสานทุกรูปแบบการเดินทางเข้าด้วยกัน จึงทำให้ผู้เดินทางสามารถเดินทางไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ได้ทุกพื้นที่ จากการสำรวจรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะทุกประเภท จากการทดลองเดินทางในเส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดินทุกสาย รถบัสโดยสารประจำทาง และรถไฟฟ้ารางเบา ซึ่งพบว่า ผู้เดินทางสามารถเดินทางไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ได้ทุกพื้นที่ จะเห็นได้ว่า รถส่วนตัวไม่มีความจำเป็นต่อการเดินทางภายในกรุงเวียนนาเลย ยกตัวอย่างการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าใต้ดิน เมื่อถึงสถานีปลายทาง จะมีรถโดยสารประจำทางมาจอดรอที่สถานีดังกล่าวอยู่แล้ว (ดังรูปที่ 2-29 ล่าง) จึงทำให้การเดินทางมีความสะดวก และอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญที่น่าประทับใจ คือ การให้บริการระบบขนส่งสาธารณะที่มีความตรงต่อเวลา จากการสังเกต เมื่อถึงเวลา (ตามป้ายแสดงเวลาการออกรถต่าง ๆ) ทุกรูปแบบการเดินทางจะออกรถทันที จึงทำให้การเดินทางของผู้เดินทางสามารถควบคุมเวลาและวางแผนการเดินทางได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2-28 บริเวณภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-29 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่บูรณาการทุกรูปแบบการเดินทาง
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่มีการบูรณาการทุกรูปแบบการเดินทางเข้าด้วยกัน ได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะ การเดินเท้า และการใช้รถจักรยาน ให้สามารถเดินทางร่วมกันได้ ทั้งการอนุญาตให้นำรถจักรยานขึ้นระบบขนส่งสาธารณะได้ทุกชนิด การออกแบบลิฟต์สำหรับผู้เดินทางที่เป็นผู้สูงอายุ อีกทั้งสำหรับรถโดยสารประจำทางที่มีเทคโนโลยีที่สามารถปรับชานของรถให้ต่ำลงได้เมื่อจอดให้ผู้โดยสารขึ้นและลง ณ ป้ายจอดรถต่าง ๆ ดังรูปที่ 2-30 หากผู้ศึกษาสังเกต จะเห็นว่า รถโดยสารประจำทางมีการปรับเอนตัวรถมาทางด้านขวา ฝั่งประตูเข้าออก เพื่อให้ผู้เดินทางสามารถเข้าและออกได้อย่างสะดวก

รูปที่ 2-30 ระบบเทคโนโลยีการปรับความสูงของรถโดยสารประจำทางให้ชานชาลาต่ำลง
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-31 เส้นทางจักรยานและพื้นที่ทางเดินเท้า ในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย
ที่มา: ผู้วิจัย

จากรูปที่ 2-31 ซึ่งเป็นเส้นทางจักรยานและพื้นที่ทางเดินเท้าในกรุงเวียนนา เมื่อเปรียบเทียบขนาดของพื้นที่ถนนของรถส่วนตัว กับพื้นที่ของเส้นทางจักรยานและทางเดินเท้า พบว่า พื้นที่ของเส้นทางจักรยานและทางเดินเท้าจะมีความกว้างที่มากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่ต้องการให้อำนวยความสะดวกและให้สิทธิ์ผู้ใช้ระบบขนส่งสาธารณะ รถจักรยานและคนเดินเท้ามากกว่า และเมื่อพิจารณาเส้นทางจักรยานจะเห็นว่าได้มีการตีเส้นจราจร (สีเขียว) เพื่อให้เห็นได้ชัดเจน ซึ่งเป็นการแสดงให้ทราบถึงสิทธิ์ในการใช้ถนนของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

รูปที่ 2-32 รถโดยสารประจำทางในกรุงเวียนนา

ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากนี้ จากการพยายามส่งเสริมให้ผู้เดินทางใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น ที่สังเกตได้จากการอนุญาตให้ผู้เดินทางสามารถนำสัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข (ดังรูปที่ 2-33) ขึ้นระบบขนส่งสาธารณะได้ ยิ่งเป็นการลดข้อจำกัดและสามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการได้มากยิ่งขึ้น

รูปที่ 2-33 การอนุญาตให้ผู้เดินทางนำสัตว์เลี้ยงขึ้นระบบขนส่งสาธารณะได้

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-34 รถไฟฟ้าระหว่างประเทศ (ออสเตรีย-ฮังการี)

ที่มา: ผู้วิจัย

2.3.1.3 เมืองโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก

ประเทศเดนมาร์ก หรือ ราชอาณาจักรเดนมาร์ก (Kongeriget Danmark) เป็นอีกหนึ่งประเทศที่อยู่ในสมาชิกสหภาพยุโรป มีพื้นที่รวม 43,094 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนประชากร 5.4 ล้านคน โดยมีเมืองหลวงคือ กรุงโคเปนเฮเกน จากการจัดอันดับของโคเปนฮาเจไนซ์ อินเด็กซ์ (Copenhagenize Index) ดัชนีจัดอันดับเมืองที่เป็นมิตรต่อจักรยาน ได้ทำการคัดเลือกเมืองต่าง ๆ กว่า 122 เมืองทั่วโลก เพื่อนำมาจัดทำดัชนีเมืองที่เป็นมิตรต่อการปั่นจักรยานมากที่สุด โดยในปี ค.ศ. 2015 กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ถูกจัดอันดับให้อยู่ในอันดับที่ 1 โดยเหตุผลที่ว่าเป็นเมืองที่มีนโยบายส่งเสริมการปั่นจักรยานอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักปั่น ทำให้กรุงโคเปนเฮเกนกลายเป็นเมืองที่เป็นมิตรต่อการปั่นจักรยาน ซึ่งขึ้นนำกรุงอัมสเตอร์ดัม เมืองหลวงของเนเธอร์แลนด์ ที่เคยครองแชมป์อันดับหนึ่งมาก่อน (Robert Steuteville, 2014)

รูปที่ 2-35 รถจักรยานจำนวนมากในกรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก
ที่มา: ผู้วิจัย

จากนโยบายการส่งเสริมให้ผู้คนเดินทางด้วยรถจักรยานของรัฐบาล โดยการเพิ่มสิ่งอำนวยความสะดวกด้านโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงการดูแลสำหรับความปลอดภัยในการเดินทางด้วยรถจักรยาน จึงทำให้มีการปรับปรุงถนนที่มีอยู่เดิมให้มีความเหมาะสมแก่การปั่นจักรยาน ได้แก่ 1) การสร้างช่องจราจรของรถจักรยานที่ทาสีฟ้าและสีแดงบนถนนกว่า 300 กิโลเมตร รอบ ๆ เมือง ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกและลดอุบัติเหตุให้กับผู้ใช้จักรยานมือใหม่และเด็ก ๆ ได้ด้วย 2) การพิจารณาเพิ่มตำแหน่งการติดตั้งและปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรให้อยู่ในระดับของสายตาของผู้ใช้จักรยาน (รูปที่ 2-36) และ 3) การจัดให้มีจักรยานสาธารณะบริการฟรี 2000 คัน (รูปที่ 2-37) โดยมีจุดจอดถึง 110 จุด พร้อมมีระบบการยืมและคืนรถจักรยานได้สะดวกยิ่งขึ้น (Robert Steuteville, 2014)

รูปที่ 2-36 สัญญาณไฟจราจรที่เหมาะกับระดับสายตาผู้ใช้รถจักรยาน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-37 จุดให้บริการจักรยานสาธารณะ

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-38 สะพานสำหรับผู้ใช้จักรยานและคนเดินเท้าข้าม

ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากการอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยานด้วยการแบ่งช่องจราจรและการทาสีช่องจราจรแล้ว รัฐบาลยังได้กำหนดสร้างสะพานทางข้ามรวมถึงทางด่วนสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน ดังรูปที่ 2-38

นายมิคาเอล วินเทอร์ ฑูตเดนมาร์ก ประจำประเทศไทย ได้กล่าวว่านโยบายการพัฒนาเมืองของกรุงโคเปนเฮเกนไม่มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ แต่จะใช้จักรยานเป็นเครื่องมือหนึ่งในการสร้างเมืองแบบยั่งยืน พร้อมกำหนดให้ทางจักรยานคือองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาผังเมืองโคเปนเฮเกน โดยอาจกลายเป็นผู้นำด้านระบบการขนส่งเมืองของโลก มีสาเหตุมาจากการจัดลำดับให้จักรยาน มีความสำคัญมากกว่ายานพาหนะอื่นๆ เริ่มจากการสร้างทางจักรยาน (Bicycle Superhighway) ที่มีการเชื่อมโยงเส้นทางไปยังเขตชานเมือง และในปี ค.ศ. 2025 รัฐบาลเดนมาร์กมีเป้าหมายก้าวสู่การเป็น "เมืองคาร์บอนต่ำ" แห่งแรกของโลก โดยระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวได้กว่าร้อยละ 55 ซึ่งหน่วยงานภาครัฐ ก็ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาเมืองหลวง เนื่องจากในปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเขตเมือง และในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทำให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นนโยบายหลักของการออกแบบผังเมืองด้วยเช่นกัน (Voice Tv Co., Ltd., 2014)

รูปที่ 2-39 เส้นทางจักรยานในกรุงโคเปนเฮเกน
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-40 ที่จอดรถจักรยานแบบสองชั้นในกรุงโคเปนเฮเกน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-41 ปริมาณรถจักรยานจำนวนมากจากความนิยมใช้เดินทางภายในกรุงโคเปนเฮเกน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-42 ความนิยมใช้รถจักรยานสำหรับการเดินทางในชีวิตประจำวัน
ของผู้คนภายในกรุงโคเปนเฮเกน
ที่มา: ผู้วิจัย

2.3.2 กรณีศึกษาในประเทศไทย

2.3.2.1 นโยบายและมาตรการที่ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน

สำหรับการทบทวนมาตรการและนโยบายที่ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน และลดการใช้รถส่วนตัว งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกรณีศึกษาจากมหาวิทยาลัยฯ ต่าง ๆ ทั้งที่ประสบความสำเร็จและเจอปัญหาอุปสรรคจากการดำเนินนโยบายและมาตรการ ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รายละเอียด ดังนี้

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล

รูปที่ 2-43 การให้บริการรถรางภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
ที่มา: พรประไพ เสือเขียว (2559)

มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา จังหวัดนครปฐม ถือว่าได้เป็นมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ระดับหนึ่งในภาคกลาง ส่งผลให้จำนวนนักศึกษาและบุคลากรมากเช่นกัน ดังนั้นระบบขนส่งสาธารณะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเดินทางจากกรุงเทพมหานคร เข้าสู่มหาวิทยาลัยฯ ซึ่งระบบขนส่งสาธารณะก็จะมีเพียงแค่รถเมล์ปรับอากาศ (ขสมก.) สายที่ 515 เท่านั้น รองลงมาเป็นรถตู้โดยสาร ดังนั้นจึงส่งผลให้นักศึกษาและบุคคลากรนิยมนำรถส่วนตัวเข้ามาใช้ในการเดินทางมากยิ่งขึ้น และปัญหาที่ตามมาก็คือ พื้นที่จอดรถ ซึ่งเมื่อย้อนไปเมื่อ 6-7 ปีก่อน ถนนที่มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรในมหาวิทยาลัย ต้องกลายมาเป็นที่จอดรถถึง 3 ช่องจราจร

มหาวิทยาลัยมหิดล มีพื้นที่ประมาณ 1,240 ไร่ และมีจำนวนนักศึกษาประมาณ 20,000 คนต่อปี ในแต่ละวันจะมีปริมาณรถยนต์ที่ผ่านเข้า-ออกในมหาวิทยาลัยของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ และบุคลากรอาจารย์ และ นักศึกษาภาคปกติ คิดเป็น 4,000 และ 2,000 คันต่อวัน ซึ่งในสมัยที่ นพ. ปิยะสกล สกลสัตยาทร ดำรงตำแหน่งอธิการบดี กำหนดเรื่องมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green

University) ให้อยู่ในแผนแม่บทของมหาวิทยาลัยในปี 2550 มีเป้าหมายเพื่อลดการใช้รถยนต์ภายในมหาวิทยาลัยฯ โดยการก่อสร้างอาคารจอดรถชั่วคราวไว้ทุกทางเข้าออกของประตู สามารถรองรับการจอดได้จุดละ 1,800 คัน และในแผนแม่บทตั้งงบประมาณก่อสร้างอาคารจอดรถไว้ 4 อาคาร ที่สามารถรองรับที่จอดรถได้อาคารละ 1,000 คัน เมื่อจอดรถแล้วใช้บริการรถรางเดินทางไปตามคณะต่าง ๆ หรือเลือกใช้จักรยาน

แผนถัดมา คือ ต้องการคืนพื้นที่ถนน 3 ช่องจราจรที่กลายเป็นที่จอดรถ เพื่อนำมาปรับปรุงเปลี่ยนเป็นเส้นทางจักรยานรอบมหาวิทยาลัยฯ ที่มีการออกแบบทางจักรยานให้มีความร่มรื่นและร่มเงา ด้วยการลงทุนซื้อต้นไม้ขนาดใหญ่มาปลูก และมีการบริการรถจักรยานให้ยืม 400 คัน สำหรับทุกประตูเข้า-ออกมหาวิทยาลัยฯ และบริเวณหอพักอาศัย และการเพิ่มจุดขึ้นลงรถเวียนรับส่ง (shuttle bus) เพื่อบริการแก่นักศึกษาและบุคลากรจากทั่วมุมเมือง

รูปที่ 2-44 อาคารที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
ที่มา: พรประไพ เสือเขียว (2559)

สำหรับจำนวนรถจักรยานที่ไม่เพียงพอ เมื่อเทียบกับจำนวนของนักศึกษาที่มีมากถึง 20,000 คน ผู้บริหารต้องการทดสอบการใช้รถจักรยาน และความสำคัญของรถจักรยาน เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้ว่า หากไม่มีจักรยานแล้วจะลำบาก จึงต้องซื้อรถจักรยาน และอยากสร้างเรื่องจิตสำนึก เมื่อจบจากมหาวิทยาลัยแล้วมีประสบการณ์จักรยานส่งต่อไปเมื่อมีครอบครัว และมหาวิทยาลัยเปิดประมูลให้ร้านจักรยานเอกชนเข้ามาเปิดร้านในพื้นที่ โดยเข้าไปควบคุมเรื่องราคาขาย โดยจัดให้มีศูนย์รวมจักรยานขายทั้งจักรยานมือหนึ่งและมือสอง พร้อมบริการซ่อมและเติมลมฟรี นอกจากนี้มหาวิทยาลัยมหิดล ยังได้เปิดหลักสูตรวิชาเลือกเรื่องจักรยาน สำหรับนักศึกษาทุกชั้นปี ใช้อาจารย์สอนจำนวน 10 คน โดยมีนักศึกษาสนใจเข้าร่วมเรียนถึงปีการศึกษาละ 400 คน

รูปที่ 2-45 การเดินทางด้วยรถจักรยานภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
ที่มา: พรประไพ เสือเขียว (2559)

นอกเหนือจากการบริการจัดกายภาพและการให้บริการจักรยานแล้ว มหาวิทยาลับฯ ยังมีบริการรถรางวิ่งรอบมหาวิทยาลัยฯ จำนวน 16 คัน โดยสามารถรองรับผู้โดยสารได้ 30 คนต่อคัน ให้บริการทุก 15 นาที ยกเว้นในชั่วโมงเร่งด่วนที่จะต้องเพิ่มความถี่บริการ โดยปัจจุบันรถรางมีเส้นทางให้บริการ 3 สาย โดยมีสถานีหลักอยู่บริเวณหลังหอพัก เมื่อมีระบบขนส่งในมหาวิทยาลัยรองรับทุกด้าน หากมีผู้ฝ่าฝืนจอดรถในที่ห้ามจอด มหาวิทยาลัยมีประกาศกฎจราจรของมหาวิทยาลัยขึ้นใช้เอง (อ้างอิงตามกฎจราจรที่ใช้บนท้องถนน) สำหรับกรณีจอดรถในที่ห้ามจอด หรือนำรถที่ไม่มีสติกเกอร์มาจอด จะถูกล็อคล้อเสียค่าปรับ 200 บาท โดยช่วงเปิดเทอมที่ผ่านมา มียอดจำนวนเงินที่ได้ปรับถึงวันละ 4,000-5,000 บาท ซึ่งทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงกฎระเบียบ

สำหรับช่วงรับปริญญา เดือนกันยายนของทุกปี ถือเป็นช่วงวิกฤติจราจรของมหาวิทยาลัยฯ จากประสบการณ์หลาย ๆ ครั้งทำให้ต่อมาได้มีมาตรการแก้ปัญหาด้วยการกำหนดให้มีจุดจอดรถของญาติของนักศึกษา ณ บริเวณถนนอักษะทั้งหมดแล้วใช้รถเวียนรับส่ง (shuttle bus) รับส่งแทน จึงทำให้ปัญหาการจราจรติดขัดสามารถลดลงได้พอสมควร

รูปที่ 2-46 รถเวียนรับส่ง ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
ที่มา: พรประไพ เสือเขียว (2559)

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรณีตัวอย่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ออกนโยบายกำจัดการใช้รถจักรยานยนต์ "*มหาวิทยาลัยสีเขียว (*Green University*)*" โดยเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ที่ผ่านมา ทางมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้มีการออกนโยบายการจำกัดการใช้ยานพาหนะ และรณรงค์ให้นักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นการปั่นรถจักรยานแทน โดยใช้ชื่อนโยบายว่า "*นโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (*Green University*)*" จากนโยบายของ ศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ จินายน อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อความมุ่งมั่นที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยนเรศวร ให้เป็นเมืองมหาวิทยาลัยสีเขียว ที่มีสภาพแวดล้อมน่าอยู่ รื่นรมย์ เอื้อต่อวิถีชีวิตที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ควบคู่กับการสร้างจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมของนิสิต บุคลากรและชุมชนโดยรอบ ซึ่งนโยบายดังกล่าวได้กำหนดห้ามนำรถจักรยานยนต์ เข้ามาภายในมหาวิทยาลัยฯ ในช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 08:00-17:00 น. ซึ่งจากนโยบายดังกล่าว ส่งผลให้นักศึกษาเกิดความเดือดร้อน และออกมาประท้วง โดยให้เหตุผลว่า นโยบายดังกล่าว ทำให้เวลาในการเดินทางไปเรียนช้าลง และในช่วงหน้าฝนจะมีความลำบากมาก รวมทั้งเครื่องแต่งกายของนิสิตผู้หญิงที่สวมใส่เป็นกระโปรงทรงเอ และทรงรัดรูป ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปั่นรถจักรยาน และถึงแม้ทางมหาวิทยาลัยฯ จะให้บริการรถประจำทางไฟฟ้า แต่รถประจำทางไฟฟ้าก็ไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ยิ่งในช่วงเวลาเร่งด่วน หากต้องรอขึ้นรถประจำทางไฟฟ้าจะเกิดความล่าช้าหากจะต้องเดินทางไปเรียนยังอาคารอื่น ๆ เมื่อเปลี่ยนคาบเรียนภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งต่อมาหลังจากนักศึกษาและบุคลากรได้ประท้วงและยื่นหนังสือเพื่อร้องเรียนถึงปัญหาดังกล่าว ต่อมาเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2558 ทางมหาวิทยาลัยฯ ได้รับทราบปัญหาและประกาศผ่อนผันให้นักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอกสามารถนำรถจักรยานยนต์มาใช้ได้ตามปกติ

รูปที่ 2-47 ข่าว มหาวิทยาลัยนเรศวร ชี้แจงนโยบายห้ามใช้จักรยานยนต์

ที่มา: Voice Tv Co., Ltd. (2557)

จากกรณีศึกษาข้างต้น ซึ่งเห็นว่า มาตรการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อลดปริมาณรถส่วนบุคคลนั้น จะต้องเป็นมาตรการที่เพิ่มทางเลือกในการเลือกรูปแบบการเดินทางมากว่ามาตรการการจำกัดสิทธิ์ของผู้ใช้ ที่จะส่งผลกระทบและสร้างความเดือดร้อนให้ผู้ใช้ได้ หรือเมื่อมีการจำกัดสิทธิ์แก่ผู้ใช้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยอาจเป็นการดำเนินมาตรการอื่น ๆ เช่น การจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล การเก็บค่าบริการที่จอดรถส่วนบุคคล และการเพิ่มประสิทธิ์ภาพของรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ เช่น การปรับปรุงประสิทธิ์ภาพของระบบขนส่งสาธารณะ การเพิ่มบริการรถจักรยานสาธารณะ การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกการเดินเท้า หรือรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ที่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อผู้เดินทาง โดยมาตรการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสามารถเป็นตัวเลือกแก่ผู้เดินทาง เพื่อให้ผู้เดินทางได้ตัดสินใจว่าผู้เดินทางจะยอมจ่ายเงินเพิ่มเติม หรือยอมที่จะเสียเวลาในการหาพื้นที่จอดรถ (ที่ไม่เสียค่าบริการ) หรือเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเป็นแบบอื่น ๆ เช่น การเดินเท้า การปั่นจักรยาน เพื่อให้สามารถเป็นทางเลือกแก่ผู้เดินทางมากกว่าการห้ามเดินทาง เป็นต้น

รูปที่ 2-48 รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่มา: งานประชาสัมพันธ์กองกลาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2559)

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

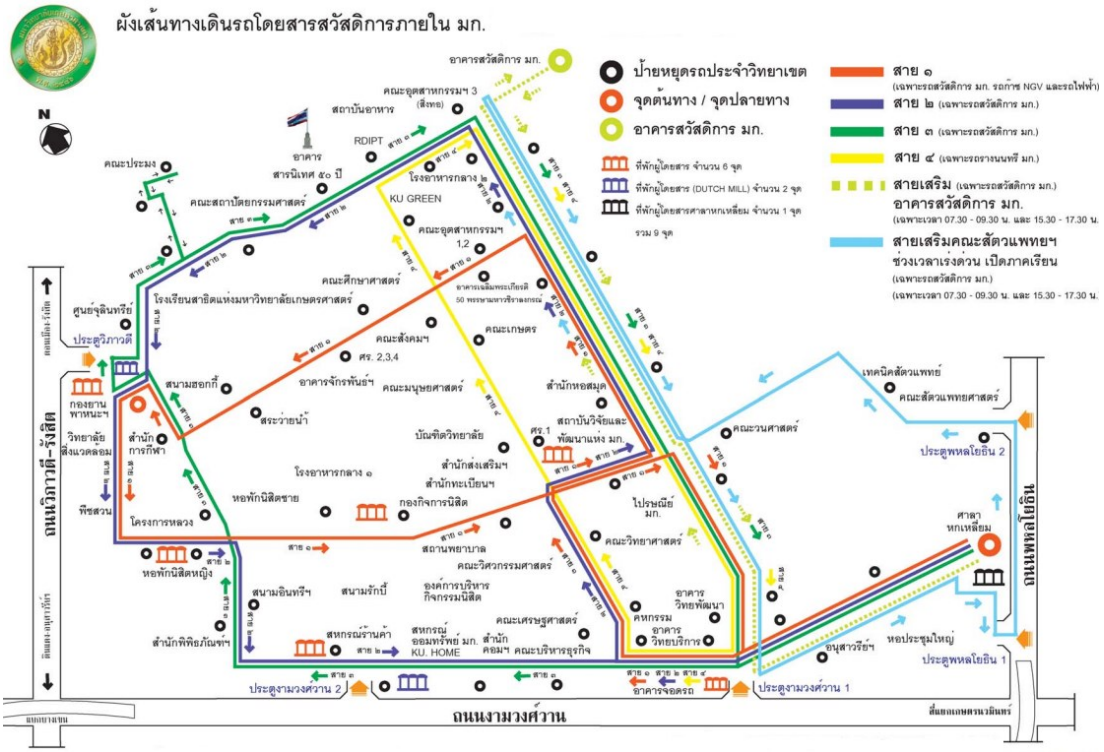
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้จัดระบบขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ขส.มช.) โดยให้บริการด้วยรถไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อให้บริการรถโดยสารประจำทางที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษา และบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ได้ใช้รถร่วมกันในการเดินทาง ซึ่งเป็นการใช้พลังงานได้อย่างประหยัด มีประสิทธิภาพ และรักษาสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัย และลดปริมาณการใช้ยานยนต์ส่วนตัวของนักศึกษารวมถึงบุคลากร ซึ่งจะส่งผลต่อการลดปัญหาด้านการจราจร การจอดรถ สภาพแวดล้อม โดยมีรถโดยสารประจำทางจำนวนประมาณ 60 คัน ที่มีทั้งระบบพลังงานไฟฟ้าและพลังงานสะอาด CBG ที่ผลิตมาจากมูลสัตว์ โดยมีการให้บริการทุกวัน (ไม่เว้นวันหยุด) ตั้งแต่เวลา 07:00 – 21:00 น.และวิ่งในเส้นทางจำนวน 5 เส้นทาง ครอบคลุมทั้งมหาวิทยาลัยฯ

รูปที่ 2-49 แผนที่เส้นทางรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่มา: งานประชาสัมพันธ์กองกลาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2559)

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้จัดให้มีบริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่เสียค่าบริการ โดยขณะนี้มีการให้บริการจำนวน 4 สาย โดยรถโดยสารมีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ 1) แบบบัสพัดลม มีที่นั่งรองรับประมาณคันละ 20 คน 2) แบบรถราง ที่มีจำนวนมากที่สุด มีที่นั่งรองรับประมาณคันละ 35 คน และ 3) รถแบบปรับอากาศ มีที่นั่งรองรับประมาณคันละ 15 คน นอกจากการให้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยฯ แล้ว ทางมหาวิทยาลัยฯ ยังได้มีการนำระบบการแจ้งข้อมูลด้วยแอพพลิเคชั่นชื่อว่า *"KU Smart Bus"* สำหรับตำแหน่งและระยะเวลาการเดินทางมาถึงจุดต่าง ๆ ของรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้บริการของนักศึกษา บุคลากร และบุคคลอื่น ๆ



รูปที่ 2-50 เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่มา: กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2559)

รูปที่ 2-51 รถโดยสารประจำทาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่มา: กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2559)

รูปที่ 2-52 รถโดยสารประจำทางพลังงานไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มา: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2559)

- กรณีศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้บริการรถไฟฟ้าโดยสารสาธารณะของมหาวิทยาลัยฯ ติดต่อกันมา 10 ปี จากการส่งเสริมให้นักศึกษาลดการใช้รถส่วนตัวและเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารประจำทาง จนในปี พ.ศ. 2557 ได้รับ "*รางวัลมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green university)*" เป็นอันดับที่ 1 ของไทย และอันดับที่ 40 ของโลก และทางมหาวิทยาลัยฯ พร้อมที่จะต่อยอดงานวิจัยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (รูปที่ 2-52) ร่วมกับกรุงเทพมหานคร เพื่อลดภาวะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อไป นอกจากนี้ทางมหาวิทยาลัยฯ ยังได้เพิ่มความสะดวกในการใช้บริการด้วยการให้บริการแอพพลิเคชั่น (CU Pop Bus) ทั้งบนระบบ Android และ iOS เพื่อแจ้งข้อมูลการเดินทางของรถโดยสารฯ ได้แก่ เวลาการเดินทางของรถ ตำแหน่งปัจจุบันของรถ และระยะเวลาเดินทางมาถึงป้ายต่าง ๆ เป็นต้น

สำหรับการให้บริการรถโดยสารประจำทาง จะมีเส้นทางให้บริการด้วยกัน 3 เส้นทาง (รูปที่ 2-53) แบบไม่เก็บค่าโดยสาร สำหรับนิสิต อาจารย์ บุคลากร และผู้มาติดต่อกับมหาวิทยาลัยเท่านั้น โดยประเภทรถที่ให้บริการมี 3 ประเภท ประกอบด้วย แบบที่ 1) รถปรับอากาศ จำนวน 22 ที่นั่ง มีความเร็วในการวิ่งประมาณไม่เกิน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 6-8 ชั่วโมง แบบที่ 2) รถธรรมดา ขนาด 20 ที่นั่ง ความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 6-8 ชั่วโมงเช่นกัน และแบบที่ 3) รถมินิบัส ขนาด 16 ที่นั่ง ความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 6-8 ชั่วโมง

สำหรับช่วงเวลาการให้บริการตั้งแต่เวลา 07:00น. - 19:00 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ วันเสาร์จะวิ่งเฉพาะเส้นทางสายที่ 1 และ 2 และหยุดให้บริการในวันอาทิตย์

รูปที่ 2-53 แผนที่เส้นทางการให้บริการรถโดยสารประจำทาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2559)

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ครั้งหนึ่งเคยเกิดเหตุการณ์นักศึกษาออกมาแถลงการณ์แสดงจุดยืนคัดการมาตรการห้ามนำรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีใบอนุญาตเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฯ (รูปที่ 2-55) โดยระบุคำสั่งว่า "ตั้งแต่วันที่ 1 มิ.ย. พ.ศ. 2556 เป็นต้นไป ห้ามรถจักรยานยนต์ที่ไม่บัตรอนุญาตผ่านเข้า-ออก มหาวิทยาลัย สำหรับบุคลากร นักศึกษา ผู้มีสิทธิ์ใช้รถจักรยานยนต์ สามารถติดต่อขอทำบัตรอนุญาตผ่านเข้า-ออก ได้ที่กองอาคารสถานที่ชั้น 3 สำนักงานอธิการบดี ทุกวันในเวลาราชการ" จากการแถลงการณ์ขององค์การบริหารองค์การนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เพื่อแสดงจุดยืนไม่เห็นด้วยกับมาตรการห้ามให้รถจักรยานยนต์เข้าในมหาวิทยาลัย โดยกล่าวว่า เนื่องด้วยทางองค์การบริการองค์การนักศึกษา ได้มี

การแสดงความคิดเห็น และแสดงความเป็นห่วงต่อมาตรการการห้ามรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีบัตรอนุญาตผ่านเข้า-ออก ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มาโดยตลอดเนื่องด้วย ความไม่พร้อมของการดำเนินการบริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. ภายในมหาวิทยาลัย ที่ยังไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ใช้บริการ รวมถึงจุดพักผู้โดยสาร และทางเชื่อมเดินหลังหาคลุมระหว่างอาคาร เพื่อใช้ในการเดินทางในกรณีฝนตก เป็นต้น ทางองค์การบริหารองค์การนักศึกษาจึงขอแสดงจุดยืนคัดค้านมาตรการการดังกล่าวฯ โดยขอเรียกร้องให้ทางมหาวิทยาลัยฯ พิจารณาและทบทวนถึงมาตรการที่ได้ประกาศใช้ไปอีกครั้งหนึ่ง รวมถึงขอให้มีการจัดเตรียมสาธารณูปโภคดังกล่าวข้างต้นให้เพียบพร้อมก่อนที่จะมีการประกาศใช้ต่อไป เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์แบบ

รูปที่ 2-54 ข่าวการคัดค้านมาตรการห้ามนำรถจักรยานยนต์เข้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่มา: ผู้จัดการออนไลน์ (2558)

นอกจากนี้ ยังมีประชาชนทั่วไปที่ใช้บริการในมหาวิทยาลัยฯ และโรงพยาบาล ม.อ. ได้มาร่วมแสดงความคิดเห็นด้วยว่า การออกมาตรการดังกล่าวเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ เนื่องจากปัจจุบันทั้งบุคลากรและนักศึกษาใช้รถยนต์เป็นยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น จนมีเป็นปัญหาไม่มีที่จอดรถ จึงได้มีมาตรการห้ามรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีบัตรอนุญาตเข้า-ออกในมหาวิทยาลัย ลักษณะเช่นเป็นเหมือนการสนับสนุนให้คนใช้รถยนต์มากขึ้น จึงส่งผลกระทบให้แก่ประชาชนที่ใช้รถจักรยานยนต์ที่จะเข้ามาติดต่อราชการ หรือมาโรงพยาบาลเป็นอย่างมาก

จากกรณีศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การออกมาตรการเชิงบังคับด้วยการห้ามนำรถจักรยานยนต์เข้ามาใช้ภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งจะสร้างความเดือนร้อนและเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก (ที่เดินทางเข้า-ออกเป็นประจำ)

จนทำให้ผู้เดินทางไม่สามารถปรับเปลี่ยนตามการออกมาตรการดังกล่าวได้ทัน ส่งผลให้เกิดความเดือดร้อนและความไม่พอใจของผู้เดินทางได้ หากไม่มีมาตรการอื่น ๆ เข้ามาเสริม เช่น การจัดบริการรถโดยสารประจำทางเพื่อเชื่อมต่อและรองรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางได้ หรือการให้บริการรถจักรยานสาธารณะ ณ จุดจอดรถนั้น ๆ รวมถึงการปรับปรุงทางเท้าให้มีความสะดวกสบาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เดินทางสามารถเดินเท้าได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัย

รูปที่ 2-55 นักศึกษา ม.อ. คัดการมาตรการห้ามนำรถจักรยานยนต์เข้าวิทยาเขต
ที่มา: ผู้จัดการออนไลน์ (2558)

ดังนั้น จากปัญหาและอุปสรรค์ของการดำเนินมาตรการดังกล่าวในอดีต สำหรับงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทบทวนและปรับเปลี่ยนมาตรการเพื่อให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเดียดของมาตรการในหัวข้อที่ 3.6 และ 4.3 ในส่วนถัดไป

2.3.2.2 นโยบายและมาตรการจัดการการใช้รถส่วนบุคคล

ในส่วนของการดำเนินนโยบายที่เกี่ยวกับการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนตัว งานวิจัยนี้ได้ยกกรณีตัวอย่างการดำเนินการให้บริการ รวมถึงการคิดอัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถในสถานที่ต่าง ๆ ที่น่าสนใจ มีรายละเอียดดังนี้

- กรณีศึกษา การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ได้เปิดให้บริการระบบขนส่งสาธารณะด้วยระบบขนส่งมวลชนทางราง หรือที่เรียกกันว่า "รถไฟฟ้าใต้ดิน (Mass rapid transit, MRT)" ปัจจุบันแล้วเสร็จและวิ่งให้บริการ 1 สาย ประกอบด้วยสถานีที่ทั้งหมด 18 สถานี และได้จัดให้มีพื้นที่จอดรถเพื่อให้ผู้ใช้บริการนำรถมาจอดแล้วโดยสารรถไฟฟ้าต่อไปยังจุดหมายปลายทาง ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้เดินทางหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากยิ่งขึ้น โดยมีการให้บริการตั้งแต่วันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2547 เป็นต้นมา และได้รับการรับรองมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001:2008

ปัจจุบัน การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ได้จัดให้มีพื้นที่จอดรถทั้งหมด 11 แห่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบอาคารจอดรถมีทั้งหมด 2 แห่ง ได้แก่ 1) สถานีลาดพร้าว เป็นอาคารจอดรถ 9 ชั้น สามารถรองรับการจอดรถได้ 2,200 คัน และ2) สถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย เป็นอาคารจอดรถ 3 ชั้น รองรับการจอดรถ ได้ 205 คัน (ดังรูปที่ 2-7) และสำหรับรูปแบบพื้นที่จอดแบบลานจอดรถมีทั้งหมด 9 แห่ง ได้แก่ 1) สถานีรัชดาภิเษก รองรับการจอดรถได้ 75 คัน 2) สถานีห้วยขวาง รองรับการจอดรถได้ 73 คัน 3) สถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย* รองรับการจอดรถ ได้ 30 คัน 4) สถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย (ตั้งอยู่ปากซอยรัชดาภิเษก 6)* รองรับการจอดรถ ได้ 106 คัน 5) สถานีพระราม 9 (รัชดาภิเษก ซอย 2)* รองรับการจอดรถ ได้ 50 คัน 6) สถานีเพชรบุรี รองรับการจอดรถได้ 54 คัน 7) สถานีศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ รองรับการจอดรถได้ 79 คัน 8) ฝั่งตรงข้ามศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ รองรับการจอดรถได้ 42 คัน และ 9) สถานีสามย่าน รองรับการจอดรถได้ 32 คัน (ดังรูปที่ 2-34 และรูปที่ 2-35)

สำหรับอัตราค่าจอดรถรายครั้งสำหรับผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า MRT คิดเป็น 15 บาท/2 ชม. และสำหรับผู้ไม่ใช้บริการรถไฟฟ้า MRT คิดเป็น 40 บาท/ชม. (ยกเว้น ลานจอดรถสถานีเพชรบุรี และสถานีศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ คิดเป็น 50 บาท/ชม.) และอัตราค่าบริการรายเดือนจะอยู่ที่ 1,500 บาท/เดือน (ยกเว้นอาคารจอดรถ 9 ชั้น สถานีลาดพร้าว คิดเป็น 1,250 บาท/เดือน) โดยจะเปิดให้บริการตั้งแต่เวลา 05:00 – 01:00 น หากจอดรถเกินเวลาที่กำหนดต้องเสียค่าปรับรวมค่าบริการจอดรถ สำหรับผู้ไม่ใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดิน ในอัตราวันละ 1,000 บาท และ สำหรับผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดิน ในอัตราวันละ 300 บาท

*หมายเหตุ * คือ สถานีที่เปิดให้บริการเฉพาะผู้ใช้บริการจอดรถรายเดือนเท่านั้น*

รูปที่ 2-56 เส้นทางระบบขนส่งมวลชนทางรางปัจจุบันในกรุงเทพมหานคร

ที่มา: การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (2558)

รูปที่ 2-57 อาคารที่จอดรถสถานีลาดพร้าว และสถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

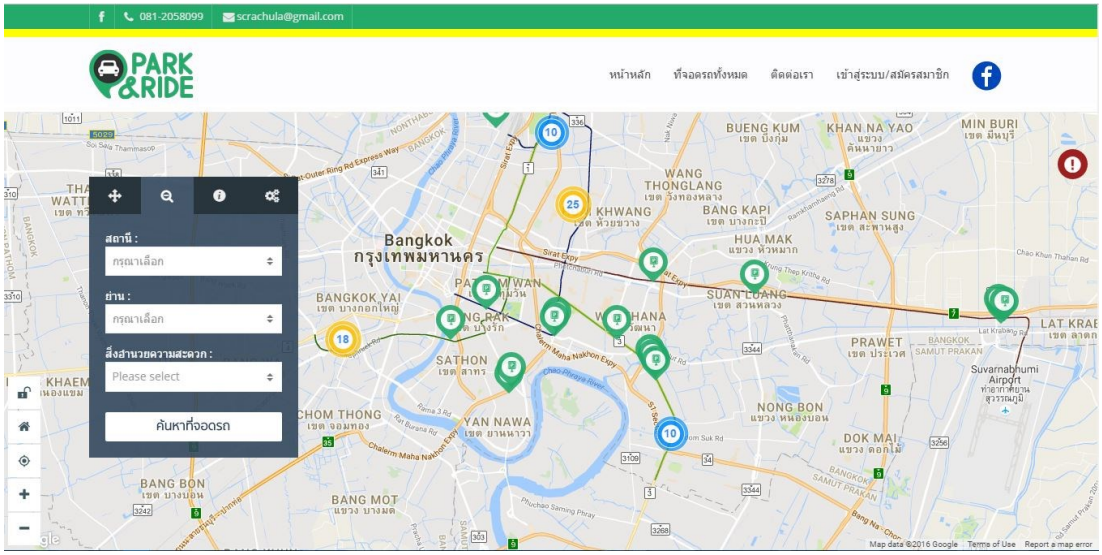
ที่มา: การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (2558)

รูปที่ 2-58 ลานที่จอดรถสถานีรัชดาภิเษก
ที่มา: การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (2558)

รูปที่ 2-59 ลานที่จอดรถสถานีศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์
ที่มา: การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (2558)

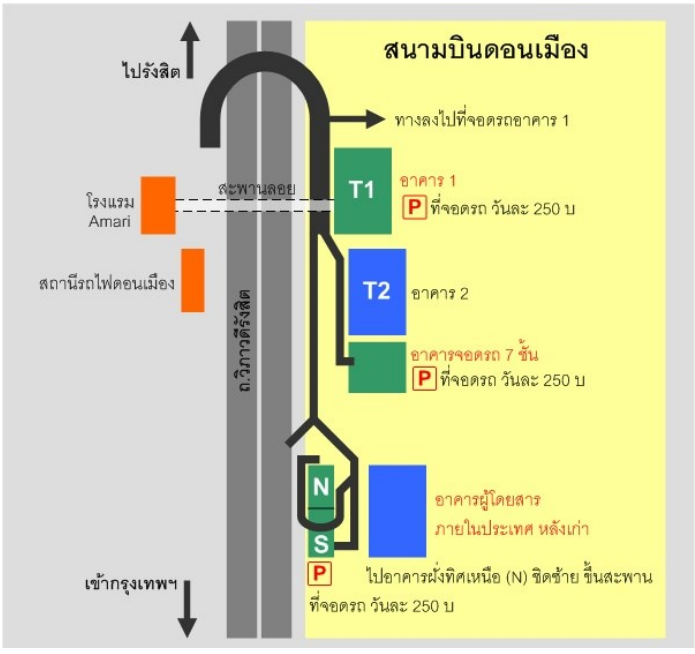
นอกจากการให้บริการพื้นที่จอดรถของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยแล้ว ยังมีโครงการ "*จอดแล้วจร หรือ Park & Ride*" ในกลุ่มโครงการร่วมของสาทรโมเดล (Sathorn Model) ที่จัดสรรพื้นที่จอดรถใกล้สถานีระบบขนส่งมวลชนได้แก่ สถานีในระบบรถไฟฟ้าบีทีเอส ระบบรถไฟฟ้ามหานคร แอร์พอร์ตลิงค์ และรถโดยสารด่วนพิเศษบริเวณพื้นที่ชั้นนอกเมือง เพื่อมุ่งเน้นสนับสนุนให้ผู้เดินทางเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากยิ่งขึ้น เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดและลดการปล่อยมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โดยโครงการ Park & Ride ปัจจุบันที่พื้นที่จอดรถให้บริการทั้งหมด 14 แห่ง ครอบคลุมทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ 1) โรบินสันบางรัก รองรับที่จอดรถ 40 คัน 2) บีทีเอสกรุงธนบุรี รองรับที่จอดรถ 291 คัน 3) เทสโก้ โลตัส พระราม 3 รองรับที่จอดรถ 60 คัน 4) ดิอัพ พระราม 3 รองรับที่จอดรถ 50 คัน 5) เทสโก้ โลตัส ลาดพร้าว รองรับที่จอดรถ 100 คัน 6) ดีดีมอล์ รองรับที่จอดรถ 300 คัน 7) เทสโก้ โลตัส บางซื่อ รองรับที่จอดรถ 150 คัน 8) เจเจกรีน รองรับที่จอดรถ 50 คัน 9) เจเจมอล์ รองรับที่จอดรถ 100 คัน 10) บีทีเอส อุดมสุข

รองรับที่จอดรถ 40 คัน 11) สาทร บิสซิเนส พาร์ค รองรับที่จอดรถ 12 คัน 12) เดอะมอลล์ ท่าพระ รองรับที่จอดรถ 20 คัน 13) ซีคอน บางแค รองรับที่จอดรถ 1,200 คัน และ 14) บิ๊กซี สะพานควาย รองรับที่จอดรถ 200 คัน ดังรูปที่ 2-60



รูปที่ 2-60 เว็บไซต์โครงการจอดแล้วจร (Park & Ride) ที่ให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบพื้นที่จอดรถได้

ที่มา: Sathorn Model (2559)



รูปที่ 2-61 แผนผังพื้นที่จอดรถสนามบินดอนเมือง

ที่มา: Emagtravel (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานดอนเมือง

ท่าอากาศยานดอนเมือง เป็น สนามบินภายในประเทศ ที่มีผู้คนมาใช้บริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวันทั้งขาเข้าและขาออก ดังนั้นการให้บริการพื้นที่จอดรถภายในสนามบินดอนเมืองจึงมีความสำคัญสำหรับผู้เดินทางขาออก โดยสนามบอนดอนเมือง มีพื้นที่จอดรถให้บริการอยู่ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ 1) ที่จอดรถอาคาร1 2) ที่จอดรถอาคาร 7 ชั้น (อยู่ติดอาคาร 2) และ 3) อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ (อาคารเก่า) ดังรูปที่ 2-61 และตารางที่ 2-3

1) ที่จอดรถอาคาร 1 (Terminal 1) เป็นอาคารเดียวกับอาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ (ปัจจุบันสนามบินดอนเมืองให้บริการอาคารผู้โดยสารอาคาร 1 ในเส้นทางระหว่างประเทศ และอาคาร 2 เส้นทางในประเทศ) จัดว่าเป็นอาคารจอดรถที่สะดวกที่สุด สามารถเดินไปได้ทั้งอาคาร 1 หรือ อาคาร 2 แต่ปัจจุบันมีรถจอดหนาแน่นมาก อาจมีที่จอดไม่เพียงพอในช่วงหลัง 8 โมง

2) ที่จอดรถอาคาร 7 ชั้น (อยู่ติดอาคาร 2) เป็นอาคาร 7 ชั้น มีทางเดินเชื่อมกับอาคาร 1 ที่ชั้น 3 สามารถเดินไปเช็คอินได้ในเวลา 5 – 10 นาที โดยเป็นที่จอดรถที่มีการติดตั้งที่กั้นทำเป็นที่จอดรถอัตโนมัติ

3) อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ เป็นอาคารจอดรถที่มี 3 ชั้น โดยชั้นที่ 3 เป็นชั้นดาดฟ้า ระยะเวลาการเดินจากที่จอดรถมายังตัวอาคาร 1 ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที (1 กิโลเมตรกว่า) ซึ่งมีบริการรถรับส่งจากที่จอดรถมายังอาคาร 2 รถเที่ยวสุดท้ายให้บริการเวลา 20:10 น.

ตารางที่ 2-3 อัตราค่าบริการที่จอดรถสนามบินดอนเมือง

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	อัตราค่าบริการ (บาท)
0 - 3	20
4	40
5	60
6	80
7	100
8 - 24	250

ที่มาข้อมูล: Emagtravel (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ให้บริการพื้นที่จอดรถซึ่งเป็นอาคารจอดรถยนต์ มีด้วยกัน 2 อาคาร 1) เป็นอาคารที่ตั้งอยู่ด้านหน้าอาคารผู้โดยสาร รองรับรถยนต์ได้ประมาณ 5,000 คัน และ2) เป็นอาคารมีพื้นที่จอดรถ 30,000 ตารางเมตร ความสามารถในการรองรับ รถยนต์ 1,000 คัน ดังรูปที่ 2-62

และสำหรับศูนย์การขนส่งสาธารณะ มีพื้นที่ประมาณ 42,000 ตารางเมตร หรือประมาณ 26 ไร่ ภายในแบ่งเป็นพื้นที่จอดรถยนต์ และพื้นที่พักรอรถประเภทต่าง ๆ ได้แก่ รถแท็กซี่ รถลีมูซีน รถเช่า นอกจากนั้นภายในศูนย์ขนส่งยังมีอาคาร Bus Terminal ซึ่งเป็นสถานีจอดรถรับ - ส่ง สาธารณะ 2 ประเภท คือ รถประจำทาง ขสมก. และ บขส. โดยภายในศูนย์ขนส่งมีสถานีบริการน้ำมันและร้านค้าให้บริการ

ตารางที่ 2-4 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถสนามบินสุวรรณภูมิ

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	อัตราค่าบริการ (บาท)	
	อาคารจอดรถยนต์ 1 และ 4 อาคารจอดรถยนต์ 2 และ 3	อัตราค่าจอดรถ (ระยะยาว) ณ ลานจอด
1	25	20
2	50	40
3	80	60
4	110	80
5	145	100
6	180	120
7 - 24	250	140

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

รูปที่ 2-62 อาคารจอดรถยนต์ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
ที่มา: การท่าอากาศยานไทย (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานเชียงใหม่

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถของท่าอากาศยานเชียงใหม่ จะเป็นพื้นที่จอดรถแบบลานจอดรถ มีพื้นที่รวม 12,215 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็น พื้นที่ให้เช่าของผู้ประกอบการให้บริการลานจอดรถยนต์ 11,205 ตารางเมตร พื้นที่ให้เช่าจอดรถบริการรับ-ส่งผู้โดยสาร 760 ตารางเมตร และพื้นที่ให้เช่าจอดรถเช่า 250 ตารางเมตร โดยสามารถรองรับดารจอดรถได้ทั้งหมด 886 คัน สำหรับอัตราค่าบริการ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2-5 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงใหม่

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	**อัตราค่าบริการ รถยนต์ 4 ล้อ (บาท)**
8 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ
9 - 30 นาที	10
0.5– 1.5	20
1.5 - 2.5	30
2.5 - 3.5	40
3.5 - 6	100
6 - 24	200

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

ตารางที่ 2-6 อัตราค่าจอดรถยนต์ 6 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงใหม่

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	**อัตราค่าบริการ รถยนต์ 6 ล้อ (บาท)**
8 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ
9 - 30 นาที	50
0.5 – 2	100
2 - 3	175
3 - 24	250

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานเชียงรายแม่ฟ้าหลวง

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถของท่าอากาศยานเชียงรายแม่ฟ้าหลวง จะเป็นพื้นที่จอดรถ มีพื้นที่รวม 28,629 ตารางเมตร สามารถรองรับการจอดรถได้ 603 คัน ซึ่งอัตราค่าบริการ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2-7 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานเชียงรายแม่ฟ้าหลวง

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	**อัตราค่าบริการ (บาท)**	
	รถยนต์ 4 ล้อ	**รถยนต์ 6 ล้อขึ้นไป**
1	10	20
2	20	40
3	35	70
4 -24	150	200

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานภูเก็ต

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถของท่าอากาศยานภูเก็ต จะเป็นพื้นที่จอดรถ มีพื้นที่รวมทั้งหมด 26,000 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่จอดรถยนต์ 24,814 ตารางเมตร สามารถรองรับการจอดรถยนต์ส่วนบุคคล 366 คัน และรถบัสอีก 77 คัน สำหรับอัตราค่าบริการ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2-8 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานภูเก็ต

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	**อัตราค่าบริการ (บาท)**	
	รถยนต์ 4 ล้อ	**รถยนต์ 6 ล้อขึ้นไป**
15 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ	ไม่คิดค่าบริการ
1	20	100
2	40	200
3	50	300
4 – 6	100	400
7-24	200	400

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

- กรณีศึกษา ท่าอากาศยานหาดใหญ่

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถของท่าอากาศยานหาดใหญ่ จะเป็นพื้นที่แบบลานจอดรถ มีพื้นที่รวมทั้งหมด 28,751 ตารางเมตร รองรับการจอดรถยนต์ 883 คัน โดยอัตราค่าบริการ ดังนี้

ตารางที่ 2-9 อัตราค่าจอดรถยนต์ 4 ล้อ และ 6 ล้อ ท่าอากาศยานหาดใหญ่

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	อัตราค่าบริการ (บาท)	
	รถยนต์ 4 ล้อ (บาท)	รถยนต์ 6 ล้อขึ้นไป (บาท)
15 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ	ไม่คิดค่าบริการ
1	10	20
2	20	40
3	35	70
4-24	100	100

ที่มาข้อมูล: การท่าอากาศยานไทย (2559)

- กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นพื้นที่สาธารณะ ประกอบด้วย มหาวิทยาลัย ศูนย์บริการโรงพยาบาล และอื่น ๆ อีกจำนวนมาก ส่งผลให้มีปริมาณผู้คนเดินทางเข้าออกจำนวนมากในแต่ละวัน และปัญหาตามมาก็คือ ปัญหาพื้นที่จอดรถไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ในปัจจุบันทางมหาวิทยาลัย พยายามหาทางแก้ไข โดยการเพิ่มพื้นที่จอดรถ การให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. แต่ก็ยังคงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมา ทางมหาวิทยาลัยได้มีการดำเนินนโยบายการเก็บค่าบริการพื้นที่จอดรถ (เฉพาะรถยนต์) ในบริเวณพื้นที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสัญจรเข้าออกตลอดเวลา โดยให้สัมปทานบริษัทเอกชน เข้ามาดำเนินการ โดยแบ่งการให้บริการออกเป็น 2 แบบ คือ 1) แบบจอดได้ตลอด 24 ชั่วโมง และ 2) แบบจอดได้เฉพาะช่วงเวลา 06:00 น. - 22:00 น. ดังรูปที่ 2-63 และรูปที่ 2-64

รูปที่ 2-63 พื้นที่จอดรถแบบเก็บค่าบริการ ม.อ.

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-64 แผนผังพื้นที่จอดรถในเขตพื้นที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (รพ.ม.อ.)

ที่มา: คณะแพทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2559)

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถ (แบบคิดค่าบริการ) ภายในเขตพื้นที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (รพ.ม.อ.) มีทั้งหมด 3 จุด ได้แก่ 1) บริเวณลานจอดรถหน้า รพ.ม.อ. สามารถรองรับพื้นที่จอดรถได้จำนวน 130 คัน 2) บริเวณด้านหลังอาคารรัตนชีวรักษ์ สามารถรองรับพื้นที่จอดรถได้จำนวน 63 คัน และ 3) บริเวณอาคารบริหารวิชาการ ซึ่งเป็นอาคารจอดรถชั้นใต้ดิน 2 ชั้น สามารถรองรับพื้นที่จอดรถได้จำนวน 180 คัน โดยมีอัตราค่าบริการดังนี้

ตารางที่ 2-10 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถยนต์แบบจอดได้ 24 ชั่วโมง (ลานจอดรถหน้า รพ. ม.อ.)

ระยะเวลาใช้บริการ	อัตราค่าบริการ (บาท)
30 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ
ช่วงเวลา 6:00 น.-22:00 น.	ชั่วโมงละ 20 บาท
ช่วงเวลา 22:00 น.-6:00 น.	คันละ 50 บาท
*** รถจักรยานยนต์ ไม่คิดค่าบริการ	

ที่มาข้อมูล: คณะแพทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2559)

ตารางที่ 2-11 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถยนต์แบบจอดได้เฉพาะช่วงเวลา 06:00 น. - 22:00 น. (บริเวณลานจอดรถด้านหลังอาคารรัตนชีวรักษ์ และอาคารบริหารวิชาการ)

ระยะเวลาใช้บริการ (ชั่วโมง)	อัตราค่าบริการ (บาท)
15 นาทีแรก	ไม่คิดค่าบริการ
1 - 4 ชั่วโมง	50 บาท
มากกว่า 4 ชั่วโมง	ชั่วโมงละ 10 บาท

ที่มาข้อมูล: คณะแพทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2559)

รูปที่ 2-65 พื้นที่จอดรถด้านหลังอาคารรัตนชีวรักษ์ และอาคารบริหารวิชาการ
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-66 พื้นที่จอดรถบริเวณลานจอดรถหน้า รพ.ม.อ. (ประตูเข้าและออกพื้นที่จอดรถ)
ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากการดำเนินการให้บริการพื้นที่จอดรถภายในเขตโรงพยาบาลสงขลานครินทร์แล้ว จากการสำรวจพื้นที่จอดรถอื่น ๆ เพิ่มเติมภายในเขตมหาวิทยาลัย ซึ่งพบว่า ได้มีพื้นที่จอดรถแบบคิดค่าบริการในพื้นที่อื่น ๆ ได้แก่ อาคารจอดรถชั้นใต้ดินอาคารวิจัยวิศวกรรมประยุกต์สิรินธร คณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาคารจอดรถศูนย์กีฬา ม.อ.

สำหรับการให้บริการพื้นที่จอดรถแบบคิดค่าบริการ บริเวณอาคารจอดรถศูนย์กีฬา ม.อ. โดยพบว่า การให้บริการแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ 1) แบบรายวัน และ 2) แบบรายเดือน (เฉพาะนักศึกษาและบุคลากร เท่านั้น) สามารถรองรับพื้นที่จอดรถได้จำนวน 80 คัน สำหรับอัตราค่าบริการ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2-12 อัตราค่าบริการพื้นที่จอดรถศูนย์กีฬา ม.อ.

ระยะเวลาใช้บริการ		อัตราค่าบริการ (บาท)
รายวัน	ช่วงเวลา 06:00 น. - 17:00 น.	30
	ช่วงเวลา 17:00 น. - 06:00 น.	10
รายเดือน	1 เดือน	350
	3 เดือน	1,000
	6 เดือน	1,800
	12 เดือน (1 ปี)	3,000

ที่มาข้อมูล: กองอาคารสถานที่ ม.อ. (2559)

รูปที่ 2-67 อาคารจอดรถศูนย์กีฬา ม.อ.
ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากพื้นที่จอดรถบริการศูนย์กีฬา ม.อ. แบบคิดค่าบริการแล้ว ยังคงมีการให้บริการพื้นที่จอดรถแบบไม่คิดค่าบริการ แต่จะจำกัดเวลาการจอดรถได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง หากมีการฝ่าฝืนจะมีการดำเนินการล็อคล้อและเสียค่าปรับจำนวนเงิน 300 บาท ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่อำนวยความสะดวกสำหรับผู้ที่มาใช้บริการศูนย์กีฬาและออกกำลังกาย จึงมีการจำกัดเวลาการจอดเพื่อให้ทุกคนสามารถใช้บริการพื้นที่จอดรถดังกล่าวได้เท่าเทียมกัน

รูปที่ 2-68 พื้นที่จอดรถแบบไม่เสียค่าบริการบริเวณศูนย์กีฬา ม.อ.
ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากการนำเสนอเกี่ยวกับการให้บริการพื้นที่จอดรถภายในจุดเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะต่าง ๆ ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน และท่าอากาศยานต่าง ๆ ในประเทศไทย ยังมีจุดบริการพื้นที่จอดรถอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น ระบบเทคโนโลยีการให้บริการพื้นที่จอดรถของบริษัท AP PARKING อาคารสำนักงาน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล คอนโดมิเนียม หรือสถานที่ที่เป็นหน่วยงานต่าง ๆ ของทางราชการ และศูนย์การค้าต่าง ๆ ที่มีการแจ้งจำนวนพื้นที่จอดรถที่ยังคงว่างอยู่ในแต่ละชั้น รวมถึงการคิดค่าบริการในอัตราต่าง ๆ เป็นต้น

2.4 แบบจำลองการจราจรและขนส่ง

ก่อนจะพิจารณาแบบจำลองการจราจรและขนส่ง ที่จะใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาการจราจร สิ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหาการจราจร นั้นคือ ผู้ศึกษาจะต้องทราบถึงสาเหตุหรือต้นเหตุของปัญหานั้น ๆ ก่อน เพื่อให้ได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอสาเหตุหรือเหตุผลที่ทำให้เกิดการเดินทางในแต่ละวัน โดยวิโรจน์ รุโจปการ (2544) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเดินทาง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) ปัจจัยเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ 2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะสภาพเศรษฐกิจ-สังคม และ 3) ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเดินทาง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ปัจจัยที่เกี่ยวกับการใช้พื้นที่ โดยลักษณะการใช้พื้นที่ที่ต่างกัน จะทำให้ลักษณะการเดินทางที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการใช้พื้นที่จึงมีความสำคัญสูงมาก เพื่อใช้ในการใช้พยากรณ์ในแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพดี อีกทั้งในส่วนของความหนาแน่นของการใช้พื้นที่เพื่อกิจกรรม ก็ทำให้มีลักษณะการเกิดการเดินทางที่ผิดแผกไปได้เช่นกัน โดยพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของการพัฒนาสูงก็ย่อมจะมีศักยภาพในการเกิดการเดินทางสูงกว่าบริเวณที่อยู่อาศัยขนาดเดียวกัน เป็นต้น

- ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะสภาพเศรษฐกิจ-สังคม เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะการใช้พื้นที่ครอบคลุมตัวแปรต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพโครงสร้างของพื้นที่ประชากรอาศัย ขณะที่ปัจจัยทางเศรษฐกิจ-สังคมจะเกี่ยวกับตัวผู้เดินทาง หรือผู้ประกอบกิจกรรมประจำวัน โดยปัจจัยหรือตัวแปรด้านเศรษฐกิจ-สังคมที่มีผลกระทบต่อการเดินทาง ได้แก่ ขนาดครอบครัว จำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลในครอบครอง ประเภทที่พักอาศัย อาชีพหัวหน้าครอบครัว และรายได้ครอบครัว เป็นต้น

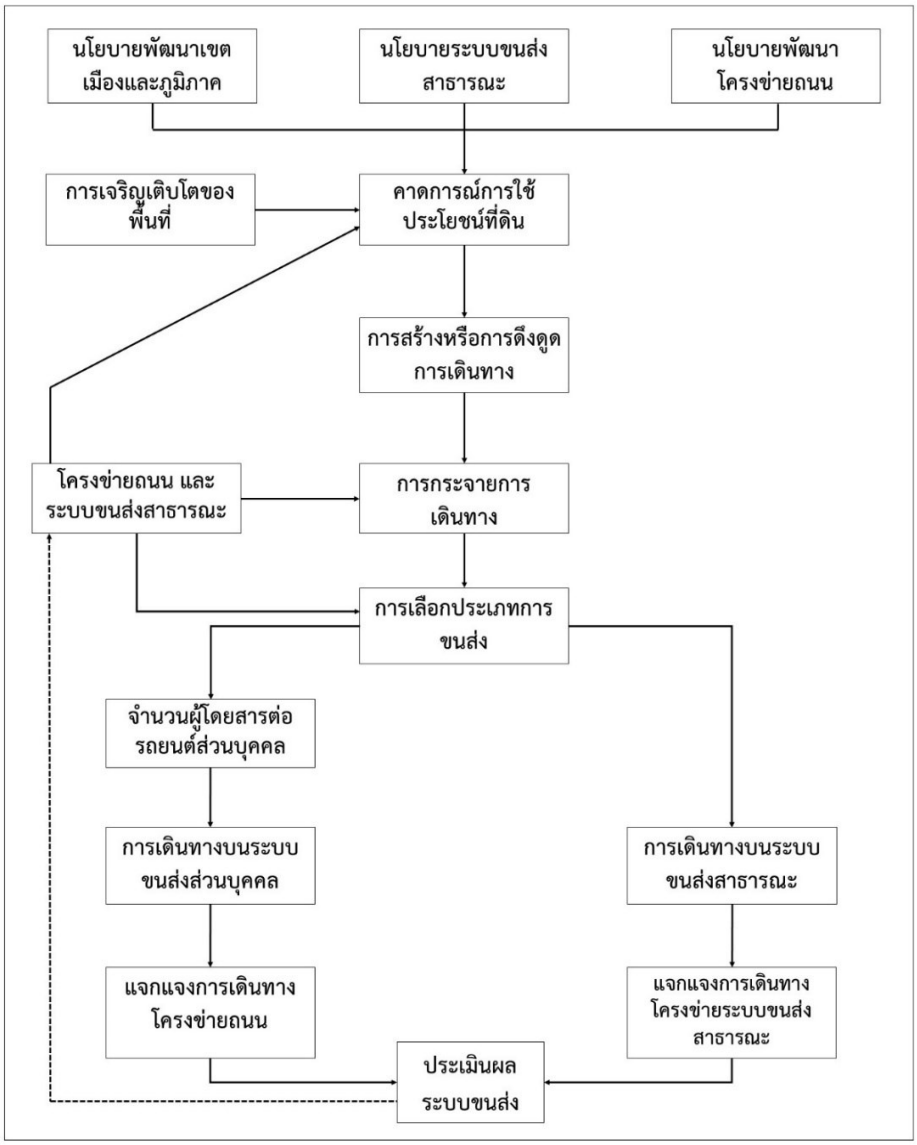
- ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเดินทาง เป็นตัวแปรนอกเหนือจากปัจจัยข้างต้น และมีผลกระทบโดยตรงต่อการเดินทางของประชากร เช่น อัตราการเสียภาษี การจ่ายค่าเช่า ค่าดอกเบี้ยที่ต้องเสียเพื่อลงทุน โครงสร้างอายุของประชากร ระดับการพัฒนาของแต่ละพื้นที่ และยังรวมไปถึง วัฒนธรรมประเพณี ลักษณะความเป็นอยู่ของประชากร/วิถีชีวิต ที่ไม่ควรมองข้าม ซึ่งอาจจำเป็นต้องเพิ่มตัวแปรเข้าไปในแบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายการศึกษา เป็นต้น

เมื่อผู้ศึกษาทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเดินทางแล้ว ต่อไปเป็นการอธิบายเครื่องมือหนึ่งที่นิยมใช้กันในการวางแผนสำหรับการแก้ปัญหาการจราจร นั้นคือ แบบจำลองการจราจรและขนส่ง (ต่อเนื่องแบบ 4 ขั้นตอน) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 แบบจำลองการจราจรและขนส่งต่อเนื่องแบบ 4 ขั้นตอน

วิโรจน์ รุโจปการ (2554) ได้อธิบายหลักการสร้างแบบจำลองการจราจรและขนส่ง หรือที่เรียกกันว่า แบบจำลองรวม (Aggregate) ชนิดต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequential Four-Step Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วย ดังนี้

- แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model)
- แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model)
- แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model)
- แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง (Trip Assignment Model)



รูปที่ 2-69 กระบวนการวางแผนการขนส่งและแบบจำลองการจราจรและขนส่ง

ที่มา: วิโรจน์ รุโจปการ (2554)

จากรูปที่ 2-69 ที่ได้แสดงกรอบผังความคิดของกระบวนการวางแผนการขนส่งและแบบจำลองการจราจรและขนส่งในภาพรวมทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ 1) การพิจารณาทบทวนถึงนโยบายต่าง ๆ ทั้งด้านการพัฒนาเขตเมืองและภูมิภาค ด้านการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ และนโยบายด้านการพัฒนาโครงข่ายถนน เพื่อให้การแก้ไขปัญหามีความสอดคล้องกัน สำหรับส่วนถัดไป คือส่วนที่ 2) การพิจารณาและคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการเจริญเติบโตของพื้นที่ศึกษานั้น ๆ หากส่วนดังกล่าวมีความสำคัญมาก ก็สมควรแก้การพิจารณาแก้ไขปัญหาอย่างยิ่ง สำหรับส่วนที่ 3) การพิจารณาแบบจำลองการจราจรและขนส่งต่อเนื่องแบบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างและดึงดูดการเดินทาง การกระจายการเดินทาง การเลือกรูปแบบการเดินทาง (ทั้งรถยนต์ส่วนตัว และระบบขนส่งสาธารณะ) และการแจกแจงการเดินทาง สำหรับส่วนสุดท้าย คือ ส่วนที่ 4) การประเมินผลระบบขนส่งเพื่อพิจารณาแก้ปัญหาต่อไป ทั้งด้านแผน นโยบาย ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านโครงข่ายถนน ด้านระบบขนส่งสาธารณะ และอื่น ๆ เป็นต้น

และต่อไปจะเป็นการอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการจราจรและขนส่ง ในแต่ละขั้นตอน โดยรายละเอียด ดังนี้

❖ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) เป็นแบบจำลองที่ต้องการแสดงปริมาณการสร้างการเดินทางของพื้นที่ย่อย (Trip Production) และปริมาณการดึงดูดการเดินทางของแต่ละพื้นที่ย่อย (Trip Attraction) ของพื้นที่ย่อยนั้น ๆ (รูปที่ 2-70) พิจารณาในหน่วย "จำนวนเที่ยวการเดินทางต่อวัน" โดยทั่วไปจะพิจารณาจาก *วัตถุประสงค์ของการเดินทาง* ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมของการเดินทางนั่นเอง สามารถแบ่งแยกตามประเภท ปะกอบด้วย การไปหรือกลับบ้าน/ที่พักอาศัย การไปทำงาน การไปโรงเรียน การไปทำกิจธุระส่วนตัว หรืออื่น ๆ เป็นต้น

รูปที่ 2-70 แนวคิดของแบบจำลองการเกิดการเดินทาง

ที่มา: ผู้วิจัย

วิโรจน์ รุโจปการ (2554) ได้อธิบายว่า สำหรับการหาปริมาณการเดินทางของพื้นที่ย่อย ที่พิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการเดินทางได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะต้องทำความเข้าใจถึงประเภทของการเดินทางก่อน ซึ่งทั่วไปแล้วจะสามารถแบ่งประเภทของการเดินทางออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) การเดินทางที่มีความสัมพันธ์กับที่พักอาศัย (Home-Based Trip, HB) และ 2) การเดินทางที่ไม่มีความสัมพันธ์กับที่พักอาศัย (Non-Home-Based Trip, NHB) เป็นต้น

สำหรับการสร้างการเดินทาง (Trip Production) คือ การเดินทางที่เกิดขึ้นจากจุดสร้างการเดินทาง (Production End) ทั้งนี้*จุดสร้างการเดินทาง*จะเป็นจุดที่พิจารณาจากปลายการเดินทางที่เป็นที่พักอาศัยเสมอ (HB) ไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางแต่อย่างใด ดังนั้นแม้ทิศทางการเดินทางจะมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดสร้างการเดินทาง เช่น จากที่ทำงานกลับบ้าน จุดปลายการเดินทางที่บ้าน ก็ยังคงเป็นจุดสร้างการเดินทางเช่นเดิม

ในทางตรงกันข้าม การดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) คือ การเดินทางที่ได้รับการดึงดูดเข้าพื้นที่ย่อย โดยไม่ต้องพิจารณาทิศทาง ในที่นี้การเดินทางที่*จุดปลายการเดินทาง*ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยเป็นตัวก่อให้เกิดการเดินทาง ดังนั้น การเดินทางจากที่ทำงานกลับบ้าน จุดปลายทางการเดินทางที่เป็นที่ทำงานจะเป็นพื้นที่ที่ก่อให้เกิดการดึงดูดการเดินทาง อย่างไรก็ตาม หากจุดปลายทางการเดินทางทั้ง 2 ไม่ได้สัมพันธ์กับที่พักอาศัย จะพิจารณาจุดต้นทาง (Origin) คือ จุดสร้างการเดินทาง (Production End) และจุดปลายทาง (Destination) คือจุดดึงดูดการเดินทาง (Attraction End)

❖ **แบบจำลองการกระจายการเดินทาง**

รูปที่ 2-71 แนวคิดของแบบจำลองการกระจายการเดินทาง

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) คือ แบบจำลองที่ต้องการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดต้นทาง (Origin) และ จุดปลายทาง (Destination) ว่ามีการกระจาย

ตัวการเดินทางในลักษณะใด จะแยกย้ายไปที่ใดบ้าง การเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยมีจำนวนเท่าไร และมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงอย่างไร สามารถศึกษาได้จากข้อมูลทั้งประเภทการสำรวจบนถนน และสำรวจตามที่พักอาศัย (รูปที่ 2-71) โดยทั่วไปจะนำเสนอผลการศึกษาออกมาในรูปของ "O-D Matrix"

แบบจำลองการกระจายการเดินทาง จะทำหน้าที่กระจายสัดส่วนการเดินทางทั้งหมดของเขตต้นทางทุก ๆ พื้นที่ย่อย ไปยังพื้นที่ย่อยปลายทางต่าง ๆ ภายใต้หลักการในการดึงดูดการเดินทางของพื้นที่หมายปลายทาง และแปรผกผันกับความห่าง (Separation) ซึ่งอาจจะเป็นในรูประยะทาง ระยะเวลาเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดต้นทาง i และจุดปลายทาง j นั้น ๆ

โดยลักษณะปริมาณการเดินทางระหว่างเขต i และ j ซึ่งแสดงการกระจายการเดินทางจะขึ้นอยู่กับปริมาณการสร้างการเดินทาง และการดึงดูดการเดินทางของพื้นที่ย่อย แปรผกผันกับระยะทาง ระยะห่าง หรือค่าใช้จ่ายระหว่าง i กับ j หน่วยกิโลเมตร นาที หรือบาท

เมื่อผู้ศึกษาทราบปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยแล้ว เพื่อให้ข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองการเดินทางและขนส่งมีความถูกต้อง จึงจำเป็นต้องทำการปรับเทียบข้อมูล โดยการปรับเทียบแบบจำลองการกระจายการเดินทางกระทำได้หลายวิธี แต่นิยมใช้ทั่วไป โดยเฉพาะในการปฏิบัติงานวิเคราะห์ คือ วิธีแรงโน้มถ่วงที่เรียกว่า แบบจำลองตามหลักแรงโน้มถ่วง (Gravity Model) ดังนี้

$$\mathbf{T_{ij}} = \mathbf{kP_iA_j} / \mathbf{f(\Omega_{ij})} \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

โดยที่

$\mathbf{T_{ij}}$	=	ประมาณการปริมาณการเดินทางจาก i ไป j (การเดินทาง)
$\mathbf{P_i}$	=	การสร้างการเดินทางจากเขต i (การเดินทาง)
$\mathbf{A_j}$	=	การดึงดูดการเดินทางจากเขต i (การเดินทาง)
$\mathbf{f(\Omega_{ij})}$	=	ฟังค์ชั่นระยะห่างระหว่าง i และ j (Transport Impedance)
$\mathbf{k}$	=	ค่าคงที่ต้องประมาณการ/ปรับเทียบ

❖ **แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง**

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาสัดส่วนการเดินทางของผู้เดินทางว่า มีการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง (Mode) ต่าง ๆ ต่อการเดินทางทั้งหมดของระบบการขนส่งในพื้นที่ศึกษาอย่างไร (ดังรูปที่ 2-72)

รูปที่ 2-72 แนวคิดของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง
ที่มา: ผู้วิจัย

จากลักษณะการกระจายการเดินทางในแบบจำลองก่อนหน้านี้ ได้แสดงปริมาณการเดินทางจากแต่ละคู่พื้นที่ย่อย แต่ไม่ได้แสดงรูปแบบการเดินทางว่า การเดินทางนั้น ๆ กระทำด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง หรือรูปแบบการเดินทางอย่างอื่นอย่างใด แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) จะนำข้อมูลการสำรวจลักษณะการกระจายการเดินทางตามรูปแบบการเดินทางที่ผู้เดินทางเลือกภายใต้สภาพข้อจำกัดของระบบขนส่งประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่และข้อจำกัด หรือลักษณะด้านเศรษฐกิจ-สังคมของผู้เดินทางนั้น ๆ ไปพัฒนาการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยพิจารณาได้จากข้อมูลพื้นที่ย่อยและข้อมูลระดับบุคคล เพื่อเป็นฐานในการปรับเทียบและการประยุกต์ใช้ต่อไป

❖ **แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง**

แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง (Trip Assignment Model) คือ แบบจำลองที่อธิบายการแจกแจงการเดินทางหรือปริมาณจราจรที่ได้ขั้นตอนการเกิดการเดินทาง และการกระจายการเดินทาง ไปสู่โครงข่ายการขนส่งที่เป็นอยู่ให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงระบบโครงข่ายการขนส่งปัจจุบันให้ดีขึ้น และเพื่อประโยชน์ต่อการศึกษาวางแผนกำหนดโครงการด้านการขนส่งสำหรับประชากรในปีอนาคต อันได้แก่ ข้อมูลเส้นทางระบบขนส่งโครงข่ายขนส่งสภาพปัจจุบัน และ/หรือ ระบบที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต ข้อมูลการกระจายการเดินทางระหว่างแต่ละเขตในพื้นที่การศึกษา เป็นต้น (รูปที่ 2-73)

รูปที่ 2-73 ผังแบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง
ที่มา: ผู้วิจัย

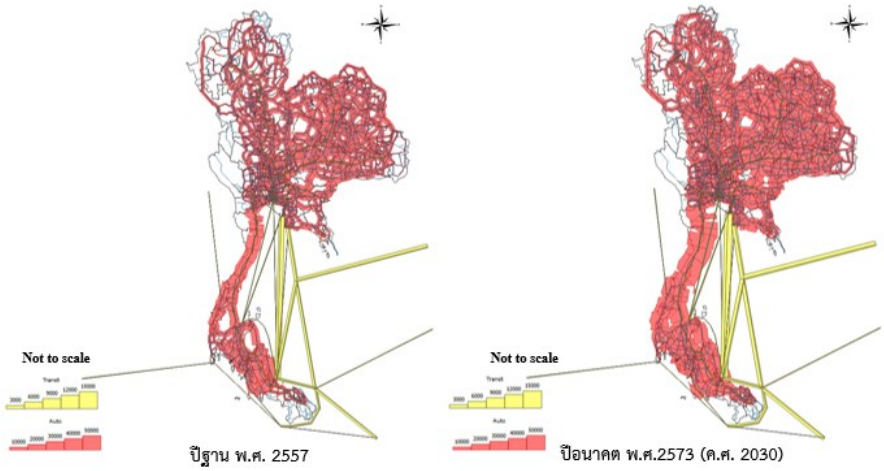
แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง เป็น แบบจำลองการแจกแจงเส้นทางที่จะแจกแจงการเดินทางต่าง ๆ ระหว่างพื้นที่ย่อยแต่ละคู่ (ภายในพื้นที่) หรือตารางการเดินทางลงบนโครงข่ายขนส่งที่กำลังพิจารณา ผลการแจกแจงจะแสดงในรูปปริมาณการเดินทาง (จราจร) บนโครงข่าย ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลสำรวจปริมาณจราจรเพื่อระบุคุณภาพแบบจำลอง จากนั้นจะเป็นประโยชน์ในขั้นประยุกต์ใช้ศึกษาสภาพจราจรปีอนาคต การประเมินด้านเศรษฐกิจและการเงินต่อไป

สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองการแจกแจงการเดินทางจึงเป็นการปรับเทียบเพื่อให้ได้โครงข่ายที่สอดคล้องกับปริมาณการเดินทางจากการสำรวจ ณ บริเวณต่าง ๆ บนโครงข่ายขนส่ง ปริมาณการเดินทางที่ได้จากขั้นตอนนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการพิจารณาออกแบบโครงข่ายขนส่งปีปัจจุบันและอนาคต ผลที่ได้จะสะท้อนระดับความเหมาะสมของอุปสงค์ (ความต้องการเดินทาง-Demand) กับอุปทาน (สิ่งอำนวยความสะดวก-Supply) หากต้องการความต้องการเดินทางที่แจก

แจงลงบนโครงข่ายมีปริมาณจราจรต่อความจุ (Volume/Capacity, V/C) สูง เช่น V/C > 1.0 เท่ากับว่าควรจะต้องพิจารณาออกแบบความจุเพิ่มเติม ซึ่งอาจเป็นการขยายขีดความสามารถ (ขยายช่องจราจร) หรือเพิ่มเส้นทางในระบบโครงข่าย (วางเส้นทางโครงการใหม่)

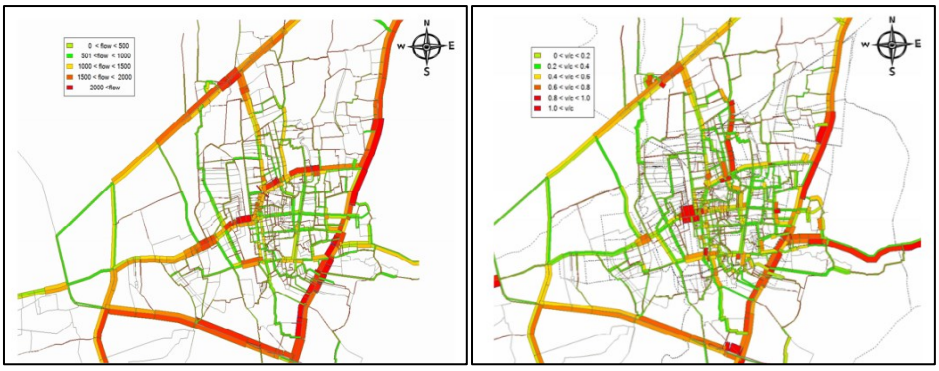
นอกจากตารางการเดินทางที่เป็นข้อมูลหลักแล้ว ข้อมูลอีกส่วนหนึ่ง คือ โครงข่ายขนส่งที่ต้องศึกษาพร้อมลักษณะของโครงข่าย ซึ่งในที่นี้หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็ว-อัตราการไหล และ/หรือ ความเร็ว-ปริมาณจราจร ของแต่ละช่วงทาง (Link) บนโครงข่ายขนส่ง

ในรูปที่ 2-74 ได้แสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการกระจายการเดินทาง ในการคาดการปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนน โดยในรูปตัวอย่างเป็นโครงข่ายถนนทั้งประเทศไทย ซึ่งการคาดการณ์จากปีฐาน (พ.ศ. 2557) และปีอนาคต (พ.ศ.2573) จะเห็นได้ว่าจากแบบจำลองสามารถอธิบายถึงปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นได้ในปีอนาคต และแบบจำลองดังกล่าวยังสามารถประยุกต์ใช้ในการทดสอบมาตรการการปรับปรุงคุณภาพหรือการดำเนินโครงการต่าง ๆได้ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมและคุ่มค่าในการก่อสร้างได้เช่นกัน

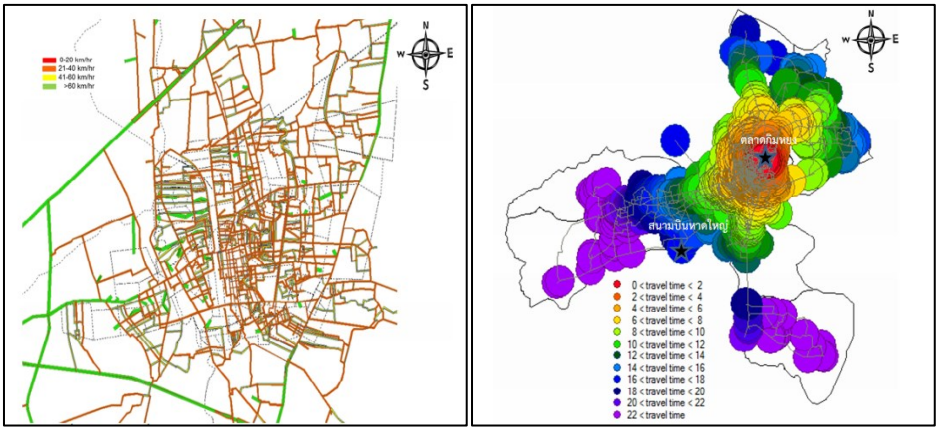


รูปที่ 2-74 ตัวอย่างผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการกระจายการเดินทาง
ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ และคณะ (2559)

นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้แบบจำลองการกระจายการเดินทาง ไม่เพียงแต่พิจารณาถึงปริมาณการจราจร (Volume) แล้ว ยังสามารถพิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ โดยงานวิจัยนี้จะขอนำเสนอตัวอย่างงานวิจัยที่ผ่านมาของ ปิยะพงศ์ สุวรรณโณ (2556) เรื่องการวิเคราะห์ความเปราะบางเนื่องจากภัยพิบัติของโครงข่ายถนนในเมืองหาดใหญ่ ซึ่งได้นำเสนอผลการศึกษาจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองการกระจายการเดินทาง ประกอบด้วย ปริมาณจราจรบนโครงข่ายถนน ปริมาณจราจรต่อความจุถนน (V/C) ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนบนโครงข่ายถนน และ ระยะเวลาในการเดินทางบนโครงข่ายถนน แสดงดังรูปที่ 2-75 และรูปที่ 2-76



รูปที่ 2-75 ตัวอย่างการแสดงผลปริมาณจราจรบนโครงข่ายถนน
และปริมาณจราจรต่อความจุถนน (V/C) บนโครงข่ายถนน (เมืองหาดใหญ่)
ที่มา: ปิยะพงศ์ สุวรรณโณ (2556)



รูปที่ 2-76 ตัวอย่างการแสดงผลความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วน
และผลระยะเวลาในการเดิน (travel time) ทางบนโครงข่ายถนน (เมืองหาดใหญ่)
ที่มา: ปิยะพงศ์ สุวรรณโณ (2556)

2.4.2 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยที่เน้นศึกษาและพิจารณาเฉพาะในส่วนของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญต่อการตัดสินใจแก้ปัญหาการจราจร การวางแผนนโยบายและมาตรการต่าง ๆ โดยหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพิจารณาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ 1) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง และ 2) การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิตระดับย่อย ซึ่งประกอบด้วย การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีค่าความสอดคล้อง (Maximum Likelihood) การปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบ 2 ทางเลือก (Binary Logit) การตรวจสอบประสิทธิภาพแบบจำลองโลจิตระดับย่อย และการปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางมากกว่า 2 ทางเลือก (Multinomial Logit) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ในการเลือกคาดการณ์หรือพยากรณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางในการเดินทางเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ง่าย ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดจากการตัดสินใจของมนุษย์ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ซึ่งปกติแล้วการเลือกรูปแบบการเดินทางจะสามารถพิจารณาจากองค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย ความเร็ว ความสะดวกสบาย ค่าใช้จ่าย ความเที่ยงตรงแน่นอน ความเอื้ออำนวยของแต่ละรูปแบบการเดินทาง และยังประกอบด้วยระยะเวลา ระยะทาง ขนาดเมือง สภาพด้านเศรษฐกิจ-สังคมของประชากร ฯลฯ ซึ่งตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ บางครั้งมีความยุ่งยากในการวัดผล อาจประสบปัญหาเรื่องความละเอียด ความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือ จึงทำให้ผู้ศึกษาส่วนใหญ่ไม่นำตัวแปรดังกล่าวมาพิจารณาได้ สำหรับตัวแปร/ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย ดังนี้

- ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะการเดินทาง ได้แก่ ระยะการเดินทาง และวัตถุประสงค์การเดินทาง
- ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะผู้เดินทาง ได้แก่ รายได้ครอบครัว จำนวนรถยนต์ส่วนบุคคล ขนาดครอบครัว โครงสร้างครอบครัว ความหนาแน่นบริเวณที่พักอาศัย อาชีพ และสถานที่ทำงานของบุคคลที่ต้องการศึกษา เป็นต้น
- ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะระบบขนส่ง ได้แก่ ระดับบริการ เวลาที่สูญเสียในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ฯลฯ เป็นต้น

2) การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิตระดับย่อย

กรณีแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิต (Logit) ระดับย่อย หรือพิจารณาหน่วยวิเคราะห์เป็นระดับรายบุคคล หรือกลุ่มบุคคลลักษณะเดียวกันตามแปรกำหนด จะไม่ทราบข้อมูลตัวแปรตาม P_i (ปกติมีค่าระหว่าง 0 และ 1) ทราบเพียงแต่ข้อมูลการเลือกรูปแบบการขนส่ง (Mode Choice) ของผู้เดินทางแต่ละคน สำหรับกรณีมีรูปแบบการเดินทาง 2 ประเภท ลักษณะข้อมูลก็จะอยู่ในรูปของ 0 หรือ 1 นอกจากนี้จะทราบคุณลักษณะ (Attributes) ต่าง ๆ ได้แก่ ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทาง ระยะเวลาการเดินทางและรอรถโดยสารประจำทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เดินทาง ได้แก่ รายได้ อายุ เพศ อาชีพ และการครอบครองยวดยาน เป็นต้น

ด้วยข้อมูลข้างต้น จะทำให้สามารถประมาณการค่าพารามิเตอร์ β ซึ่งนำไปแทนค่าคำนวณสัดส่วนการเดินทาง หรือการเลือกรูปแบบการเดินทางแต่ละประเภทได้ ทั้งนี้เมื่อทราบรูปแบบหรือฟังก์ชั่นการกระจาย (Logit Function) ดังนี้

$$P_n(i) = \frac{e^{v_{in}}}{e^{v_{in}} + e^{v_{jn}}} \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

โดยที่

$P_n(i)$ = ความน่าจะเป็นที่คนที่ n เลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง i

V_{in} = อรรถประโยชน์ (Utility) ส่วนที่เป็น non-random ของคนที่ n

i, j = รูปแบบการเดินทาง i และ j

Ben-Akiva and Lerman (1985) กล่าวว่า อรรถประโยชน์ (Utility), U_{in} จะประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น Systematic หรือ non-random (V_{in}) และส่วนที่เป็น random หรือส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้ (ε_{in}) ดังนี้

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

2.1) การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธค่าความสอดคล้อง

การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิต (Logit) ระดับย่อย ซึ่งอาศัยวิธีค่าความสอดคล้อง (Maximum Likelihood) โดยวิธีประมาณค่านี้มีปะโยชน์มาก เมื่อต้องการทราบค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเฉพาะ ๆ ไม่ใช่เป็นช่วง เพื่ออธิบายวิธี Maximum Likelihood จะขอยกตัวอย่าง Density Function หนึ่ง ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าจากประชากร คือ β โดย Density Function ของประชากรสามารถเขียนได้เป็น $\mathbf{f(X_n, \beta)}$ เมื่อให้ n เป็นจำนวนค่าที่สังเกตได้จากประชากร คือ X_1, ..., X_n ดังนั้น Joint Density Function ของประชากรและตัวแปรจากการสังเกต จะเขียนได้เป็น

$$\mathbf{l = f(X_1, \beta)\, f(X_2, \beta) \ldots\ldots f(X_n, \beta)} \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

สมการข้างต้นเรียกว่า Likelihood Function และ Maximum Likelihood จะหาได้โดยการใส่ Partial Derivative "l" เทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณ และกำหนดให้เท่ากับ 0 แต่เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ มักจะใส่ Natural Logarithms Function "l" ก่อน จะได้

$$\mathrm{L} = \ln \mathrm{l} = \sum_{n=1}^{n} ln\, f\left(X_n, \beta\right) \qquad \text{สมการที่ 2.5}$$

ดังนั้นเมื่อทำ Partial Derivative จะได้

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \frac{\partial}{\partial \beta}\sum_{n=1}^{n} \ln f\left(X_n, \beta\right) = 0$$

$$= \frac{1}{f\left(X_1, \beta\right)}\frac{\partial f\left(X_1, \beta\right)}{\partial \beta} + ... + \frac{1}{f\left(X_n, \beta\right)}\frac{\partial f\left(X_n, \beta\right)}{\partial \beta} = 0 \qquad \text{สมการที่ 2.6}$$

2.2) การปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองรูปแบบการเดินทาง

การปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองรูปแบบการเดินทาง (Binary Logit) เป็นการอธิบายวิธีการคาดการณ์/ทำนายผลการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยพิจารณาจากการปัจจัย (Attribute) ต่าง ๆ ได้แก่ เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง หรือปัจจัยอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการจะศึกษา

วิโรจน์ รุโจปการ (2554) ได้อธิบายขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ (β) และการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยในส่วนนี้คือประเด็นสำคัญของงานวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างง่าย งานวิจัยนี้ได้นำหลักการแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง Binary Logit หรือที่เรียกว่า แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบ 2 ทางเลือก มาอธิบายในแต่ละขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในที่นี้จะตัวอย่างการรวบรวมข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางแต่ละคน และกำหนดปัจจัยในการพิจารณาเพียง 1 ปัจจัย คือ เวลาในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ประเภท i และ ประเภท j และเมื่อกำหนดให้ Logit Function เป็นดังนี้

$$P_n\left(i\right) = \frac{e^{\beta x_{in}}}{e^{\beta x_{in}} + e^{\beta x_{jn}}} \qquad \text{สมการที่ 2.7}$$

ตารางที่ 2-13 ข้อมูลปรับเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก (BNL)

ตัวอย่างที่ (คนที่)	เวลาการเดินทาง (นาที)		รูปแบบการเดินทางที่ผู้เดินทางเลือก
	X_{in}	X_{jn}	
1	5	i	i
2	1	i	i
3	3	j	j

ที่มา: วิโรจน์ รุโจปการ (2554)

การประยุกต์ศึกษาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก (Binary Logit) จะแบ่งขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ (β) ออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Likelihood Function

$$l(\beta_1,..,\beta_k)=\sum_{(n=1)}^{n} P_n(i)^{y_{in}} P_n(j)^{y_{jn}} \qquad \text{สมการที่ 2.8}$$

โดยที่

$l(\beta_1)$ = Likelihood Function

$\beta^{'}$ = เวคเตอร์ (Vector) ของพารามิเตอร์ที่ต้องประเมิน

y_{in} = มีค่าเป็น 1 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่ง i
มีค่าเป็น 0 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่ง j

y_{jn} = มีค่าเป็น 0 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่ง i
และมีค่าเป็น 1 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่ง j

$P_n(i)$ = ความน่าจะเป็นที่คนที่ n เลือกประเภทขนส่ง i

หรือเมื่อใส่ Natural Logarithms

$$L(\beta_1,..,\beta_k)=\prod_{n=1}^{n}[y_{in}P_n(i)+y_{jn}P_n(j)] \qquad \text{สมการที่ 2.9}$$

โดยที่

k = จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อต้องการให้ค่า L สูงสุด จะต้อง Differentiate เทียบกับ β และให้สมการ Partial Derivatives เท่ากับศูนย์ กล่าวคือ จะหาค่าพารามิเตอร์ $\beta_1,\beta_2,.....,\beta_k$ ที่ให้ $Max\ L(\beta_1,\beta_2,.....,\beta_k)$ หรือ Maximum Likelihood นั่นคือ

$$L(\beta_1,..,\beta_k)=\sum_{n=1}^{n}[\frac{y_{in}P_n(i)/\partial\beta_k}{P_n(i)}+\frac{y_{jn}P_n(j)/\partial\beta_k}{P_n(j)}] \qquad \text{สมการที่ 2.10}$$

$= 0$ สำหรับ $\mathrm{k} = 1, ..., \mathrm{k}$

ขั้นตอนที่ 3 กรณีแบบจำลอง Binary Logit จะได้ Log Likelihood Function คือ

$$L(\beta_1,..,\beta_k)=\sum_{n=1}^{n}[[y_{in}\ln\frac{e^{\beta'x_{in}}}{e^{\beta'x_{in}}+e^{\beta'x_{jn}}}]+[y_{jn}\ln\frac{e^{\beta'x_{jn}}}{e^{\beta'x_{in}}+e^{\beta'x_{jn}}}]] \qquad \text{สมการที่ 2.11}$$

หากให้

$$X_n = X_{in} - X_{jn} \quad \text{หรือ} \quad X_{nk} = X_{ink} - X_{jnk}$$

ดังนั้น

$$P_n(i) = \frac{1}{1+e^{-\beta x_n}} \qquad \text{สมการที่ 2.12}$$

และ

$$P_n(j) = \frac{e^{-\beta x_n}}{1+e^{-\beta x_n}} \qquad \text{สมการที่ 2.13}$$

ขั้นตอนที่ 4 ฉะนั้น Log Likelihood Function, $L(\beta_1,.....,\beta_k)$ เขียนในรูปของการ Differentiate เทียบกับ β_k จะได้

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} = \sum_{n=1}^{n}[y_{in}P_n(j)X_{nk} - y_{jn}P_n(i)X_{nk}]$$

$$= \sum_{n=1}^{n}[y_{in}P_n(j) - y_{jn}P_n(i)]X_{nk}$$

$$= \sum_{n=1}^{n}[y_{in}(1-P_n(i)) - (1-y_{in})P_n(j)]X_{nk}$$

$$= \sum_{n=1}^{n}[(y_{in} - y_{in}P_n(i)) - P_n(i) + y_{in}P_n(i)]X_{nk}$$

$$= \sum_{n=1}^{n}[y_{in} - P_n(i)]X_{nk} \qquad \text{สมการที่ 2.14}$$

Maximum Likelihood คือ $\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} = 0$ จะได้

$$\sum_{n=1}^{n}[y_{in} - P_n(i)]X_{nk} = 0 \ , k = 1, \ ....., \ k \qquad \text{สมการที่ 2.15}$$

ขั้นตอนที่ 5 การประมาณค่าสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ แทนค่า β' ในสมการจากข้อ 3 เพื่อหาค่า $L(\beta)$ ที่สูงสุด หรือสมการของ $\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} = 0$ หรือในสมการ

$$\sum_{n=1}^{n}[\mathrm{y_{in}} - \mathrm{P_n(i)}]X_{nk} = 0 \qquad \text{สมการที่ 2.16}$$

ขั้นตอนที่ 6 ตัวอย่างที่กำหนดมี Attribute เพียง 1 ตัว คือ เวลาการเดินทาง β' **หรือเวคเตอร์** β_k **จะมีเพียง** 1 **ค่า โดยที่** k = 1 ซึ่งสอดคล้องกับสมการที่กำหนด

$$P_n(i) = \frac{e^{\beta x_{in}}}{e^{\beta x_{in}} + e^{\beta x_{jn}}} \qquad \text{สมการที่ 2.17}$$

ขั้นตอนที่ 7 ตารางคำนวณ

ตารางที่ 2-14 ตัวแปรเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก (BNL)

คนที่	**รูปแบบการเดินทางที่ผู้เดินทางเลือก**	X_{in} **(นาที)**	X_{jn} **(นาที)**	$\mathbf{y_{in}}$	$\mathbf{y_{jn}}$	$\mathbf{X_{in} - X_{jn}}$ **(นาที)**	$\mathbf{X_{jn} - X_{in}}$ **(นาที)**
1	i	5	3	1	0	+2	-2
2	i	1	2	1	0	-1	+1
3	j	3	4	0	1	-1	+1

ที่มา: วิโรจน์ รุโจปการ (2554)

กรณีเลือกประเภทขนส่ง i $\quad X_{nk} = X_{ink} - X_{jnk}$

กรณีเลือกประเภทขนส่ง j $\quad X_{nk} = X_{jnk} - X_{ink}$

พิจารณาที่รูปแบบการเดินทางนั้น ๆ เมื่อ $k = 1$ และลองแทนค่าจนกระทั่ง ได้ค่า β_k = 0.75631

ตารางที่ 2-15 การเปรียบเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางสองทางเลือก (BNL)

คนที่	$\sum_{n=1}^{n}[\mathrm{y_{in}} - \mathrm{P_n(i)}]X_{nk}$	$\sum_{n=1}^{n}[\mathrm{y_{jn}} - \mathrm{P_n(j)}]X_{nk}$
1	0.36110	0.00000
2	- 0.68055	0.00000
3	0.00000	0.31945

ที่มา: วิโรจน์ รุโจปการ (2554)

ตรวจสอบโดยการแทนค่า จะได้

$$\sum_{n=1}^{n}[\mathrm{y_{in}} - \mathrm{P_n(i)}]X_{nk} + \sum_{n=1}^{n}[\mathrm{y_{jn}} - \mathrm{P_n(j)}]X_{nk}$$

= 0.36110 - 0.68055 + 0.00000 + 0.00000 + 0.00000 + 0.31945

= 0

นั้นคือ เมื่อ β_k = 0.75631 จะให้ค่า $\frac{\partial \mathrm{L}(\beta)}{\partial \beta} = 0$ หรือเป็น Maximum Likelihood Estimate

ขั้นตอนที่ 8

เมื่อได้ค่า β = 0.75631 ที่ทำให้ $L(\beta)$ มีค่าสูงสุด หรือ Log Likelihood Function มีค่าสูงสุด และสามารถแทนค่า β เพื่อคำนวณหา $P_n(i)$ และ $P_n(j)$ แสดงดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-16 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบ

คนที่	**ความน่าจะเป็นที่พยากรณ์ได้**	
	$P_n(i)$	$P_n(j)$
1	0.82 หรือ (82.0%)	0.18 หรือ (18.0%)
2	0.32 หรือ (32.0%)	0.68 หรือ (68.0%)
3	0.32 หรือ (32.0%)	0.68 หรือ (68.0%)

ที่มา: วิโรจน์ รุโจปการ (2554)

2.3) การตรวจสอบประสิทธิภาพแบบจำลองโลจิตระดับย่อย

Ben-Akiva and Lerman (1985) เสนอวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง Logit โดยใช้ดัชนี ρ^2 ซึ่งคำนวณได้จาก ดังนี้

$$\rho^2 = 1 - \left[\frac{\mathrm{L}(\beta)}{\mathrm{L}(0)}\right] \qquad \text{สมการที่ 2.18}$$

โดยที่

ρ^2 = Rho-Square (มีค่าระหว่าง 0 และ 1)

$\mathrm{L}(\beta)$ = ค่า Log Likelihood Function สูงสุด

$\mathrm{L}(0)$ = ค่า Log Likelihood Function เมื่อพารามิเตอร์ทุกค่า เท่ากับ ศูนย์

หรืออาจใช้ค่าปรับแก้ดัชนี ρ^2 หรือ ρ^{-2} ที่ได้ปรับแก้ตามจำนวนพารามิเตอร์ ที่ต้องประมาณค่า k ตัว ดังนี้

$$\rho^{-2} = 1 - \left[\frac{L(\beta)-k}{L(0)} \right] \qquad \text{สมการที่ 2.19}$$

ค่า ρ^2 ยิ่งใกล้ 1 หมายถึง แบบจำลองมีประสิทธิภาพสูง กว่างคือ แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้มาก ในทางตรงข้าม หาก ρ^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า แบบจำลองไม่สามารถความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่กำลังพิจารณาได้ ค่า ρ^2 ที่อยู่ในเกณฑ์ ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไป (HFA, 1985) อย่างไรก็ดี ต้องพิจารณาสัดส่วนปริมาณการเดินทางบนแต่ละระบบขนส่งด้วย กล่าวคือ สำหรับบางกรณีค่า ρ^2 ไม่จำเป็นต้องมีค่าสูงก็ได้ (Ortuzar and Willumsen, 1996) ดังตัวอย่างในตารางที่ 2-17

ตารางที่ 2-17 ค่า ρ^2 น้อยที่สุดสำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโลจิตระดับย่อย

สัดส่วนการเลือกประเภทขนส่งประเภทหนึ่ง	**ρ^2 น้อยที่สุด**
0.50	0.00
0.60	0.03
0.70	0.12
0.80	0.28
0.90	0.53
0.95	0.71

ที่มา: (Ortuzar and Willumsen, 1996) อ้างอิงใน วิโรจน์ รุโจปการ (2544)

2.4) แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบหลายทางเลือก

การประมาณค่าพารามิเตอร์ β' ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบหลายทางเลือก (Multinomial logit, MNL) ซึ่งจะมีทางเลือกที่มากกว่า 2 ทางเลือกขึ้นไป โดยหลักการจะมีลักษณะวิธีการคำนวณที่คล้ายกันกับแบบจำลองสองทางเลือก (Binary Logit) แต่จะมีความแตกต่างเล็กน้อย โดยมีรายละเอียดการพิจารณาหา Maximum Likelihood มีสมการดังนี้

$$l(\beta) = \prod_{n=1}^{n} \prod_{i \in Cn} P_n(i)^{y_{in}} \qquad \text{สมการที่ 2.20}$$

โดยที่

y_{in} = มีค่าเป็น 1 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่ง i

และ มีค่าเป็น 0 เมื่อผู้เดินทางเลือกประเภทขนส่งอื่น ๆ (ที่ไม่ใช่ประเภทขนส่ง i)

$l(\beta)$ = Likelihood Function

i = รูปแบบการเดินทาง ซึ่งมีให้เลือกทั้งหมด C_n ประเภท

n = ตัวอย่างที่/คนที่ n

nk = ตัวอย่างที่/คนที่ nk

โดยสมการการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบหลายทางเลือกดังนี้

$$P_n(i) = \frac{e^{\beta x_{in}}}{e^{\beta x_{in}} + e^{\beta x_{jn}} + .. + e^{\beta x_{jnk}}}$$ สมการที่ 2.21

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง ซึ่งประกอบเป็นสมการอรรถประโยชน์การเดินทางของรูปแบบการเดินทางแต่ละรูปแบบ สมการที่ได้อาจยังไม่สามารถนำไปใช้ได้เลย เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจ อาจไม่ได้สะท้อนข้อมูลการตัดสินใจการเลือกรูปแบบการเดินทางได้จริง ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จำเป็นต้องทำการปรับเทียบค่าที่ได้จากการแบบจำลองเทียบกับค่าความเป็นจริง จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า Jaensirisak et al. (2004) ได้นำเสนอหลักการปรับเทียบแบบจำลอง จากค่าคงที่ (Constant) ของค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง เพื่อให้แบบจำลองสุดท้ายที่ได้สามารถการคาดการณ์อรรถประโยชน์การเดินทางได้ถูกต้อง โดยใช้สมการที่ 2.22

$$\text{Constant}_{new} = \text{Constant}_{old} + \ln\left(P_r / P_m\right)$$ สมการที่ 2.22

โดยที่ P_r คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจริง (Real)

P_m คือ สัดส่วนจากแบบจำลอง (Model)

2.5 หลักการคัดเลือกวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สำหรับหลักการคัดเลือกวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทบทวน พบว่า องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2554) ได้กล่าวถึงวิธีการหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสามารถหาได้ด้วยกัน 3 วิธี คือ วิธีวัดจากการตรวจวัด (Measurement-based Methodologies) วิธีการคำนวณ (Calculation- based Methodologies) และวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ รายละเอียดดังนี้

- วิธีวัดจากการตรวจวัด

วิธีวัดจากการตรวจวัด (Measurement-based Methodologies) เป็นการตรวจวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีมาตรฐานสากล

- วิธีการคำนวณ

การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือการทำสมการมวลสารสมดุล หรือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Facility Specific) หรือ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของตัน (หรือ กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 Equivalent) การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร คำนวณได้จากสมการที่ 2.23

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สมการที่ 2.23

โดยที่

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) คือ ปริมาณการใช้พลังงาน หรือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซออกมา เช่น ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถนับออกมาเป็นหน่วยการใช้งานได้ เป็นต้น

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน (2551) ได้ศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดในภาคคมนาคมและขนส่ง และได้อธิบายหลักการหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยวิธีการคำนวณหา มีด้วยกัน 3 วิธีหลัก ๆ ประกอบด้วย 1) วิธี Top-Down 2) วิธี Bottom-Up1 และ 3) วิธี Bottom-Up2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- วิธี Top-Down เป็นวิธีการทำนายโดยการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง เป็นข้อมูลทุติยภูมิซึ่งได้จากข้อมูลเก็บสถิติ ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงทั้งในอดีตและปัจจุบัน
- วิธี Bottom-Up1 เป็นวิธีการทำนายโดยการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิซึ่งได้จากของยานพาหนะแต่ละคัน ประกอบด้วย ข้อมูลระยะทางที่วิ่ง ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นต้น

- วิธี Bottom-Up2 เป็นวิธีการทำนายโดยการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากข้อมูลปริมาณการจราจรซึ่งได้จากการคาดการณ์ในแบบจำลองการเดินทางและขนส่ง (Transport Model) ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงถนนของโครงข่ายที่ศึกษา

- วิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ

การหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกสามารถหาได้ด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ ตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บ และข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยสมการสารสมดุล เป็นต้น

2.6 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า สิทธา เจนศิริศักดิ์ (2557) ได้อธิบายการวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืน บทเรียนจากยุโรปสำหรับประเทศไทย โดยกล่าวว่าการแก้ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหามลพิษ และปัญหาอุบัติเหตุด้วยการเพิ่มโครงสร้างพื้นฐานและการขยายถนน ไม่สามารถแก้ปัญหาการขนส่งได้อย่างยั่นยืน โดยหลักการพื้นฐานของการวางแผนเมืองและขนส่ง ควรพิจารณาและคำนึงถึงกลุ่มผู้เดินทางทุกกลุ่ม (ทั้งเดินเท้า รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถโดยสารสาธารณะ และยังต้องคำถึงผู้ด้อยโอกาสทางสังคม เช่น ผู้มีรายได้น้อย ผู้สูงอายุ และผู้พิการ) ดังนั้นเมื่อไม่สามารถขยายความจุของถนนได้เทียบทันกับจำนวนรถส่วนตัวที่เพิ่มสูงขึ้น แนวคิดของการวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืน คือ 1) ควรลดความต้องการในการเดินทางโดยรถยนต์ในพื้นที่ใจกลางเมือง โดยการควบคุมการเข้าและความเร็วของรถยนต์ 2) การจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมและปลอดภัย และ 3) การส่งเสริมการเดินทางระยะสั้นด้วยการเดินและจักรยาน เพื่อให้ประชาชนมีทางเลือกในการเดินทาง และการใช้พื้นที่ที่จำกัดได้อย่างเหมาะสม และสำหรับการสร้างยุทธศาสตร์จากการบูรณาการนโยบายที่เหมาะสม ต้องประกอบด้วย 2 ข้อหลัก คือ 1) *การส่งเสริมซึ่งกันและกันของนโยบาย (synergy)* เช่น การจัดให้มีที่จอดแล้วจร (park and ride) ร่วมกับการปรับปรุงบริการรถประจำทางสาธารณะหรือรถไฟฟ้า การใช้มาตรการสยบการจราจร (traffic calming) ในเมืองเพื่อเสริมประโยชน์ของการสร้างถนนเลี่ยงเมือง หรือการปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อเพิ่มผลของมาตรการควบคุมการจราจร (traffic restraint) และ 2) *การขจัดอุปสรรค (removal of barriers)* คือ การใช้นโยบายหนึ่งเพื่อขจัดอุปสรรคการดำเนินงานนโยบายอื่น ๆ โดยอุปสรรคที่สำคัญ ได้แก่ การเงิน การยอมรับจากประชาชน และผลกระทบทางอ้อม เช่น การใช้มาตรการเก็บเงิน (ค่าที่จอดรถ หรือค่าใช้ถนน) เพื่อสนับสนุนการเงินแก่โครงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน หรือการนำไปปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะได้ เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยที่ผ่านมาด้านการศึกษานโยบายและมาตรการเพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดย ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการดำเนินโครงการรถประจำทางด่วนพิเศษภายในเขตเมืองขอนแก่น เพื่อสนับสนุนให้เมืองขอนแก่นเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ โดยในการศึกษาได้ประเมินการลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เมื่อดำเนินโครงการรถประจำทางแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) รถประจำทางขนาดเล็ก 2) รถประจำทางด่วนพิเศษที่ไม่มีระบบเสริม (Feeder) และสถานที่จอดแล้วจร (Park & Ride) และ 3) รถประจำทางด่วนพิเศษที่มีระบบเสริมและสถานที่

จอดแล้วจร นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวได้เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ระหว่างปีฐาน (พ.ศ. 2555) กับปีอนาคต (พ.ศ. 2565) โดยพบว่า รถประจำทางทั้ง 3 แบบ ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้ 5.56% 13.16% และ 26.32% ตามลำดับ และต่อมา สุเมธ เดชธำรงค์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลและรถประจำทางด่วนพิเศษ: กรณีศึกษา รถประจำทางด่วนพิเศษเมืองขอนแก่น โดยได้นำเสนอรูปแบบการเดินทางรถประจำทางด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT) ที่ให้บริการเส้นทางถนนมิตรภาพเมืองขอนแก่น ซึ่งนำเสนอรูปแบบการเดินทางที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย ระบบรถมินิบัส (Minibus, MNB) ระบบรถบีอาร์ทีที่ไม่มีบริการเสริม (BRT without Park & Ride and Feeder, BRTS) และระบบรถบีอาร์ทีที่มีบริการเสริม (BRT with Park & Ride and Feeder, BRTS) โดยการสำรวจความพึงพอใจในการเดินทางจากกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์แบบจำลองประเภท 2 ทางเลือก (Binary logit Model) ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลและรถประจำทางมีความแตกต่างกัน โดยผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลให้ความสำคัญต่อเวลาในการเดินทางมากว่าค่าใช้จ่าย ส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์จะให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายมากกว่าเวลาในการเดินทาง และยังพบว่า ระบบรถบีอาร์ทีที่มีประสิทธิภาพจะสามารถดึงดูดให้ผู้ใช้บริการได้มากยิ่งขึ้น

จิราคม สิริศรีสกุลชัย และคณะ (2551) ได้ศึกษาผลสนองต่อมาตรการการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยแบบจำลองมิกซ์โลจิต กรณีศึกษาค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่ โดยการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Transportation Demand Management, TDM) ถือว่ายุทธศาสตร์หนึ่งในการแก้ปัญหาการจราจร มาตรการ TDM เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรด้านการขนส่งอย่างคุ้มค่า ในใช้มาตรการเพื่อสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งมวลชน และการสร้างข้อจำกัดในการใช้รถส่วนบุคคล ในการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ศึกษาทัศนคติการยอมรับต่อมาตรการ TDM ต่าง ๆ ของประชาชนในเมืองเชียงใหม่และปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติการยอมรับ และ 2) สร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อศึกษากระทบต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีการนำมาตรการจัดการเก็บค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่ ค่าธรรมเนียมการจอดรถ และสนับสนุนการใช้รถโดยสารสาธารณะโดยการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ จากผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองรูปแบบการเดินทางในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีการนำมาตรการจัดค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่ และค่าธรรมเนียมการจอดรถมาใช้ พบว่าทั้งสองมาตรการสามารถลดจำนวนผู้เดินทางโดยรถส่วนตัวลงได้ประมาณ 27% - 73% โดยผู้เดินทางจะเปลี่ยนไปเลือกการโดยสารรถร่วมกัน และรถบัส ผลจากการคาดการณ์โดยแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่ามาตรการจัดเก็บค่าธรรมเนียมมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนผู้เดินทางโดยรถส่วนตัว

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ ชลิตา ผดุงมิตร และคณะ (2552) ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานคร และจังหวัดเชียงใหม่ โดนพิจารณารูปแบบการเดินทางประกอบด้วย รถประจำทางปรับอากาศ รถไฟ สายการบินต้นทุนต่ำ และสายการบินปกติ โดยใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบหลายทางเลือก (Multinomial logit model) ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง รวมไปถึงปัจจัยด้านราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อราคาตั๋วโดยสารและค่าใช้จ่ายการเดินทาง จากแบบจำลองสามารถ

คาดการณ์สัดส่วนการเลือกเดินทางด้วย สายการบินต้นทุนต่ำ รถประจำทางปรับอากาศ สายการบินปกติ และรถไฟ คิดเป็น 50% 32% 7% และ 11% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า เหตุผลหลักที่เลือกเดินทางด้วยการขนส่งทางอากาศ ได้แก่ ความจำเป็นที่จะต้องใช้บริการ ความสามารถในการประหยัดเวลาในการเดินทาง ความสะดวกสบายในการเดินทาง และความมั่นใจในความปลอดภัยของท่าอากาศยาน เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยด้านการส่งเสริมการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินแบบไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport) โดยมีงานวิจัยของ โสมสกาว เพชรานนท์ และวลัยภรณ์ อัตตะนันทน์ (2558) ได้ศึกษาการประเมินความเต็มใจจ่ายเพื่อการบริหารจัดการช่องทางจักรยานของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบจำลองทางเลือก (Choice Modeling Approach) จากจำนวนตัวอย่าง 719 คน ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ร้อยละ 40 มีความเต็มใจจ่ายค่าบริหารจัดการฯ และพบว่า ระดับการศึกษา การมีส่วนร่วมในสิ่งแวดล้อม อาชีพ ราคาจักรยาน ความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐาน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายฯ

เอกชัย รัตนโอภา และวิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองดัชนีชี้วัดการใช้จักรยานร่วมกับกระแสจราจรบนถนน โดยได้ศึกษาถึงลักษณะทัศนคติ พฤติกรรม และความรู้สึกสะดวกสบายในการเดินทางโดยจักรยาน และพิจารณาเฉพาะทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับถนนในกรุงเทพมหานคร รวมทั้งปัจจัยทางด้านลักษณะทางกายภาพของทางจักรยานที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทางลักษณะกายภาพที่มีผลต่อระดับความเครียดประกอบด้วย ปริมาณจราจรในทิศทางเดียวกับการปั่นจักรยาน การตีเส้นแบ่งช่องทางจักรยาน ความเร็วกระแสจราจรที่ระดับ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ กิจกรรมบริเวณข้างทาง และความกว้างของทางจักรยาน และตัวแปรที่มีผลต่อระดับความเครียดมาก คือ ปริมาณจราจรในทิศทางเดียวกับการปั่นจักรยาน การตีเส้นแบ่งช่องทางจักรยาน เป็นต้น

นฤมล พูลกสิวิทย์ และเจษฎา ทาสอน (2558) ได้ศึกษาแนวทางในการส่งเสริมการใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยนเรศวร และจากผลการวิจัย พบว่า ปัญหาและอุปสรรคของการเดินทางด้วยจักรยานภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แก่ การขาดร่มเงา เส้นทางจักรยานที่ไม่สนับสนุนการใช้งาน เช่น การขาดแคลนจุดจอดรถจักรยานที่ มีประสิทธิภาพ ปัญหาการคาบเกี่ยวระหว่างช่องทางจักรยานและรถจักรยานยนต์ รวมทั้งจุดบริการจักรยานให้ยืมที่ไม่เพียงพอ และผู้เขียนได้ให้ความเห็นว่า จากนโยบายการส่งเสริมมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นนโยบายที่ดี แต่ยังขาดการรับฟังความคิดเห็นและความต้องการของนิสิต บุคลากร จึงทำให้การดำเนินนโยบายของทางมหาวิทยาลัยฯ ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้เท่าที่ควร เป็นต้น

วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ (2556) ได้ศึกษาวิธีส่งเสริมการขี่จักรยานในกรุงเทพมหานครโดยมุ่งเน้นถึงการทราบความต้องการของผู้ใช้รถจักรยานในชีวิตประจำวัน โดยการสุ่มสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่บริเวณถนนประชาอุทิศ บางมด จำนวน 543 คน ซึ่งพบจำนวนผู้ใช้จักรยานจริงอยู่ที่ร้อยละ 32 และได้สอบถามผู้ใช้จักรยานกลุ่มนี้ ในประเด็นที่เกี่ยวกับปัญหาการใช้จักรยานและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการใช้จักรยานรวม 37 ประเด็น จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) สามารถจัดรวมกลุ่มประเด็นได้เป็น 7 กลุ่ม โดยกลุ่มประเด็นที่ผู้ใช้จักรยานให้ความสำคัญมากที่สุด คือกลุ่มนโยบายและแผนสนับสนุนการใช้จักรยาน กลุ่มประเด็นที่ผู้ใช้

จักรยานให้ความสำคัญ รองลงมา คือกลุ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนน และกลุ่มสิ่งกีดขวางบนทางเท้า ในกลุ่มแรกมีประเด็นสำคัญที่ผู้ใช้จักรยานต้องการให้ดำเนินการ ได้แก่ การสร้างโครงข่ายเส้นทางจักรยานที่เชื่อมโยงต่อเนื่องพร้อมป้ายแสดงเส้นทาง การสร้างทัศนคติที่ดีให้กับประชาชน การให้สิทธิ์พิเศษแก่ผู้ที่ขี่จักรยานมาทำงาน การสร้างจุดจอดจักรยานที่ปลอดภัย การจัดช่องทางจักรยานแยกต่างหากจากรถยนต์และคนเดินเท้า เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ พบว่า ศุภกร สุทธิพันธ์ และคณะ (2557) ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทาง ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ ได้พัฒนาแบบจำลองการเดินทางแบบโลจิตสองทางเลือก (Binary Logit Model) จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพการเดินทางในกรณีปัจจุบันและกรณีสมมติ (Stated Preference) ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากร ผลจากศึกษา พบว่าปัจจัยที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย เวลาในการเดินทางของรถโดยสารประจำทาง เวลาในการรอรถโดยสารประจำทาง ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายของรถส่วนบุคคล ซึ่งต่อมา ณฤพล นิยม และคณะ (2558) ได้ต่อยอดงานวิจัยของ ศุภกร สุทธิพันธ์ และคณะ (2557) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งพบว่าเวลาและค่าใช้จ่าย ยังคงเป็นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นเดินเท้าและใช้จักรยาน โดยหากมีมาตรการที่เพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคล เช่น การจำกัดพื้นที่และการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ จะทำให้มีคนเปลี่ยนมาเดินเท้าและใช้จักรยานมากขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าว ยังไม่ได้พิจารณามาตรการส่งเสริมการใช้จักรยาน อีกทั้งจำนวนตัวอย่างที่ใช้พัฒนาแบบจำลองมีน้อย และไม่มีตัวอย่างบุคคลภายนอกที่เดินทางเข้า-ออก วิทยาเขตหาดใหญ่เป็นประจำ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเพิ่มจำนวนตัวอย่าง วิเคราะห์ผล และประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อทดสอบ มาตรการ รวมถึงการคำนวณปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ลดลงตามมาตรการ (รายละเอียดในหัวข้อ 3.6)

2.7 สรุปผลท้ายบท

จากการนำเสนอการทบทวนนโยบายและมาตรการด้านคมนาคมขนส่ง รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ สำหรับสังคมคาร์บอนต่ำ รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในข้างต้นแล้ว และตัวอย่างการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่ดีทั้งในและต่างประเทศ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะนำแนวทางเหล่านี้มาพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเมืองต่าง ๆ ของประเทศไทยให้ดีขึ้นได้ต่อไป สำหรับในบทถัดไป จะนำเสนอถึงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยสำหรับการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (บทที่ 3) ผลการศึกษางานวิจัย สำหรับการประยุกต์ใช้ในการประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากมาตรการที่นำเสนอ รวมถึงการคาดการปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (บทที่ 4) และสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ (บทที่ 5) รายละเอียดจะกล่าวในบทถัดไป

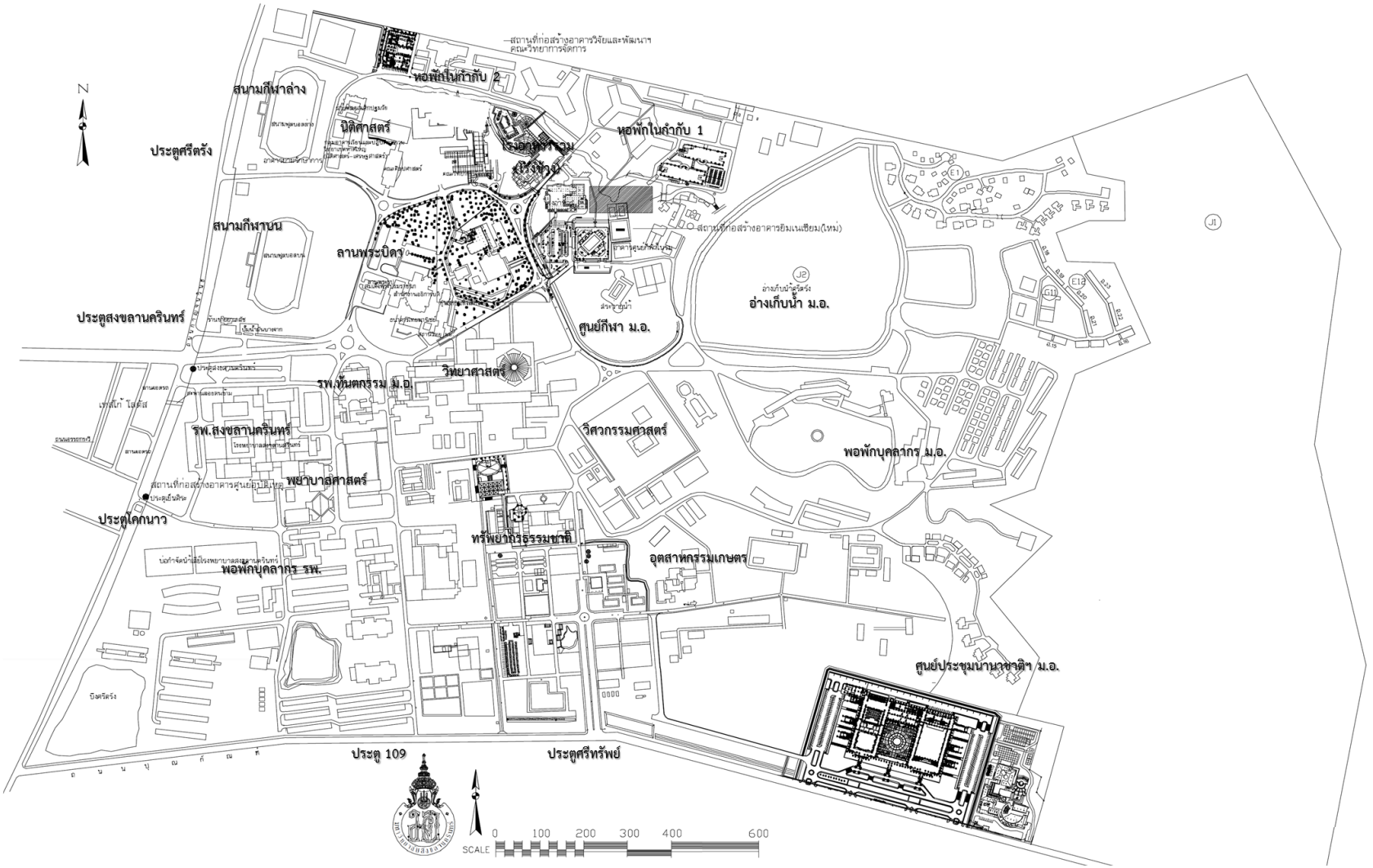
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลในเบื้องต้น 2) การสำรวจและข้อมูลรวบรวมข้อมูลภาคสนาม 3) การนำเสนอมาตรการและนโยบาย 4) การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 5) การทดสอบและการประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ 6) การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ 7) การวิเคราะห์สรุปผลและจัดทำรายงาน แสดงดังรูปที่ 3-1

รูปที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 38 ตารางกิโลเมตร (ดังรูปที่ 3-2) ประกอบตัว สถานบริการโรงพยาบาล จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาล ม.อ. โรงพยาบาลทันตกรรม โรงพยาบาลการแพทย์แผนไทย และโรงพยาบาลสัตว์ มีคณะหน่วยงานที่เปิดสอน จำนวน 17 คณะ 1 วิทยาลัย 3 สถาบันวิจัยหลัก และหน่วยงานวิจัยอีกจำนวนมาก ซึ่งมีจำนวนนักศึกษาและบุคลากร ณ ปีการศึกษา 2559 ประมาณ 28,572 คน นอกจากนี้ วิทยาเขตหาดใหญ่ ยังประกอบด้วยสถานออกกำลังกาย ศูนย์กีฬา รวมไปถึงตลาดการค้าต่าง ๆ ที่ดึงดูดการเดินทางเข้าออกในวิทยาเขต



รูปที่ 3-2 แผนผังมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ที่มา: กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2556)

3.2 การออกแบบแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ในงานวิจัยนี้ ได้สำรวจข้อมูลการเดินทางทั้ง 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Revealed Preference) ประกอบด้วยข้อมูลการเดินทางและรูปแบบการเดินทางปัจจุบัน และข้อมูลทั่วไปของผู้เดินทาง และ 2) ข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference) โดยศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีนโยบายหรือมาตรการที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน

สำหรับวิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Revealed Preference, RP) เป็นการสอบถามข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน โดยข้อมูลที่สอบถาม ได้แก่ การเลือกรูปแบบการเดินทางในชีวิตประจำวัน หรือการสอบถามข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้เดินทาง เช่น เพศ อายุ อาชีพ รายได้ อัตราการครอบครองรถ และการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน เป็นต้น (รายละเอียดในภาคผนวก ค.) โดยการสอบถามวิธีดังกล่าวจะไม่สามารถควบคุมและกำหนดตัวแปรได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีอยู่ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน

3.2.2 ข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ

สำหรับการกำหนดสถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง ตามหลักการการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference, SP) เป็นการสอบถามลักษณะการเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับงานวิจัย หรือการศึกษาความเหมาะสมของโครงการคมนาคมขนส่งต่าง ๆ รวมถึงการกำหนดนโยบายและมาตรการต่าง ๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และอาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งวิธีนี้ ผู้ศึกษาสามารถกำหนดตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ ในการศึกษาได้ สำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ปัจจัย 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านเวลาในการเดินทาง และ 2) ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อผู้เดินทางทุกคนในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง และเมื่อปัจจัยดังกล่าวของแต่ละรูปแบบการเดินทางมีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะส่งผลอย่างไรต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

สุเมธ เดชธำรงค์ (2556) ได้เปรียบเทียบข้อเด่นและข้อด้อยของวิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทางระหว่างการสำรวจข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (RP) และการสำรวจข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP) สรุปได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การเปรียบเทียบวิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทางระหว่างวิธี RP และวิธี SP

ประเด็น	วิธี Reveled Preference, RP	วิธี Stated Preference, SP	วิธีผสม RP และSP
การใช้งาน	ศึกษาได้เฉพาะพฤติกรรมการเดินทางต่อทางเลือกที่มีอยู่ในปัจจุบัน	ศึกษาได้เฉพาะพฤติกรรมการเดินทางต่อทางเลือกที่ยังไม่มีอยู่ในปัจจุบัน และสามารถกำหนดสถานการณ์ในอนาคตขึ้นมาได้	ศึกษาได้เฉพาะพฤติกรรมการเดินทาง ต่อทางเลือกที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสามารถสร้างสถานการณ์เพิ่มเติมขึ้นมาได้
ข้อเด่น	ได้รับข้อมูลการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว	ได้รับข้อมูลการตัดสินใจที่สมมติขึ้นมาในสถานการณ์อนาคต	ลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการตัดสินใจต่อทางเลือก
ข้อด้อย	ไม่สามารถรับข้อมูลการตัดสินใจที่แตกต่างไปจากปัจจุบันได้	อาจได้ข้อมูลการตัดสินใจต่อทางเลือก ที่คาดเคลื่อน และไม่ได้เป็นไปตามความเป็นจริง หากเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริงในอนาคต	ค่าใช้จ่ายในการสำรวจอาจมีค่าสูง เนื่องจากจำเป็นต้องสอบถามทั้ง 2 วิธี

ที่มา: จตุพล รักดี (2550) อ้างอิงใน สุเมธ เดชธำรงค์ (2556)

งานวิจัยนี้ได้กำหนดจำนวนสถานการณ์สมมติตามหลักการออกแบบที่ผสมผสานแบบเต็มรูปแบบ หรือ Full Factorial Design (Hensher et al, 2005) โดยกำหนดจากพื้นฐานของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน จากการสุ่มสำรวจระยะเวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางเฉลี่ย ภายในวิทยาเขต โดยแบ่งตามระยะการเดินทาง ได้แก่ ระยะ 500 เมตร 1,500 เมตร และ 2,000 เมตร ซึ่งโดยทั่วไปผู้คนใช้เวลาเดินเท้าประมาณ 5-15 นาที ส่วนจักรยาน 5-10 นาที รถจักรยานยนต์ 2-10 นาที รถยนต์ 6-14 นาที และรถโดยสารประจำทาง 8-15 นาที เป็นต้น และสำหรับค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ผู้เดินทางต้องจ่ายเพิ่มประมาณ 0-15 บาทต่อหนึ่งครั้งการเดินทาง

จากนั้นเมื่อได้สถานการณ์สมมติ เข้าสู่ขั้นตอนการกำหนดระดับความแตกต่างของเวลาและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นและลดลง โดยตั้งสมมติฐานว่าผู้เดินทางยอมที่เสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพื่อให้ลดเวลาในการเดินทางลง หรือยอมเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง โดยการกำหนดได้ใช้รูปแบบการเดินทางจักรยานเป็นรูปแบบการเดินทางฐานเทียบกับรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ได้แก่ การเดินเท้า จักรยานยนต์ รถยนต์ และ

รถประจำทาง ม.อ. ซึ่งการกำหนดระดับความแตกต่างระหว่างคู่ของรูปแบบการเดินทาง แบ่งได้เป็น 3 ระดับ แสดงดังตารางที่ 3-2 และแสดงสถานการณ์การเลือกรูปแบบการ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 การกำหนดระดับความแตกต่างกันของเวลาและค่าใช้จ่ายของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ	**ระดับ**	**ผลต่างของเวลาและค่าใช้จ่าย ระหว่าง *จักรยาน* และรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ**	
		เวลา (นาที)	**ค่าใช้จ่าย (บาท)**
การเดินเท้า	1	+1	-
	2	+2	-
	3	+3	-
จักรยานยนต์	1	-1	+3
	2	-2	+5
	3	-3	+10
รถยนต์	1	+3	+5
	2	+2	+10
	3	+1	+15
รถโดยสารประจำทาง	1	+5	-
	2	+4	+1
	3	+3	+2

หมายเหตุ เครื่องหมาย ลบ " - " หมายถึง เวลาหรือค่าใช่จ่ายในการเดินทางของรูปแบบนั้น ๆ มีค่าน้อยกว่ารูปแบบจักรยาน และเครื่องหมาย บวก " + " หมายถึง เวลาหรือค่าใช่จ่ายในการเดินทางของรูปแบบนั้น ๆ มีค่ามากกว่ารูปแบบจักรยาน

สำหรับตารางที่ 3-3 เป็นการนำเสนอสถานการณ์ของการเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP) จำนวน 9 สถานการณ์ ประกอบด้วยเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของทั้ง 5 รูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย การเดิน (Walk) รถจักรยาน (Bicycle) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle) รถยนต์ (Private car) และรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus) โดยที่แต่ละสถานการณ์ มีสมมติฐานว่า เมื่อเวลาและค่าใช้จ่ายเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลให้ผู้เดินทางเกิดการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางอย่าไร แสดงผลการศึกษาในหัวข้อ 4.2.2

ตารางที่ 3-3 สถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง / สถานการณ์	เดินเท้า		จักรยาน		จักรยานยนต์		รถยนต์		รถโดยสารประจำทาง	
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	6	-	5	-	4	3	8	5	10	-
2	7	-	5	-	3	5	7	10	9	1
3	8	-	5	-	2	10	6	15	8	2
4	9	-	8	-	7	3	11	5	13	-
5	10	-	8	-	6	5	10	10	12	1
6	11	-	8	-	5	10	9	15	11	2
7	12	-	10	-	9	3	13	5	15	-
8	13	-	10	-	8	5	12	10	14	1
9	14	-	10	-	7	10	11	15	13	2

จากการสอบถามข้อมูลการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนและให้ได้รับข้อมูลที่มีความเป็นจริงที่สุด สำหรับการสอบถามข้อมูลผู้เดินทางได้แบ่งสถานการณ์แบบสอบถามออกเป็น 3 ระดับ ๆ (3 ส่วน) ละ 3 สถานการณ์ และให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบได้เพียง 1 หรือ 2 ส่วนเท่านั้น (รายละเอียดของแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค.)

3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้สำรวจข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มผู้เดินทาง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มนักศึกษา ประกอบด้วย ระดับปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก (ตารางที่ 3-4) จำนวน 1,207 ตัวอย่าง 2) กลุ่มบุคลากร ประกอบด้วย ฝ่ายวิชาการ และฝ่ายสนับสนุน จำนวน 732 ตัวอย่าง และ 3) กลุ่มบุคคลภายนอก (ผู้ที่เดินทางเข้า และออกจาก ม.อ.) จำนวน 759 ตัวอย่าง ซึ่งรวมเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 2,698 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3-4 จำนวนนักศึกษา ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีการศึกษา 2559

ระดับการศึกษา	คณะ/หน่วยงาน				
	การจัดการสิ่งแวดล้อม	การแพทย์แผนไทย	ทรัพยากรธรรมชาติ	ทันตแพทยศาสตร์	เทคนิคการแพทย์
ปริญญาตรี	-	354	1,383	352	251
ปริญญาโท	81	24	164	60	-
ปริญญาเอก	88	2	55	35	55
รวม	169	380	1,602	447	301

ระดับการศึกษา	คณะ/หน่วยงาน				
	นิติศาสตร์	พยาบาลศาสตร์	แพทยศาสตร์	เภสัชศาสตร์	วิทยาการจัดการ
ปริญญาตรี	572	668	1,318	828	3,020
ปริญญาโท	-	244	60	71	496
ปริญญาเอก	79	55	79	66	38
รวม	651	967	1,457	965	3,554

ระดับการศึกษา	คณะ/หน่วยงาน				
	วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	ศิลปศาสตร์	เศรษฐศาสตร์	สัตวแพทยศาสตร์
ปริญญาตรี	2,697	2,622	1,180	552	48
ปริญญาโท	275	404	156	99	-
ปริญญาเอก	163	136	17	-	-
รวม	3,135	3,162	1,353	651	48

ระดับการศึกษา	คณะ/หน่วยงาน				
	อุตสาหกรรมเกษตร	วิทยาลัยนานาชาติ วิทยาเขตหาดใหญ่	สถาบันการจัดการระบบสุขภาพภาคใต้	สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง	สถาบันสันติศึกษา
ปริญญาตรี	502	164	-	-	-
ปริญญาโท	39	-	46	12	21
ปริญญาเอก	67	-	22	-	-
รวม	608	164	68	12	21

ที่มาข้อมูล: กองทะเบียนและประมวลผล ม.อ. (2559)

3.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่ใช้อธิบายหรือคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลปัจจัยประกอบการคาดการณ์ ได้แก่ เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยอธิบายด้วยฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility function) ซึ่งเป็นสมการแสดงความพึงพอใจและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเลือกเดินทางด้วยรูปแบบนั้น ๆ (Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R., 2010)

งานวิจัยนี้ได้กำหนดรูปแบบการเดินทางทั้งหมด 5 รูปแบบ ได้แก่ เดินเท้า (Walk) รถจักรยาน (Bicycle) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle) รถยนต์ (Private car) และรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus) โดยเขียนสมการอรรถประโยชน์ได้ดังสมการที่ 3.1

$$Utility_{mode} = Constant_{mode} + \beta_{T,mode}(\Delta T + TT) + \beta_{C,mode}(\Delta C + TC) \quad \text{สมการที่ 3.1}$$

โดยที่

$Constant_{mode}$	คือ ค่าคงที่ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง (*mode*)
$TT,\ TC$	คือ เวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางปัจจุบัน
$\Delta T\ ,\ \Delta C$	คือ เวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เปลี่ยนแปลง
$\beta_{T,mode}$	คือ สัมประสิทธิ์ของเวลาของแต่ละรูปแบบการเดินทาง
$\beta_{C,mode}$	คือ สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

ในบางครั้ง ค่าคงที่ (Constant) ในสมการที่ 3.2 อาจจำเป็นต้องมีการปรับเทียบ เพื่อให้แบบจำลองสุดท้ายที่ได้สามารถคาดการณ์ได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับอรรถประโยชน์ของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง (Jaensirisak et al., 2004) โดยสมการคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{Constant}_{\text{new}} = \text{Constant}_{\text{old}} + \text{In}\left(\text{P}_{\text{r}}/\text{P}_{\text{m}}\right) \quad \text{สมการที่ 3.2}$$

โดยที่ P_{r} คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจริง (Real Proportion)

P_{m} คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจากแบบจำลอง (Model Proportion)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ในแบบจำลองแต่ละประเภทกลุ่มตัวอย่าง กล่าวในหัวข้อ 4.2.1 โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฯ ดังกล่าวโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือในการประมาณค่าคงที่ (Constant) และค่าสัมประสิทธิ์ (β) ด้วยโปรแกรม NLOGIT โดยรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการใช้งานโปรแกรม NLOGIT แสดงในภาคผนวก ง.

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

การตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง มี 2 ส่วน คือ 1) ความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง และ 2) ความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง (Internal Validation) เป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index) ค่านัยสำคัญทางสถิติ และความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง

- ดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index, ρ^2) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการอธิบายพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง ซึ่งค่า ρ^2 โดยปกติอยู่ในช่วง 0 - 1 โดยหากแบบจำลองที่มีความสามารถอธิบายพฤติกรรมได้ดี จะมีค่า ρ^2 เข้าใกล้ 1 สำหรับค่า ρ^2 ที่ยอมรับได้ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (สัจจากาจ จอมโนนเขวา, 2552)

- ค่านัยสำคัญทางสถิติ เป็นการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นทางสถิติของข้อมูล โดยทั่วไปนิยมใช้การทดสอบค่านัยสำคัญทางสถิติ โดยแบ่งระดับ 3 ระดับ 90%, 95% หรือ 99% เป็นต้น โดยขึ้นอยู่กับความละเอียดของงานนั้น ๆ นอกจากนี้ การตรวจสอบค่าทางสถิติยังมีด้านอื่น ๆ ได้แก่ ค่า t-test ค่า P-value เป็นต้น

- เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ว่ามีความสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่เทียบกับค่าอรรถประโยชน์ ยกตัวอย่างเช่น เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ จะต้องเป็นเครื่องหมาย "ลบ" ซึ่งหมายความว่า ค่าอรรถประโยชน์ในการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ จะมากขึ้น หากเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลง ในทางกลับกันสำหรับปัจจัยด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบาย หรือความตรงเวลา ควรมีเครื่องหมาย "บวก" ซึ่งหมายความว่า ค่าอรรถประโยชน์ในการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ จะมากขึ้น หากปัจจัยดังกล่าว (ความปลอดภัย ความสะดวกสบาย หรือความตรงเวลาในการให้บริการ) มากขึ้นนั้นเอง

- ความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง (External Validation) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการคาดการณ์หรือทำนายผลที่มีความถูกต้องได้ร้อยละเท่าไหร่ โดยการนำแบบจำลองที่พัฒนาแล้ว ไปทดสอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการเดินทางแล้วนำผลที่ได้จากแบบจำลองเทียบมาเทียบกับข้อมูลการตัดสินใจเลือกเดินทางจริง

3.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองที่ได้พัฒนาไปประยุกต์ใช้ใน 2 ส่วน คือ 1) การประเมินผลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง (Modal shift) จากมาตรการสังคมคาร์บอนต่ำที่นำเสนอ และ 2) การคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลงจากมาตรการที่นำเสนอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

สำหรับมาตรการส่งเสริมสังคมคาร์บอนต่ำและการจัดการความต้องการเดินทาง และการพิจารณาการเลือกรูปแบบในการเดินทางมีหลากหลายวิธีด้วยกัน หนึ่งในนั้นก็คือ การพิจารณาปัจจัยในการเดินทาง โดยแบ่งเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยหลัก ได้แก่ เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และ 2) ปัจจัยรอง ได้แก่ ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย เป็นต้น โดยในการศึกษานี้ ได้พิจารณาเพียงปัจจัยหลัก คือ เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เท่านั้น

ในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาส่งเสริมสังคมคาร์บอนต่ำและการจัดการความต้องการเดินทาง และนำเสนอออกมา ซึ่งมีด้วยกันจำนวน 9 มาตรการ ที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทาง ทั้ง 5 รูปแบบ ประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ รถยนต์ การเดิน รถจักรยาน และรถโดยสารประจำทาง โดยรายละเอียดแต่ละมาตรการ มีดังนี้

ก) พื้นที่จอดรถบริเวณหน้าศูนย์อาหาร ม.อ. (โรงช้าง)

ข) พื้นที่จอดรถบริเวณหน้าคณะเศรษฐศาสตร์และนิติศาสตร์ ม.อ.

รูปที่ 3-2 ตัวอย่างจุดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษาปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์แล้ว ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ใช้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องหาพื้นที่จอดรถ

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างป้ายเตือนการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์

การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ เป็นมาตรการที่สมมติฐานที่คล้ายกับมาตรการที่ 1 คือเมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ ผู้ใช้รถยนต์จะต้องใช้เวลาในการหาพื้นที่จอดรถมากขึ้น

รูปที่ 3-4 ตัวอย่างการกำหนดพื้นที่จอดรถแบบจ่ายค่าบริการ ในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อมีการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ จะส่งผลให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องจ่ายค่าพื้นที่จอดรถ

รูปที่ 3-5 ตัวอย่างเครื่องชำระค่าบริการพื้นที่จอดรถ ในเมืองเจอร์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานที่คล้ายกับมาตรการที่ 3 เมื่อมีการเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ จะส่งผลให้ผู้ใช้รถยนต์มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องจ่ายค่าพื้นที่จอดรถ

รูปที่ 3-6 ตัวอย่างการให้บริการพื้นที่จอดรถแบบเสียค่าบริการ ในสนามบินบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนตัว ซึ่งทำให้สามารถควบคุมได้ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน เนื่องจากหากมีการจำกัดเพียงการใช้รถยนต์ อาจทำให้ผู้เดินทางหันไปเลือกเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์แทนได้

มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อการเก็บค่าพื้นที่จอดรถส่วนตัว ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสมมติฐานของมาตรการที่ 5

รูปที่ 3-7 การให้บริการรถโดยสารสาธารณะในเมืองบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง

การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อมีการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง เช่น การสร้างช่องจราจรพิเศษเฉพาะรถประจำทาง การให้สิทธิ์รถประจำทางไปก่อน การเพิ่มความถี่ให้บริการ หรือการปรับปรุงทางเลี้ยวทางแยกให้เหมาะสมแก่รถประจำทาง จะทำให้ลดเวลาในการเดินทางของรถโดยสารประจำทางลงได้

มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน

การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน เป็นมาตรการที่มีสมมติฐานว่า เมื่อมีการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยานที่ส่งผลต่อการเพิ่มเวลาในการเดินทางของรถจักรยาน ได้แก่ การสร้างหรือแยกช่องทางรถจักรยานออกจากรถขนาดใหญ่ที่มีความเร็วต่างกัน การเพิ่มรถจักรยานสาธารณะเพื่อบริการ การสร้างที่จอดรถจักรยานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้เวลาน้อยกว่าเดิมในการหาที่จอดรถจักรยาน และอื่น ๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ การจัดให้บริการจำหน่ายรถจักรยานราคาพิเศษ รวมถึงการให้บริการซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานภายในมหาวิทยาลัยฯ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้มีผู้ใช้จักรยานเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 3-8 การบริการรถจักรยานเช่าสาธารณะ

ที่มา: ผู้วิจัย

มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการ (มาตรการที่ 1-8) พร้อมกัน

สำหรับมาตรการสุดท้าย เป็นการสมมติฐานว่าเมื่อมีการดำเนินทุกมาตรการทั้งหมดข้างต้นพร้อมกัน จะส่งผลอย่างไรต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 5 รูปแบบ

โดยผลการทดสอบมาตรการทั้ง 9 มาตรการ จะแสดงในหัวข้อที่ 4.3 ประกอบด้วย ผลการศึกษาการประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจะนำเสนอในหัวข้อ 4.3.1 และการคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในหัวข้อที่ 4.3.2

3.6.2 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

นอกจากมาตรการทั้ง 9 สามารถลดปริมาณผู้ใช้รถส่วนบุคคล และหันมาเดินทางโดยรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์รวมไปถึงการเดินทางพลังงานสะอาด ซึ่งส่งผลให้สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้ด้วยเช่นกัน

ในส่วนของการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ด้วยวิธี " Bottom-Up2 " (ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์, 2556) เนื่องจากเป็นวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ปริมาณการจราจรที่ได้จากการคาดการณ์ในแบบจำลองการเดินทางและขนส่ง (Transport Model) ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงถนนของโครงข่ายที่ศึกษา แต่สำหรับงานวิจัยนี้ ข้อมูลแบบจำลองที่ได้ (จากหัวข้อ 3.6.1) เป็นข้อมูลสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เปลี่ยนไปจากรถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์ และรถยนต์) ไปสู่การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การเดิน และจักรยาน) รวมถึงรถประจำทาง ม.อ. เมื่อมีการดำเนินมาตรการต่าง ๆ ซึ่งได้ประยุกต์ใช้อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 (Emission Factor) ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อระยะการเดินทางหนึ่งกิโลเมตร ของยานพาหนะแต่ละประเภท ประกอบด้วย รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบัสขนาดใหญ่ และรถบัสขนาดเล็ก ดังแสดงในตารางที่ 3-5 ผลการศึกษากล่าวในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 3-5 อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะการเดินทางของยานพาหนะแต่ละประเภท

รูปแบบการเดินทาง	**อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (gCO_2/km)**
รถยนต์	124.5
รถจักรยานยนต์	83.0
รถบัสขนาดใหญ่	66.8
รถบัสขนาดเล็ก	34.3

ที่มา: European Environment Agency (2013)

3.7 สรุปผลท้ายบท

จากวิธีดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งทำให้ได้แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง รวมถึงการกำหนดมาตรการสำหรับการในการจัดการรถส่วนตัว และมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางที่เหมาะสม ต่อไปจะเป็นการนำเสนอผลการวิจัยที่ประกอบด้วย ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง และการประยุกต์แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พัฒนาแล้ว ในการทดสอบมาตรการที่นำเสนอ สำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Modal shift) และการคาดการณ์ปริมาณ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยรายละเอียดได้นำเสนอในบทถัดไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

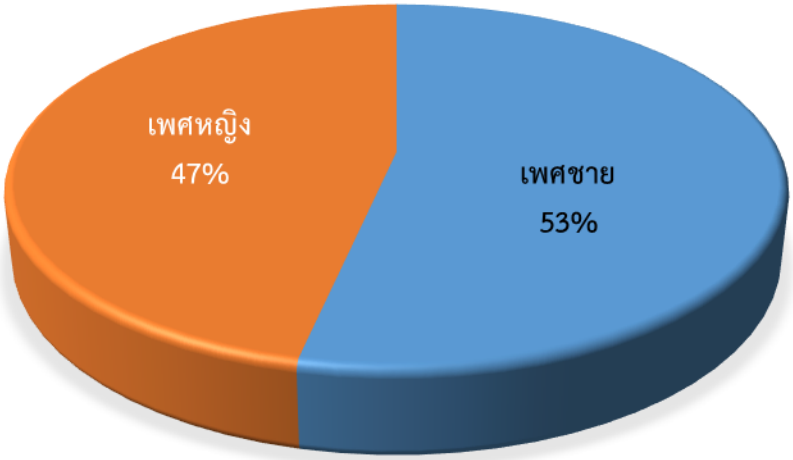
จากการสำรวจข้อมูลการเดินทางของกลุ่มประชากรภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และผู้ที่เดินทางเข้า-ออก ม.อ. เป็นประจำ ซึ่งมีลักษณะการกระจายตัวแสดงดังตารางที่ 4-1 ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

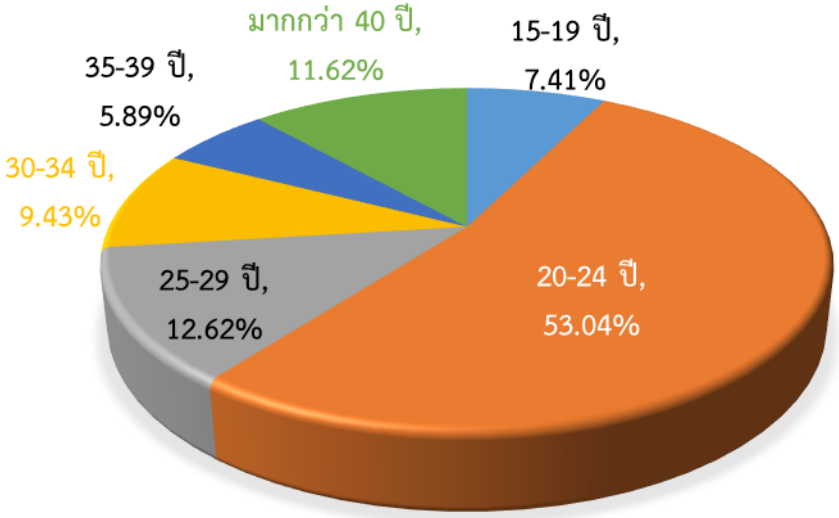
ลักษณะ	ร้อยละ	ลักษณะ	ร้อยละ
เพศ (Gender)		**อาชีพ (Occupation)**	
• เพศชาย	53.42	• นักศึกษาปริญญาเอก	06.12
• เพศหญิง	46.58	• อาจารย์ และบุคลากร	19.45
อายุ (Age)		• บุคคลภายนอก	30.03
• 15-19 ปี	07.41	**รายได้ (Income)**	
• 20-24 ปี	53.04	• ต่ำกว่า 10,000 บาท	52.18
• 25-29 ปี	12.62	• 10,001-20,000 บาท	18.02
• 30-34 ปี	09.43	• 20,001-30,000 บาท	19.19
• 35-39 ปี	05.89	• 30,001-40,000 บาท	07.07
• มากกว่า 40 ปี	11.62	• 40,001-50,000 บาท	02.86
อาชีพ (Occupation)		• มากกว่า 50,001 บาท	00.67
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1	08.84	**การเลือกรูปแบบการเดินทาง (mode share)**	
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2	09.53	• รถโดยสารประจำทาง ม.อ.	04.90
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3	07.38	• รถจักรยาน	03.20
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4	12.59	• เดินเท้า	11.42
• นักศึกษาปริญญาโท	06.37	• รถยนต์	27.95
		• รถจักรยานยนต์	52.53

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 650 คน

จากการสำรวจข้อมูลของผู้ที่เดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างประชากร ได้แก่ กลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคลากรฝ่ายวิชาการและฝ่ายสนับสนุน รวมถึงกลุ่มบุคคลภายนอกที่เดินทางเข้าออก ม.อ. เป็นประจำ (รายละเอียดแบบสอบถามในภาคผนวก ค.) พบว่า กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น เพศชาย 53.0 % และเพศผู้หญิง 47.0 % และยังพบว่า ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างประชากรมากที่สุด คือ ช่วงอายุ 20-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.04 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 25-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.62 และช่วงอายุ มากกว่า 40 ปี ช่วงอายุ 30-34 ปี ช่วงอายุ 15-19 ปี และช่วงอายุ 35-39 ปี คิดเป็น 11.62 % 9.43 % 7.41 % และ 5.89 % ตามลำดับ ผลดังรูปที่ 4-1 และ 4-2



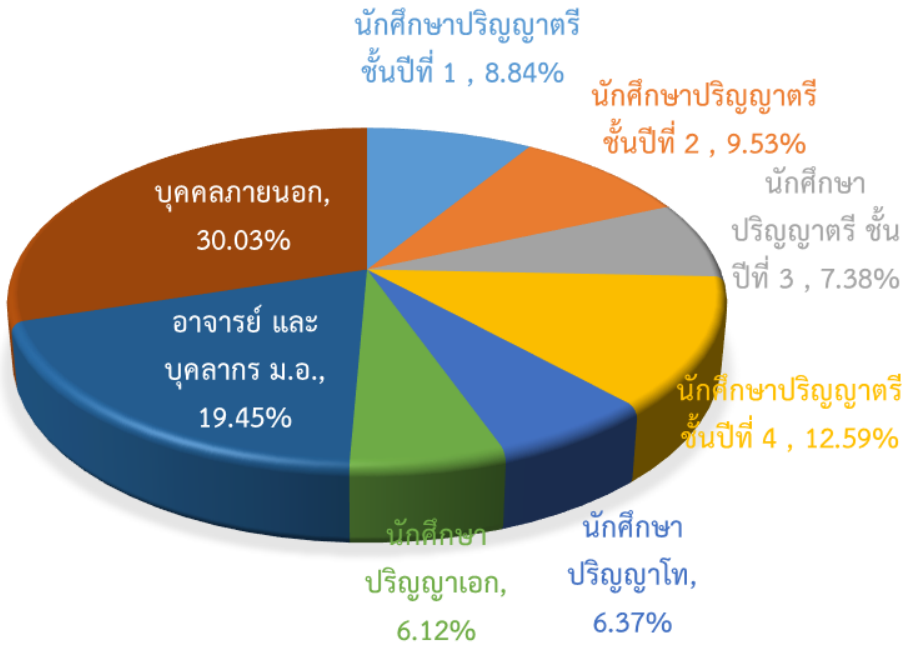
รูปที่ 4-1 สัดส่วนเพศของกลุ่มตัวอย่าง
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-2 สัดส่วนช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง
ที่มา: ผู้วิจัย

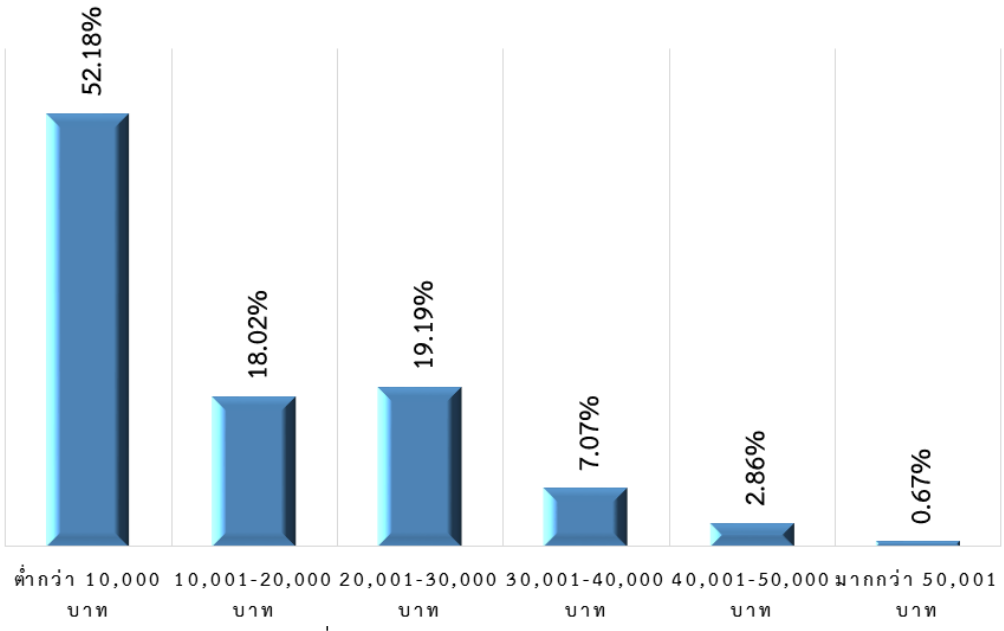
เมื่อพิจารณากลุ่มอาชีพของกลุ่มตัวอย่างประชากร พบว่า เป็นบุคคลภายนอก ร้อยละ 30.03 อาจารย์ และบุคลากร ร้อยละ 19.45 นอกจากนี้ เป็นนักศึกษา ร้อยละ 50.52 ซึ่งประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 1 นักศึกษาชั้นปีที่ 2 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 นักศึกษาชั้นปีที่ 4 นักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาปริญญาเอก คิดเป็น 8.84 % 9.53 % 7.38 % 12.59 % 6.37 % และ 6.12 % ตามลำดับ (รูปที่ 4-3)

นอกจากนี้ ยังพบว่า รายได้ของกลุ่มตัวอย่างประชากร (ดังรูปที่ 4.4) ร้อยละ 52.18 มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท รองลงมาคือ ร้อยละ 19.19 มีรายได้ในช่วง 20,001 - 30,000 บาท และร้อยละ 18.02 มีรายได้ในช่วง 10,001 - 20,000 บาท และอื่น ๆ อีก ร้อยละ 10.61



รูปที่ 4-3 สัดส่วนอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

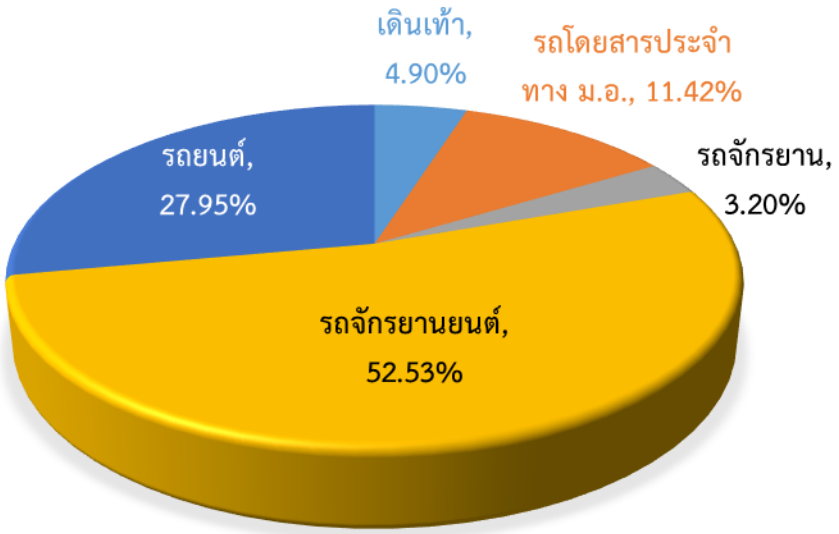
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-4 สัดส่วนรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง

ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับสัดส่วนในการเลือกรูปแบบในการเดินทางปัจจุบัน (ดังรูปที่ 4-5) พบว่า อันดับที่ 1 ร้อยละ 52.53 เลือกเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ อันดับที่ 2 ร้อยละ 27.95 เลือกเดินทางด้วยรถยนต์ และอันดับที่ 3 เลือกเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง ม.อ. คิดเป็นร้อยละ 11.42 นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มผู้เดินทาง เลือกเดินทางด้วยการเดิน และรถจักรยาน เพียง 4.90 % และ 3.20 % ตามลำดับ



รูปที่ 4-5 สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับการสำรวจสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 4-5) เป็นสัดส่วนรวมของผู้เดินทางทุกกลุ่ม ซึ่งได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ค. และนอกจากนี้ในหัวข้อที่ 4.2 ได้แสดงสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มผู้เดินทางแยกเป็นแต่ละกลุ่ม ได้แก่ ผู้เดินทางกลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคลากร และบุคคลภายนอก

4.2 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

4.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

จากการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งแบบจำลองของผู้เดินทางออกเป็น 4 กลุ่มผู้เดินทาง ประกอบด้วย แบบจำลองรวมทุกกลุ่มผู้เดินทาง และแบบจำลองย่อย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคลากร และกลุ่มบุคคลภายนอก ที่เดินทางเข้าออก ม.อ. เป็นประจำ โดยผลการพัฒนาแบบจำลองฯ ที่ได้จากการนำข้อมูลการสำรวจการเดินทางจากทุกกลุ่มตัวอย่าง (แสดงในภาคผนวก ค.) และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือโปรแกรม NLOGIT (ดังภาคผนวก ง.) เพื่อหามูลค่าประโยชน์สูงสุดที่เกิดจากการเลือกรูปแบบการเดินทางแต่ละรูปแบบ โดยกำหนดฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility function) ดังสมการที่ 4.1-4.5 ซึ่งประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยด้านเวลา ด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และค่าคงที่ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

$$Utility_{Walk} = Constant_{walk} + \beta_{T,walk} \times \left(tt + \Delta t\right)_{Walk} \quad \text{สมการที่ 4.1}$$

$$Utility_{bc} = \beta_{T,bc} \times \left(tt + \Delta t\right)_{bc} \quad \text{สมการที่ 4.2}$$

$$Utility_{mc} = Cons\tan t_{mc} + \beta_{T,mc} \times \left(tt + \Delta t\right)_{mc} + \beta_{C,mc} \times \left(tc + \Delta c\right)_{mc} \quad \text{สมการที่ 4.3}$$

$$Utility_{pc} = Cons\tan t_{pc} + \beta_{T,pc} \times \left(tt + \Delta t\right)_{pc} + \beta_{C,pc} \times \left(tc + \Delta c\right)_{pc} \quad \text{สมการที่ 4.4}$$

$$Utility_{Ebus} = Cons\tan t_{Ebus} + \beta_{T,Ebus} \times \left(tt + \Delta t\right)_{Ebus} + \beta_{C,Ebus} \times \left(tc + \Delta c\right)_{Ebus} \quad \text{สมการที่ 4.5}$$

โดยที่ $Cons\tan t_{mode}$ คือ ค่าคงที่แต่ละรูปแบบการเดินทาง

tt, tc คือ เวลาการเดินทาง และค่าใช้จ่ายการเดินทาง

$\Delta t, \Delta c$ คือ เวลา และค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป

$\beta_{T,mode}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางแต่ละรูปแบบการเดินทาง

$\beta_{C,mode}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายเดินทางแต่ละรูปแบบการเดินทาง

จากผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง เนื่องจากแบบจำลองแรกที่พัฒนาได้ ยังคาดการณ์สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ ไม่ใกล้เคียงกับสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางจริงในปัจจุบัน ดังนั้น เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำและสามารถคาดการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางได้ถูกต้องตามความเป็นจริงมากขึ้น งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองจากค่าคงที่ (Constant) โดยใช้หลักการจากสมการที่ 3.2 ซึ่งได้แสดง ค่าคงที่ก่อนการปรับเทียบ และค่าคงที่หลังการปรับเทียบ รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางในแต่ละแบบจำลอง ดังตารางที่ 4-2 ถึง 4-5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)		t-ratio
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**0.4238**	**0.2570**	1.95 *
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-0.5860	-0.5860	-12.16 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-2.5000**	-
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน ($\beta_{T,bc}$)	-0.5390	-0.5390	-9.34 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**-0.7807**	**0.3150**	-4.12 ***
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{T,bc}$)	-0.4198	-0.4198	-7.76 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{C,bc}$)	-0.2870	-0.2870	-14.05 ***
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**2.1993**	**2.1770**	6.72 ***
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.4910	-0.4910	-8.78 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ ($\beta_{C,pc}$)	-0.2030	-0.2030	-12.89 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Ebus}$)	**-2.5637**	**-2.6120**	-2.28 **
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Ebus}$)	-0.1680	-0.1680	-2.15 **
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Ebus}$)	-1.6330	-1.6330	-5.95 ***
จำนวนตัวอย่าง		**650**	
Likelihood ratio index; σ^2		**0.211**	
% Correctly		**45.53**	

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0%, 95.0% และ 99.0%

ตารางที่ 4-3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มนักศึกษา

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)		t-ratio
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**4.0872**	**7.2474**	13.75 ***
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-1.0940	-1.0940	-18.96 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-5.5030**	-
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน ($\beta_{T,bc}$)	-0.6568	-0.6568	-10.03 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**1.8872**	**5.1772**	7.65 ***
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{T,bc}$)	-0.7620	-0.7620	-15.10 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{C,bc}$)	-0.4960	-0.4960	-16.74 ***

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0%, 95.0% และ 99.0%

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มนักศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)		t-ratio
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**5.1387**	**6.6820**	15.72 ***
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.7477	-0.7477	-14.77 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ ($\beta_{C,pc}$)	-0.3350	-0.3350	-14.88 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Ebus}$)	**6.0893**	**5.1591**	14.44 ***
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Ebus}$)	-1.0500	-1.0500	-17.72 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Ebus}$)	-0.2083	-0.2083	-2.22 **
จำนวนตัวอย่าง		**991**	
Likelihood ratio index; σ^2		**0.230**	
% Correctly		**39.07**	

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0%, 95.0% และ 99.0%

ตารางที่ 4-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มบุคลากร

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)		t-ratio
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**4.9958**	**9.1660**	11.32 ***
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-1.1970		-14.72 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-2.3536**	-
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน (β_{Tbc})	-0.7055	-0.7055	-7.59 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**1.9072**	**1.2019**	5.00 ***
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Tbc})	-0.8583	-0.8583	-11.88 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Cbc})	-0.4670	-0.4670	-11.09 ***
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**6.2318**	**10.4765**	13.01 ***
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.8346	-0.8346	-11.74 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ ($\beta_{C,pc}$)	-0.3623	-0.3623	-11.50 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Ebus}$)	**7.8112**	**9.3283**	14.15 ***
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Ebus}$)	-1.1519	-1.1519	-14.28 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Ebus}$)	-0.3853	-0.3853	-3.17 ***
จำนวนตัวอย่าง		**515**	
Likelihood ratio index; σ^2		**0.201**	
% Correctly		**37.07**	

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0%, 95.0% และ 99.0%

ตารางที่ 4-5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)		t-ratio
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**4.4831**	**4.5883**	11.75 ***
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-1.2724	-1.2724	-16.74 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-1.4427**	-
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน ($\beta_{T,bc}$)	-0.8936	-0.8936	-10.01 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**0.2503**	**2.5590**	0.63
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{T,bc}$)	-0.8666	-0.8666	-11.32 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ ($\beta_{C,bc}$)	-0.5332	-0.5332	-13.41 ***
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**5.0565**	**6.6921**	8.46 ***
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.9501	-0.9501	-11.19 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ ($\beta_{C,pc}$)	-0.4188	-0.4188	-13.32 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Ebus}$)	**7.7970**	**2.6591**	16.05 ***
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Ebus}$)	-1.2551	-1.2551	-15.71 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Ebus}$)	-0.3849	-0.3849	-4.14 ***
จำนวนตัวอย่าง		**542**	
Likelihood ratio index; σ^2		**0.214**	
% Correctly		**45.33**	

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0%, 95.0% และ 99.0%

ในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยกัน 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง (Internal Validation) ได้แก่ การตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index) โดยปกติแล้วค่าที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งจากแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง พบว่ามีค่ามากกว่า 0.20 ทุกแบบจำลองจึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผ่าน การพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติทั้ง 4 แบบจำลองก็อยู่ในช่วงระดับความเชื่อมั่นที่ 90.0% - 99.0% และการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง ก็พบว่า มีความสอดคล้องกับความเป็นจริง คือ หากเวลาและค่าใช้จ่ายเดินทางเพิ่ม ค่าอรรถประโยชน์ของรูปแบบฯ นั้น ๆ จะลดลง

สำหรับการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง (External Validation) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการคาดการณ์หรือทำนายผล ซึ่งพบว่า แบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง ให้ค่าร้อยละการคาดการณ์ที่ถูกต้องได้ 45.53% , 39.07 , 37.07% และ 45.33% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่พอใช้ได้

จากแบบจำลองที่ได้แสดงทั้ง 4 แบบจำลองข้างต้น ในส่วนถัดไป จะนำเสนอในส่วนของการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ในการคาดการณ์การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Modal shift) และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการดำเนินมาตรการต่าง ๆ

4.2.2 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง

มูลค่าของเวลา (Value of time, VOT) คือ การพิจารณาระดับความสำคัญของเวลา โดยแต่ละบุคคลจะมีมูลค่าของเวลาที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสถานะภาพทางอาชีพ หรือรายได้ เป็นต้น อธิบายอย่างง่าย มูลค่าเวลา คิดจากบุคคลนั้น ๆ จะต้องสูญเสียเงินไปเท่าไหร่ หากเสียเวลาไป 1 นาที หรืออาจหมายความว่าผู้คนนั้น ๆ จะยอมจ่ายเงินไปเท่าไหร่เพื่อแลกกับการลดการเสียเวลาลงไปได้ 1 นาที เช่น การเลือกเดินทางโดยรูปแบบต่าง ๆ ที่มีค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วมูลค่าของเวลาสำหรับแต่ละคนอาจจะไม่เท่ากัน และสามารถคาดการณ์ได้อย่างง่ายจากรายได้หรือเงินเดือนเทียบกับหน่วยเวลา ยกตัวอย่างเช่น นาย ก. มีรายได้เดือนละ 10,000 บาท แสดงได้ว่า นาย ก. มีมูลค่าของเวลา เท่ากับ 10,000 บาท/เดือน หรือเท่ากับ 0.231 บาท/นาที นั้นเอง

สำหรับงานวิจัยนี้ การพิจารณามูลค่าของเวลาจากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยในแบบจำลอง โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางจากแบบจำลองทั้ง 3 กลุ่มผู้เดินทาง แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 มูลค่าของเวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบการเดินทางของแต่ละแบบจำลอง

รูปแบบการเดินทาง	**มูลค่าเวลาในการเดินทาง (บาท/นาที)**			
	แบบจำลองกลุ่มนักศึกษา	แบบจำลองกลุ่มบุคลากร	แบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก	แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง
การเดิน	-	-	-	-
รถจักรยาน	-	-	-	-
รถโดยสาร ม.อ.	(-1.0500/-0.2083) 5.041	(-1.1519/-0.3853) 2.989	(-1.2551/-0.3849) 3.260	(-0.1680/-1.6330) 0.103
รถจักรยานยนต์	(-0.7620/-0.4960) 1.536	(-0.8580/-0.4670) 1.837	(-0.8666/-0.5332) 1.625	(-0.4190/-0.2870) 1.465
รถยนต์	(-0.7477/-0.3350) 2.232	(-0.8346/-0.3623) 2.304	(-0.9501/-0.4188) 2.269	(-0.4910/-0.2030) 2.417

หมายเหตุ " - " คือ ไม่สามารถคาดการณ์มูลค่าเวลาในการเดินทางได้จากแบบจำลอง

จากข้อมูลในตารางที่ 4-6 การประมาณค่ามูลค่าของเวลาในการเดินทาง ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง ของแต่ละแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองกลุ่มนักศึกษา ม.อ. พบว่า ผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ม.อ. มีมูลค่าของเวลาในการเดินทางมากที่สุด คิดเป็น 5.041 บาท/นาที รองลงมาก็คือ กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และผู้ใช้รถจักรยานยนต์ คิดเป็น 2.232 และ 1.536 บาท/นาที ตามลำดับ สำหรับแบบจำลองกลุ่มบุคลากร พบว่า กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง มีมูลค่าของเวลามากที่สุด คิดเป็น 2.989 บาท/นาที รองลงมาก็คือ กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และรถจักรยานยนต์ คิดเป็น 2.304 และ 1.837 บาท/นาที ตามลำดับ และสำหรับแบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก พบว่า กลุ่มผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง มีมูลค่าของเวลามากที่สุด คิดเป็น 3.260 บาท/นาที รองลงมา คือ กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และรถจักรยานยนต์ คิดเป็น 2.269 และ 1.625 บาท/นาที ตามลำดับ และสำหรับแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง โดยผู้ใช้รถยนต์ ให้ค่ามูลค่าของเวลามากที่สุด คิดเป็น 2.417 บาท/นาที รองลงมาคือ ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ คิดเป็น 1.465 บาท/นาที และผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง คิดเป็น 0.103 บาท/นาที

เมื่อพิจารณามูลค่าเวลาในการเดินทางจากทุกกลุ่มผู้เดินทาง จะสังเกตเห็นว่า ทุกกลุ่มผู้เดินทางเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั้นคือ มูลค่าของเวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางด้วยรถประจำทาง มีค่ามากสุด รองลงมาคือ การเดินทางด้วยรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาไปที่มูลค่าของเวลาในการเดินทางของรถประจำทาง (ที่มีค่าสูงสุด) จากการนำค่าค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยพบว่า ค่าการนำค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางของรถประจำทาง มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาก นั้นก็หมายความว่า ผู้เดินทางด้วยรถประจำทาง ให้ความสำคัญสำหรับเวลาในการเดินทางมาก ดังนั้น หากผู้ให้บริการมีการปรับปรุงการให้บริการโดยการลดเวลาการเดินทางลง จะทำให้เพิ่มผู้ใช้บริการได้มากยิ่งขึ้น

4.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

4.3.1 รายละเอียดของมาตรการที่นำเสนอ

จากแนวคิดการคัดเลือกมาตรการสำหรับการจัดการการเดินทาง ประกอบด้วย 3 หลักการ ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการเดินทาง (Avoid) การปรับเปลี่ยนการเดินทาง (Shift) และการปรับปรุงระบบ (Improve) ซึ่งจาก 3 มาตรการดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดมาตรการการจัดการการเดินทางภายในวิทยาเขต สามารถแยกออกเป็นมาตรการได้ 3 มาตรการหลัก ได้แก่ มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถ มาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ และมาตรการปรับปรุงการให้บริการ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

- มาตรการด้านการจำกัดที่จอดรถ (Avoid, Shift)
  - การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (มาตรการที่ 1)
  - การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ (มาตรการที่ 2)
  - การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (มาตรการที่ 5)

- มาตรการด้านการเก็บค่าที่จอดรถ (Avoid, Shift)
  การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (มาตรการที่ 3)
  การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ (มาตรการที่ 4)
  การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (มาตรการที่ 6)

- มาตรการด้านการปรับปรุงการให้บริการ (Improve)
  การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (มาตรการที่ 7)
  การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (มาตรการที่ 8)

❖ มาตรการด้านการจำกัดที่จอดรถ (Avoid, Shift)

การประยุกต์ใช้:

มาตรการด้านการจำกัดพื้นที่จอดรถ เป็นมาตรการที่ต้องการกำหนดพื้นที่จอดรถแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ เช่น รถประจำทาง ม.อ. การเดินเท้า หรือการใช้รถจักรยาน ซึ่งตำแหน่งที่เหมาะสมในการกำหนดจุดจอดรถ (แบบไม่เสียค่าใช้จ่าย) จะต้องอยู่ใกล้ทางเข้าและทางออกประตู ม.อ. และพื้นที่ส่วนรวมต่าง ๆ

โดยมาตรการด้านการจำกัดพื้นที่จอดรถจะครอบคลุมมาตรการที่ 1 มาตรการที่ 2 และมาตรการที่ 5 ดังนี้

มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

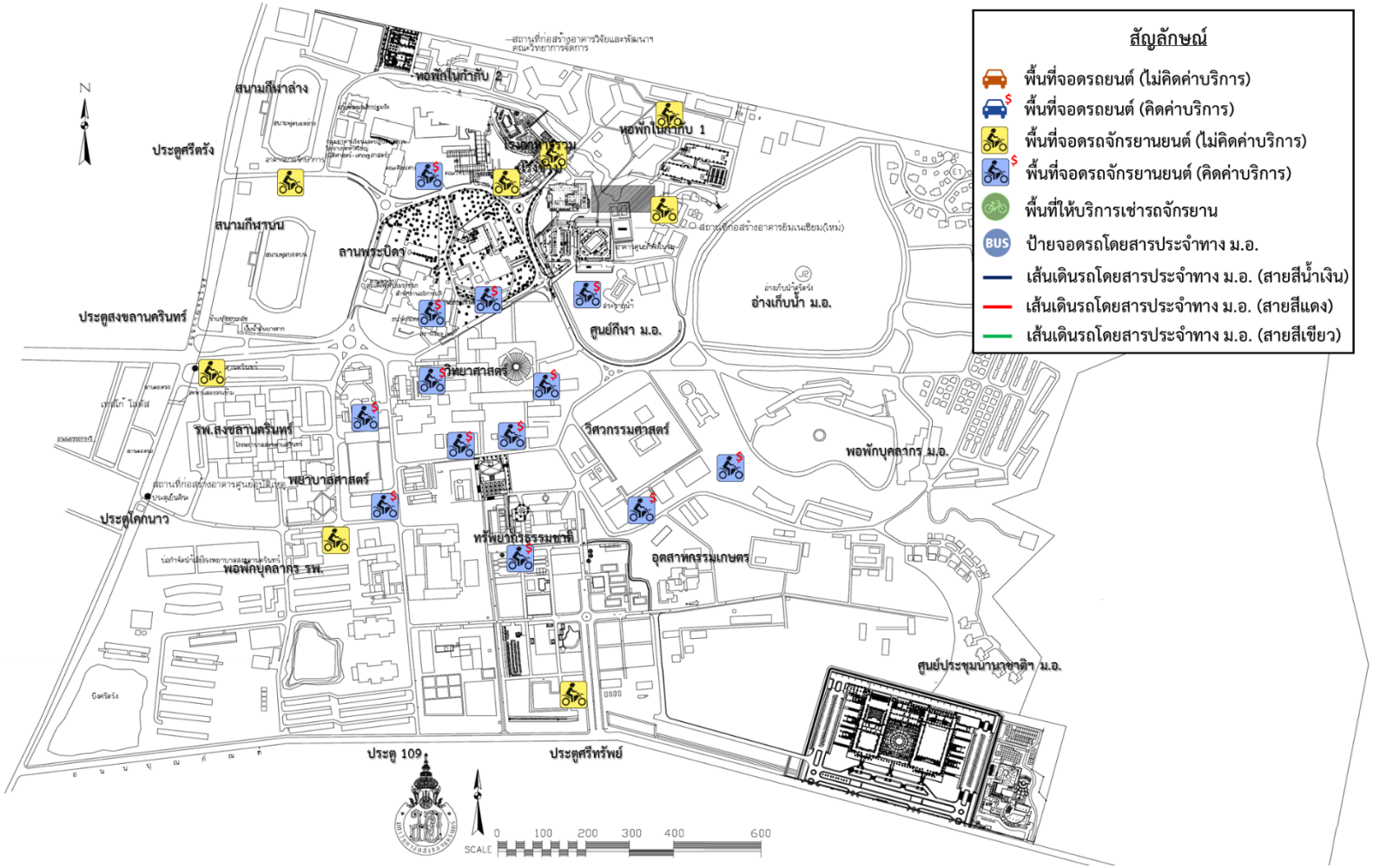
การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่า เมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ จะส่งผลให้เพิ่มเวลาในการเดินทางแก่ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ เนื่องจากผู้ใช้จะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการหาพื้นที่จอดรถ (ดังรูปที่ 4-6)

มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์

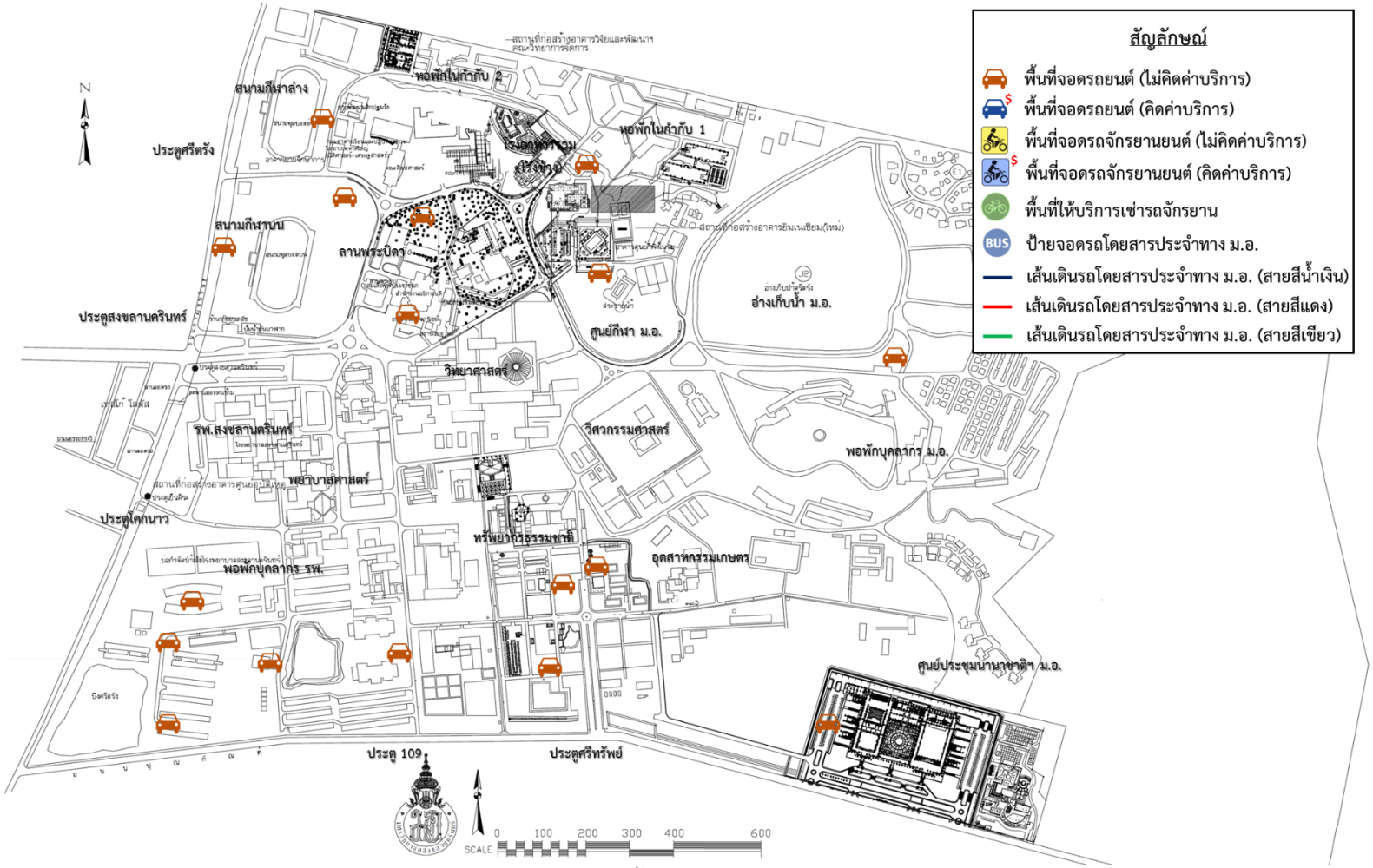
การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ เป็นมาตรการที่สมมติฐานที่คล้ายกับมาตรการที่ 1 คือเมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ ผู้ใช้จะต้องใช้เวลาในการหาพื้นที่จอดรถมากขึ้น (ดังรูปที่ 4-7 และรูปที่ 4-8)

มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่า เมื่อการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนตัว ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน ดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-6 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์แบบไม่เก็บค่าบริการและแบบเก็บค่าบริการ
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-7 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบไม่เก็บค่าบริการ

ที่มา: ผู้วิจัย

❖ **มาตรการด้านการเก็บค่าที่จอดรถ (Avoid, Shift)**

การประยุกต์ใช้:

มาตรการด้านการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ เป็นมาตรการที่ต้องการกำหนดจุดให้บริการพื้นที่จอดรถแบบเก็บค่าบริการ โดยลักษณะของพื้นที่จอดรถแบบจ่ายค่าบริการ ควรอยู่ในตำแหน่งบริเวณที่ใกล้กับคณะหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งหมด นอกเหนือจากนั้น จะเป็นจุดบริการพื้นที่จอดรถแบบไม่เก็บค่าบริการ (ฟรี) สำหรับพื้นที่จอดรถแบบเก็บค่าบริการควรมีการกำหนดอัตราค่าบริการที่ชัดเจน ในอัตราเวลาที่จอดต่อค่าบริการ (ชั่วโมง/บาท) โดยมาตรการนี้จะไม่เป็นการบังคับแก่ผู้ใช้รถ แต่จะเป็นการให้ทางเลือกแก่ผู้ใช้รถ ว่าหากท่านไม่สามารถใช้เวลาในการหาพื้นที่จอดรถแบบไม่มีค่าใช้จ่ายได้ ผู้ใช้รถก็สามารถเลือกที่จะจ่ายค่าบริการเพื่อแลกกับเวลาที่ลดลงไปจากการหาพื้นที่จอดรถได้ ส่วนผู้ใช้รถท่านไหนที่ไม่ได้ต้องการรีบเร่งมากเกินไป ก็สามารถใช้เวลาเพิ่มเติมเล็กน้อยในการหาพื้นที่จอดรถแบบไม่เสียค่าใช้จ่ายได้ เป็นต้น โดยตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับมาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถดังรูปที่ 4-8

สำหรับกรณีผู้ใช้รถที่เป็นอาจารย์ และบุคลากรสนับสนุน ในส่วนของการกำหนดราคาค่าพื้นที่จอดรถอาจจะต้องให้สิทธิ์ในอัตราที่ถูกกว่าหรืออาจจะไม่ต้องเก็บค่าบริการเพื่ออำนวยความสะดวก แต่จะต้องพิจารณาระบบการคัดหรือตรวจปล่อยรถให้รถสามารถเข้าพื้นที่ได้ด้วยการตั้งจุดให้บริการ เช่น ตัวอย่างกรณีการดำเนินการที่จอดรถของสนามบินหรือห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ ที่มีการจ่ายตั๋วแจ้งเวลาที่เข้าจอดสถานที่นั้น ๆ ซึ่งเมื่อขับรถออก การคิดอัตราค่าบริการก็จะคิดตามเวลาที่จอดนั้น ๆ เป็นต้น

โดยมาตรการด้านการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจะครอบคลุมทั้งมาตรการที่ 3 มาตรการที่ 4 และมาตรการที่ 6 ดังนี้

มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่า เมื่อมีการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ จะส่งผลให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางแก่ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ เนื่องจากผู้ใช้จะต้องใช้เงินเพิ่มขึ้นจากเดิมในการจ่ายค่าบริการพื้นที่จอดรถ

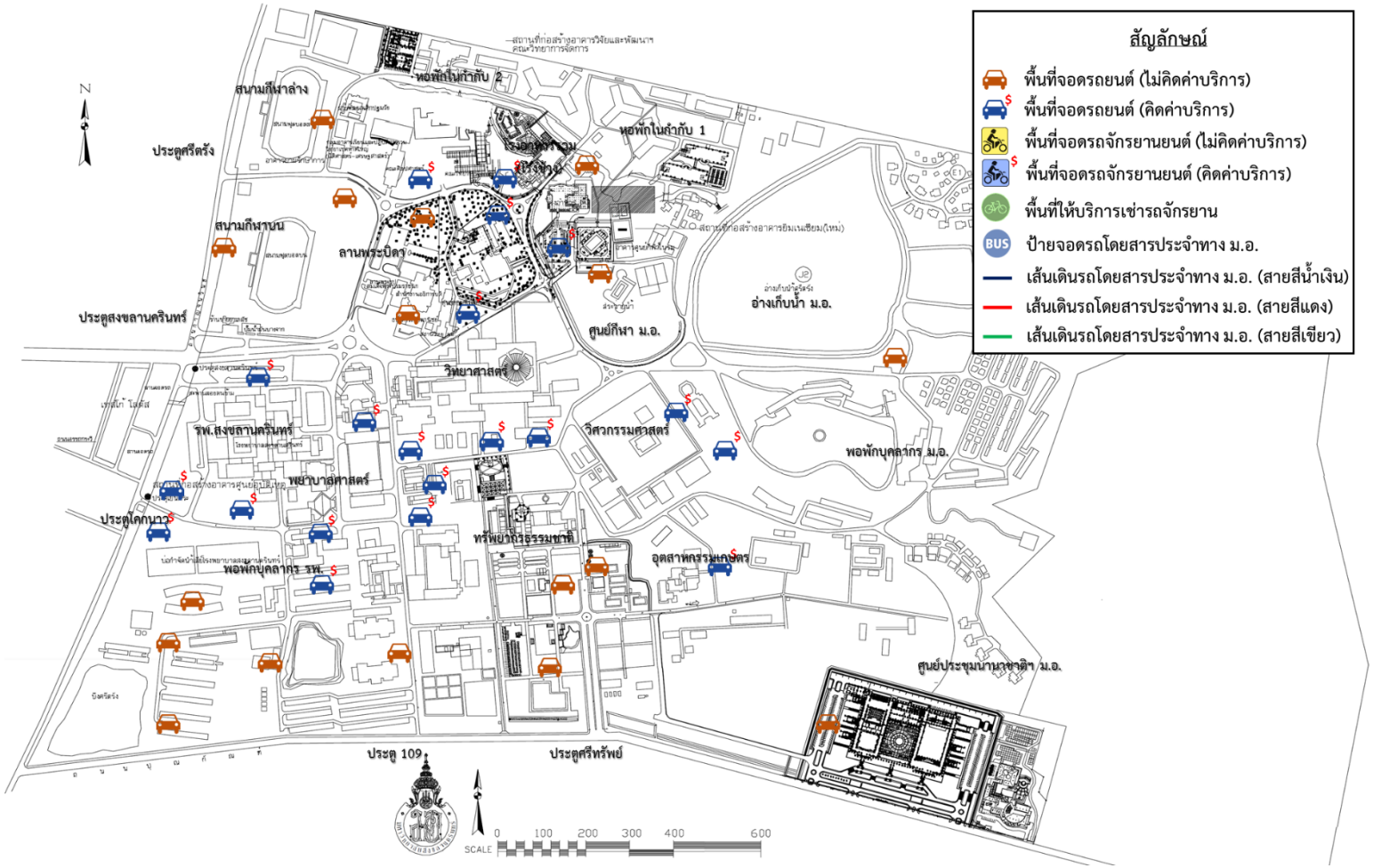
มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ เป็นมาตรการที่สมมติฐานที่คล้ายกับมาตรการที่ 3 คือเมื่อมีการเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ ผู้ใช้จะต้องเสียเงินค่าพื้นที่จอดรถยนต์เพิ่มขึ้น เช่นกัน

มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่า เมื่อการเก็บค่าพื้นที่จอดรถส่วนตัว ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

รูปที่ 4-8 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบเก็บค่าบริการ
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-9 ตำแหน่งพื้นที่จอดรถยนต์แบบเก็บค่าบริการและไม่เก็บค่าบริการ

ที่มา: ผู้วิจัย

❖ **มาตรการด้านการปรับปรุงการให้บริการ (Improve)**

การประยุกต์ใช้:

มาตรการด้านการปรับปรุงการให้บริการ เป็นมาตรการที่ต้องการรองรับผลจากการดำเนินมาตรการด้านการจำกัดพื้นที่จอดรถ และมาตรการด้านการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ และเสริมการให้บริการสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นการเดินทางด้วย รถโดยสารประจำทาง ม.อ. (PSU E-Bus) การใช้รถจักรยาน และการเดินทาง เป็นต้น (ครอบคลุมมาตรการที่ 8 และ 9)

มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.

การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (รูปที่ 4-10) เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่าเมื่อมีการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทางที่ส่งผลต่อเวลาในการเดินทางลดลง เช่น

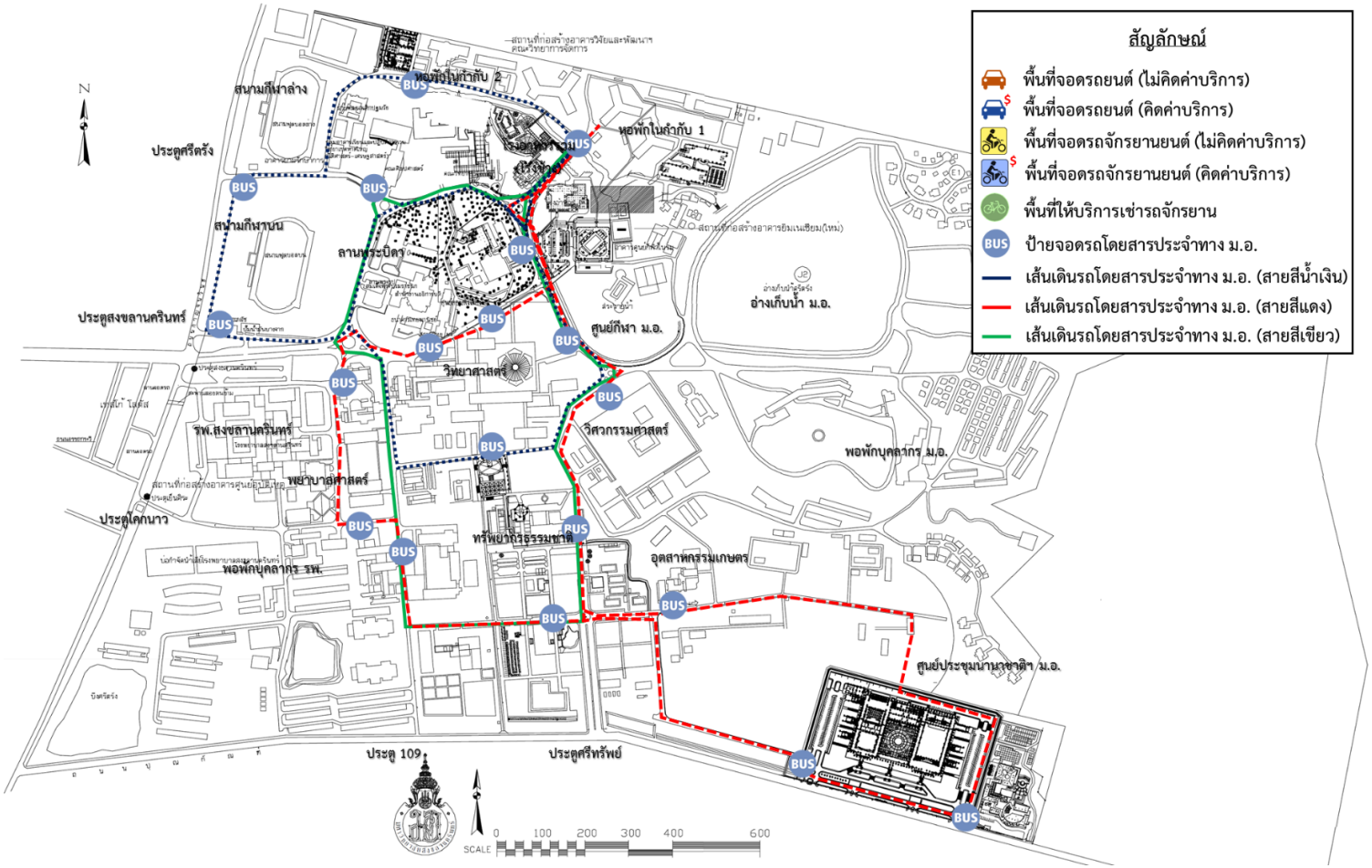
- การเพิ่มความถี่การให้บริการ รวมถึงจำนวนรถโดยสารที่เหมาะสม/เพิ่มความเร็วในการรับส่งผู้โดยสาร
- การให้สิทธิ์รถโดยสารประจำทางไปก่อน
- การพิจารณาปรับจุดต้นทางรอรับผู้โดยสาร ให้เป็นการจอดรอรับที่บริเวณป้ายประตูทางออกใหญ่ ได้แก่ ประตูสงขลานครินทร์ และประตูศรีทรัพย์ (เนื่องจากปัจจุบัน จุดต้นทางรอรับผู้โดยสารมีเพียงแค่ ป้ายโรงช้างเท่านั้น)
- หรือการเพิ่มช่องทางจราจรพิเศษแก่รถโดยสารประจำทาง และอื่น ๆ เป็นต้น

มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน

การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน เป็นมาตรการที่สมมติฐานว่าเมื่อมีการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยานที่ส่งผลต่อการเพิ่มเวลาในการเดินทางของรถจักรยาน ได้แก่ การสร้างหรือแยกช่องทางรถจักรยานออกจากรถขนาดใหญ่ที่มีความเร็วต่างกัน การเพิ่มรถจักรยานสาธารณะเพื่อบริการ การสร้างที่จอดรถจักรยานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้เวลาน้อยกว่าเดิมในการหาที่จอดรถจักรยาน และอื่น ๆ เป็นต้น ดังรูปที่ 4-11

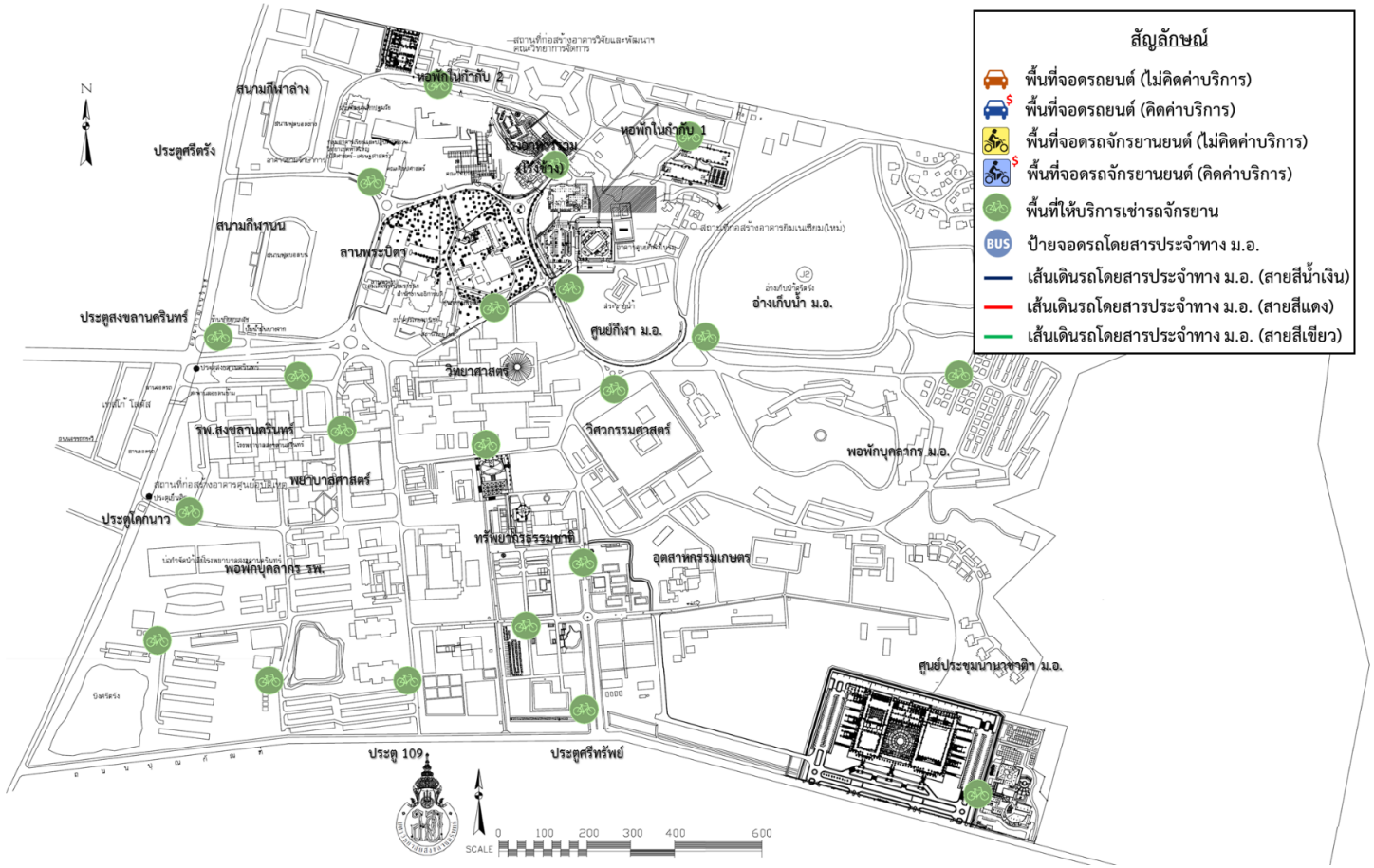
มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการ (มาตรการที่ 1-8) พร้อมกัน

สำหรับมาตรการสุดท้าย เป็นการสมมติฐานว่าเมื่อมีการดำเนินทุกมาตรการทั้งหมดข้างต้นพร้อมกัน ประกอบด้วย การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. และการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน ซึ่งจะส่งผลอย่างไรต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 5 รูปแบบ แสดงดังรูปที่ 4-12



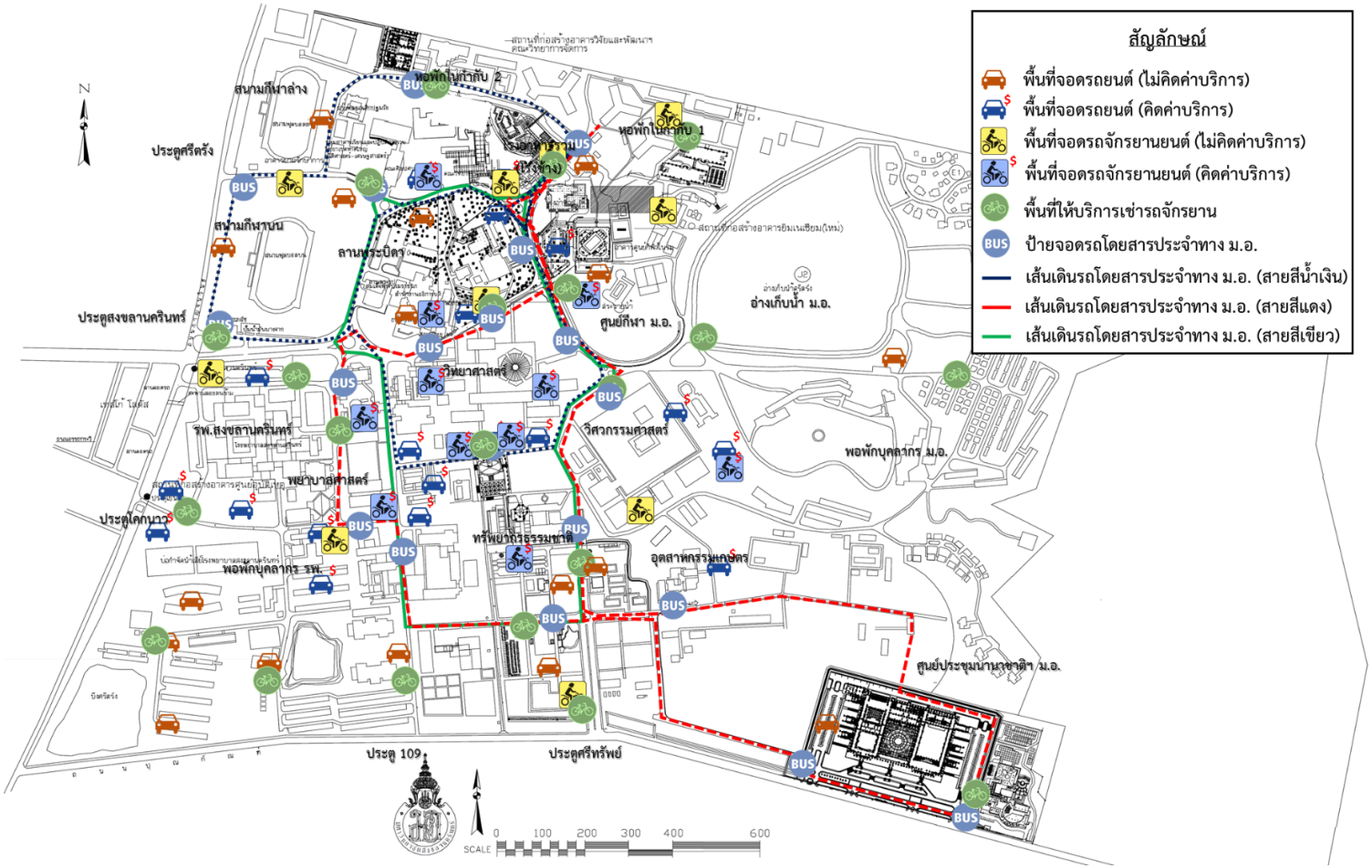
รูปที่ 4-10 เส้นทางเดินรถและป้ายจอดรถโดยสารประจำทาง ม.อ.

ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-11 จุดให้บริการจักรยานสาธารณะภายในวิทยาเขต

ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 4-12 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน
ที่มา: ผู้วิจัย

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง

จากสมมติฐานของมาตรการข้างต้น งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินมาตรการด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อทดสอบมาตรการ จากแบบจำลองกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 แบบจำลอง ประกอบด้วย 1) แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง 2) แบบจำลองแยกย่อยกลุ่มนักศึกษา 3) แบบจำลองแยกย่อยกลุ่มบุคลากร และ 4) แบบจำลองแยกย่อยกลุ่มบุคคลภายนอก (ที่เดินทางเข้า-ออก ม.อ.) โดยผลทดสอบมาตรการแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 5 รูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไป ประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ รถยนต์ การเดิน รถจักรยาน และรถโดยสารประจำทาง

สำหรับการทดสอบมาตรการ งานวิจัยนี้จะได้เพิ่ม/ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทาง (ตามแต่สมติฐานของแต่ละมาตรการ) ซึ่งแบ่งระดับการดำเนินการ ออกเป็นได้ 6 ระดับ ประกอบด้วย ระดับที่ 0% (สถานการณ์ปัจจุบัน) 5% 10% 15% 20% และ 25% ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4-7) ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง (mode share) เปลี่ยนแปลงไป โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4-7 ผลต่างของเวลาหรือค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนไปในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ผลต่างของเวลาหรือค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไป						หน่วย
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	
- การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (เพิ่มเวลา)	0.0	+0.3	+0.5	+0.9	+1.0	+1.5	นาที
- การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ (เพิ่มเวลา)	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5	นาที
- การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (ค่าใช้จ่ายเพิ่ม)	0.0	+0.3	+0.6	+1.0	+1.2	+1.5	บาท
- การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ (ค่าใช้จ่ายเพิ่ม)	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5	บาท
- การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (ลดเวลา)	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.5	-3.0	นาที
- การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (ลดเวลา)	0.0	-0.4	-0.8	-1.0	-1.5	-2.0	นาที

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้มีระยะการเดินทางที่ไม่ยาวมาก ทำให้การกำหนดผลต่างของเวลาและค่าใช้จ่ายในสถานการณ์สมมติ (ตารางที่ 4-7) ไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก โดยทำให้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พัฒนาขึ้นอาจค่อนข้างมีความอ่อนไหวต่อเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง แต่สามารถใช้ในการประเมินผลและเปรียบเทียบมาตรการที่นำเสนอ และคัดเลือกมาตรการที่มีความเหมาะสมได้

มาตรการที่ 1 การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

สำหรับมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (รูปที่ 4-13) จากสมมติฐานของมาตรการที่เวลาในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นที่ระดับ 0% ถึงระดับ 25 % โดยพบว่า ผู้เดินทางกลุ่มบุคคลภายนอกตอบสนองต่อมาตรการนี้มากที่สุด โดยส่งผลให้สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ลดลงเหลือร้อยละ 20.22 (จากเดิมร้อยละ 51.67) รองลงมาคือ กลุ่มนักศึกษา ที่ลดลงเหลือร้อยละ 21.40 (จากเดิมร้อยละ 49.24) แต่เมื่อพิจารณากลุ่มบุคลากร พบว่า มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ ทำให้สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ลดลงเพียงเล็กน้อย (2.77 %) และเมื่อพิจารณาทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ลดลงถึงร้อยละ 17.34

มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์

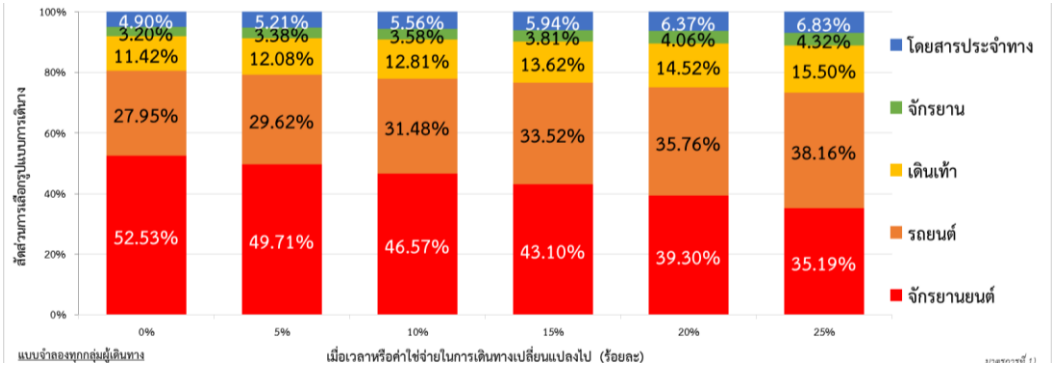
จากมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ (รูปที่ 4-14) จากสมมติฐานของมาตรการที่เวลาในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์เพิ่มขึ้น พบว่า ทุกกลุ่มผู้เดินทางตอบสนองต่อมาตรการได้อย่างดี โดยสามารถลดสัดส่วนผู้ใช้รถยนต์ลงได้ แต่กระนั้น มาตรการดังกล่าวก็ทำให้ผู้เดินทางเปลี่ยนไปใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นในทุกแบบจำลอง และเมื่อพิจารณาทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ทำให้กลุ่มนักศึกษาลดสัดส่วนผู้ใช้รถยนต์ได้มากที่สุด เหลือร้อยละ 2.26 (จากเดิมร้อยละ 14.03) โดยผู้เดินทางหันไปใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.09 รองลงมาคือ กลุ่มบุคคลภายนอก ลดลงเหลือร้อยละ 3.61 (จากเดิมร้อยละ 27.85) ซึ่งหันไปใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.43 สำหรับกลุ่มบุคลากร พบว่า สามารถลดได้เหลือร้อยละ 4.39 (จากเดิมร้อยละ 20.24) และหันไปใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.32

มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

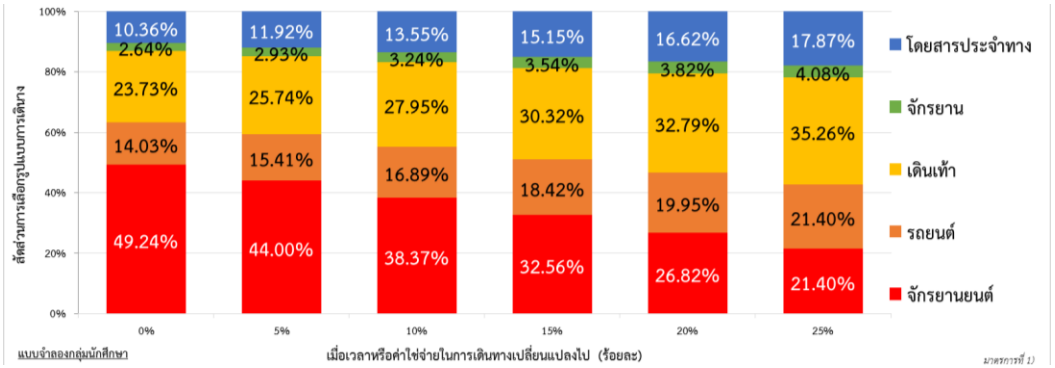
สำหรับมาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (รูปที่ 4-15) จากสมมติฐานของมาตรการที่ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น พบว่า ทุกแบบจำลองก็สามารถลดสัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ได้ โดยผู้ใช้ฯ กลุ่มนักศึกษา ลดสัดส่วนเหลือร้อยละ 29.90 จากเดิม (ร้อยละ 49.24) รองลงมา คือ กลุ่มบุคคลภายนอก สามารถลดสัดส่วนผู้ใช้ฯ เหลือร้อยละ 32.25 จากเดิม (ร้อยละ 51.67) แต่เมื่อพิจารณากลุ่มบุคลากร พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ลดลงน้อยมาก เพียง 1.47% ส่วนทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สามารถลดสัดส่วนผู้ใช้ลงเหลือ ร้อยละ 40.73 (จากเดิมร้อยละ 52.53)

มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์

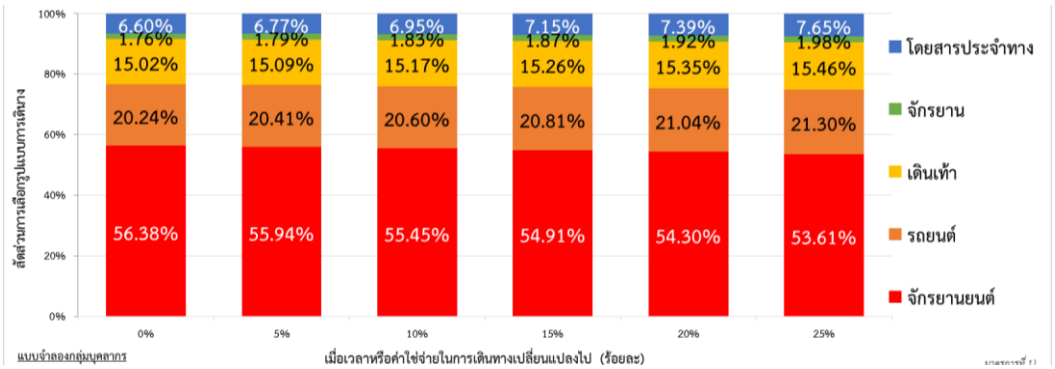
เมื่อพิจารณามาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์ จากสมมติฐานของมาตรการที่ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์เพิ่มขึ้น พบว่า กลุ่มผู้เดินทางที่ตอบสนองต่อมาตรการได้มากที่สุด ได้แก่ กลุ่มบุคคลภายนอก กลุ่มบุคลากร และกลุ่มนักศึกษา โดยสามารถลดสัดส่วนผู้ใช้ฯ ได้ร้อยละ 16.21, 9.97 และ 8.01 ตามลำดับ (รูปที่ 4-16) แต่มาตรการดังกล่าวฯ ทำให้มีสัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.50, 6.19 และ 4.79 ตามลำดับ



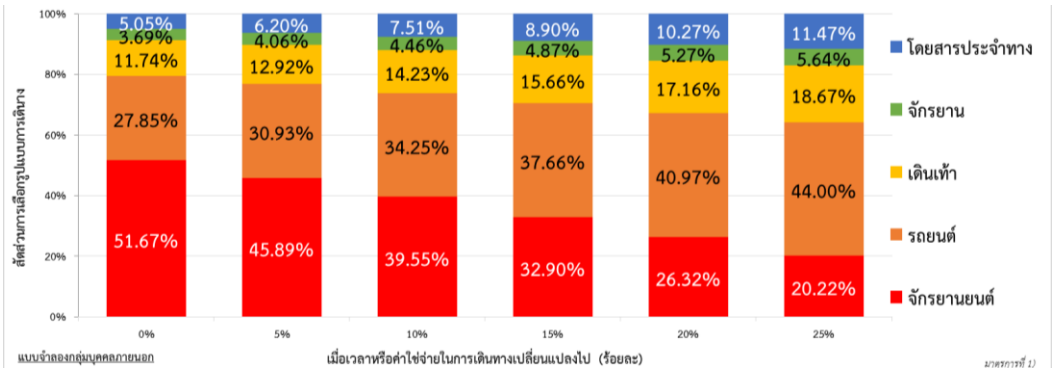
(ก)



(ข)

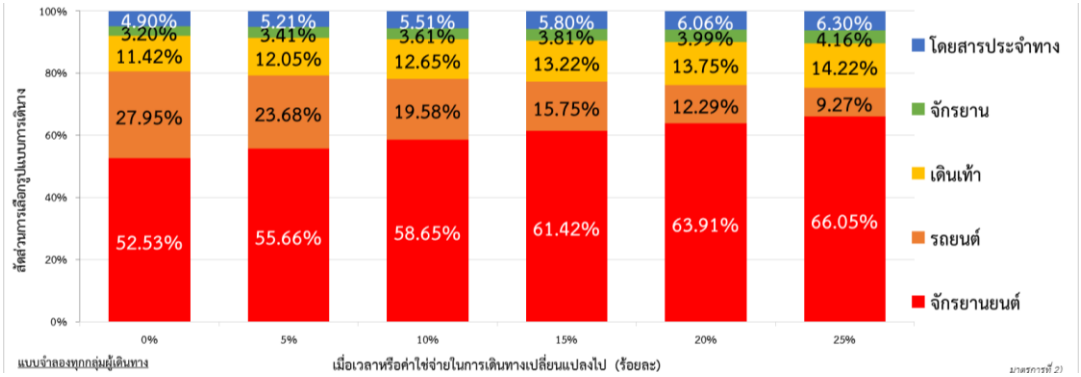


(ค)

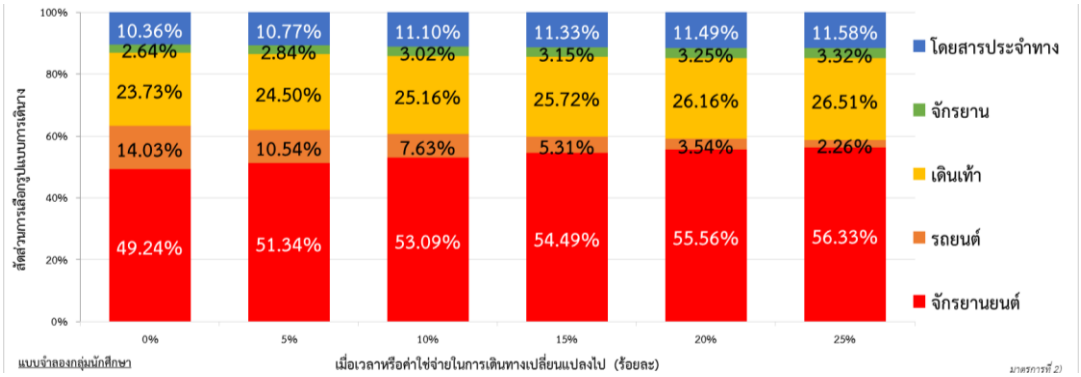


(ง)

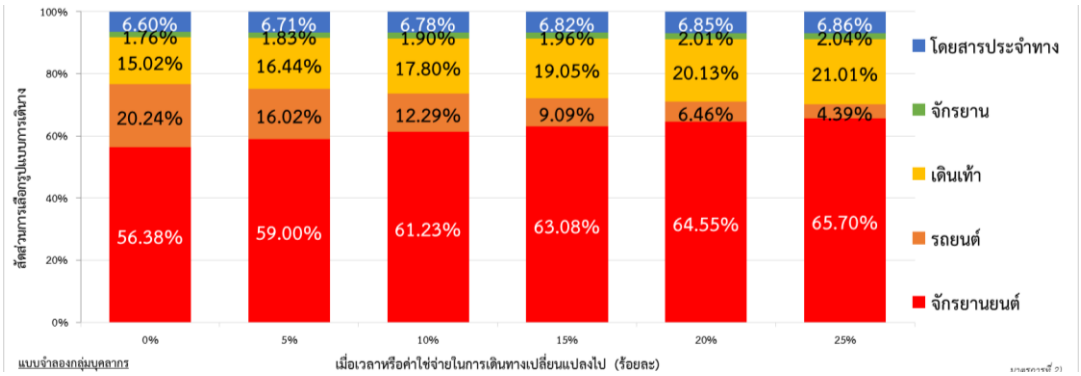
รูปที่ 4-6 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์



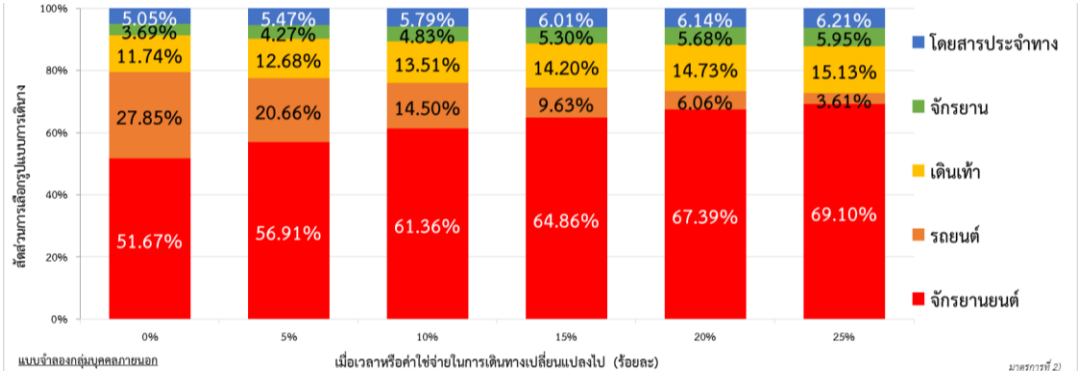
(ก)



(ข)

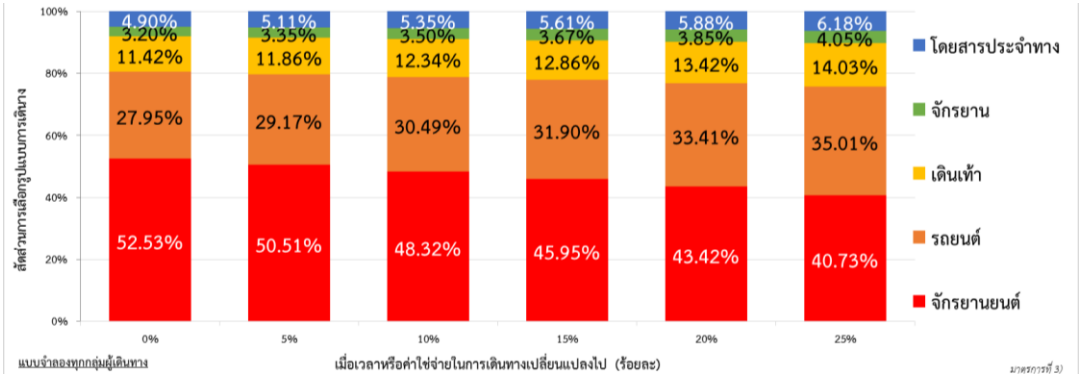


(ค)

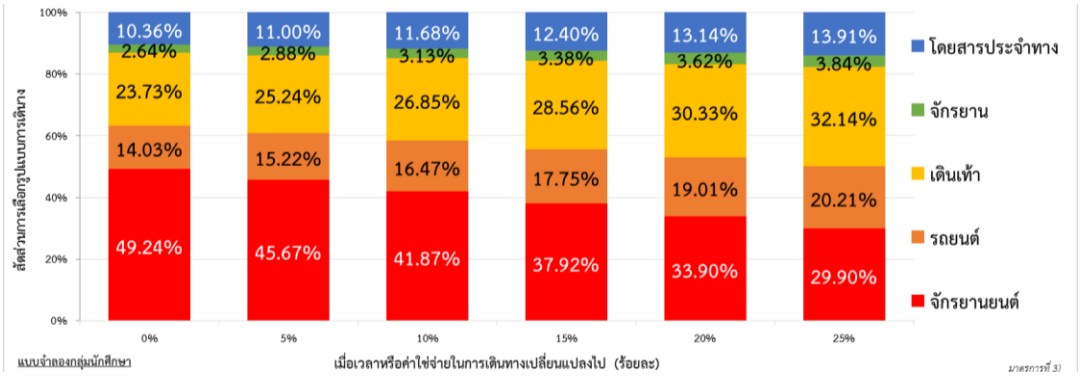


(ง)

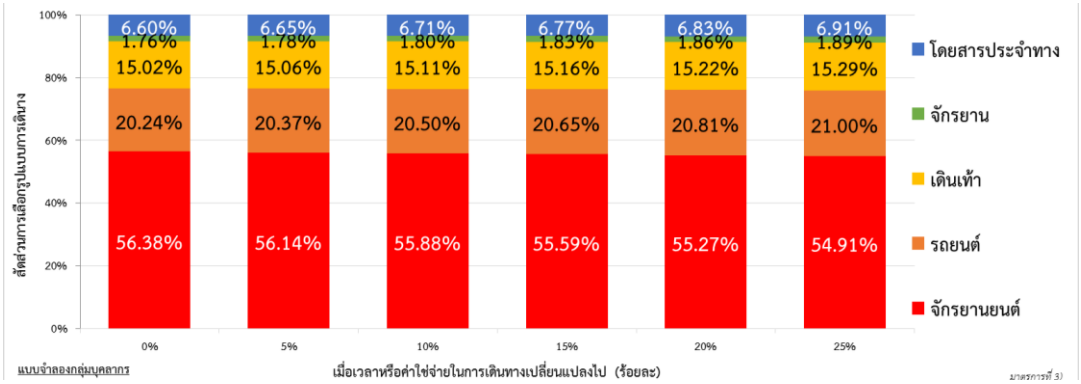
รูปที่ 4-7 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์



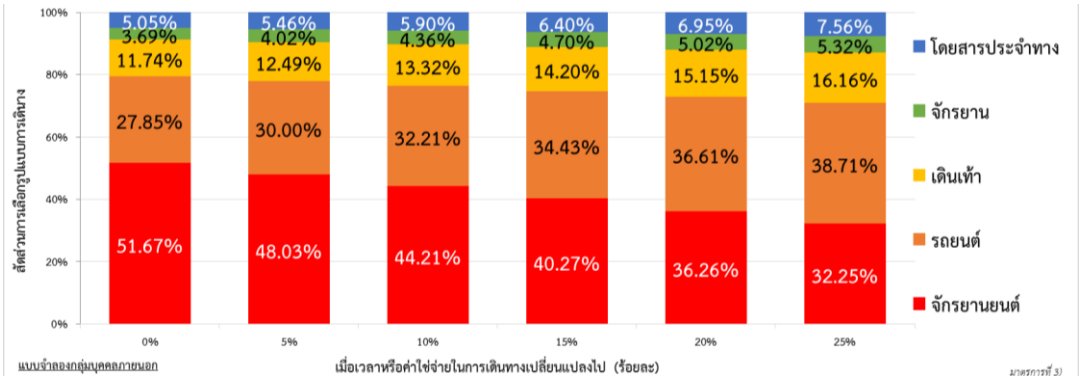
(ก)



(ข)

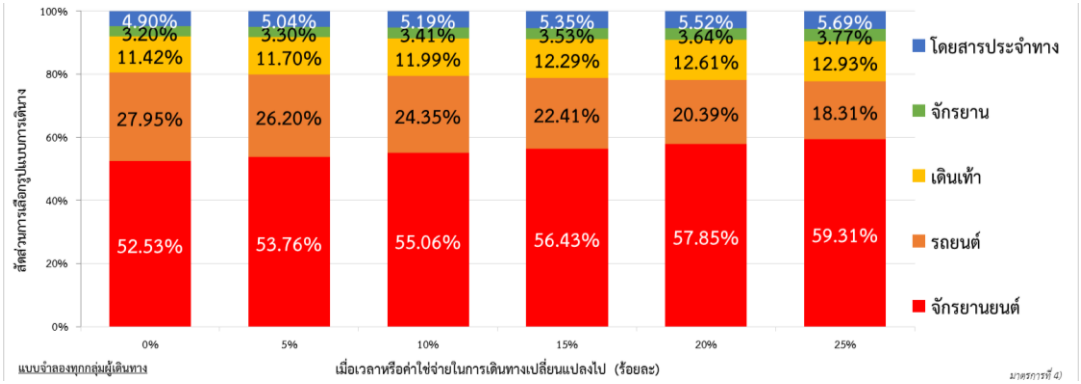


(ค)

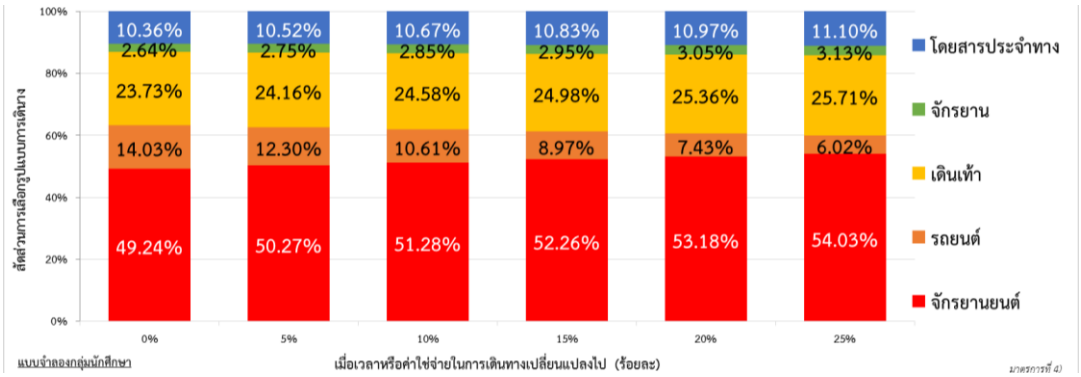


(ง)

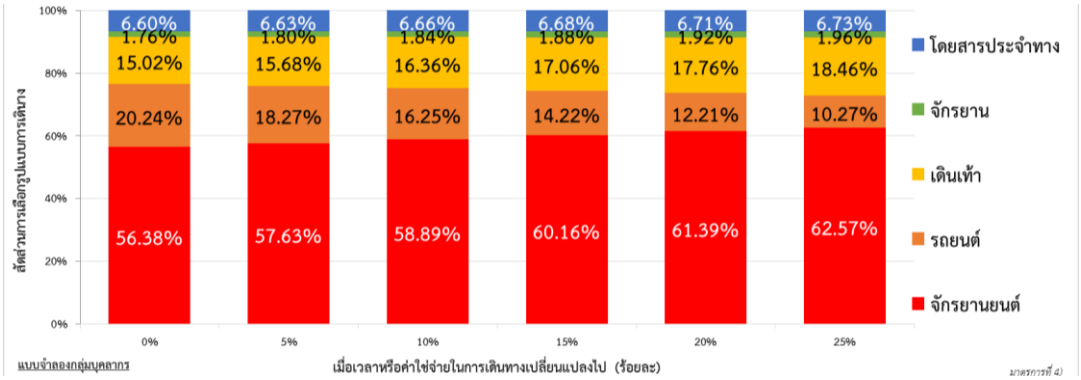
รูปที่ 4-8 มาตรการเก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์



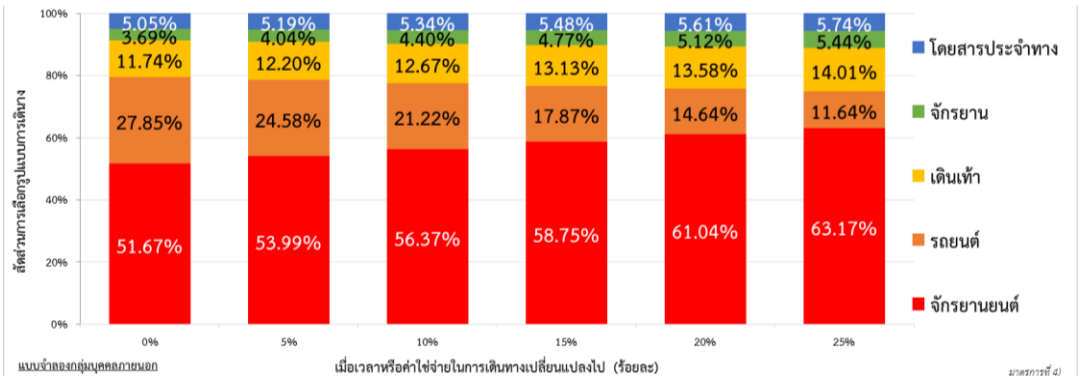
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4-9 มาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์

มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

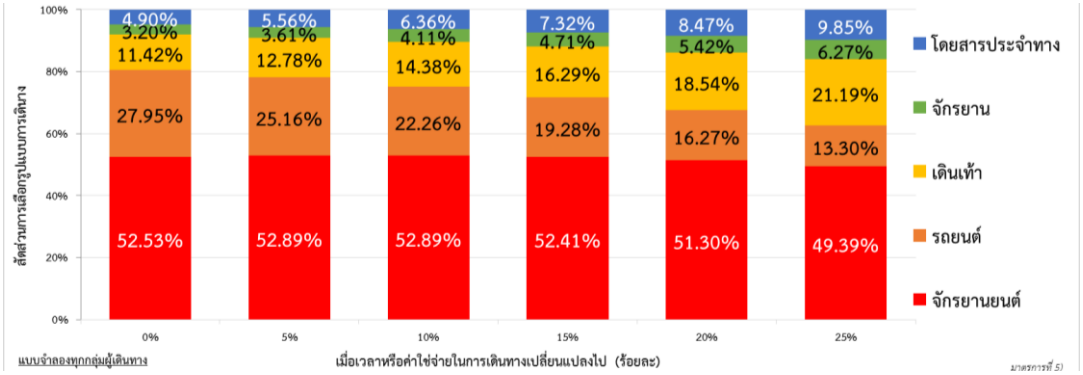
สำหรับมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ดังรูปที่ 4-17) จากสมมติฐานของมาตรการที่เวลาในการเดินทางของทั้งกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์เพิ่มขึ้นที่ระดับ 0% ถึง 25 % เช่นกัน ซึ่งพบว่า กลุ่มผู้เดินทางที่ตอบสนองต่อมาตรการได้มากที่สุด โดยลดสัดส่วนสัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัว (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) ลงได้ คือ กลุ่มนักศึกษา ซึ่งลดลงเป็นร้อยละ 30.38 (จากเดิม 63.27%) รองลงมา คือ กลุ่มบุคคลภายนอก ลดลงเป็นร้อยละ 40.78 (จากเดิม 79.52%) และกลุ่มบุคลากร ลดลงเป็นร้อยละ 67.91 (จากเดิม 76.62%) และสำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวลดลงเป็นร้อยละ 62.69 (จากเดิม 80.48%) มาตรการที่ 6 การเก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

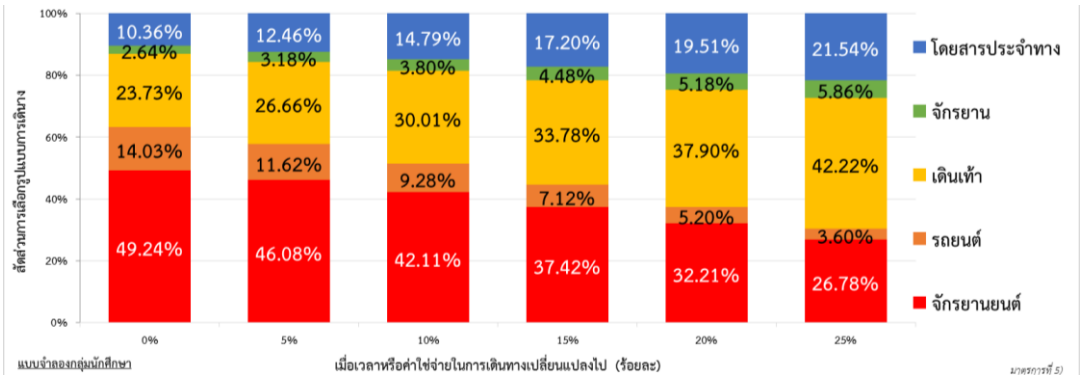
สำหรับมาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ดังรูปที่ 4-18) จากสมมติฐานของมาตรการที่ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของทั้งกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์เพิ่มขึ้นจากการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ จะสังเกตว่า ผลการตอบสนองต่อมาตรการจะมีลักษณะคล้ายกับมาตรการที่ 5 โดยพบว่า กลุ่มนักศึกษา สามารถลดสัดส่วนสัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัว (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) ลงได้เป็นร้อยละ 42.59 (จากเดิม 63.27%) รองลงมา คือ กลุ่มบุคคลภายนอก ลดลงเป็นร้อยละ 59.48 (จากเดิม 79.52%) และกลุ่มบุคลากร ลดลงเป็นร้อยละ 71.90 (จากเดิม 76.62%) และสำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวลดลงเป็นร้อยละ 70.83 (จากเดิม 80.48%)

มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.

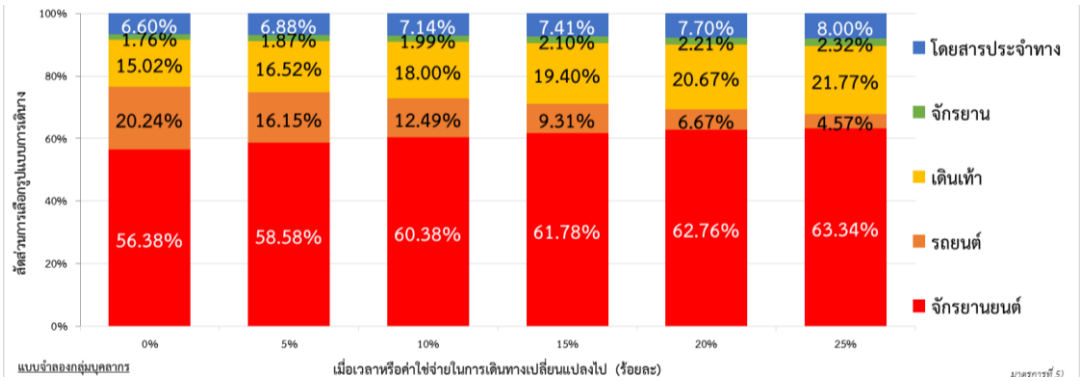
สำหรับมาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (ดังรูปที่ 4-19) จากสมมติฐานมีว่า เมื่อมีการปรับปรุงการให้บริการ โดยสามารถทำให้เวลาในการเดินทางลดลง (รวมถึงเวลารอรถโดยสาร) เช่น การเพิ่มความถี่ของรถโดยสาร เพื่อให้ผู้ใช้บริการถึงปลายทางได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผลการทดสอบมาตรการดังกล่าว พบว่า สามารถทำให้สัดส่วนผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 26.24 (จากเดิม 10.36%) สำหรับกลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคคลภายนอกเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 20.44 (จากเดิม 5.05%) และกลุ่มบุคลากร มีผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 22.57 (จากเดิม 6.60%) แต่สำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สัดส่วนผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้นเพียง ร้อยละ 7.15 (จากเดิม 4.90%)



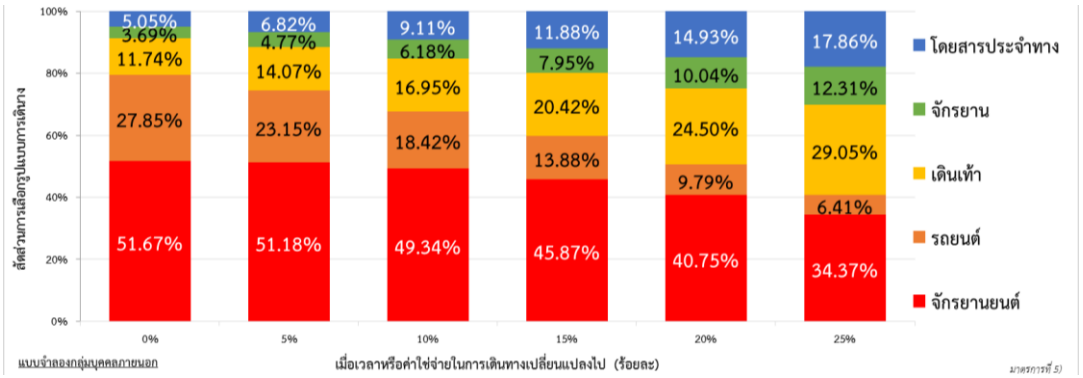
(ก)



(ข)

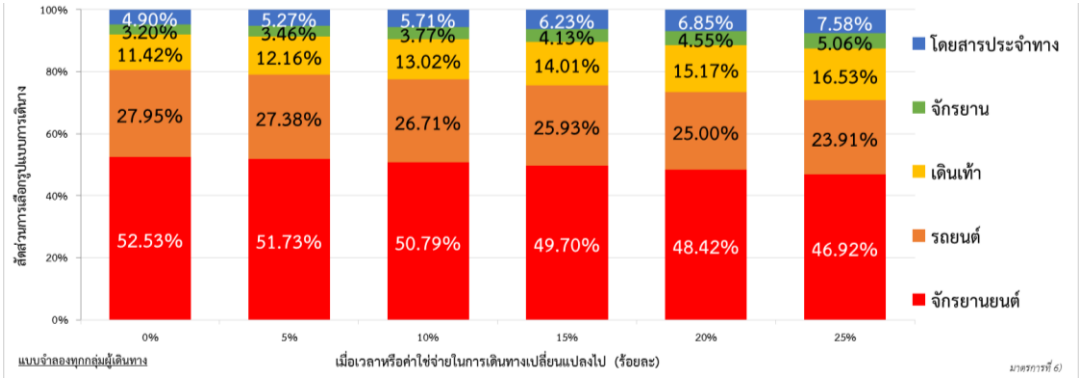


(ค)

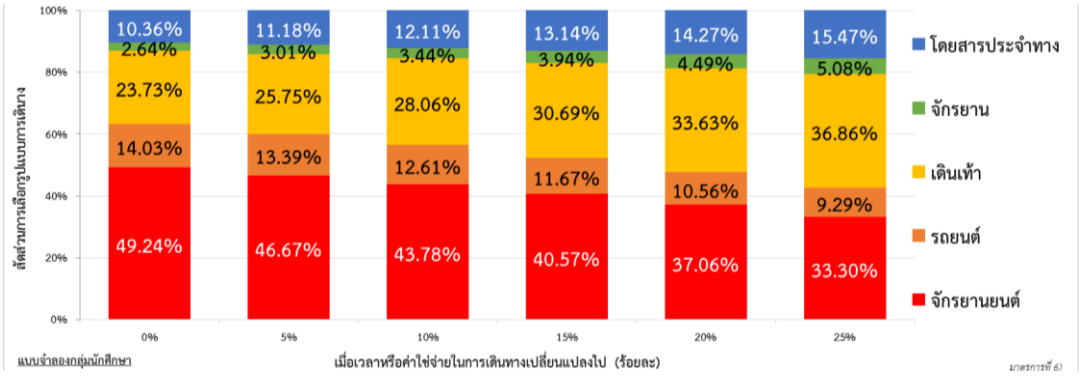


(ง)

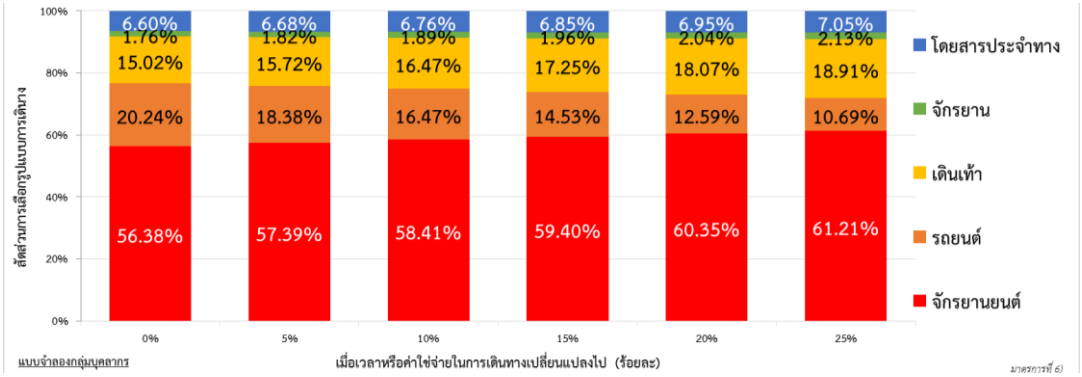
รูปที่ 4-10 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน



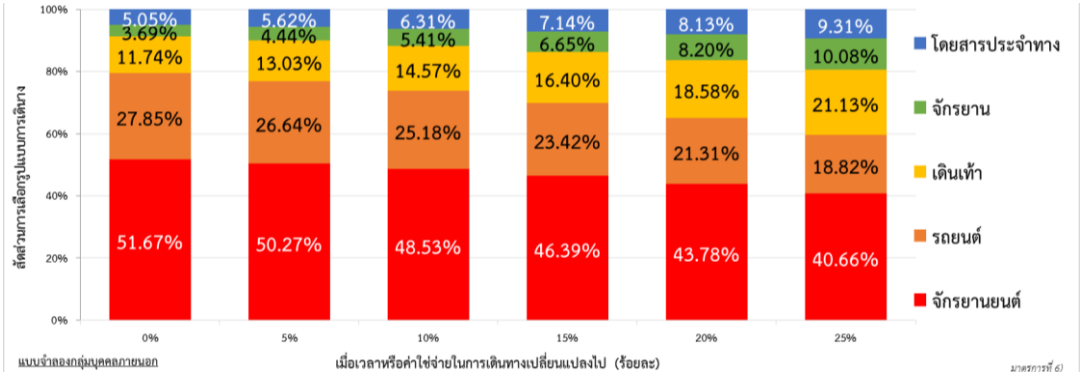
(ก)



(ข)

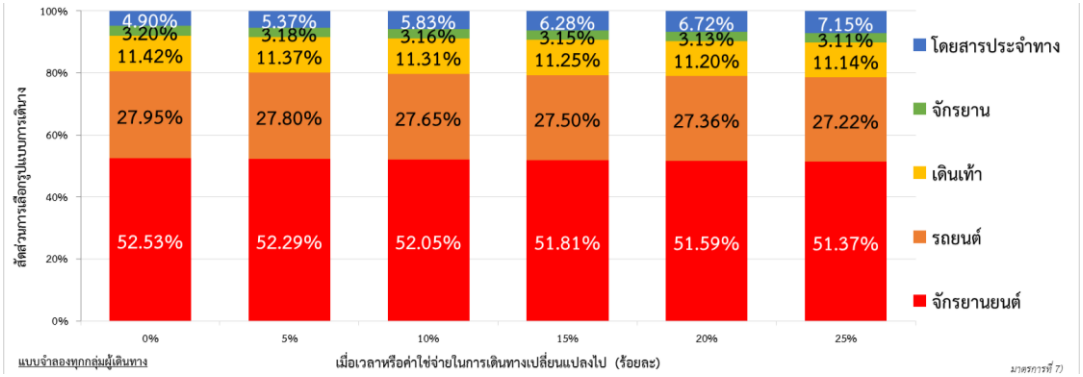


(ค)

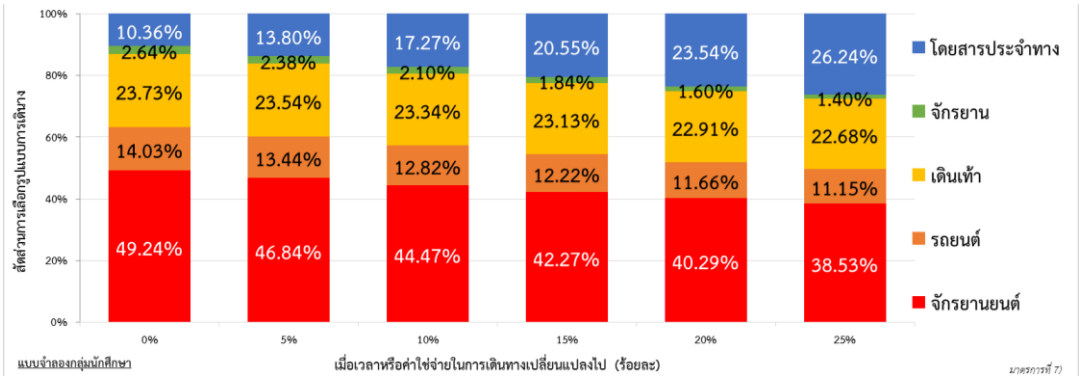


(ง)

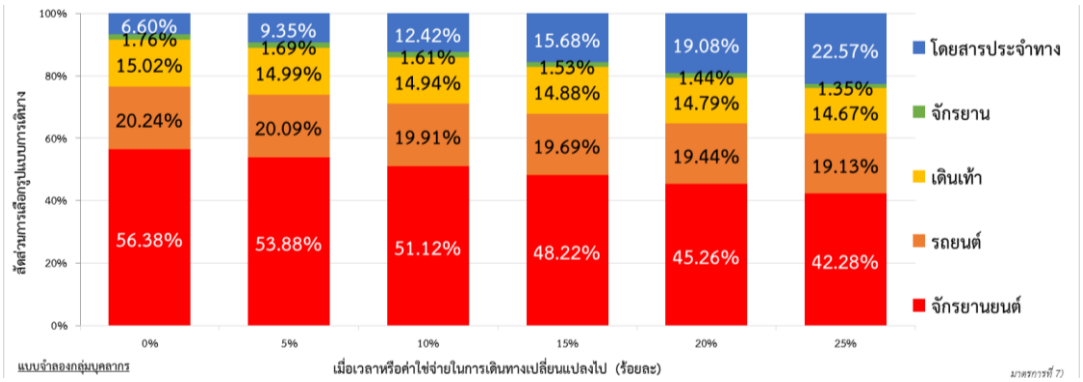
รูปที่ 4-11 มาตรการเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน



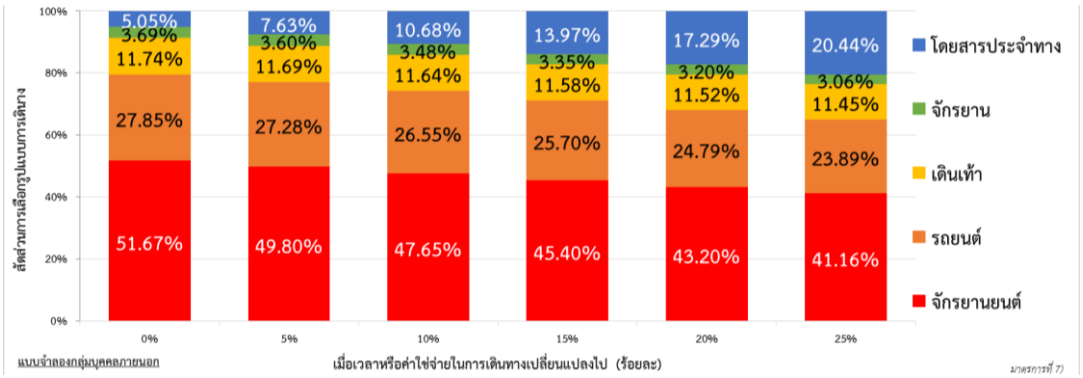
(ก)



(ข)

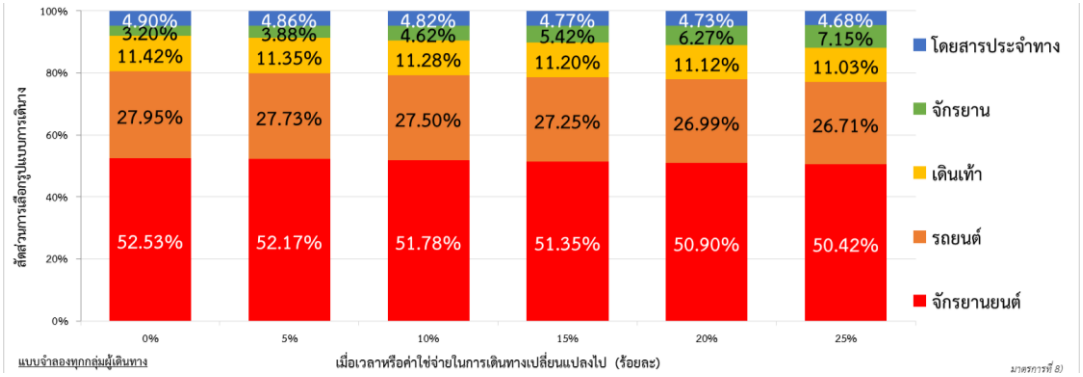


(ค)

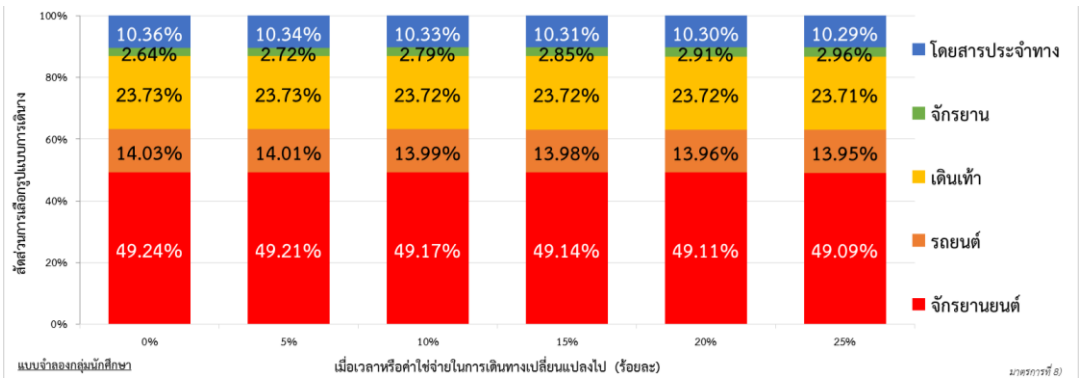


(ง)

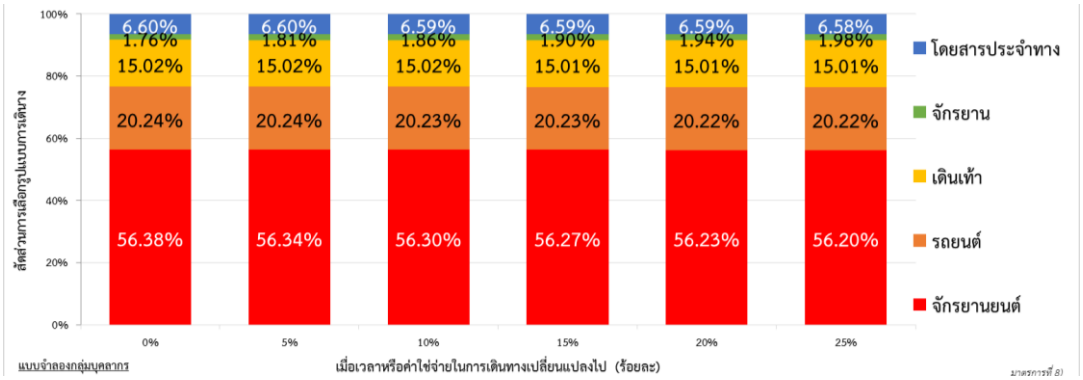
รูปที่ 4-12 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.



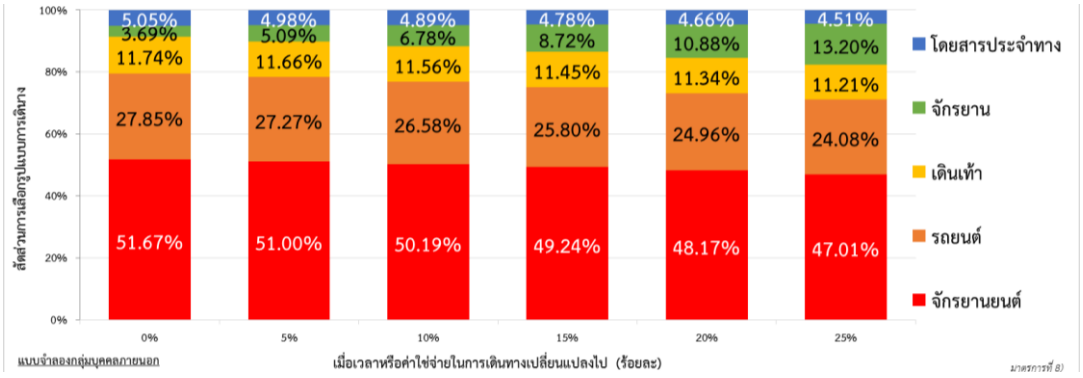
(ก)



(ข)

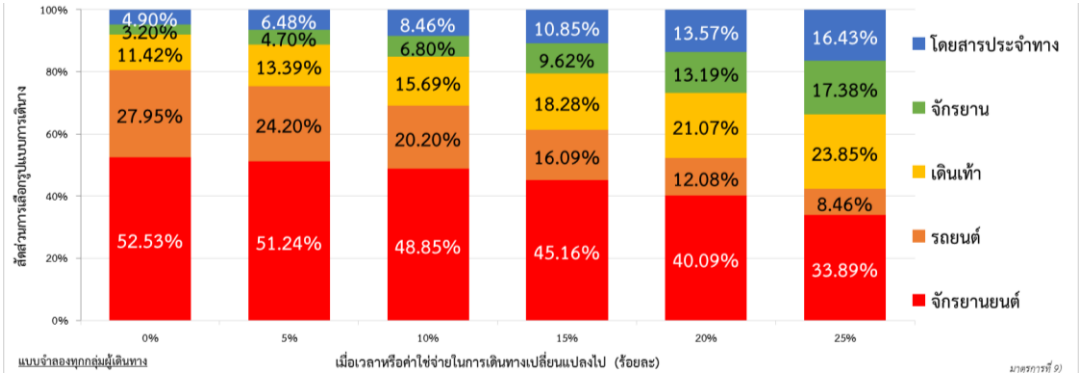


(ค)

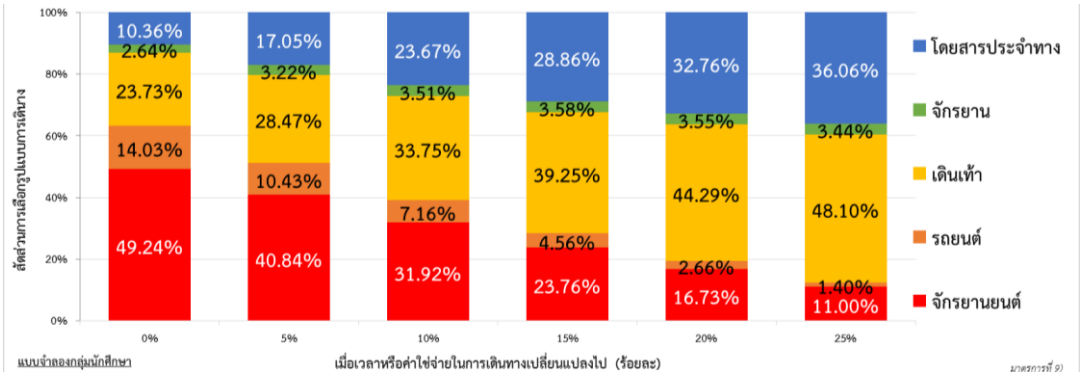


(ง)

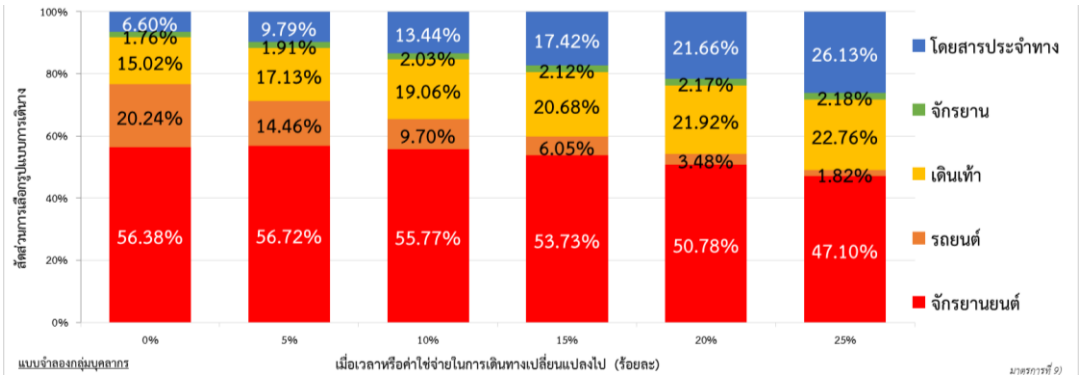
รูปที่ 4-13 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน



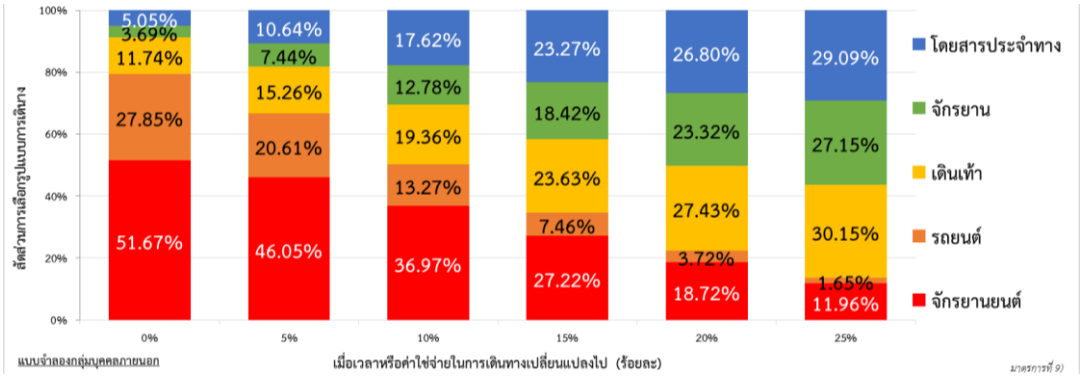
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4-14 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน

มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน

สำหรับมาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน จากสมมติฐานว่าเมื่อมีการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน โดยสามารถลดเวลาเดินทาง และเพิ่มความเร็วในการปั่นขึ้นได้ เช่น การเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่จอดรถจักรยานในตัวอาคารต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้ใช้บริการถึงปลายทางได้อย่างรวดเร็วและสะดวก จากผลการทดสอบมาตรการดังกล่าว ที่ทำให้สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานเพิ่มขึ้น พบว่า มีเพียงกลุ่มผู้เดินทางเดียวที่สามารถตอบสนองต่อมาตรการได้อย่างดี คือ กลุ่มบุคคลภายนอก โดยเพิ่มผู้ใช้รถจักรยานขึ้นเป็นร้อยละ 13.20 (จากเดิม 3.69%) สำหรับกลุ่มนักศึกษา และกลุ่มบุคลากร มีสัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานเพียงเล็กน้อย ร้อยละ 2.96 และ 1.98 (จากเดิม ร้อยละ 2.64 และ 1.76) ตามลำดับ และสำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานร้อยละ 7.15 (จากเดิม 3.20%) ดังรูปที่ 4-20

มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน

จากการพิจารณาผลการเนินมาตรการทุกมาตรการพร้อมกัน (มาตรการที่ 9) ในแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง จากมาตรการสร้างข้อจำกัดในการใช้รถส่วนตัว และมาตรการที่ต้องการเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การเดิน จักรยาน และรถโดยสารประจำทาง ม.อ.) จากผลการศึกษา (ดังรูปที่ 4-21) จะสังเกตเห็นว่า แต่ละกลุ่มผู้เดินทางจะมีลักษณะการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Mode Shift) ไปใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน ดังนี้

เมื่อพิจารณากลุ่มนักศึกษา พบว่า เมื่อดำเนินทุกมาตรการฯ จะเห็นว่า เหลือเพียง ร้อยละ 13.61 ที่ใช้รถส่วนตัว (รถยนต์ 1.65% และรถจักรยานยนต์ 11.96%) โดยผู้เดินทางหันมาเดินเท้าร้อยละ 48.10 ใช้รถโดยสารประจำทาง ม.อ. ร้อยละ 36.06 และใช้รถจักรยาน ร้อยละ 3.44

สำหรับกลุ่มบุคลากร พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวลดลงเหลือ ร้อยละ 48.92 (รถยนต์ 1.82% และ รถจักรยานยนต์ 47.10%) และผู้เดินทางหันมาใช้รถโดยสารประจำทาง ม.อ. คิดเป็น ร้อยละ 26.13 ส่วนร้อยละ 22.76 หันมาเดินเท้า และใช้รถจักรยานอีกร้อยละ 2.18

สำหรับกลุ่มบุคคลภายนอก จากการดำเนินทุกมาตรการฯ ส่งผลให้ผู้เดินทางหันมาใช้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากยิ่งขึ้น ถึงร้อยละ 86.39 ซึ่งแบ่งเป็น การเดิน ร้อยละ 30.15 รถโดยสารประจำทาง ม.อ. ร้อยละ 29.09 และใช้รถจักรยาน ร้อยละ 27.15 ส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวเหลือเพียง ร้อยละ 1.65 สำหรับรถยนต์ และร้อยละ 11.96 สำหรับรถจักรยานยนต์

สำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า ผู้เดินทางหันมาเดินทางด้วยการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ได้แก่ การเดิน จักรยาน รถโดยสารประจำทาง ม.อ. คิดเป็น ร้อยละ 23.85, 17.38 และ 16.43 ตามลำดับ และพบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวลดลงเหลือ ร้อยละ 8.46 สำหรับรถยนต์ และ ร้อยละ 33.89 สำหรับรถจักรยานยนต์

นอกจากนี้ ในตารางที่ 4-8 ถึงตารางที่ 4-11 ได้แสดงร้อยละของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนตัวไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4-8 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของทุกกลุ่มผู้เดินทาง

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.08%	12.81%	13.62%	14.52%	15.50%
	จักรยาน		3.20%	3.38%	3.58%	3.81%	4.06%	4.32%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.21%	5.56%	5.94%	6.37%	6.83%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.33%	78.05%	76.63%	75.05%	73.35%
มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.05%	12.65%	13.22%	13.75%	14.22%
	จักรยาน		3.20%	3.41%	3.61%	3.81%	3.99%	4.16%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.21%	5.51%	5.80%	6.06%	6.30%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.33%	78.23%	77.17%	76.20%	75.32%
มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.86%	12.34%	12.86%	13.42%	14.03%
	จักรยาน		3.20%	3.35%	3.50%	3.67%	3.85%	4.05%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.11%	5.35%	5.61%	5.88%	6.18%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.68%	78.81%	77.86%	76.85%	75.74%
มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.70%	11.99%	12.29%	12.61%	12.93%
	จักรยาน		3.20%	3.30%	3.41%	3.53%	3.64%	3.77%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.04%	5.19%	5.35%	5.52%	5.69%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.96%	79.41%	78.83%	78.23%	77.61%
มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.78%	14.38%	16.29%	18.54%	21.19%
	จักรยาน		3.20%	3.61%	4.11%	4.71%	5.42%	6.27%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.56%	6.36%	7.32%	8.47%	9.85%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	78.05%	75.15%	71.68%	67.57%	62.69%
มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.16%	13.02%	14.01%	15.17%	16.53%
	จักรยาน		3.20%	3.46%	3.77%	4.13%	4.55%	5.06%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.27%	5.71%	6.23%	6.85%	7.58%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.11%	77.50%	75.63%	73.43%	70.83%

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางของทุกกลุ่มผู้เดินทาง (ต่อ)

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.37%	11.31%	11.25%	11.20%	11.14%
	จักรยาน		3.20%	3.18%	3.16%	3.15%	3.13%	3.11%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	5.37%	5.83%	6.28%	6.72%	7.15%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	80.08%	79.70%	79.32%	78.95%	78.60%
มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.35%	11.28%	11.20%	11.12%	11.03%
	จักรยาน		3.20%	3.88%	4.62%	5.42%	6.27%	7.15%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	4.86%	4.82%	4.77%	4.73%	4.68%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.91%	79.28%	78.61%	77.88%	77.14%
มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	13.39%	15.69%	18.28%	21.07%	23.85%
	จักรยาน		3.20%	4.70%	6.80%	9.62%	13.19%	17.38%
	รถโดยสารประจำทาง		4.90%	6.48%	8.46%	10.85%	13.57%	16.43%
	รูปแบบอื่นๆ		80.48%	79.91%	79.28%	78.61%	77.88%	77.14%

ตารางที่ 4-9 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางของกลุ่มนักศึกษา

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.74%	27.95%	30.32%	32.79%	35.26%
	จักรยาน		2.64%	2.93%	3.24%	3.54%	3.82%	4.08%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	11.92%	13.55%	15.15%	16.62%	17.87%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	59.41%	55.26%	50.99%	46.77%	42.79%
มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	24.50%	25.16%	25.72%	26.16%	26.51%
	จักรยาน		2.64%	2.84%	3.02%	3.15%	3.25%	3.32%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	10.77%	11.10%	11.33%	11.49%	11.58%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	61.89%	60.72%	59.80%	59.10%	58.59%

ตารางที่ 4.9 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มนักศึกษา (ต่อ)

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.24%	26.85%	28.56%	30.33%	32.14%
	จักรยาน		2.64%	2.88%	3.13%	3.38%	3.62%	3.84%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	11.00%	11.68%	12.40%	13.14%	13.91%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	60.88%	58.34%	55.66%	52.91%	50.11%
มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	24.16%	24.58%	24.98%	25.36%	25.71%
	จักรยาน		2.64%	2.75%	2.85%	2.95%	3.05%	3.13%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	10.52%	10.67%	10.83%	10.97%	11.10%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	62.57%	61.90%	61.24%	60.62%	60.06%
มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	26.66%	30.01%	33.78%	37.90%	42.22%
	จักรยาน		2.64%	3.18%	3.80%	4.48%	5.18%	5.86%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	12.46%	14.79%	17.20%	19.51%	21.54%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	57.70%	51.40%	44.54%	37.41%	30.38%
มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.75%	28.06%	30.69%	33.63%	36.86%
	จักรยาน		2.64%	3.01%	3.44%	3.94%	4.49%	5.08%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	11.18%	12.11%	13.14%	14.27%	15.47%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	60.06%	56.39%	52.23%	47.61%	42.59%
มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	23.54%	23.34%	23.13%	22.91%	22.68%
	จักรยาน		2.64%	2.38%	2.10%	1.84%	1.60%	1.40%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	13.80%	17.27%	20.55%	23.54%	26.24%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	60.28%	57.29%	54.48%	51.95%	49.68%
มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	23.73%	23.72%	23.72%	23.72%	23.71%
	จักรยาน		2.64%	2.72%	2.79%	2.85%	2.91%	2.96%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	10.34%	10.33%	10.31%	10.30%	10.29%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	63.21%	63.16%	63.12%	63.07%	63.04%
มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	28.47%	33.75%	39.25%	44.29%	48.10%
	จักรยาน		2.64%	3.22%	3.51%	3.58%	3.55%	3.44%
	รถโดยสารประจำทาง		10.36%	17.05%	23.67%	28.86%	32.76%	36.06%
	รูปแบบอื่นๆ		63.27%	51.26%	39.07%	28.31%	19.40%	12.40%

ตารางที่ 4-10 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางของกลุ่มบุคลากร

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.09%	15.17%	15.26%	15.35%	15.46%
	จักรยาน		1.76%	1.79%	1.83%	1.87%	1.92%	1.98%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.77%	6.95%	7.15%	7.39%	7.65%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	76.35%	76.05%	75.72%	75.34%	74.91%
มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	16.44%	17.80%	19.05%	20.13%	21.01%
	จักรยาน		1.76%	1.83%	1.90%	1.96%	2.01%	2.04%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.71%	6.78%	6.82%	6.85%	6.86%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	75.02%	73.52%	72.17%	71.01%	70.09%
มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.06%	15.11%	15.16%	15.22%	15.29%
	จักรยาน		1.76%	1.78%	1.80%	1.83%	1.86%	1.89%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.65%	6.71%	6.77%	6.83%	6.91%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	76.51%	76.38%	76.24%	76.09%	75.91%
มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.68%	16.36%	17.06%	17.76%	18.46%
	จักรยาน		1.76%	1.80%	1.84%	1.88%	1.92%	1.96%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.63%	6.66%	6.68%	6.71%	6.73%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	75.89%	75.14%	74.38%	73.61%	72.85%
มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	16.52%	18.00%	19.40%	20.67%	21.77%
	จักรยาน		1.76%	1.87%	1.99%	2.10%	2.21%	2.32%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.88%	7.14%	7.41%	7.70%	8.00%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	74.73%	72.87%	71.09%	69.42%	67.91%
มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.72%	16.47%	17.25%	18.07%	18.91%
	จักรยาน		1.76%	1.82%	1.89%	1.96%	2.04%	2.13%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.68%	6.76%	6.85%	6.95%	7.05%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	75.78%	74.88%	73.94%	72.94%	71.91%
มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	14.99%	14.94%	14.88%	14.79%	14.67%
	จักรยาน		1.76%	1.69%	1.61%	1.53%	1.44%	1.35%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	9.35%	12.42%	15.68%	19.08%	22.57%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	73.97%	71.03%	67.91%	64.69%	61.41%

ตารางที่ 4.10 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มบุคลากร (ต่อ)

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.02%	15.02%	15.01%	15.01%	15.01%
	จักรยาน		1.76%	1.81%	1.86%	1.90%	1.94%	1.98%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	6.60%	6.59%	6.59%	6.59%	6.58%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	76.57%	76.53%	76.50%	76.46%	76.43%
มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	17.13%	19.06%	20.68%	21.92%	22.76%
	จักรยาน		1.76%	1.91%	2.03%	2.12%	2.17%	2.18%
	รถโดยสารประจำทาง		6.60%	9.79%	13.44%	17.42%	21.66%	26.13%
	รูปแบบอื่นๆ		76.62%	71.17%	65.47%	59.78%	54.25%	48.93%

ตารางที่ 4-11 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มบุคคลภายนอก

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.92%	14.23%	15.66%	17.16%	18.67%
	จักรยาน		3.69%	4.06%	4.46%	4.87%	5.27%	5.64%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	6.20%	7.51%	8.90%	10.27%	11.47%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	76.82%	73.80%	70.57%	67.30%	64.22%
มาตรการที่ 2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.68%	13.51%	14.20%	14.73%	15.13%
	จักรยาน		3.69%	4.27%	4.83%	5.30%	5.68%	5.95%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	5.47%	5.79%	6.01%	6.14%	6.21%
	รูปแบบอื่นๆ		11.74%	12.68%	13.51%	14.20%	14.73%	15.13%
มาตรการที่ 3) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.49%	13.32%	14.20%	15.15%	16.16%
	จักรยาน		3.69%	4.02%	4.36%	4.70%	5.02%	5.32%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	5.46%	5.90%	6.40%	6.95%	7.56%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	78.03%	76.42%	74.70%	72.88%	70.96%
มาตรการที่ 4) การเก็บค่าพื้นที่จอดรถยนต์	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.20%	12.67%	13.13%	13.58%	14.01%
	จักรยาน		3.69%	4.04%	4.40%	4.77%	5.12%	5.44%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	5.19%	5.34%	5.48%	5.61%	5.74%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	78.57%	77.59%	76.62%	75.69%	74.81%

ตารางที่ 4-11 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางของกลุ่มบุคคลภายนอก (ต่อ)

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
			0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
มาตรการที่ 5) การจำกัดพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	14.07%	16.95%	20.42%	24.50%	29.05%
	จักรยาน		3.69%	4.77%	6.18%	7.95%	10.04%	12.31%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	6.82%	9.11%	11.88%	14.93%	17.86%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	74.34%	67.76%	59.75%	50.53%	40.78%
มาตรการที่ 6) การเก็บค่าพื้นที่จอดจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	13.03%	14.57%	16.40%	18.58%	21.13%
	จักรยาน		3.69%	4.44%	5.41%	6.65%	8.20%	10.08%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	5.62%	6.31%	7.14%	8.13%	9.31%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	76.91%	73.71%	69.81%	65.09%	59.48%
มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	11.69%	11.64%	11.58%	11.52%	11.45%
	จักรยาน		3.69%	3.60%	3.48%	3.35%	3.20%	3.06%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	7.63%	10.68%	13.97%	17.29%	20.44%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	77.08%	74.20%	71.10%	67.99%	65.05%
มาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	11.66%	11.56%	11.45%	11.34%	11.21%
	จักรยาน		3.69%	5.09%	6.78%	8.72%	10.88%	13.20%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	4.98%	4.89%	4.78%	4.66%	4.51%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	78.27%	76.77%	75.05%	73.12%	71.08%
มาตรการที่ 9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	15.26%	19.36%	23.63%	27.43%	30.15%
	จักรยาน		3.69%	7.44%	12.78%	18.42%	23.32%	27.15%
	รถโดยสารประจำทาง		5.05%	10.64%	17.62%	23.27%	26.80%	29.09%
	รูปแบบอื่นๆ		79.52%	66.66%	50.24%	34.68%	22.45%	13.61%

การประเมินมาตรการภาพรวมของแต่ละมาตรการที่ส่งผลในแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง ดังตารางที่ 4-12 ซึ่งได้พิจารณาร้อยละของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์ และรถยนต์) ไปเป็นรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง เมื่อมีการดำเนินมาตรการ โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับการประเมินผลออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับน่าพึงพอใจ A คือ มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางเพิ่มขึ้น (มากกว่าร้อยละ 5) ระดับพอใช้ (B) คือ มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ช่วงร้อยละ 1 - 5) และระดับไม่น่าพึงพอใจ (C) คือ มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปเป็นการเดินทางแบบไร้

เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางไม่ได้เพิ่มขึ้น (หรืออาจลดลง) โดยจากผลการศึกษาพบว่า ผู้เดินทางกลุ่มบุคคลภายนอกเป็นแบบจำลองที่ตอบสนองต่อมาตรการมากที่สุด รองลงมาคือผู้เดินทางกลุ่มนักศึกษา แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง และสุดท้ายคือผู้เดินทางกลุ่มบุคคลากร ตามลำดับ และงานวิจัยนี้ได้แสดงผลการประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง สำหรับผู้เดินทางแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง ดังตารางที่ 4-13 ถึงตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-12 การประเมินมาตรการภาพรวมของแต่ละมาตรการที่ส่งผลในแต่ละกลุ่มผู้เดินทาง

มาตรการ	แบบจำลอง			
	ทุกกลุ่มผู้เดินทาง	กลุ่มนักศึกษา	กลุ่มบุคลากร	กลุ่มบุคคลภายนอก
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	A	A	B	A
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	A	A	A	A
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	B	A	C	A
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	B	B	B	B
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	A	A	A	A
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	A	A	B	A
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.	B	A	A	A
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	B	C	C	A
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	A	A	A	A

หมายเหตุ: A คือ ระดับน่าพึงพอใจ B คือ ระดับพอใช้ และ C คือ ระดับไม่น่าพึงพอใจ

สำหรับผลการประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง สำหรับผู้เดินทางแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วย ทุกกลุ่มผู้เดินทาง กลุ่มนักศึกษา กลุ่มบุคลากร และกลุ่มบุคคลภายนอก (ตารางที่ 4-13 ถึงตารางที่ 4-16) โดยจากสมมติฐานของมาตรการต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เดินทางเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์ และรถยนต์) มาเป็นรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง โดยงานวิจัยนี้ได้แสดงเครื่องหมาย ✓ เมื่อมาตรการนั้น ๆ มีผลให้กลุ่มผู้เดินทางเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเป็นแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง หรือลดการใช้รถส่วนตัวได้ และสำหรับเครื่องหมาย ✕ เมื่อมาตรการนั้น ๆ ไม่มีผลให้กลุ่มผู้เดินทางเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเป็นแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทาง หรือมีการใช้รถส่วนตัวเพิ่มขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4-13 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ทุกกลุ่มผู้เดินทาง

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง				
	การเดิน	จักรยาน	รถโดยสารประจำทาง	รถจักรยานยนต์	รถยนต์
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.	✕	✓	✓	✓	✓
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	✕	✓	✕	✓	✓
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง และ ✕ คือ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

ตารางที่ 4-14 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง กลุ่มนักศึกษา

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง				
	การเดิน	จักรยาน	รถโดยสารประจำทาง	รถจักรยานยนต์	รถยนต์
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง และ ✕ คือ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

ตารางที่ 4-14 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง กลุ่มนักศึกษา (ต่อ)

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง				
	การเดิน	จักรยาน	รถโดยสารประจำทาง	รถจักรยานยนต์	รถยนต์
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.	✕	✕	✓	✓	✓
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	✕	✓	✕	✓	✓
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง และ ✕ คือ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

ตารางที่ 4-15 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง กลุ่มบุคลากร

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง				
	การเดิน	จักรยาน	รถโดยสารประจำทาง	รถจักรยานยนต์	รถยนต์
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✕	✓
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✕	✓
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.	✕	✕	✓	✓	✓
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	✕	✓	✕	✓	✓
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง และ ✕ คือ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

ตารางที่ 4-16 การประเมินมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง กลุ่มบุคคลภายนอก

มาตรการ	รูปแบบการเดินทาง				
	การเดิน	จักรยาน	รถโดยสารประจำทาง	รถจักรยานยนต์	รถยนต์
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✕	✓
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	✓	✓	✓	✓	✕
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ.	✕	✕	✓	✓	
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	✕	✓	✕	✓	✓
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง และ ✕ คือ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

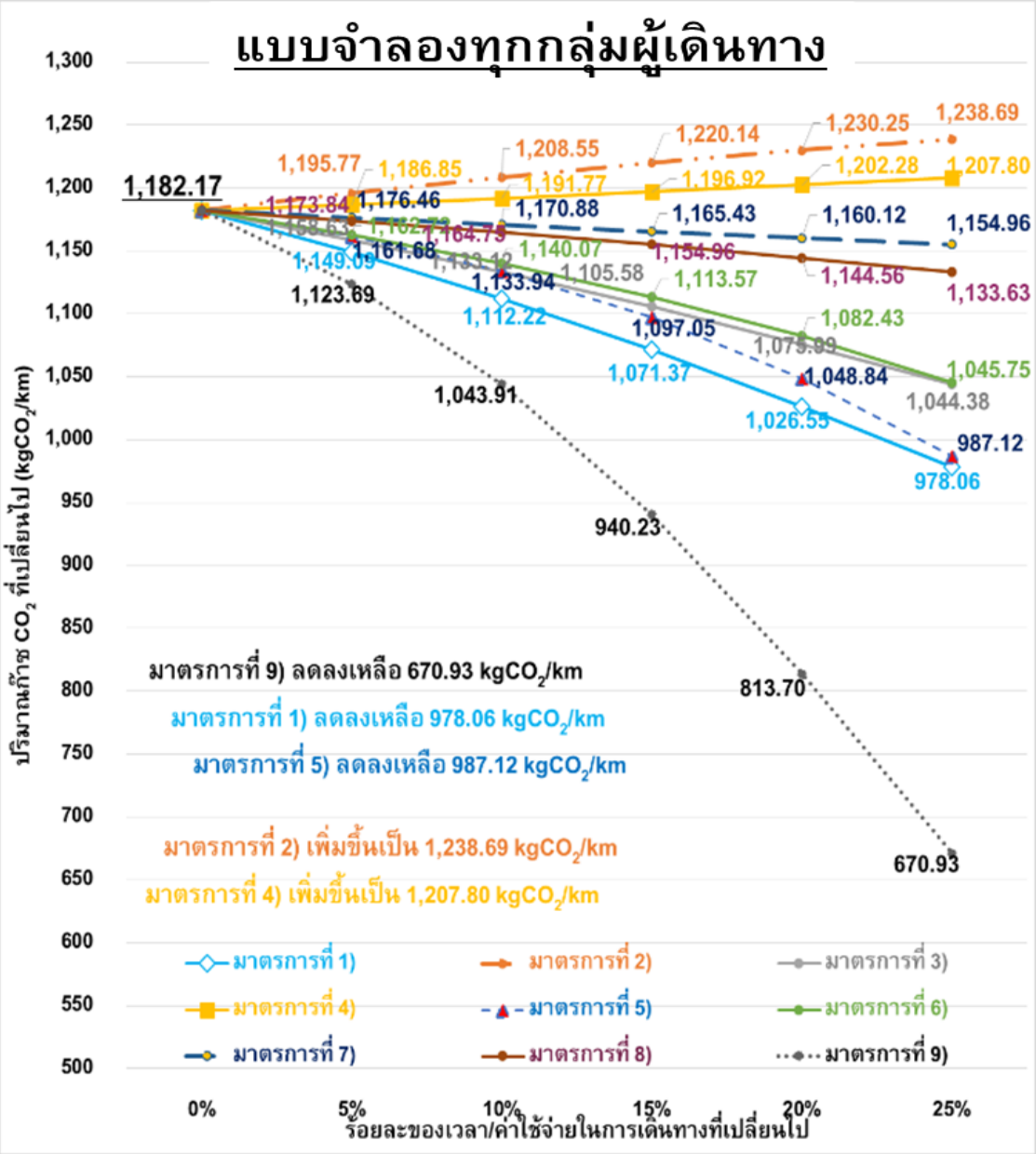
4.3.3 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เมื่อทำการทดสอบมาตรการในหัวข้อที่ 4.3.2) แล้ว งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองดังกล่าวมาทำการคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายในวิทยาเขต ที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ปัจจุบัน และจากผลการดำเนินมาตรการทั้ง 9 มาตรการข้างต้น โดยใช้วิธีที่เรียกว่า " วิธีการวิเคราะห์แบบ Bottom-up 2 " (ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์, 2556) ซึ่งเป็นการพิจารณาคาดการณ์จากปริมาณการเดินทางจากแบบจำลอง และเสดงผลออกมาในหน่วยกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นต่อระยะการเดินทางหนึ่งกิโลเมตร (gCO_2/km) ซึ่งแสดงผลการเปลี่ยนแปลง ต่อไปนี้

ผลการคาดการณ์สัดส่วนการเดินทางสามารถนำมาใช้คาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลปีฐาน พ.ศ. 2558 ซึ่งมีค่าประมาณ 1,182.17 $kgCO_2/km$ สำหรับแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง 991.59 $kgCO_2/km$ สำหรับกลุ่มนักศึกษา 1,175.32 $kgCO_2/km$ สำหรับกลุ่มบุคลากร และ 1,166.26 $kgCO_2/km$ สำหรับกลุ่มบุคคลภายนอก

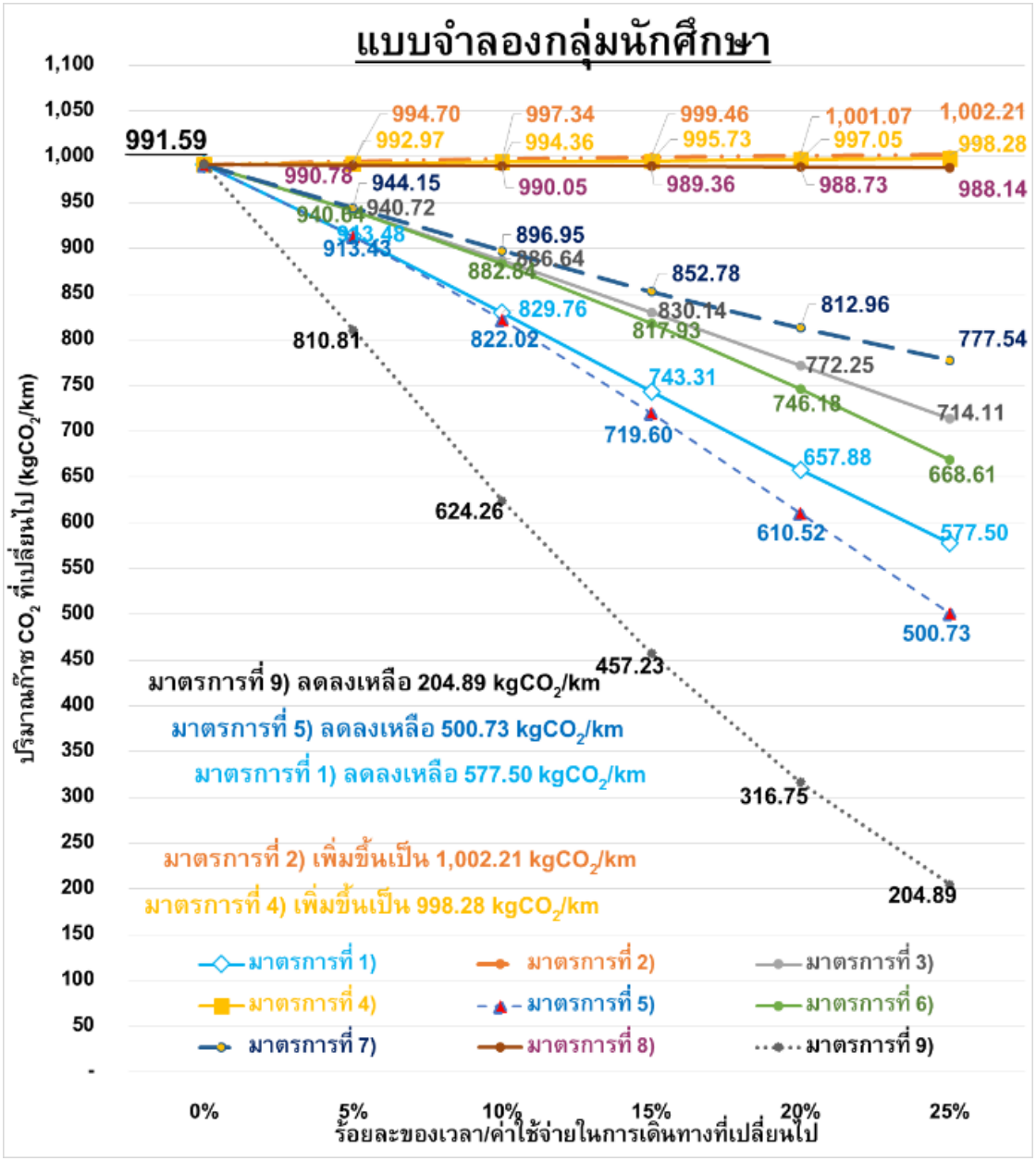
จากผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซ CO_2 ในแบบจำลองแต่ละกลุ่ม (แสดงดังรูปที่ 4-22 ถึงรูปที่ 4.25) จะสังเกตได้ว่า เมื่อมีการดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน พบว่า กลุ่มที่มีการตอบสนองต่อมาตรการมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มบุคคลภายนอก ซึ่งสามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ลงได้ถึงร้อยละ 80.80 จากสถานการณ์ปัจจุบัน รองลงมาคือ กลุ่มนักศึกษา สามารถลดลงได้ร้อยละ 79.34 แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง สามารถลดลงได้ร้อยละ 43.25 และกลุ่มผู้เดินทางกลุ่มสุดท้ายที่สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ได้น้อยที่สุด ซึ่งลดลงเพียงได้ร้อยละ 28.74 คือ กลุ่มบุคลากร ซึ่งอาจเป็นเพราะบุคลากรที่ประกอบไปด้วยทั้ง บุคลากรฝ่ายวิชาการ และบุคลากรฝ่ายสนับสนุน ที่อาจมีรายได้ที่สูงกว่านักศึกษาและบุคคลภายนอก จึงทำให้การตอบสนองต่อมาตรการเป็นไปได้น้อยกว่าแบบจำลองกลุ่ม เป็นต้น

เมื่อพิจารณาแต่ละมาตรการที่นำเสนอ พบว่า มาตรการที่สามารถลดปริมาณ CO_2 ได้จากมากไปน้อย ตามลำดับ ได้แก่ มาตรการที่ 5) การจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน มาตรการที่ 1) การจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ มาตรการที่ 6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน มาตรการที่ 3) การเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ มาตรการที่ 7) การปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง และมาตรการที่ 8) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน ตามลำดับ ส่วนมาตรการที่ 2) การจำกัดที่จอดรถยนต์ และมาตรการที่ 4) การเก็บค่าที่จอดรถยนต์ ไม่สามรถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ได้ แต่กลับส่งผลให้ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้น เนื่องจากมาตรการดังกล่าวส่งผลให้ผู้เดินทางเปลี่ยนไปใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น



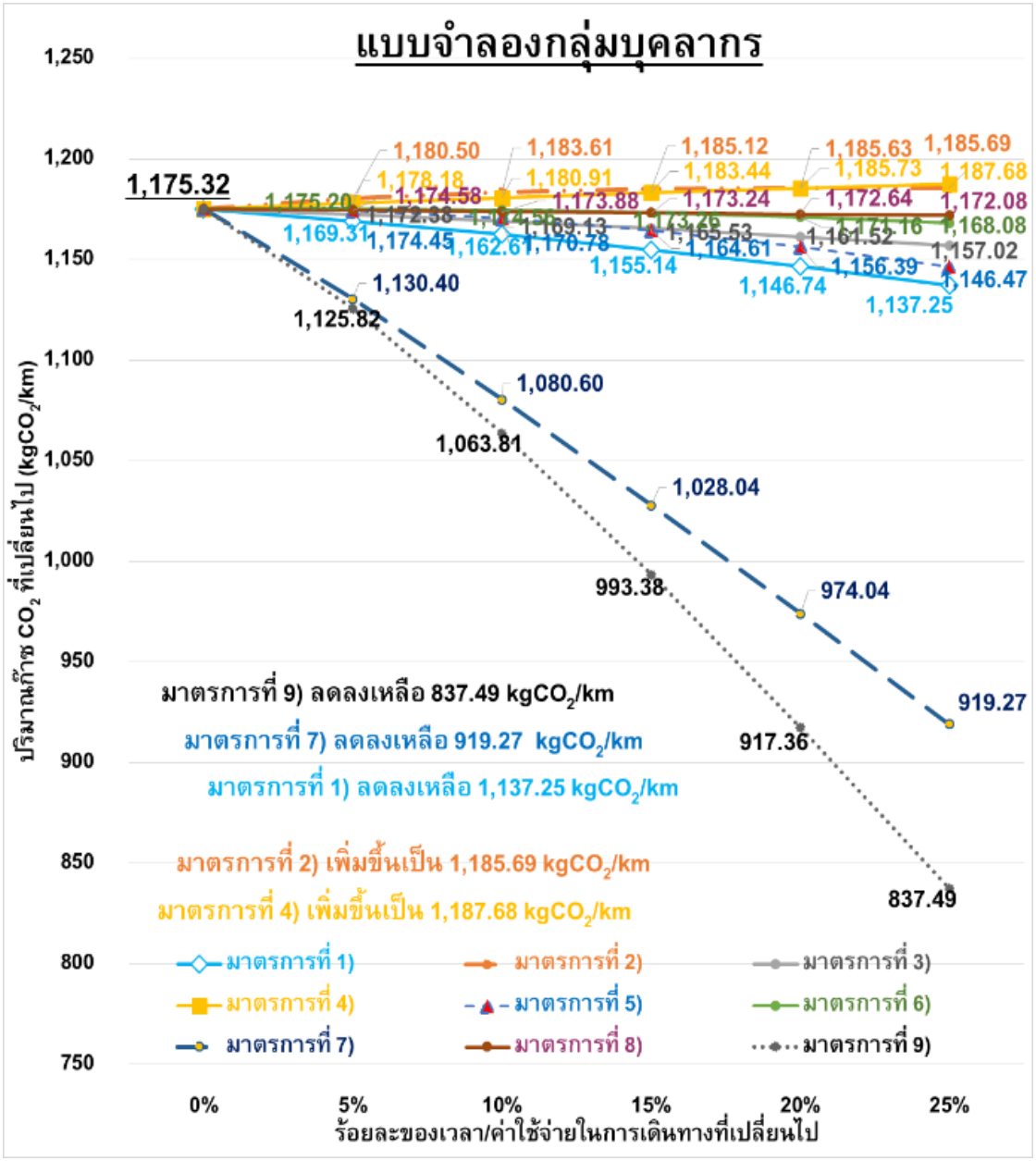
รูปที่ 4-15 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป
จากการทดสอบแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง

สำหรับการคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อดำเนินมาตรการการต่างๆ โดยในแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง พบว่า การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ถึงร้อยละ 43.24 รองลงมาคือ มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 17.26 และมาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 16.49 ส่วนมาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ และมาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ ทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.78 และ 2.17 ตามลำดับ



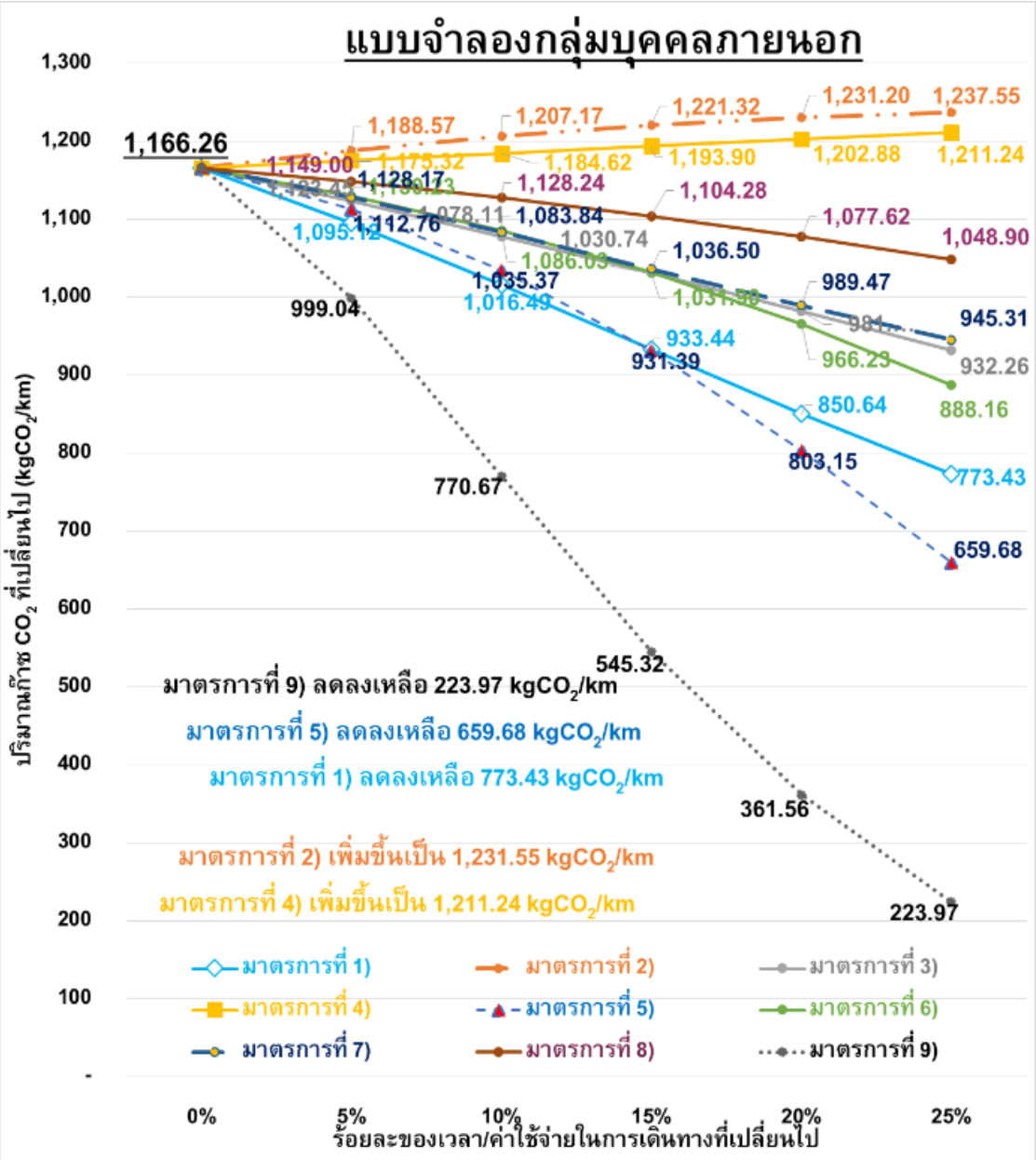
รูปที่ 4-16 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป
จากการทดสอบแบบจำลองกลุ่มนักศึกษา

สำหรับผู้เดินทางกลุ่มนักศึกษา เมื่อดำเนินมาตรการการต่างๆ พบว่า การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ถึงร้อยละ 79.34 รองลงมาคือ มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 49.50 และมาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 41.76 ส่วนมาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ และมาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ ทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.07 และ 0.67 ตามลำดับ



รูปที่ 4-17 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป
จากการทดสอบแบบจำลองกลุ่มบุคลากร

สำหรับผู้เดินทางกลุ่มบุคลากร เมื่อดำเนินมาตรการการต่างๆ พบว่า การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ถึงร้อยละ 28.74 รองลงมาคือ การปรับปรุงการให้บริการรถจักรยาน ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 21.78 และมาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 3.24 ส่วนมาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ และมาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ ทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.88 และ 1.05 ตามลำดับ



รูปที่ 4-18 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป
จากการทดสอบแบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก

สำหรับผู้เดินทางกลุ่มบุคคลภายนอก เมื่อดำเนินมาตรการการต่างๆ พบว่า การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ถึงร้อยละ 80.80 รองลงมาคือ มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 43.70 และมาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 33.68 ส่วนมาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ และมาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ ทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.59 และ 3.85 ตามลำดับ

4.4 สรุปผลท้ายบท

จากผลการศึกษางานวิจัยข้างต้น ซึ่งประกอบด้วย ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการคาดการณ์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีการดำเนินมาตรการต่าง ๆ สำหรับการจัดการการใช้รถส่วนตัว และส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และสำหรับการศึกษาคาดการณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการดำเนินมาตรการ สำหรับในบทถัดไปจะเป็นการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน รวมถึงสำหรับงานวิจัยในอนาคต

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทบทวนนโยบายและมาตรการด้านการขนส่งที่ส่งเสริมสังคมคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วย 3 แนวทาง คือ 1) การหลีกเลี่ยง/ลดการเดินทาง 2) การเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 3) การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเทคโนโลยีของยานพาหนะ ในงานวิจัยนี้ ได้มีการสำรวจข้อมูลลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (กรณีศึกษา) จากตัวอย่างผู้เดินทาง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษา (515 ตัวอย่าง) กลุ่มบุคลากร (991 ตัวอย่าง) และบุคคลภายนอก (542 ตัวอย่าง) ซึ่งพบว่าระยะการเดินทางเฉลี่ยของผู้เดินทางภายในที่ศึกษา สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ช่วง คือ 1) ระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร 2) ระยะทาง 500-1,500 เมตร และ 3) ระยะทาง 1,500-2,000 เมตร โดยทั่วไป ผู้เดินทางใช้เวลาเดิน (คิดเป็นสัดส่วน 4.90%) 5-15 นาที หากใช้จักรยาน (3.20%) 5-10 นาที รถจักรยานยนต์ (52.53%) 2-10 นาที รถยนต์ (27.95%) 6-14 นาที และรถโดยสารประจำทางหรือรถบัสไฟฟ้า (11.42%) 8-15 นาที ส่วนค่าใช้จ่ายในการเดินทางอยู่ในช่วง 0-15 บาทต่อครั้ง และยังได้มีการสำรวจข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการสมมติที่จะนำไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ โดยพิจารณากำหนดปัจจัยเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของ 5 รูปแบบการเดินทางข้างต้น ให้มีการเปลี่ยนแปลงได้ 3 ระดับ ยกเว้นการเดินและการใช้จักรยานที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ดังนั้น จำนวนสถานการณ์สมมติที่เป็นไปได้ จึงเท่ากับ 3^8 = 6,561 กรณี และได้ประยุกต์ใช้ Factional factorial design เพื่อตัดกรณีที่เงื่อนไขไม่สอดคล้องกับความจริงหรือง่ายต่อการเลือกออก และคงเหลือไว้เพียง 9 กรณี เพื่อสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง แล้วนำข้อมูลที่ได้ มาพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิตหลายทางเลือก (Multinomial logit models) ของทั้ง 3 กลุ่มผู้เดินทาง และตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ใน 2 ส่วน คือ 1) ความน่าเชื่อถือภายในของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง ค่านัยสำคัญทางสถิติ และความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง และ 2) ความน่าเชื่อถือภายนอกของแบบจำลอง ในการคาดการณ์การตัดสินใจการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางที่ถูกต้อง ซึ่งผลการตรวจสอบทั้ง 2 ส่วน อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ถูกนำใช้ประเมินผลมาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์เพื่อนำไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ และคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จาก 5 มาตรการหลักที่นำเสนอ ประกอบด้วย 1) มาตรการจำกัดที่จอดรถ 2) มาตรการเก็บค่าจอดรถ 3) มาตรการปรับปรุงการระบบรถบัสไฟฟ้า 4) มาตรการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถจักรยาน และ 5) การบูรณาการทุกมาตรการ

ผลการศึกษา พบว่า มาตรการจำกัดที่จอดรถซึ่งเป็นการเพิ่มเวลาการเดินทาง สามารถลดสัดส่วนการใช้รถส่วนตัวของทุกกลุ่มผู้เดินทางได้เฉลี่ย 26.78% ซึ่งมากกว่า มาตรการเก็บค่าที่จอดรถซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ลดได้เฉลี่ย 15.15%) ส่วนมาตรการปรับปรุงระบบรถบัสไฟฟ้า (การเพิ่มความถี่) สามารถเพิ่มผู้ใช้บริการของแต่ละกลุ่มผู้เดินทางได้ถึง 20-30% อย่างไรก็ตาม มาตรการ

ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถจักรยาน (ทำให้เวลาเดินทางด้วยจักรยานลดลง) กลับเพิ่มการใช้รถจักรยานของทุกกลุ่มผู้เดินทางได้เพียง 6% แต่หากมีการบูรณการทุกมาตรการเข้าด้วยกัน จะสามารถลดการใช้รถส่วนตัวของทุกกลุ่มเดินทางได้ถึง 48.16% และสามารถเพิ่มสัดส่วนการใช้เดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (เดิน 33.67% จักรยาน 10.92% รถบัสไฟฟ้า 30.43%) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้การปล่อยก๊าซ CO_2 ในภาพรวมลดลงถึง 62.6% จากผลการศึกษาข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า มาตรการสนับสนุนสังคมคาร์บอนต่ำที่แท้จริง ควรเป็นการบูรณการระหว่างมาตรการเพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถส่วนตัว ร่วมกับมาตรการปรับปรุงทางเลือกการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดิน จักรยาน รถบัสไฟฟ้า เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน

- มาตรการจำกัดที่จอดรถ

สำหรับมาตรการจำกัดที่จอดรถ ซึ่งเป็นการกำหนดที่และควบคุมที่จอดรถส่วนตัวให้สามารถจอดได้บางที่เท่านั้น (ไม่เสียค่าบริการ) หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการวางแผนกำหนดที่ดังกล่าวให้ชัดเจน และควรมีการประชาสัมพันธ์แผนที่และรายละเอียดของที่ เพื่อให้ผู้ใช้บริการรับรู้ข้อมูลได้ถูกต้อง นอกจากนี้ ควรมีการเสริมการให้บริการรถบัสไฟฟ้าผ่านที่จอดรถดังกล่าว เพื่อให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ซึ่งรวมไปถึงจุดให้บริการรถจักรยานสาธารณะ และการปรับปรุงทางเท้าให้สอดคล้องกัน

- มาตรการเก็บค่าที่จอดรถ

สำหรับมาตรการเก็บค่าที่จอดรถ ซึ่งเป็นมาตรการที่ยกระดับการจัดการที่จอดรถ โดยมาตรการนี้ จะเป็นทางเลือกแก่ผู้ใช้รถส่วนตัวที่ไม่สามารถใช้เวลาในการหาที่จอดรถแบบไม่เสียค่าบริการได้ ดังนั้น การกำหนดที่เก็บค่าจอดรถ จึงควรอยู่ในหรือใกล้บริเวณคณะหรือหน่วยงานที่ต้องการควบคุมการเข้าออกตลอดเวลา (หรือบางช่วงเวลา) และเพื่อให้มาตรการนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรมีการแสดงจำนวนที่จอดรถที่ว่างอยู่ โดยอาจใช้ป้ายแบบ LED แสดงข้อมูลให้ผู้ใช้รถทราบและสามารถตัดสินใจก่อนจอดรถได้

- มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถบัสไฟฟ้า

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณามาตรการดังกล่าว เพื่อให้ผู้คนหันมาใช้รถบัสไฟฟ้ามากขึ้น นอกจากนี้ ควรพิจารณาปัจจัยด้านอื่น ๆ ในการให้บริการด้วย ได้แก่ ความสะดวกของป้ายรอรถโดยสาร ความปลอดภัยในการใช้บริการ รวมถึงการนำระบบเทคโนโลยีการแจ้งเวลาและตำแหน่งของรถโดยสาร ซึ่งอาจเป็น แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน หรือป้ายแจ้งเตือนเวลาและตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางแบบ LED เพื่อให้ผู้ใช้บริการเกิดความสะดวก รับรู้ข้อมูลการให้บริการ และหันมาใช้บริการมากขึ้น

- มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรถจักรยาน

จากผลการศึกษา พบว่า มาตรการนี้ซึ่งเน้นการลดเวลาการเดินทางด้วยรถจักรยานลง แต่ไม่สามารถส่งเสริมให้กลุ่มนักศึกษา และบุคลากร หันมาใช้รถจักรยานได้มากนัก ดังนั้น ควรพิจารณาปัจจัยด้านอื่นควบคู่ด้วย เช่น ความปลอดภัยในการปั่นจักรยาน โดยเฉพาะบริเวณทางร่วมทางแยก ซึ่งต้องมีการตัดกระแสจราจรกับยานพาหนะประเภทอื่น ลักษณะทางกายภาพที่อาจเป็นทางจักรยานที่มีหลังคาคลุม เพื่อป้องกันแสงแดดในตอนกลางวัน และมีแสงสว่างเพียงพอในเวลากลางคืน รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน (ที่จอดรถจักรยาน จักรยานสาธารณะ) เป็นต้น

- มาตรการอื่น ๆ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินมาตรการอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนมาตรการข้างต้น เช่น การเข้มงวดกฎจราจรการล็อคล้อกรณีจอดรถไม่ถูกต้อง การให้ความสำคัญและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เดินเท้า ทั้งด้านความสะดวกสบายและความปลอดภัย การกำหนดเวลาการเดินทางสำหรับรูปแบบการเดินทางบางประเภท เช่น กำหนดเส้นทางสำหรับการเดินและหรือรถจักรยาน และการปรับปรุงและจัดการตารางเรียนของนักศึกษาเพื่อลดการเดินทางระหว่างพื้นที่ (คณะ) ต่าง ๆ ในช่วงการเปลี่ยนคาบเรียน เป็นต้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

แบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาปัจจัยในการเดินทางเพียง 2 ปัจจัยหลัก คือ เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความปลอดภัยในการเดินทาง ความสะดวกสบาย ลักษณะเฉพาะบุคคล รวมทั้งการศึกษามาตรการส่งเสริมการเดิน เป็นต้น

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนเส้นทางรถบัสไฟฟ้า และจุดให้บริการรถจักรยานสาธารณะ รวมถึงควรพิจารณาปัจจัยความปลอดภัย สภาพอากาศ (อากาศร้อนหรือฝนตก) ความสะดวกสบาย เป็นต้น

สำหรับการเก็บค่าบริการที่จอดรถ ควรศึกษาอัตราค่าบริการและรูปแบบการเก็บค่าบริการที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ส่วนมาตรการส่งเสริมการเดิน ควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ระยะทาง สภาพอากาศ ความร่มเงาของต้นไม้ อายุ เพศ รายได้ ปัจจัยด้านความปลอดภัย เช่น แสงสว่างเวลากลางคืน ลักษณะทางข้ามที่ปลอดภัย เป็นต้น

ในยุคปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยเสริมและเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ควรมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาเสริมการให้บริการ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การใช้ระบบเทคโนโลยีด้านการจอดรถ การใช้แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนรับข้อมูลการให้บริการรถบัสไฟฟ้า และพื้นที่จอดรถ

บรรณานุกรม

กรมการขนส่งทางบก. 2559. จำนวนรถที่จดทะเบียน (สะสม) ปี พ.ศ. 2559 [ออนไลน์]. https://www.dlt.go.th/th/. (วันที่สืบค้น 31 ตุลาคม 2559).

การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย. 2558. บริการที่จอดรถสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT [ออนไลน์]. (เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 24 ตุลาคม 2559). https://www.mrta.co.th/th/service/service.php

การท่าอากาศยานไทย. 2559. ข้อมูลการเดินทางภายในท่าอากาศยาน [ออนไลน์]. http://airportthai.co.th/main/th (วันที่สืบค้น 25 ตุลาคม 2559).

กองอาคารสถานที่ สำนักอธิการบดี ม.อ. 2556. ระบบสาระสนเทศ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.planning.psu.ac.th (วันที่สืบค้น 15 กรกฎาคม 2557).

กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ (2559). แผนที่การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน [ออนไลน์]. กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. http://vehicle.ku.ac.th/ (วันที่สืบค้น 01 กันยายน 2559).

กองทะเบียนและประมวลผล ม.อ. 2558. สถิตินักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. http://reg.psu.ac.th/ (วันที่สืบค้น 24 มกราคม 2559).

ข่าวผู้จัดการออนไลน์. 2558. ข่าว นศ.ฮึ่ม! แต่งดำค้าน ม.อ.หาดใหญ่ห้าม จยย. เข้า ชี้ผู้บริหารเกาไม่ถูกที่คัน [ออนไลน์]. http://www.manager.co.th/South/. (วันที่สืบค้น 22 สิงหาคม 2558).

งานประชาสัมพันธ์กองกลาง. 2559. เส้นทางการเดินรถไฟฟ้าของ มช. [ออนไลน์]. สำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. http://www.prcmu.cmu.ac.th/.(วันที่สืบค้น 01 กันยายน 2559).

งานสถิตินักศึกษา ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่. 2559. สถิตินักศึกษา ม.อ. แยกตามปีการศึกษา [ออนไลน์]. กองทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. http://reg.psu.ac.th/StatHatyaiStudent/ (วันที่สืบค้น 08 ตุลาคม 2559).

จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์ โรสดี บินหะยีนิยิ วชิระ อ่อนหยู และสราวุธ พรหมาด. 2545. ความต้องการระบบขนส่งมวลชนและทางเดินเท้าในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (รายงานฉบับสมบูรณ์). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2559. รถโดยสารภายในจุฬาฯ (CU Shuttle Bus) [ออนไลน์]. http://www.chula.ac.th/about/map-and-direction/cu-shuttle-bus. (วันที่สืบค้น 17 สิงหาคม 2559).

เจษฎาภรณ์ถึงนามลี และธเนศ เสถียรนาม. 2558. การศึกษามาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาคคมนาคมขนส่งสำหรับเมืองที่กำลังพัฒนา: กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จิราคม สิริศรีสกุลชัย. 2551. ผลสนองต่อมาตรการการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยแบบจำลิงมิกซ์โลจิต กรณีศึกษาค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชลิตา ผดุงมิตร พชณิช จุลนนท์ ปรมินทร์ บุญวรรโณ บุรญา ฐากูรนันท์ และจตุพร อุปลกะลิน. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานคร-เชียงใหม่. บทความการประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 9 (ThaiVCML2009), คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 19-21 พฤศจิกายน 2552.

ฐาปนา บุณยประวิตร. 2559. การปรับปรุงฟื้นฟูเมืองและเศรษฐกิจด้วยการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน เล่มที่ 1 สำหรับผู้บริหารองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท เปเปอร์เมท (ประเทศไทย) จำกัด: กรุงเทพฯ

ณฤพล นิยม และปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2558. การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายใน ม.อ., งานประชุมวิชาการ ATRANS SYPOSIUM 2015, กรุงเทพมหานคร, 21 สิงหาคม 2558.

นฤมล พูลกสิวิทย์ และเจษฎา ทาสอน. 2558. แนวทางในการส่งเสริมการใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยนเรศวร. ภาคนิพนธ์ระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2555. การศึกษาความเปราะบางของโครงข่ายถนนจากอุทกภัย กรณีศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปรเมศวร์ เหลือเทพ สิทธา เจนศิริศักดิ์ สมมาต แสงประดับ และมาตุวรรณ บุณยัษเฐียร. 2559. การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานและการปรับรูปแบบการขนส่ง เพื่อลดต้นทุนขนส่ง กรณีศึกษายางพารา (ภาคใต้). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์. 2556. การศึกษารถประจำทางด่วนพิเศษเพื่อสนับสนุนเมืองคาร์บอนต่ำ: กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยะพงศ์ สุวรรณโณ. 2556. การวิเคราะห์ความเปราะบางเนื่องจากภัยพิบัติของโครงข่ายถนนในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พุทธมนต์ รตจีน. 2559. ประมวลนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข) [ออนไลน์]. http://www.otp.go.th/images/stories/8-OTPJournal/article2.pdf. (วันที่สืบค้น 26 สิงหาคม 2559).

พรประไพ เสือเขียว. 2559. มหิดล ก้าวพ้น ไม่มีที่จอดรถ. ข่าวเดลินิวส์ [ออนไลน์]. http://www.dailynews.co.th. (วันที่สืบค้น 22 สิงหาคม 2559).

วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. 2556. วิธีส่งเสริมการขี่จักรยานในกรุงเทพมหานคร. การประชุมวิชาการส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยานในชีวิตประจำวัน ครั้งที่ 1: 1st Bike and Walk Forum: 73-76.

วิโรจน์ รุโจปการ. 2554. การวางแผนการขนส่งเขตเมือง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภกร สุทธิพันธ์. 2557. การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางใน ม.อ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก. 2555. รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2555. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.tgo.or.th/ (วันที่สืบค้น 17 กันยายน 2558).

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน.2553. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สัจจากาจ จอมโนนเขวา. 2552. การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางและแบบจำลองระยะทางการเดินทาง ภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

โสมสกาว เพชรานนท์ และวลัยภรณ์ อัตตะนันทน์. 2558. ความเต็มใจจ่ายเพื่อคุณลักษณะในการบริหารจัดการช่องทางจักรยาน (Willingness to Pay for Attributes of Cycleway Management). ว.เกษตรศาสตร์ (สังคม) ปีที่ 36 ฉบับที่ 2: 201-216.

สิทธา เจนศิริศักดิ์. 2557. การวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืน: บทเรียนจากยุโรปสำหรับประเทศไทย. บทความวิชาการ วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน: 81-92.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. 2551. การควบคุมความต้องการเดินทางและการจัดการการจราจร. (Travel Demand Management and Traffic Management) บทที่ 8 [ออนไลน์]. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. http://www.surames.com/ (วันที่สืบค้น 29 สิงหาคม 2559).

สุเมธ เดชธำรงค์. 2556. แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลและรถบีอาร์ที: กรณีศึกษา รถบีอาร์ทีเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม. 2554. ระบบขนส่งอย่างยั่งยืน (Sustainable Transport) [ออนไลน์]. http://demo.artiligent.com (สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2557)

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม. 2550. โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่ง ระยะที่ 1 [ออนไลน์]. http://www.otp.go.th/index.php/projectotp/17-2550/121-itsi.html (สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2558)

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม. 2552. โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่ง ระยะที่ 2 [ออนไลน์]. http://www.otp.go.th/index.php/projectotp/17-2550/121-itsi.html (สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2558)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.). 2555. สังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) [ออนไลน์]. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. http://www.onep.go.th/library/ (สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2557.)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2555. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 - 2559 [ออนไลน์]. http://www.nesdb.go.th/ (สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558).

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554. ช่วยโลกคลายร้อน@องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น [ออนไลน์]. http://www.tgo.or.th/ (สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2557.)

เอกชัย รัตนโอภา และวิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. 2549. การพัฒนาแบบจำลองดัชนีชี้วัดการใช้จักรยานร่วมกับกระแสจราจรบนถนน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: 218-226.

อรพันธ์ แหวนเครือ และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2557. การคาดการณ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานพาหนะส่วนบุคคลจากข้อมูลระยะการเดินทางรวม กรณีศึกษาเมืองหาดใหญ่, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, หน้า 2566-2574.

Alvinsyah, Soehodho, S., and Nainggolan, P.J. 2005. Public transport user attitude based on choice model parameter characteristics (Case study: Jakarta Busway System), Journal of Eastern Asia Society for Transport Studies, 6: 480–491.

AP PARKING. 2016. More than parking SMART TECHNOLOGY fast and flow [ออนไลน์]. http://www.apparking.com/ (วันที่สืบค้น 25 ตุลาคม 2559).

Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R. 2000. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

Department of Trade Negotiations, 2010. The Republic of Austria. http://www.thaifta.com/thaifta/portals/0/at360_july57.pdf (Accessed 11/12/15).

Domencich, T.A. And Mcfadden, D. 1975. Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis. North-Holland, Amsterdam, Netherlands.

Emag travel. 2559. ข้อมูลที่จอดรถสนามบินดอนเมืองและค่าที่จอดรถ. http://www.emagtravel.com/archive/donmuang-airport-carpark.html (วันที่สืบค้น 25 ตุลาคม 2559).

European Environment Agency. 2013. CO_2 Emissions per Passenger. http://www.eea.europa.eu/media/infographics/co2-emissions-from-passenger-transport/view (Accessed 10/8/15).

Federal Transportation Administration. 2000. A Self Instructing Course in Disaggregate Mode Choice Modelling.

Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 2013. 10 Principles Of Sustainable Urban Transport. http://sustainabletransport.org/. (Accessed 23/8/15).

Jaensirisak, S. and Paksarsawan, S. 2004. The effect of accessibility on mode choice for shopping trip, Access to Destination Conference, 8-9 November 2004, University of Minnesota, USA.

Hayashi, Y Nakamura, K Ito, K and Mimuro, A. 2012. Putting Transport Into Climate Policy Agenda. WCTRS and Institute for Transport Policy Studies. Nagoya University, Japan.

Hensher, D.A., Rose, J.M., and Green, W.H. 2005. Applied Choice Analysis: A Primer, Cambridge University Press, London, UK.

Jaensirisak, S. and Paksarsawan, S. 2004. The effect of accessibility on mode choice for shopping trip. Paper Presented at Access to Destination Conference, 8-9 November 2004, University of Minnesota, USA.

Korea Energy Economics Institute (KEEI). 2010. Greenhouse gas emission in the transportation sector, Sustainable Urban Transport Project (The Avoid, Shift, Improve Strategy). https://www.keei.re.kr/. (accessed 10/10/15).

Luathep, P., Suttipan, S. and Jaensirisak, S. 2015. Challenge of Public Transport Planning in Private Vehicle Dominated Community. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 11: 1122-1139.

Louviere, J.J., Hensher, D.A., and Swait, J.D. 2000. Stated Choice Methods: Analysis and Application. Cambridge University Press, UK.

Ortuzar, J.D. and Willumsen, L.G. 1994. Modelling Transport (Second Edition). Department of Transport Engineering, Pontificia Universidad Catolica de Chile, Santisgo, Chile and Streer Davies Gleave, London, UK.

Sanko, N. 2001. Guidelines for Stated Preference Experiment Design. A dissertation submitted for the degree of Master of Business Administration. https://www.b.kobe-u.ac.jp/~sanko/pub/Sanko2001_1.pdf. (Accessed 01/11/16).

Satiennam, T., Jaensirisak, S., Natevongin, N. and Kowtanapanich, W. 2011. Public Transport Planning for a Motorcycle Dominated Community. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 9: 970-985.

Satiennam, T., Jaensirisak, S., Satiennam, W., and Detdamrong, S. 2015. Potential for modal shift by passenger car and motorcycle users towards Bus Rapid Transit (BRT) in an Asian developing city. IATSS Research, In Press.

Steuteville, R. 2014. Critiquing the 'Copenhagen' bike lane. http://bettercities.net/article/place-bike-lanes-21004 (Accessed 11/13/15).

Sathorn Model. 2559. โครงการจอดแล้วจร (Park & Ride) [ออนไลน์]. http://www.sathornmodel.com/parkandride. (วันที่สืบค้น 25 ตุลาคม 2559).

Thai industrial office. 2015. SMART CITY VIENNA แนวทางการพัฒนาเมืองของกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย [Online]. Ministry of industry, Thailand. https://thaiindustrialoffice .wordpress.com (Accessed 11/12/15).

Train, K. 2003. Discrete Choice Methods with Simulation. MIT Press, UK.

United States Environmental Protection Agency (EPA). 2014. "Sources of Greenhouse Gas Emissions, Total U.S. Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector in 2014", Website: http://www.epa.gov/. (accessed 12/10/15).

Voice Tv Co., Ltd. 2557 ก. 'ทางจักรยาน' คือนโยบายหลักของกรุงโคเปนเฮเกน [ออนไลน์]. http://news.voicetv.co.th/business/180531.html (วันที่สืบค้น 13 พฤศจิกายน 2559).

Voice Tv Co., Ltd. 2557 ข. 2557. ข่าว ม.นเรศวร ชี้แจงนโยบายห้ามใช้จักรยานยนต์ [ออนไลน์]. http://news.voicetv.co.th/thailand/221649.html (วันที่สืบค้น 21 มิถุนายน 2558).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดผลการคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากมาตรการที่นำเสนอ

รายละเอียดสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของมาตรการต่าง ๆ สำหรับทุกกลุ่มผู้เดินทาง

ตารางที่ ก-1 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.08%	12.81%	13.62%	14.52%	15.50%
จักรยาน		3.20%	3.38%	3.58%	3.81%	4.06%	4.32%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.21%	5.56%	5.94%	6.37%	6.83%
จักรยานยนต์		52.53%	49.71%	46.57%	43.10%	39.30%	35.19%
รถยนต์		27.95%	29.62%	31.48%	33.52%	35.76%	38.16%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-2 มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.05%	12.65%	13.22%	13.75%	14.22%
จักรยาน		3.20%	3.41%	3.61%	3.81%	3.99%	4.16%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.21%	5.51%	5.80%	6.06%	6.30%
จักรยานยนต์		52.53%	55.66%	58.65%	61.42%	63.91%	66.05%
รถยนต์		27.95%	23.68%	19.58%	15.75%	12.29%	9.27%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-3 มาตรการเก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์ (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.86%	12.34%	12.86%	13.42%	14.03%
จักรยาน		3.20%	3.35%	3.50%	3.67%	3.85%	4.05%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.11%	5.35%	5.61%	5.88%	6.18%
จักรยานยนต์		52.53%	50.51%	48.32%	45.95%	43.42%	40.73%
รถยนต์		27.95%	29.17%	30.49%	31.90%	33.41%	35.01%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-4 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.70%	11.99%	12.29%	12.61%	12.93%
จักรยาน		3.20%	3.30%	3.41%	3.53%	3.64%	3.77%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.04%	5.19%	5.35%	5.52%	5.69%
จักรยานยนต์		52.53%	53.76%	55.06%	56.43%	57.85%	59.31%
รถยนต์		27.95%	26.20%	24.35%	22.41%	20.39%	18.31%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-5 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.78%	14.38%	16.29%	18.54%	21.19%
จักรยาน		3.20%	3.61%	4.11%	4.71%	5.42%	6.27%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.56%	6.36%	7.32%	8.47%	9.85%
จักรยานยนต์		52.53%	52.89%	52.89%	52.41%	51.30%	49.39%
รถยนต์		27.95%	25.16%	22.26%	19.28%	16.27%	13.30%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-6 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	12.16%	13.02%	14.01%	15.17%	16.53%
จักรยาน		3.20%	3.46%	3.77%	4.13%	4.55%	5.06%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.27%	5.71%	6.23%	6.85%	7.58%
จักรยานยนต์		52.53%	51.73%	50.79%	49.70%	48.42%	46.92%
รถยนต์		27.95%	27.38%	26.71%	25.93%	25.00%	23.91%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-7 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.37%	11.31%	11.25%	11.20%	11.14%
จักรยาน		3.20%	3.18%	3.16%	3.15%	3.13%	3.11%
โดยสารประจำทาง		4.90%	5.37%	5.83%	6.28%	6.72%	7.15%
จักรยานยนต์		52.53%	52.29%	52.05%	51.81%	51.59%	51.37%
รถยนต์		27.95%	27.80%	27.65%	27.50%	27.36%	27.22%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-8 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	11.35%	11.28%	11.20%	11.12%	11.03%
จักรยาน		3.20%	3.88%	4.62%	5.42%	6.27%	7.15%
โดยสารประจำทาง		4.90%	4.86%	4.82%	4.77%	4.73%	4.68%
จักรยานยนต์		52.53%	52.17%	51.78%	51.35%	50.90%	50.42%
รถยนต์		27.95%	27.73%	27.50%	27.25%	26.99%	26.71%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-9 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน (ทุกกลุ่มผู้เดินทาง)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.42%	13.39%	15.69%	18.28%	21.07%	23.85%
จักรยาน		3.20%	4.70%	6.80%	9.62%	13.19%	17.38%
โดยสารประจำทาง		4.90%	6.48%	8.46%	10.85%	13.57%	16.43%
จักรยานยนต์		52.53%	51.24%	48.85%	45.16%	40.09%	33.89%
รถยนต์		27.95%	24.20%	20.20%	16.09%	12.08%	8.46%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

รายละเอียดสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของมาตรการต่าง ๆ กลุ่มนักศึกษา

ตารางที่ ก-10 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.74%	27.95%	30.32%	32.79%	35.26%
จักรยาน		2.64%	2.93%	3.24%	3.54%	3.82%	4.08%
โดยสารประจำทาง		10.36%	11.92%	13.55%	15.15%	16.62%	17.87%
จักรยานยนต์		49.24%	44.00%	38.37%	32.56%	26.82%	21.40%
รถยนต์		14.03%	15.41%	16.89%	18.42%	19.95%	21.40%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-11 มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	24.50%	25.16%	25.72%	26.16%	26.51%
จักรยาน		2.64%	2.84%	3.02%	3.15%	3.25%	3.32%
โดยสารประจำทาง		10.36%	10.77%	11.10%	11.33%	11.49%	11.58%
จักรยานยนต์		49.24%	51.34%	53.09%	54.49%	55.56%	56.33%
รถยนต์		14.03%	10.54%	7.63%	5.31%	3.54%	2.26%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-12 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.24%	26.85%	28.56%	30.33%	32.14%
จักรยาน		2.64%	2.88%	3.13%	3.38%	3.62%	3.84%
โดยสารประจำทาง		10.36%	11.00%	11.68%	12.40%	13.14%	13.91%
จักรยานยนต์		49.24%	45.67%	41.87%	37.92%	33.90%	29.90%
รถยนต์		14.03%	15.22%	16.47%	17.75%	19.01%	20.21%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-13 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	24.16%	24.58%	24.98%	25.36%	25.71%
จักรยาน		2.64%	2.75%	2.85%	2.95%	3.05%	3.13%
โดยสารประจำทาง		10.36%	10.52%	10.67%	10.83%	10.97%	11.10%
จักรยานยนต์		49.24%	50.27%	51.28%	52.26%	53.18%	54.03%
รถยนต์		14.03%	12.30%	10.61%	8.97%	7.43%	6.02%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-14 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	26.66%	30.01%	33.78%	37.90%	42.22%
จักรยาน		2.64%	3.18%	3.80%	4.48%	5.18%	5.86%
โดยสารประจำทาง		10.36%	12.46%	14.79%	17.20%	19.51%	21.54%
จักรยานยนต์		49.24%	46.08%	42.11%	37.42%	32.21%	26.78%
รถยนต์		14.03%	11.62%	9.28%	7.12%	5.20%	3.60%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-15 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	25.75%	28.06%	30.69%	33.63%	36.86%
จักรยาน		2.64%	3.01%	3.44%	3.94%	4.49%	5.08%
โดยสารประจำทาง		10.36%	11.18%	12.11%	13.14%	14.27%	15.47%
จักรยานยนต์		49.24%	46.67%	43.78%	40.57%	37.06%	33.30%
รถยนต์		14.03%	13.39%	12.61%	11.67%	10.56%	9.29%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-16 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	23.54%	23.34%	23.13%	22.91%	22.68%
จักรยาน		2.64%	2.38%	2.10%	1.84%	1.60%	1.40%
โดยสารประจำทาง		10.36%	13.80%	17.27%	20.55%	23.54%	26.24%
จักรยานยนต์		49.24%	46.84%	44.47%	42.27%	40.29%	38.53%
รถยนต์		14.03%	13.44%	12.82%	12.22%	11.66%	11.15%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-17 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	23.73%	23.72%	23.72%	23.72%	23.71%
จักรยาน		2.64%	2.72%	2.79%	2.85%	2.91%	2.96%
โดยสารประจำทาง		10.36%	10.34%	10.33%	10.31%	10.30%	10.29%
จักรยานยนต์		49.24%	49.21%	49.17%	49.14%	49.11%	49.09%
รถยนต์		14.03%	14.01%	13.99%	13.98%	13.96%	13.95%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-18 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน (กลุ่มนักศึกษา)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	23.73%	28.47%	33.75%	39.25%	44.29%	48.10%
จักรยาน		2.64%	3.22%	3.51%	3.58%	3.55%	3.44%
โดยสารประจำทาง		10.36%	17.05%	23.67%	28.86%	32.76%	36.06%
จักรยานยนต์		49.24%	40.84%	31.92%	23.76%	16.73%	11.00%
รถยนต์		14.03%	10.43%	7.16%	4.56%	2.66%	1.40%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

รายละเอียดสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของมาตรการต่าง ๆ กลุ่มบุคลากร

ตารางที่ ก-19 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.09%	15.17%	15.26%	15.35%	15.46%
จักรยาน		1.76%	1.79%	1.83%	1.87%	1.92%	1.98%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.77%	6.95%	7.15%	7.39%	7.65%
จักรยานยนต์		56.38%	55.94%	55.45%	54.91%	54.30%	53.61%
รถยนต์		20.24%	20.41%	20.60%	20.81%	21.04%	21.30%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-20 มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	16.44%	17.80%	19.05%	20.13%	21.01%
จักรยาน		1.76%	1.83%	1.90%	1.96%	2.01%	2.04%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.71%	6.78%	6.82%	6.85%	6.86%
จักรยานยนต์		56.38%	59.00%	61.23%	63.08%	64.55%	65.70%
รถยนต์		20.24%	16.02%	12.29%	9.09%	6.46%	4.39%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-21 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.06%	15.11%	15.16%	15.22%	15.29%
จักรยาน		1.76%	1.78%	1.80%	1.83%	1.86%	1.89%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.65%	6.71%	6.77%	6.83%	6.91%
จักรยานยนต์		56.38%	56.14%	55.88%	55.59%	55.27%	54.91%
รถยนต์		20.24%	20.37%	20.50%	20.65%	20.81%	21.00%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-22 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.68%	16.36%	17.06%	17.76%	18.46%
จักรยาน		1.76%	1.80%	1.84%	1.88%	1.92%	1.96%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.63%	6.66%	6.68%	6.71%	6.73%
จักรยานยนต์		56.38%	57.63%	58.89%	60.16%	61.39%	62.57%
รถยนต์		20.24%	18.27%	16.25%	14.22%	12.21%	10.27%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-23 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	16.52%	18.00%	19.40%	20.67%	21.77%
จักรยาน		1.76%	1.87%	1.99%	2.10%	2.21%	2.32%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.88%	7.14%	7.41%	7.70%	8.00%
จักรยานยนต์		56.38%	58.58%	60.38%	61.78%	62.76%	63.34%
รถยนต์		20.24%	16.15%	12.49%	9.31%	6.67%	4.57%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-24 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.72%	16.47%	17.25%	18.07%	18.91%
จักรยาน		1.76%	1.82%	1.89%	1.96%	2.04%	2.13%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.68%	6.76%	6.85%	6.95%	7.05%
จักรยานยนต์		56.38%	57.39%	58.41%	59.40%	60.35%	61.21%
รถยนต์		20.24%	18.38%	16.47%	14.53%	12.59%	10.69%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-25 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	14.99%	14.94%	14.88%	14.79%	14.67%
จักรยาน		1.76%	1.69%	1.61%	1.53%	1.44%	1.35%
โดยสารประจำทาง		6.60%	9.35%	12.42%	15.68%	19.08%	22.57%
จักรยานยนต์		56.38%	53.88%	51.12%	48.22%	45.26%	42.28%
รถยนต์		20.24%	20.09%	19.91%	19.69%	19.44%	19.13%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-26 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	15.02%	15.02%	15.01%	15.01%	15.01%
จักรยาน		1.76%	1.81%	1.86%	1.90%	1.94%	1.98%
โดยสารประจำทาง		6.60%	6.60%	6.59%	6.59%	6.59%	6.58%
จักรยานยนต์		56.38%	56.34%	56.30%	56.27%	56.23%	56.20%
รถยนต์		20.24%	20.24%	20.23%	20.23%	20.22%	20.22%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-27 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน (กลุ่มบุคลากร)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	15.02%	17.13%	19.06%	20.68%	21.92%	22.76%
จักรยาน		1.76%	1.91%	2.03%	2.12%	2.17%	2.18%
โดยสารประจำทาง		6.60%	9.79%	13.44%	17.42%	21.66%	26.13%
จักรยานยนต์		56.38%	56.72%	55.77%	53.73%	50.78%	47.10%
รถยนต์		20.24%	14.46%	9.70%	6.05%	3.48%	1.82%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

รายละเอียดสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของมาตรการต่าง ๆ กลุ่มบุคคลภายนอก

ตารางที่ ก-28 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.92%	14.23%	15.66%	17.16%	18.67%
จักรยาน		3.69%	4.06%	4.46%	4.87%	5.27%	5.64%
โดยสารประจำทาง		5.05%	6.20%	7.51%	8.90%	10.27%	11.47%
จักรยานยนต์		51.67%	45.89%	39.55%	32.90%	26.32%	20.22%
รถยนต์		27.85%	30.93%	34.25%	37.66%	40.97%	44.00%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-29 มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์ (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.68%	13.51%	14.20%	14.73%	15.13%
จักรยาน		3.69%	4.27%	4.83%	5.30%	5.68%	5.95%
โดยสารประจำทาง		5.05%	5.47%	5.79%	6.01%	6.14%	6.21%
จักรยานยนต์		51.67%	56.91%	61.36%	64.86%	67.39%	69.10%
รถยนต์		27.85%	20.66%	14.50%	9.63%	6.06%	3.61%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-30 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		**ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป**					
		0.0%	**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	**20.0%**	**25.0%**
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.49%	13.32%	14.20%	15.15%	16.16%
จักรยาน		3.69%	4.02%	4.36%	4.70%	5.02%	5.32%
โดยสารประจำทาง		5.05%	5.46%	5.90%	6.40%	6.95%	7.56%
จักรยานยนต์		51.67%	48.03%	44.21%	40.27%	36.26%	32.25%
รถยนต์		27.85%	30.00%	32.21%	34.43%	36.61%	38.71%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-31 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	12.20%	12.67%	13.13%	13.58%	14.01%
จักรยาน		3.69%	4.04%	4.40%	4.77%	5.12%	5.44%
โดยสารประจำทาง		5.05%	5.19%	5.34%	5.48%	5.61%	5.74%
จักรยานยนต์		51.67%	53.99%	56.37%	58.75%	61.04%	63.17%
รถยนต์		27.85%	24.58%	21.22%	17.87%	14.64%	11.64%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-32 มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	14.07%	16.95%	20.42%	24.50%	29.05%
จักรยาน		3.69%	4.77%	6.18%	7.95%	10.04%	12.31%
โดยสารประจำทาง		5.05%	6.82%	9.11%	11.88%	14.93%	17.86%
จักรยานยนต์		51.67%	51.18%	49.34%	45.87%	40.75%	34.37%
รถยนต์		27.85%	23.15%	18.42%	13.88%	9.79%	6.41%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-33 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	13.03%	14.57%	16.40%	18.58%	21.13%
จักรยาน		3.69%	4.44%	5.41%	6.65%	8.20%	10.08%
โดยสารประจำทาง		5.05%	5.62%	6.31%	7.14%	8.13%	9.31%
จักรยานยนต์		51.67%	50.27%	48.53%	46.39%	43.78%	40.66%
รถยนต์		27.85%	26.64%	25.18%	23.42%	21.31%	18.82%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-34 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	11.69%	11.64%	11.58%	11.52%	11.45%
จักรยาน		3.69%	3.60%	3.48%	3.35%	3.20%	3.06%
โดยสารประจำทาง		5.05%	7.63%	10.68%	13.97%	17.29%	20.44%
จักรยานยนต์		51.67%	49.80%	47.65%	45.40%	43.20%	41.16%
รถยนต์		27.85%	27.28%	26.55%	25.70%	24.79%	23.89%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-35 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลาในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	11.66%	11.56%	11.45%	11.34%	11.21%
จักรยาน		3.69%	5.09%	6.78%	8.72%	10.88%	13.20%
โดยสารประจำทาง		5.05%	4.98%	4.89%	4.78%	4.66%	4.51%
จักรยานยนต์		51.67%	51.00%	50.19%	49.24%	48.17%	47.01%
รถยนต์		27.85%	27.27%	26.58%	25.80%	24.96%	24.08%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ตารางที่ ก-36 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน (กลุ่มบุคคลภายนอก)

รูปแบบการเดินทาง		ร้อยละของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป					
		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
เดินเท้า	สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทาง	11.74%	15.26%	19.36%	23.63%	27.43%	30.15%
จักรยาน		3.69%	7.44%	12.78%	18.42%	23.32%	27.15%
โดยสารประจำทาง		5.05%	10.64%	17.62%	23.27%	26.80%	29.09%
จักรยานยนต์		51.67%	46.05%	36.97%	27.22%	18.72%	11.96%
รถยนต์		27.85%	20.61%	13.27%	7.46%	3.72%	1.65%
รวม		100%	100%	100%	100%	100%	100%

ภาคผนวก ข

รายละเอียดผลการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากมาตรการที่นำเสนอ

จากผลการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากผลการดำเนินมาจาการแต่ละมาตรการ แยกตามกลุ่มผู้เดินทาง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ ข-1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ CO_2 จากทุกกลุ่มผู้เดินทาง

ร้อยละของระดับความแตกต่างของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,149.09	1,112.22	1,071.37	1,026.55	978.06
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-2.80%	-5.92%	-9.37%	-13.16%	-17.27%
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,195.77	1,208.55	1,220.14	1,230.25	1,238.69
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	1.15%	2.23%	3.21%	4.07%	4.78%
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,158.63	1,133.12	1,105.58	1,075.99	1,044.38
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-1.99%	-4.15%	-6.48%	-8.98%	-11.66%
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,186.85	1,191.77	1,196.92	1,202.28	1,207.80
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.40%	0.81%	1.25%	1.70%	2.17%
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,161.68	1,133.94	1,097.05	1,048.84	987.12
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-1.73%	-4.08%	-7.20%	-11.28%	-16.50%
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,162.72	1,140.07	1,113.57	1,082.43	1,045.75
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-1.65%	-3.56%	-5.80%	-8.44%	-11.54%
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus)	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,176.46	1,170.88	1,165.43	1,160.12	1,154.96
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.48%	-0.96%	-1.42%	-1.87%	-2.30%
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,173.84	1,164.75	1,154.96	1,144.56	1,133.63
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.70%	-1.47%	-2.30%	-3.18%	-4.11%
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,182.17	1,123.69	1,043.91	940.23	813.70	670.93
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-4.95%	-11.70%	-20.47%	-31.17%	-43.25%

ตารางที่ ข-2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ CO_2 จากกลุ่มนักศึกษา

ร้อยละของระดับความแตกต่างของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,169.31	1,162.61	1,155.14	1,146.74	1,137.25
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.51%	-1.08%	-1.72%	-2.43%	-3.24%
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,180.50	1,183.61	1,185.12	1,185.63	1,185.69
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.44%	0.71%	0.83%	0.88%	0.88%
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,172.38	1,169.13	1,165.53	1,161.52	1,157.02
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.25%	-0.53%	-0.83%	-1.17%	-1.56%
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,178.18	1,180.91	1,183.44	1,185.73	1,187.68
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.24%	0.47%	0.69%	0.89%	1.05%
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,174.45	1,170.78	1,164.61	1,156.39	1,146.47
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.07%	-0.39%	-0.91%	-1.61%	-2.46%
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,175.20	1,174.56	1,173.26	1,171.16	1,168.08
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.01%	-0.07%	-0.18%	-0.35%	-0.62%
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus)	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,130.40	1,080.60	1,028.04	974.04	919.27
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.82%	-8.06%	-12.53%	-17.13%	-21.79%
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,174.58	1,173.88	1,173.24	1,172.64	1,172.08
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.06%	-0.12%	-0.18%	-0.23%	-0.28%
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,175.32	1,125.82	1,063.81	993.38	917.36	837.49
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-4.21%	-9.49%	-15.48%	-21.95%	-28.74%

ตารางที่ ข-3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ CO_2 จากกลุ่มบุคลากร

ร้อยละของระดับความแตกต่างของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,178.82	1,172.31	1,165.04	1,156.88	1,147.67
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.49%	-1.04%	-1.66%	-2.35%	-3.12%
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,193.63	1,199.54	1,202.68	1,203.83	1,203.91
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.76%	1.25%	1.52%	1.62%	1.62%
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,181.76	1,178.54	1,174.97	1,170.99	1,166.54
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.25%	-0.52%	-0.82%	-1.15%	-1.53%
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,188.73	1,192.67	1,196.44	1,199.98	1,203.18
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.34%	0.68%	0.99%	1.29%	1.56%
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,187.71	1,186.92	1,182.45	1,174.85	1,164.84
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.26%	0.19%	-0.19%	-0.83%	-1.67%
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,185.77	1,186.33	1,186.21	1,185.24	1,183.23
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.09%	0.14%	0.13%	0.05%	-0.12%
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus)	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,149.01	1,107.75	1,062.72	1,015.48	967.03
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.01%	-6.49%	-10.29%	-14.28%	-18.37%
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,183.30	1,182.04	1,180.87	1,179.77	1,178.75
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-0.12%	-0.22%	-0.32%	-0.41%	-0.50%
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,184.67	1,148.31	1,096.39	1,032.99	961.89	885.76
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.07%	-7.45%	-12.80%	-18.81%	-25.23%

ตารางที่ ข-4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ CO_2 จากกลุ่มบุคคลภายนอก

ร้อยละของระดับความแตกต่างของเวลา/ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง		0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
1) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,095.12	1,016.49	933.44	850.64	773.43
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-6.10%	-12.84%	-19.96%	-27.06%	-33.68%
2) มาตรการจำกัดที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,188.57	1,207.17	1,221.32	1,231.20	1,237.55
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	1.91%	3.51%	4.72%	5.57%	6.11%
3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,123.45	1,078.11	1,030.74	981.95	932.26
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.67%	-7.56%	-11.62%	-15.80%	-20.06%
4) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,175.32	1,184.62	1,193.90	1,202.88	1,211.24
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	0.78%	1.57%	2.37%	3.14%	3.86%
5) มาตรการจำกัดที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,112.76	1,035.37	931.39	803.15	659.68
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-4.59%	-11.22%	-20.14%	-31.13%	-43.44%
6) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,130.23	1,086.03	1,031.90	966.23	888.16
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.09%	-6.88%	-11.52%	-17.15%	-23.84%
7) มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (PSU E-Bus)	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,128.17	1,083.84	1,036.50	989.47	945.31
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-3.27%	-7.07%	-11.13%	-15.16%	-18.95%
8) มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้รถจักรยาน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	1,149.00	1,128.24	1,104.28	1,077.62	1,048.90
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-1.48%	-3.26%	-5.31%	-7.60%	-10.06%
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน	ปริมาณก๊าซ CO_2 ($kgCO_2/km$)	1,166.26	999.04	770.67	545.32	361.56	223.97
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 (%)	0.00%	-14.34%	-33.92%	-53.24%	-69.00%	-80.80%

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ตัวอย่างแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ส่วนที่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เดินทาง

แบบสอบถามการศึกษาการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

คำแนะนำ แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 3 หน้า กรุณาเลือกข้อที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.เพศ ○ ชาย ○ หญิง

2.อายุ.....ปี

3.อาชีพ

นักศึกษา ○ ป.ตรี ชั้นปีที่..... ○ ปริญญาโท ○ ปริญญาเอก

บุคลากร ○ บุคลากร ม.อ. ○ อาจารย์

4.รายได้ต่อเดือน

○ ต่ำกว่า 10,000 บาท ○ 10,001 - 20,000 บาท ○ 20,001 - 30,000 บาท

○ 30,001 - 40,000 บาท ○ 40,001 - 50,000 บาท ○ 50,001 บาท ขึ้นไป

5.รูปแบบการเดินทางปัจจุบันของท่าน

○ รถจักรยาน ○ เดินเท้า ○ รถโดยสารประจำทาง ม.อ.

○ รถจักรยานยนต์ ○ รถเก๋ง ○ รถกระบะ

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้รถจักรยานในปัจจุบัน (ตอบเฉพาะผู้ที่ใช้รถจักรยาน)

1.วัตถุประสงค์ในการเดินทางด้วยรถจักรยาน

วัตถุประสงค์ในการใช้รถจักรยานของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ความถี่ (วัน/สัปดาห์)	ช่วงเวลาที่ปั่นจักรยาน
○ เรียน/ทำงาน		○ 00:01 น.- 03:00 น.
○ ออกกำลังกาย		○ 03:00 น.- 06:00 น.
○ ท่องเที่ยว		○ 06:01 น.- 09:00 น.
○ ธุระส่วนตัว		○ 09:01 น.- 12:00 น.
○ อื่นๆ.....		○ 12:01 น.- 15:00 น.
		○ 15:01 น.- 18:00 น.
		○ 18:01 น.- 21:00 น.
		○ 21:01 น.- 24:00 น.

2.เลือกจุดต้นทางและปลายทางที่ท่านเดินทางเป็นประจำ โดยทำเครื่องหมาย O ล้อมรอบหัวข้อต่อไปนี้ พร้อมทั้งลากเส้นทางที่ท่านเลือกปั่นรถจักรยาน

จุดต้นทาง		จุดปลายทาง	
1.โรงอาหาร	13.ทรัพยากรธรรมชาติ	1.โรงอาหาร	13.ทรัพยากรธรรมชาติ
2.วิศวกรรมศาสตร์	14.อุตสาหกรรมเกษตร	2.วิศวกรรมศาสตร์	14.อุตสาหกรรมเกษตร
3.วิทยาศาสตร์	15.ตลาดเกษตร	3.วิทยาศาสตร์	15.ตลาดเกษตร
4.แพทยศาสตร์	16.รพ.สงขลานครินทร์	4.แพทยศาสตร์	16.รพ.สงขลานครินทร์
5.แพทย์แผนไทย	17.หอ 1,2,5,6,10,11	5.แพทย์แผนไทย	17.หอ 1,2,5,6,10,11
6.พยาบาลศาสตร์	18.หอ 3,4,7,8,9,12,13,14,15	6.พยาบาลศาสตร์	18.หอ 3,4,7,8,9,12,13,14,15
7.เภสัชศาสตร์	19.หอสมุด (LRC)	7.เภสัชศาสตร์	19.หอสมุด (LRC)
8.เทคนิคการแพทย์	20.ศูนย์กีฬา	8.เทคนิคการแพทย์	20.ศูนย์กีฬา
9.เศรษฐศาสตร์	21.อ่างเก็บน้ำ ม.อ.	9.เศรษฐศาสตร์	21.อ่างเก็บน้ำ ม.อ.
10.นิติศาสตร์	22.สำนักงานอธิการบดี	10.นิติศาสตร์	22.สำนักงานอธิการบดี
11.ศิลปศาสตร์	23.บริเวณที่พักบุคลากร	11.ศิลปศาสตร์	23.บริเวณที่พักบุคลากร
12.วิทยาการจัดการ	24.คณะทันตแพทยศาสตร์	12.วิทยาการจัดการ	24.คณะทันตแพทยศาสตร์

3.เลือกระดับความพึงพอใจของสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีต่อรถจักรยานในปัจจุบัน

ระดับความพึงพอใจ 1=น้อยที่สุด 2=น้อย 3=ปานกลาง 4=มาก 5=มากที่สุด

สิ่งอำนวยความสะดวก	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.พื้นที่สำหรับจอดรถจักรยาน					
2.ทางที่เหมาะสมสำหรับใช้ปั่นรถจักรยาน					
3.ป้ายบอกเส้นทางรถจักรยาน					
4.จุดบริการซ่อมแซมรถจักรยาน					
5.ภูมิทัศน์ที่ร่มรื่นเหมาะแก่การปั่นรถจักรยาน					
6.การสนับสนุนการใช้รถจักรยาน					
7.จุดพักผ่อนของผู้ใช้รถจักรยาน					

ส่วนที่ 3 ความต้องการและทัศนคติที่มีต่อรถจักรยาน

1. เหตุผลที่ท่านไม่ใช้รถจักรยาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

○ ไม่มีรถจักรยาน ○ ขี่รถจักรยานไม่เป็น ○ อากาศร้อน ○ ไม่มีทางสำหรับรถจักรยาน

○ ไม่มีที่จอดรถจักรยาน ○ มลพิษทางอากาศ ○ ความปลอดภัยทางท้องถนน ○ อื่นๆ.....

2. ถ้ามีสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ท่านจะหันมาใช้รถจักรยานในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์หรือไม่

สิ่งอำนวยความสะดวก	ใช้	ไม่ใช้
1.ถนนเฉพาะรถจักรยาน		
2.พื้นที่สำหรับจอดรถจักรยาน		
3.ป้ายบอกทางรถจักรยาน		
4.ภูมิทัศน์ที่ร่มรื่นตลอดเส้นทาง		
5.จุดบริการซ่อมแซมรถจักรยาน		
6.ชมรมรถจักรยาน		

3.คำแนะนำเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2) ข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *(สัมภัยผู้ตอบถาม)*

จากสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ใหญ่ (ข้างล่างนี้) ซึ่งมีข้อมูลเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางภายใน มอ. ของรูปแบบการเดินทาง 2 ประเภท คือ การเดินเท้า และรถจักรยาน

>>>>ในแต่ละสถานการณ์จำลองย่อย ท่านเลือกเดินทางด้วยรูปแบบใด โปรดทำเครื่องหมาย ☑ เพื่อเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น

สถานการณ์ ก) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังคณะวิศวกรรมศาสตร์)

ก1)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 6 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก2)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 7 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก3)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ข) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 1,500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังตลาดสามแยกหอนาฬิกา)

ข1)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 9 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข2)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข3)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 11 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ค) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 2,000 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังศูนย์ประชุมนานาชาติฯ)

ค1)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 12 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค2)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 13 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค3)	☐ การเดินเท้า เวลาเดินทาง : 14 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *(สำหรับผู้ใช้รถบัส ม.อ.)*

จากสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ใหญ่ (ข้างล่างนี้) ซึ่งมีข้อมูลเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางภายใน ม.อ. ของรูปแบบการเดินทาง 2 ประเภท คือ รถจักรยาน และรถบัส ม.อ.

>>>>ในแต่ละสถานการณ์จำลองย่อย ท่านเลือกเดินทางด้วยรูปแบบใด โปรดทำเครื่องหมาย ☑ เพื่อเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น

สถานการณ์ ก) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังคณะวิศวกรรมศาสตร์)

ก1)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก2)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 9 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 1 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก3)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 2 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ข) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 1,500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังตามตลาดคลองหรา)

ข1)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 13 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข2)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 12 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 1 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข3)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 11 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 2 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ค) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 2,000 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังศูนย์ประชุมนานาชาติฯ)

ค1)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 15 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค2)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 14 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 1 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค3)	☐ รถบัส ม.อ. เวลาเดินทาง : 13 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 2 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *(สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์)*

จากสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ใหญ่ (ข้างล่างนี้) ซึ่งมีข้อมูลเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางภายใน ม.อ. ของรูปแบบการเดินทาง 2 ประเภท คือ รถจักรยาน และจักรยานยนต์

>>>>ในแต่ละสถานการณ์จำลองย่อย ท่านเลือกเดินทางด้วยรูปแบบใด โปรดทำเครื่องหมาย ☑ เพื่อเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น

สถานการณ์ ก) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังคณะวิศวกรรมศาสตร์)

ก1)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 4 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 3 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก2)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 3 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก3)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 2 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ข) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 1,500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังตลาดนกเขาแก้ว)

ข1)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 7 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 3 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข2)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 6 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข3)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง: 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ค) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 2,000 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังศูนย์ประชุมนานาชาติฯ)

ค1)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 9 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 3 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค2)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค3)	☐ จักรยานยนต์ เวลาเดินทาง : 7 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *(สำหรับผู้ใช้รถยนต์)*

จากสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ใหญ่ (ข้างล่างนี้) ซึ่งมีข้อมูลเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางภายใน ม.อ. ของรูปแบบการเดินทาง 2 ประเภท คือ รถจักรยาน และรถยนต์

>>>>ในแต่ละสถานการณ์จำลองย่อย ท่านเลือกเดินทางด้วยรูปแบบใด โปรดทำเครื่องหมาย ☑ เพื่อเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น

สถานการณ์ ก) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังคณะวิศวกรรมศาสตร์)

ก1)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก2)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 7 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ก3)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 6 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 15 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 5 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ข) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 1,500 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังตามตลาดหลักเมืองฯ)

ข1)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 11 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข2)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ข3)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 9 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 15 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 8 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

สถานการณ์ ค) ถ้าระยะทางในการเดินทาง 2,000 เมตร. (ประมาณจากโรงช้างไปยังศูนย์ประชุมนานาชาติฯ)

ค1)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 13 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 5 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค2)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 12 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 10 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท
ค3)	☐ รถยนต์ เวลาเดินทาง : 11 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 15 บาท	☐ รถจักรยาน เวลาเดินทาง : 10 นาที ค่าใช้จ่ายเดินทาง : 0 บาท

ภาคผนวก ง

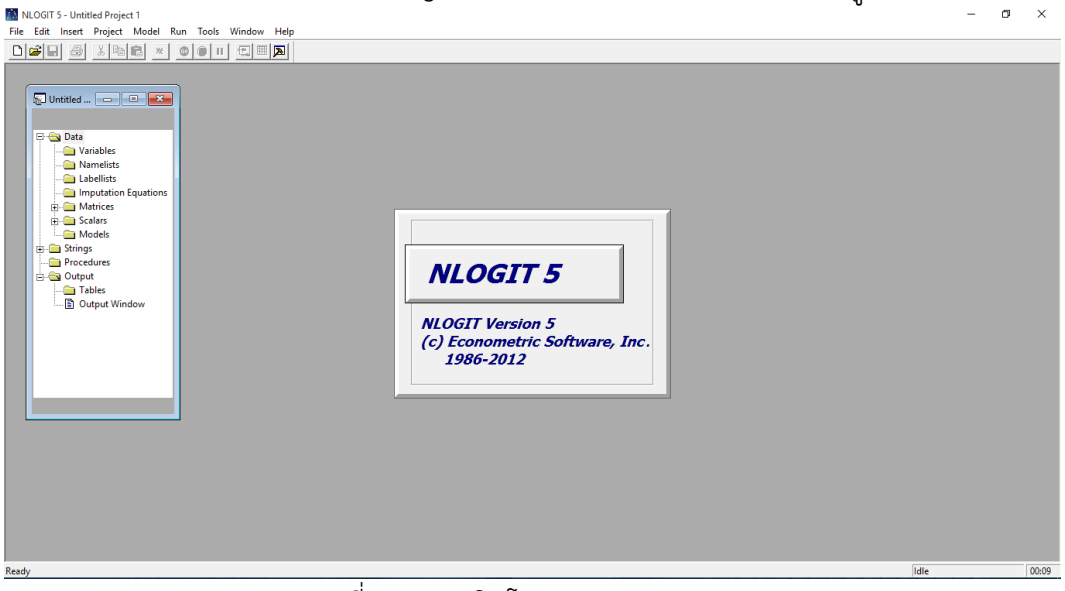
วิธีการใช้งานโปรแกรม NLOGIT

ขั้นตอนและวิธีการใช้งานโปรแกรม NLOGIT 5.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้สำหรับคาดการณ์จำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง และการวิเคราะห์ข้อมูลทางเลือกแบบพหุนาม (ตั้งแต่ 2 ทางเลือกขึ้นไป) เช่น ทางเลือกรูปแบบ ของการขนส่ง หรือการสำรวจข้อมูลทางการตลาดที่ผู้บริโภคเลือกระหว่างชุดของทางเลือกต่าง ๆ ในการแข่งขัน

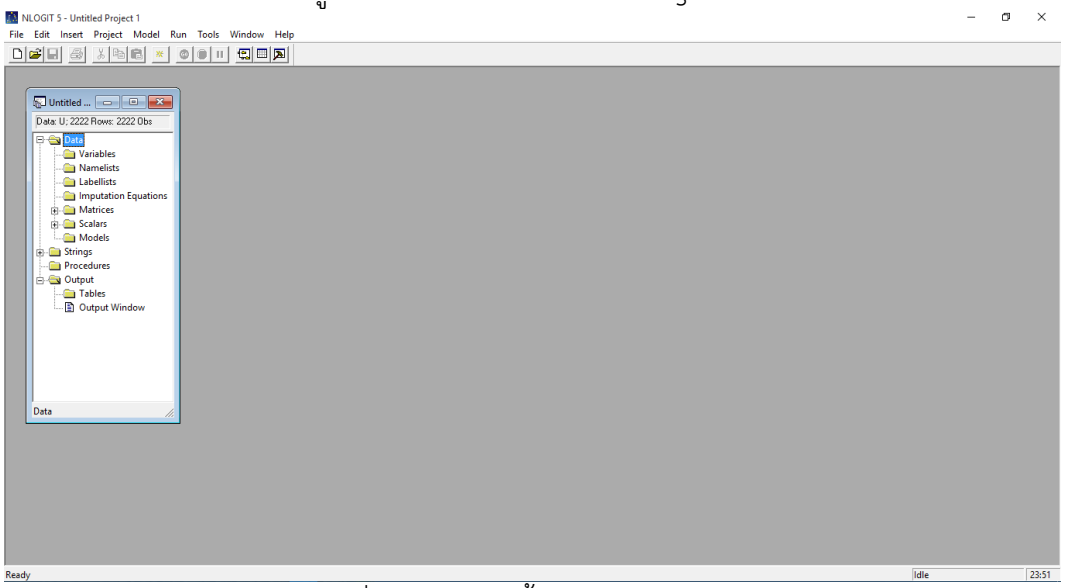
งานวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบ 5 ทางเลือก ซึ่งเป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง แต่ละกลุ่มผู้เดินทาง (นักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

หน้าต่างแรกของโปรแกรมแสดงผล NLogit 5 เมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ ง-1 ถึง ง-2



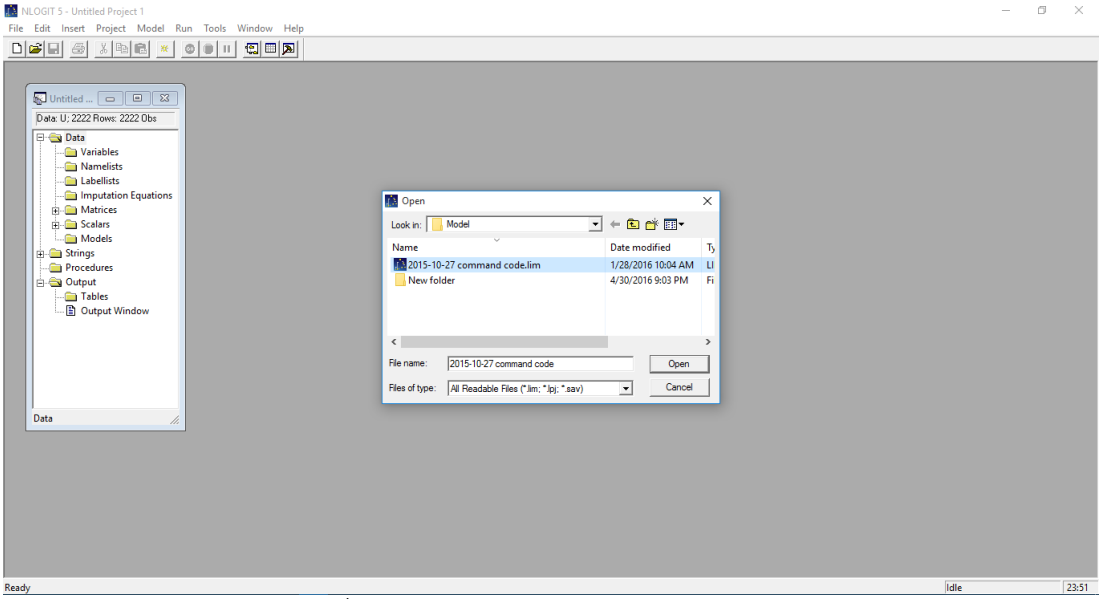
รูปที่ ง-1 การเปิดโปรแกรม NLogit 5.0



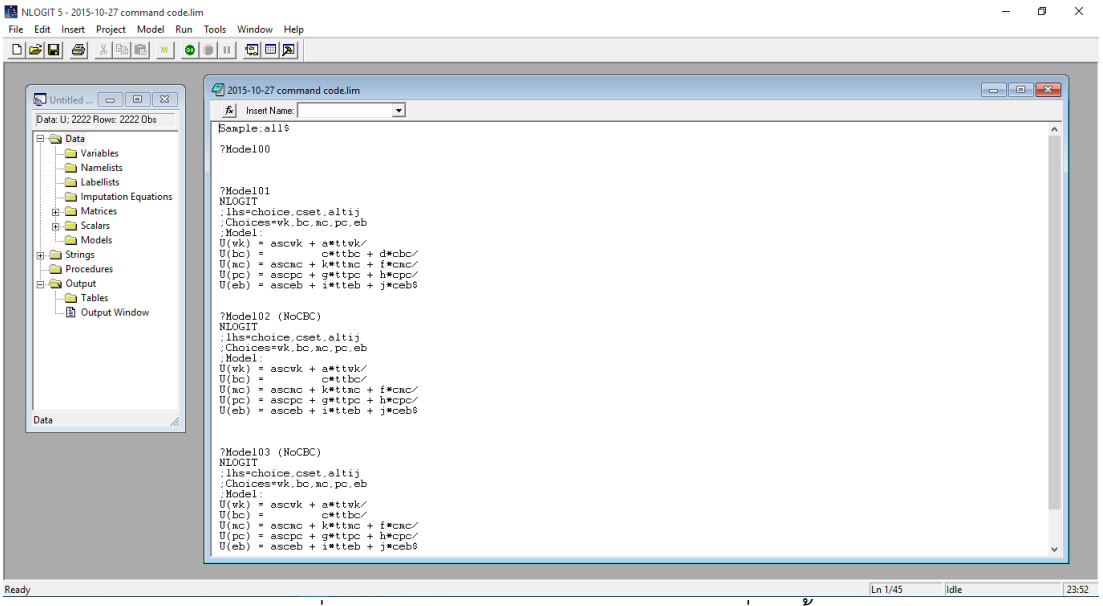
รูปที่ ง-2 หน้าตาเบื้องต้นของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 2

จากนั้นผู้ใช้งาน กดเปิดไฟล์ ที่ **Open** เพื่อให้แสดงหน้าต่าง **Command code** ขึ้นมา (ดังรูปที่ ง-3)



รูปที่ ง-**3** การเปิดหน้าต่าง Command code



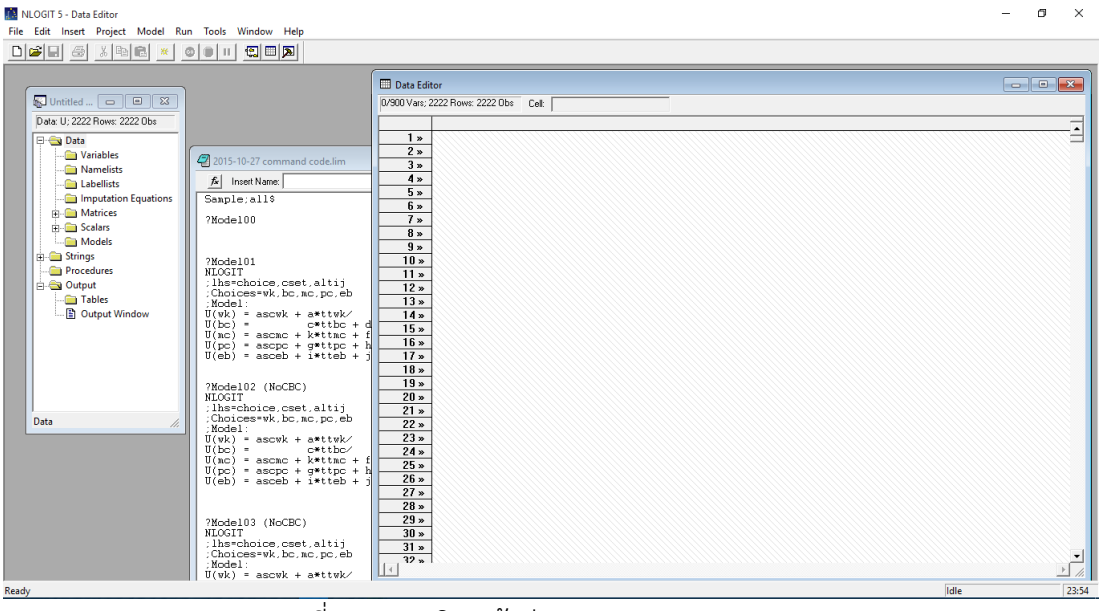
รูปที่ ง-**4** หน้าตาของ Command code ที่เปิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 3

เมื่อหน้าต่าง **Command code** แสดงขึ้นมา (ดังรูปที่ ง-4) โดยครั้งแรก ในหน้าต่าง **Command code** จะเป็นหน้าต่างที่ว่าง ไม่มีข้อความหรือสูตรสมการใด ๆ ผู้ใช้งานสามารถทำการพิมพ์ข้อความหรือสูตรสมการต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 4

เมื่อหน้าต่าง **Command code** แสดงขึ้นมาแล้ว ให้ผู้ใช้งานเปิดหน้าต่าง **Data Editor** (ดังรูปที่ ง-5) โดยการกดตรงเครื่องหมาย (**Activate Data Editor**)

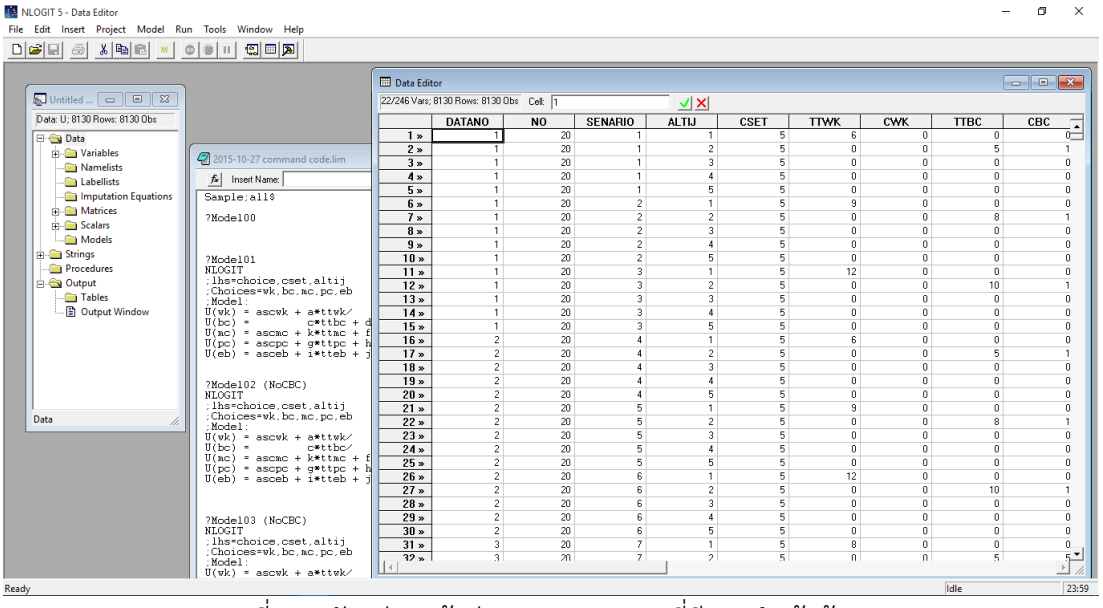


รูปที่ ง-5 การเปิดหน้าต่าง Activate Data Editor

ขั้นตอนที่ 5

จากนั้น เมื่อหน้าต่าง **Data Editor** แสดงขึ้นมา ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูล ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทาง และบันทึกไว้ก่อนหน้านี้ (ข้อมูลจากสำรวจแบบสอบถามในภาคผนวก ค.) โดยสามารถบันทึกในรูปแบบไฟล์นามสกุล .xls ด้วยโปรแกรม *Microsoft Excel* จากนั้นคลิกขวาและเลือกกด **Import Variables** แล้วเลือกไฟล์นามสกุล .xls ที่ต้องการ

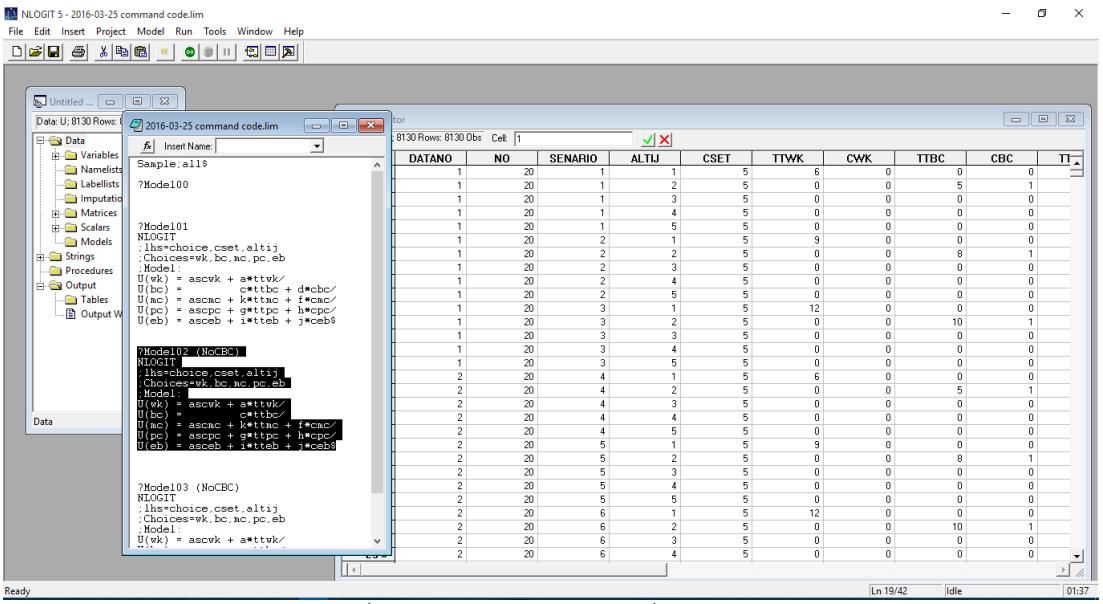
เมื่อนำเข้าไฟล์ข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว ตัวอย่างหน้าต่าง **Data Editor** ดังรูปที่ ง-6



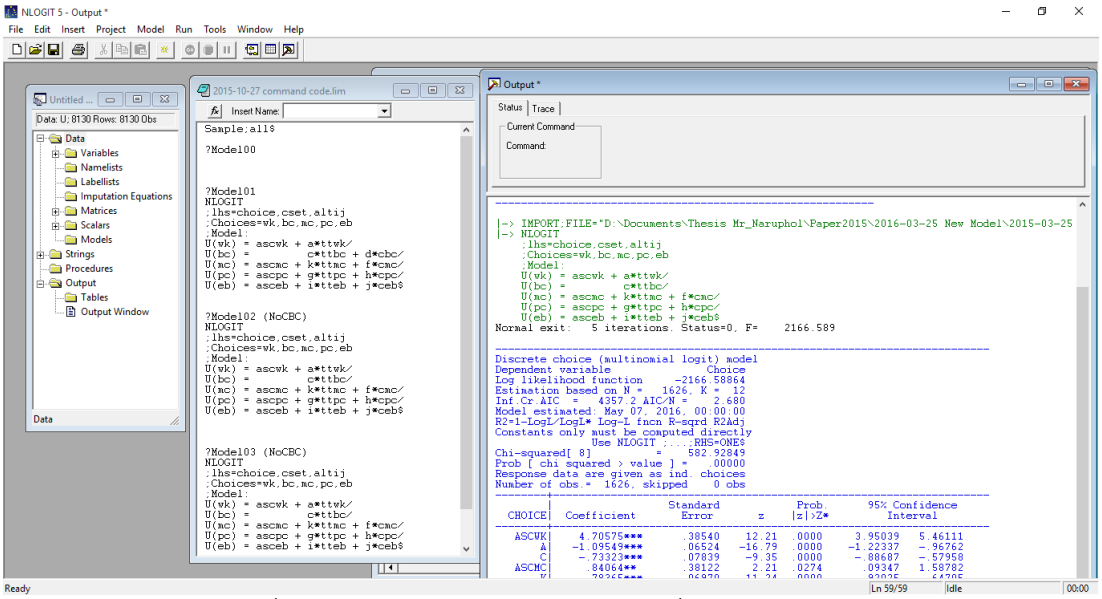
รูปที่ ง-**6** ตัวอย่างหน้าต่าง Data Editor ที่มีการนำเข้าข้อมูล

ขั้นตอนที่ 6

เมื่อมีข้อมูลครบแล้ว ต่อมาเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการคลิกเลือกคลุมสูตรสมการที่เราได้สร้างขึ้นมา และต้องการใช้วิเคราะห์ (ดังรูปที่ ง-7) จากนั้นกดที่เครื่องหมาย โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ และได้ผลลัพธ์ในหน้าต่าง Output * (แสดงดังรูปที่ ง-8)



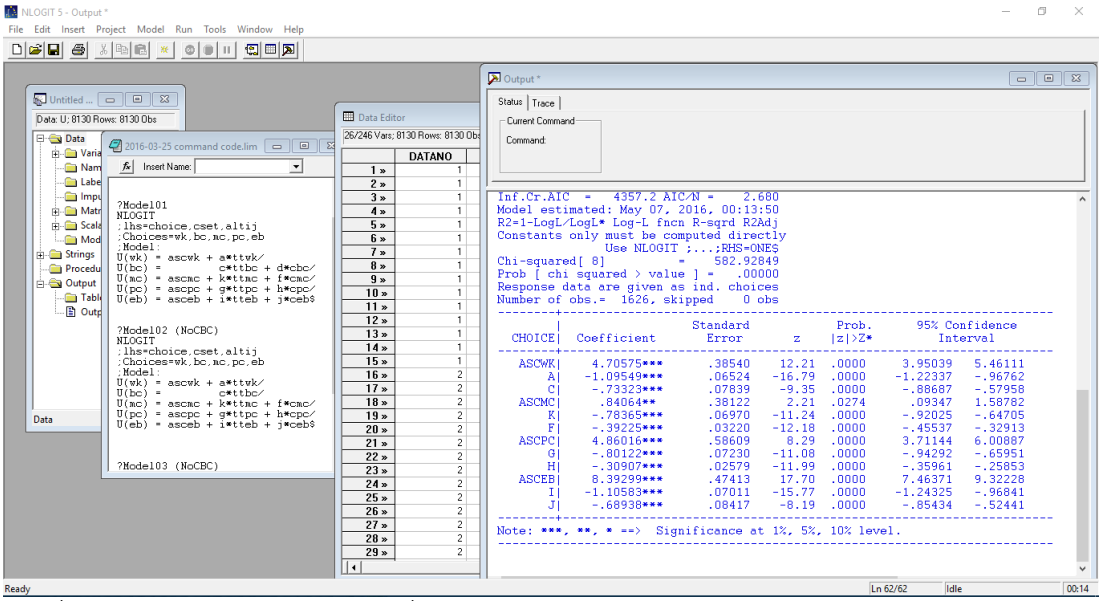
รูปที่ ง-**7** การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เตรียมไว้



รูปที่ ง-8 หน้าต่างแสดงข้อมูล Output ที่ผ่านการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 7

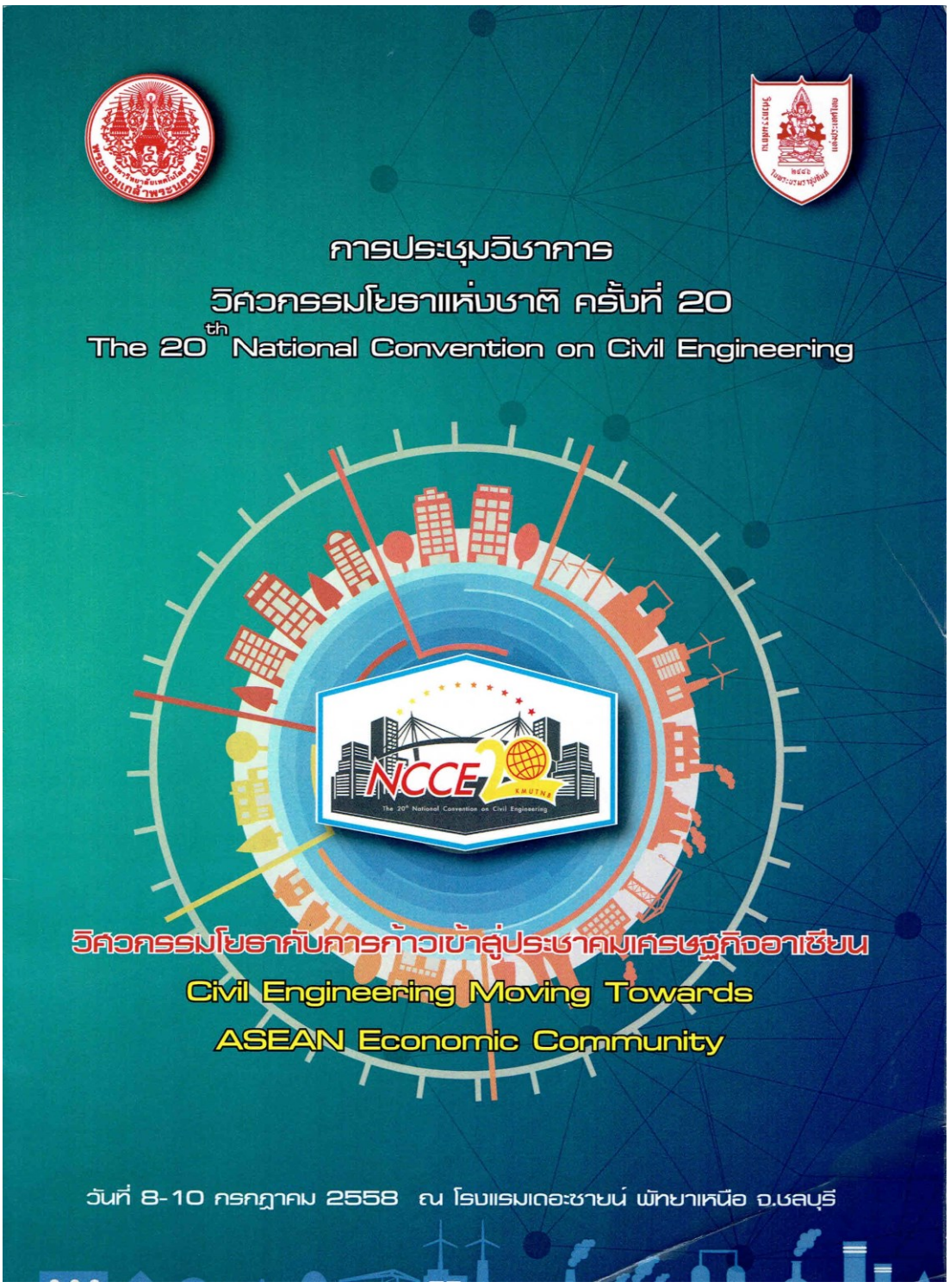
เมื่อได้ผลลัพธ์จากหน้าต่าง Output แล้ว ผู้ใช้งานต้องพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การปรับเทียบความถูกต้องของแบบลำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง และการประยุกต์ใช้ต่อไป โดยตัวอย่างผลลัพธ์ของค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธ์ของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทาง แสดงดังรูปที่ ง-9



รูปที่ ง-9 ตัวอย่างผลลัพธ์ของค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธ์ของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ภาคผนวก จ

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์


การประชุมวิชาการ
วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20
The 20th National Convention on Civil Engineering
NCCE20
KMUTNB
The 20th National Convention on Civil Engineering
วิศวกรรมโยธากับการก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน
Civil Engineering Moving Towards
ASEAN Economic Community
วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมเดอะซายน์ พัทยาเหนือ จ.ชลบุรี

Vermillion : TRL -7 16.55 – 18.10 น.

ประธานภาค : รศ.ดร. กิตติชัย ธนทรัพย์สิน

115-TRL	FACTORS EFFECTING MODAL SHIFT FROM PRIVATE VEHICLES TO BUS: A CASE STUDY IN PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY ณฤพล นิยม, ศุภกร สุทธิพันธ์, ปรเมศวร์ เหลือเทพ และ สิทธา เจนศิริศักดิ์
125-TRL	FACTORS AFFECTING TRANSPORT MODE CHOICE; A CASE STUDY OF INTERCITY MOTORWAY PROJECT CHIANG MAI-CHIANG RAI เสาวลักษณ์ เดชชูไชย และ สุพรชัย อุทัยนฤมล
165-TRL	STUDY AND DEVELOPMENT OF NATURAL RUBBER LATEX FOR FLEXIBLE PAVEMENT ประวิทย์ เป้าทอง, สราวุธ จริตงาม และ พิชัย ธานีรณานนท์
243-TRL	ENGINEERING PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE MIXED WITH AC.GRADE 60-70 AND OLD TIRE POWDER อดิศักดิ์ บุญมา และ พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล
246-TRL	MODE CHOICE MODELS BETWEEN ELECTRIC MOTORCYCLE AND GASOLINE MOTORCYCLE: A CASE STUDY OF KHON KAEN UNIVERSITY วีรุตม์ ขุนภูมิแพทย์, ธเนศ เลถียรนาม และ วิชุดา เลถียรนาม
403-TRL	A STUDY OF TRUCK DRIVER SATISFACTION ON DEPARTMENT OF HIGHWAY WEIGH STATION OPERATION วิกรม พนิชการ, โกสินทร์ เจติยานนท์ และ นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ
545-TRL	BARRIES ON AREA DEVELOPMENT ALONG SUBURBAN RAILWAY SYSTEM IN BANGKOK A. Fukuda, S. Malaitham ,V. Vichiensan ,T. Fukuda and V. Wasuntarasook

การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20
วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558 จ. ชลบุรี

The 20th National Convention on Civil Engineering
8-10 July 2015, Chonburi, THAILAND

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคลสู่รถประจำทาง กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Factors Effecting Modal Shift from Private Vehicles to Bus: A Case Study in Prince of Songkla University

ณฤพล นิยม[1,*] ศุภกร สุทธิพันธ์[2] ปรเมศวร์ เหลือเทพ[3] และ สิทธา เจนศิริศักดิ์[4]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา
[4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี

บทคัดย่อ

รถประจำทางมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการฟรีสำหรับการเดินทางภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.1 ตารางกิโลเมตร และมีนักศึกษาและบุคลากรประมาณ 18,200 คน และ 8,800 คน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การให้บริการรถดังกล่าวยังไม่สามารถดึงดูดนักศึกษาและบุคลากรซึ่งนิยมใช้รถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) ได้เท่าที่ควร บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้รถประจำทางและรถส่วนบุคคล โดยใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิตที่พัฒนาขึ้นจากข้อมูลสภาพการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Reveled Preference) และสถานการณ์สมมติ (Stated Preference) ที่สุ่มสำรวจจากตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากร นอกจากนี้ บทความยังได้นำเสนอผลการประเมินมาตรการส่งเสริมให้ผู้ใช้รถส่วนบุคคลเปลี่ยนมาใช้รถประจำทาง ซึ่งประกอบด้วย 1) การลดเวลาการเดินทางและเวลาคอยรถประจำทาง 2) การเก็บค่าจอดรถส่วนบุคคล และ 3) การจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล ผลการศึกษานี้สามารถเป็นตัวอย่างในการส่งเสริมการใช้รถประจำทางภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ และเมืองที่กำลังมีการพัฒนาต่อไป

คำสำคัญ: การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง, พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง, แบบจำลองโลจิต, รถประจำทาง

Abstract

PSU (Prince of Songkla University) Bus is a free public transport provided for internal trips within Hat Yai campus. The campus covers about 1.1 km^2 with a total number of 18,200 students and 8,800 staffs. However, the bus service does not prominently attract to the students and staffs, who usually travel by private vehicles (motorcycles and cars). This paper presents factors affecting mode choice behavior between bus and private vehicle. Based on the concept of Logit model, the mode choice models were developed from Revealed Preference (RP) and Stated Preference (SP) data, which randomly collected from the students and staffs. The paper also presents the results of measures that could encourage modal shift from the private vehicles to the bus. The proposed measures include 1) reduction of bus travel time and waiting time, 2) introduction of parking charge scheme, and 3) limitation of parking area. The results would be an example to encourage the use of bus in other universities as well as developing towns.

Keywords: Modal shift, Mode choice behavior, Logit model, bus

1. ที่มาและความสำคัญ

รถส่วนบุคคล เช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์ที่นั่ง และรถกระบะ เป็นรูปแบบการเดินทางที่ผู้คนในเมืองต่างๆ ของประเทศกลุ่มยาเอียนนิยมใช้เป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกับประเทศไทย ซึ่งพบว่า รถจักรยานยนต์มีบทบาทสำคัญสำหรับการเดินทางในชีวิตประจำวันในหลายเมืองใหญ่ เช่น เชียงใหม่ ขอนแก่น และหาดใหญ่ คิดเป็นสัดส่วน 41% 49% และ 51% ตามลำดับ [1-4] และยังพบว่า รถยนต์นั่งเป็นอีกรูปแบบการเดินทางหนึ่งที่ผู้คนนิยมใช้รองลงมา ซึ่งการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคลเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเกิดปัญหาการจราจรติดขัด อุบัติเหตุจราจร มลพิษทางอากาศ และมลพิษทางเสียง โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตเมือง ถึงแม้หลายหน่วยงานได้มีการวางแผนการคมนาคมและระบบขนส่งสาธารณะ เช่น รถประจำทาง รถไฟ และยังมีความพยายามที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้รถโดยสารสาธารณะในเขตเมือง แต่การที่จะกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคลมาเป็นระบบขนส่งสาธารณะ และรูปแบบการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ เช่น การเดิน และการใช้จักรยานนั้น ก็ยังคงเป็นประเด็นที่ท้าทายต่อการวางแผนการคมนาคมและระบบขนส่งสาธารณะสำหรับหลายเมืองในปัจจุบัน

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคลมาเป็นระบบขนส่งสาธารณะ โดยใช้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งมีการให้บริการรถประจำทาง เป็นกรณีศึกษา บทความนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 4 หัวข้อ หัวข้อต่อไปเป็นการอธิบายวิธีการศึกษา จากนั้น หัวข้อที่ 3 เป็นการแสดงผลการศึกษา และสุดท้ายเป็นการสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

* ผู้เขียนผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding author)
E-mail address: naruphol@outlook.com

2. วิธีการศึกษา

2.1 ลักษณะของพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) เป็นมหาวิทยาลัยวิจัยชั้นนำในภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย 6 วิทยาเขต โดยวิทยาเขตหาดใหญ่มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรมากที่สุด มีพื้นที่ทั้งวิทยาเขตประมาณ 1.1 ตารางกิโลเมตร และมีความยาวของโครงข่ายถนนประมาณ 38 กิโลเมตร [5] พื้นที่ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ได้รับการพัฒนามาโดยตลอด ส่งผลให้จำนวนนักศึกษาและบุคลากรเพิ่มขึ้นตามลำดับแสดงดังรูปที่ 1 จากผลการศึกษาสภาพการเดินทางภายในวิทยาเขตเมื่อปี พ.ศ. 2557 พบว่า ความต้องการในการเดินทางทั้งหมดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าอยู่ที่ 11,693 เที่ยวคนต่อชั่วโมง [6] และพบว่า รถจักรยานยนต์และรถยนต์เป็นรูปแบบการเดินทางที่นักศึกษาและบุคลากรนิยมใช้มากที่สุด 2 อันดับแรก คิดเป็นสัดส่วน 42.75% และ 25.86% ตามลำดับ (ดังรูปที่ 2) ส่วนรถประจำทางและรถตุ๊กตุ๊ก ซึ่งเป็นระบบขนส่งสาธารณะภายในวิทยาเขต มีผู้ใช้ในสัดส่วนที่ไม่มากนัก คือ 6.68% และ 1.72% ตามลำดับ

ม.อ. ได้มีการเริ่มให้บริการรถประจำทางฟรีภายในวิทยาเขตหาดใหญ่มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยช่วงแรกเป็นรถประจำทางที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และต่อมาในปี พ.ศ. 2551 ได้เปลี่ยนรถประจำทางมาใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้า (ดังรูปที่ 3) ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้บริการแทนรถประจำทางเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งในปัจจุบันมีการให้บริการรถประจำทางภายใน ม.อ. จำนวน 3 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4 แต่อย่างไรก็ตาม จากสถิติจำนวนผู้ใช้บริการรถประจำทาง พบว่า มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่องแสดงดังรูปที่ 5

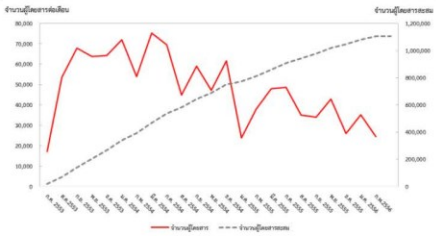
ด้วยเหตุดังกล่าว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงได้พยายามศึกษาหานโยบายและแนวทางในการเพิ่มจำนวนผู้ใช้รถประจำทางภายใน ม.อ. รวมทั้งมาตรการที่จะทำให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัวเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถประจำทาง ดังนั้น กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัว จึงเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของการศึกษาครั้งนี้

รูปที่ 1 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายใน ม.อ. (พ.ศ. 2544-2555) [5]

รูปที่ 2 สัดส่วนการใช้ยานพาหนะรูปแบบต่างๆ ในการเดินทางภายใน ม.อ. [6]

รูปที่ 3 รถประจำทาง (ไฟฟ้า)

รูปที่ 4 สามเส้นทางหลักสำหรับการให้บริการของรถประจำทาง (ไฟฟ้า)



รูปที่ 5 จำนวนผู้ใช้บริการรถประจำทาง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2556 [5]

2.2 วิธีการสำรวจ

ในบทความนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Reveled Preference หรือ RP survey) และข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference หรือ SP survey) จากการสุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากรที่เดินทางภายใน ม.อ. จำนวน 800 ราย เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเดินทางด้วยรถประจำทาง สำหรับการสำรวจข้อมูลแบบ SP นั้น คณะผู้วิจัยได้พิจารณานำเสนอสถานการณ์สมมติที่จะกระตุ้นให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัวเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถประจำทาง จำนวน 3 มาตรการ ประกอบด้วย 1) มาตรการลดเวลาเดินทางและเวลารอของรถประจำทาง 2) มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัว และ 3) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัว ซึ่งมาตรการแรกเป็นการลดเวลาในการเดินทางทั้งหมดของผู้ใช้รถประจำทาง (ทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของการให้บริการรถประจำทาง) ส่วนมาตรการที่สองเป็นการเพิ่มต้นทุนด้านเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัวในการที่ต้องหาที่จอดรถฟรีซึ่งไกลจากอาคารเรียน/ที่ทำงาน และ

มาตรการสุดท้ายเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนตัว โดยรายละเอียดของการออกแบบแบบสอบถามนั้น คณะผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ในหัวข้อถัดไป

2.3 การออกแบบแบบสอบถาม

การออกแบบแบบสอบถามโดยเฉพาะในส่วนของข้อมูล SP ของการศึกษานี้ จำเป็นต้องทราบข้อมูลปัจจัยและคุณลักษณะหลักที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน (รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนตัว และรถประจำทาง) ภายใน ม.อ. ซึ่งคณะผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลดังกล่าว โดยสรุปผลได้ดังนี้

1) เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ (T_{mc} และ C_{mc}) พบว่า เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ย คือ 7 นาที และ 12 บาท ต่อการเดินทาง 1 ครั้ง ตามลำดับ
2) เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ส่วนตัว (T_{PC} และ C_{PC}) พบว่า เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ย คือ 8 นาที และ 22 บาท ต่อการเดินทาง 1 ครั้ง ตามลำดับ
3) เวลารอรถประจำทาง (W_{bus}) ทางวิทยาเขตได้กำหนดความถี่ในการให้บริการรถประจำทางทุก 5 นาที แต่จากการสำรวจข้อมูล พบว่า เวลารอรถประจำทางเฉลี่ยอยู่ที่ 6 นาที ส่วนเวลาในการเดินทางที่อยู่ภายในรถประจำทาง (T_{bus}) พบว่า มีค่าเฉลี่ยประมาณ 6 นาที
4) ค่าโดยสารรถประจำทาง (F_{bus}) ในปัจจุบันไม่มีการเก็บค่าบริการ

นอกจากปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ (เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักแล้ว คณะผู้วิจัยยังได้พิจารณาปัจจัยด้านคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ อาชีพ รายได้ส่วนตัวต่อเดือน รายได้ครัวเรือนต่อเดือน การครอบครองรถ และตำแหน่งที่พักอาศัย เป็นต้น

ในการออกแบบแบบสอบถาม SP คณะผู้วิจัยได้แบ่งระดับของแต่ละปัจจัยข้างต้นออกเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 1 และ 3 แล้วนำมาสร้างสถานการณ์สมมติเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เลือกรูปแบบการเดินทางที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ค่าของปัจจัยในบางสถานการณ์อาจไม่สะท้อนความเป็นจริง หรืออาจเป็นสถานการณ์ที่รูปแบบการเดินทางหนึ่งแตกต่างจากรูปแบบการเดินทางที่เหลืออย่างสิ้นเชิงจนผู้ตอบแบบสอบถามไม่จำเป็นต้องตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง ด้วยเหตุดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาตัดสถานการณ์ดังกล่าว และคงสถานการณ์สมมติไว้ 9 สถานการณ์ โดยสถานการณ์สำหรับการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถประจำทางดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนสถานการณ์สำหรับการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนตัวกับรถประจำทางดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรระหว่างรถจักรยานยนต์และรถประจำทาง

รถจักรยานยนต์และรถประจำทาง			
ระดับ	ผลต่างระหว่าง		เวลารอรถ (นาที)
	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	
1	5	0	3
2	10	1	6
3	15	3	10

ตารางที่ 2 สถานการณ์สำหรับการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถประจำทาง

สถานการณ์	รถจักรยานยนต์		รถประจำทาง		
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลารอ (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าโดยสาร (บาท)
1	4	5	3	4	0
2	4	7	10	3	2
3	4	10	6	1	5
4	7	10	6	7	0
5	7	12	3	6	2
6	7	15	10	4	5
7	10	15	10	10	0
8	10	17	6	9	2
9	10	20	3	7	5

ตารางที่ 3 ระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรระหว่างรถยนต์และรถประจำทาง

รถยนต์และรถประจำทาง			
ระดับ	ผลต่างระหว่าง		เวลารอรถ (นาที)
	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	
1	10	0	3
2	20	3	6
3	30	5	10

ตารางที่ 4 สถานการณ์สำหรับการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนตัวกับรถประจำทาง

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนตัว		รถประจำทาง		
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลารอ (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าโดยสาร (บาท)
1	5	10	3	5	0
2	5	12	10	3	2
3	5	15	6	1	5
4	8	20	6	8	0
5	8	22	3	6	2
6	8	25	10	4	5
7	12	30	10	12	0
8	12	32	6	10	2
9	12	35	3	8	5

2.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองโลจิตสองทางเลือกแบบมาตรฐาน (Standard binary logit model) เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางตามทฤษฎีอรรถประโยชน์แบบสุ่ม [7] โดยความน่าจะเป็น (P) ที่ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือกรูปแบบการเดินทางที่ i มากกว่า j ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าอรรถประโยชน์ (V) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ (1)

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{e^{V_{ni}} + e^{V_{nj}}} \quad (1)$$

ค่าอรรถประโยชน์ (V) สำหรับทางเลือก i ใดๆ เป็นฟังก์ชันของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง (X) จำนวน k ปัจจัย เช่น เวลาเดินทาง เวลารอ ค่าใช้จ่าย ค่าโดยสาร เป็นต้น โดยสมการอรรถประโยชน์สามารถกำหนดได้ดังสมการที่ (2)

$$V_{ni} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{ik} X_{nik} \quad (2)$$

โดยที่ β คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยในสมการอรรถประโยชน์ สัมประสิทธิ์เหล่านี้สามารถหาค่าโดยใช้วิธี Maximum likelihood

ในบทความนี้ คณะผู้วิจัยได้พิจารณากำหนดตัวแปรปัจจัยที่เป็นไปได้ของสมการอรรถประโยชน์โดยอ้างอิงงานวิจัยในอดีตที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น สิทธา เจนศิริศักดิ์ และ วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์; Limanond et al; ธเนศ เสถียรนาม และคณะ [8-10] เป็นต้น

ข้อจำกัดหนึ่งของแบบจำลองโลจิตสองทางเลือกแบบมาตรฐาน คือ ผู้เดินทางมีค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยในสมการอรรถประโยชน์เหมือนกันทุกคน ซึ่งอาจไม่สะท้อนพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางในความเป็นจริง ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาประยุกต์ใช้แบบจำลองโลจิตแบบผสม (Mixed logit) [11-15] ที่มีการพิจารณาการสนิยมของผู้เดินทางแต่ละคนซึ่งแตกต่างกัน โดยในแบบจำลองดังกล่าวจะมีการสุ่มค่าตัวแปรที่มีการกระจายตัวที่แตกต่างกัน เช่น การกระจายตัวแบบคงที่ (Uniformly distributed model) การกระจายแบบสามเหลี่ยม (Triangular distribution) การกระจายแบบปกติ (Normal distribution) และการกระจายแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal distribution) เป็นต้น ทั้งนี้ การกระจายตัวของตัวแปรสามารถเขียนเป็นสมการได้ เช่น หากค่าสัมประสิทธิ์มีการกระจายตัวแบบปกติ สามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ในรูปของ $\beta = b + s\mu$ โดยที่ μ เป็นการกระจายตัวแบบปกติมาตรฐานอิสระที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับหนึ่ง ส่วน b และ s เป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ β

2.5 การตรวจสอบและคัดเลือกแบบจำลอง

แบบจำลองที่พัฒนาได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ จะต้องมีการตรวจสอบทั้งภายในและภายนอกแบบจำลอง สำหรับการตรวจสอบภายในแบบจำลองนั้นทำได้โดยตรวจดูเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระในแบบจำลอง เช่น เครื่องหมายลบในสมการอรรถประโยชน์หมายความว่าความต้องการเลือกเดินทางโดยรูปแบบนั้นจะลดลงเมื่อตัวแปรนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การตรวจสอบภายในแบบจำลองยังสามารถทำได้โดยตรวจสอบค่า t (t-value) ของตัวแปรในแบบจำลอง โดยทั่วไปนิยมกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ที่ 95% (หรือ 90%) ดังนั้นค่า t ควรสูงกว่า 1.96 (หรือ 1.64)

สำหรับการตรวจสอบภายนอกนั้น ทำได้จากการตรวจสอบค่าร้อยละความถูกต้องในการทำนายของแบบจำลอง (percentage correctly predicted หรือ %correct) โดยเปรียบเทียบผลการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับผลที่ได้จากการสำรวจ

หากกำหนดให้ W_n คือ เป็นผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง โดยมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อผู้เดินทาง n เลือกรูปแบบการเดินทาง i ($P_{ni} > 0.5$) มิฉะนั้นจะเท่ากับ 0 และกำหนดให้ N คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบผล ดังนั้น ร้อยละความถูกต้องในการทำนายของแบบจำลองสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ (3)

$$\%corect = \frac{\sum_{n=1}^{N} W_n}{N} \tag{3}$$

นอกเหนือจากวิธีการตรวจสอบแบบจำลองข้างต้นแล้ว ในกรณีที่มีการนำเสนอแบบจำลองหลายสมการ และทุกแบบจำลองให้ผลของตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองที่ใกล้เคียงกัน จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาค่า Likelihood ratio (ρ^2) ถ้าหากแบบจำลองที่พิจารณาให้ค่า ρ^2 เข้าใกล้ 1 หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในแบบจำลองมีค่าสูง [13] อย่างไรก็ตาม หาก ρ^2 มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 0.4 ก็ถือได้ว่าแบบจำลองนั้นมีความเหมาะสม [8] แต่ในแบบจำลองจากหลายการศึกษาพบว่า ρ^2 มีค่าประมาณ 0.1 หากกำหนดให้ $L(\beta)$ และ $L(0)$ เป็น ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสูงสุด (maximum log likelihood) และฟังก์ชันความน่าจะเป็น เมื่อค่าพารามิเตอร์ทุกตัวเป็นศูนย์ ค่า ρ^2 สามารถคำนวณค่าได้จากสมการที่ (4)

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \tag{4}$$

เมื่อได้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดแล้ว แบบจำลองดังกล่าวอาจให้ค่าที่สูงกว่าความเป็นจริง [15] ได้กำหนดการปรับแก้ค่าคงที่ของแบบจำลองไว้ดังสมการที่ (5)

$$\alpha_j^1 = \alpha_j^0 + \ln(S_j/S_j^0) \tag{5}$$

โดยที่

α_j^1 = ค่าคงที่ปรับแก้

α_j^0 = ค่าคงที่เดิม

S_j = สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางจากแบบจำลอง

S_j^0 = สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจหรือแหล่งอ้างอิง

2.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ในบทความนี้ แบบจำลองที่พัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องแล้ว จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในแบบจำลองการเดินทาง (Travel demand modeling) ในขั้นตอนการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split) และการแจกแจงการเดินทาง (Trip assignment) บนโครงข่ายถนนพื้นที่ศึกษา

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสุ่มสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคคลากรที่มีการเดินทางภายในวิทยาเขตจำนวน 800 ตัวอย่าง (แบ่งเป็น 400 ตัวอย่างสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และอีก 400 ตัวอย่าง สำหรับผู้ใช้รถยนต์) สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ	กลุ่มผู้ใช้		ลักษณะ	กลุ่มผู้ใช้	
	จักรยานยนต์	รถยนต์		จักรยานยนต์	รถยนต์
<u>อาชีพ</u>			<u>รายได้ระบุบุคคลต่อเดือน</u> (บาท)		
นักศึกษา			< 5,000	20.4%	8.5%
(อาชีพ=0)	4.6%	6.4%	5,000-10,000	49.1%	36.2%
- ชั้นปีที่ 1	11.1%	6.4%	10,001-15,000	11.6%	27.7%
- ชั้นปีที่ 2	47.2%	36.2%	15,001-20,000	5.6%	8.6%
- ชั้นปีที่ 3	9.3%	6.4%	20,001-25,000	4.8%	6.4%
- ชั้นปีที่ 4	9.3%	8.5%	25,001-30,000	3.7%	5.7%
- บัณฑิตศึกษา			30,001-35,000	2.5%	4.3%
บุคลากร	14.8%	27.6%	35,001-40,000	1.5%	1.5%
(อาชีพ=1)	3.7%	8.5%	> 40,000	0.8%	1.1%
- บุคลากรสนับสนุน			<u>ที่ตั้งแหล่งที่พักอาศัย</u>		
- นักวิชาการ/อาจารย์	44.0%	38.0%	- ภายในวิทยาเขต (ตำแหน่ง=0)	43.0%	17.0%
	56.0%	62.0%	- ภายนอกวิทยาเขต (ตำแหน่ง=1)	57.0%	83.0%
เพศ	17.6%	12.8%			
- ชาย	71.2%	61.7%			
(เพศ=0)	6.5%	12.8%			
- หญิง	2.8%	6.4%			
(เพศ=1)	1.9%	6.3%			
<u>อายุ</u>					
< 21					
21-30					
31-40					
41-50					
≥ 51					

3.2 ผลการพัฒนาแบบจำลอง

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถประจำทาง) โดยใช้แบบจำลองโลจิตสองทางเลือก ค่าสัมประสิทธิ์ β และค่า t ของสมการอรรถประโยชน์สำหรับการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์เปรียบเทียบกับรถประจำทางดังแสดงในตารางที่ 6 ส่วนรถยนต์กับรถประจำทางดังแสดงในตารางที่ 7

จากผลการศึกษาดังตารางที่ 6 คณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการพัฒนาแบบจำลองโลจิตแบบรวม (Aggregated model) ซึ่งพิจารณาปัจจัยทั่วไปในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์เทียบกับรถประจำทาง ได้แก่ เวลาในการเดินทาง เวลารอคอย ค่าโดยสาร และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ในการสร้างแบบจำลอง และแบบจำลองแบบรายบุคคล (Disaggregated model) ซึ่งพิจารณาปัจจัยลักษณะทั่วไปของบุคคล (ดังตารางที่ 5) ในการสร้างแบบจำลองด้วย แต่จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยด้านเพศ เป็นเพียงปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงรสนิยมผู้เดินทางในการพัฒนาแบบจำลองโลจิตแบบผสม (Mixed logit models) บนพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองโลจิตแบบรวม แต่แยกแบบจำลองโลจิตแบบผสมออกเป็น 4 แบบจำลองย่อย ตามลักษณะการกระจายตัวที่แตกต่างกันของปัจจัยทั่วไปในการเดินทาง ประกอบด้วย การกระจายตัวแบบคงที่ (Uniformly distributed model) การกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular distributed model) การกระจายตัวแบบปกติ (Normally distributed model) และ การกระจายแบบล็อกนอร์มอล (Log normally distributed model)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยในการเดินทาง พบว่า มีเครื่องหมายเป็นลบในทุกแบบจำลอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ความพึงพอใจในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์จะลดลง เมื่อเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มขึ้น (เทียบกับการใช้รถประจำทาง) นอกจากนี้ หากสังเกตค่าคงที่ (constant) ในทุกแบบจำลอง พบว่า มีเครื่องหมายเป็นบวก ซึ่งหมายความว่า ถ้าหากค่าของปัจจัยทุกปัจจัยของการใช้รถจักรยานยนต์และรถประจำทางมีค่าเท่ากัน ผู้คนจะนิยมใช้รถประจำทางมากกว่ารถจักรยานยนต์ แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริง คนทั่วไปยังใช้รถประจำทางค่อนข้างน้อย ประเด็นนี้อาจจำเป็นต้องมีการเพิ่มจำนวนตัวอย่างให้ครอบคลุมประชากรในพื้นที่ศึกษามากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยเพศ (Gender) ของผู้เดินทางในแบบจำลองแบบย่อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ +0.46 แสดงให้เห็นว่าเพศหญิงมีความพึงพอใจที่จะใช้รถประจำทางน้อยกว่าเพศชาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักศึกษาหญิงส่วนใหญ่ ไม่มีความสะดวกจากการใส่กระโปรงในการเดินทาง และนักศึกษาชายความสามารถในการยืนบนรถประจำทางมากว่านักศึกษาหญิง

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ β และค่า t ในสมการอรรถประโยชน์ระหว่างการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์เทียบกับรถประจำทาง

Model / Variables	Aggregated model		Disaggregated model		Uniformly distributed model		Triangular distributed model		Normally distributed model		Log normally distributed model	
	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value
Constant	+0.767	+1.34	+0.601	+1.03	+0.481	+1.21	+0.571	+1.22	+0.671	+1.30	+0.698	+1.27
T_{bus}	-0.191	-3.24	-0.197	-3.26	-0.221	-3.11	-0.201	-3.08	-0.199	-2.86	-0.198	-3.18
W_{bus}	-0.235	-5.03	-0.241	-5.09	-0.244	-4.96	-0.240	-4.97	-0.257	-4.18	-0.243	-4.89
F_{bus}	-0.143	-2.01	-0.147	-2.05	-0.161	-1.97	-0.158	-1.99	-0.150	-2.05	-0.149	-1.97
T_{mc}	-0.121	-2.70	-0.123	-2.68	-0.134	-2.56	-0.129	-2.65	-0.127	-2.67	-0.125	-2.56
C_{mc}	-0.189	-3.16	-0.181	-3.00	-0.197	-2.98	-0.184	-2.85	-0.182	-3.08	-0.192	-2.99
Gender	-	-	+0.460	+2.27	-	-	-	-	-	-	-	-
Occu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ρ^2	0.3059		0.3096		0.2919		0.2916		0.2915		0.2909	
% correct	74.68		73.52		74.05		74.01		74.07		74.06	

ตารางที่ 7 แสดงผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์เปรียบเทียบกับรถประจำทาง พบว่า แบบจำลองโลจิตแบบผสมทั้งสี่แบบจำลองย่อยไม่มีความแตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองโลจิตแบบรวม ซึ่งผลดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตาม จากแบบจำลองโลจิตแบบรายบุคคล (Disaggregated model) ในตารางที่ 7 กลับพบว่า อาชีพ (Occupation) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ติดลบ (-0.588) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาจารย์และบุคคลากร มีโอกาสที่จะใช้รถประจำทางน้อยกว่ากลุ่มนักศึกษา ซึ่งอาจเนื่องจากอาจารย์และบุคคลากรของวิทยาเขตมีการครอบครองรถยนต์ที่มากกว่านักศึกษา

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ β และค่า t ของสมการอรรถประโยชน์ระหว่างการเดินทางด้วยรถยนต์เทียบกับรถประจำทาง

Model / Variables	Aggregated model		Disaggregated model		Uniformly distributed model		Triangular distributed model		Normally distributed model		Log normally distributed model	
	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value	β	t-value
Constant	-1.965	-2.71	-2.19	-2.96	-2.06	-2.54	-2.03	-2.61	-2.02	-2.64	-2.04	-2.73
T_{bus}	-0.169	-2.28	-0.182	-2.44	-0.191	-1.96	-0.186	-2.09	-0.182	-2.15	-0.188	-2.27
W_{bus}	-0.224	-3.26	-0.216	-3.11	-0.239	-2.90	-0.235	-3.05	-0.232	-3.13	-0.230	-3.25
F_{bus}	-0.166	-2.21	-0.167	-2.20	-0.179	-2.06	-0.176	-2.12	-0.173	-2.15	-0.171	-2.30
T_{mc}	-0.173	-3.72	-0.178	-3.79	-0.186	-3.06	-0.183	-3.28	-0.180	-3.41	-0.176	-3.53
C_{mc}	-0.125	-3.74	-0.120	-3.58	-0.135	-3.01	-0.133	-3.27	-0.131	-3.42	-0.127	-3.58
Gender	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Occu	-	-	-0.588	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-
ρ^2	0.2919		0.2987		0.2806		0.2808		0.2809		0.2811	
% correct	74.59		75.28		74.70		74.50		75.09		74.19	

จากแบบจำลองข้างต้น เมื่อพิจารณาจากค่า t ของแบบจำลองโลจิตแบบผสมทั้งสี่ประเภทย่อยเปรียบเทียบกับแบบจำลองโลจิตแบบรวม จะเห็นได้ว่าค่าดังกล่าวของปัจจัยในการเดินทางที่มีนัยสำคัญไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก อีกทั้ง ค่าร้อยละความถูกต้องในการคาดการณ์ของแบบจำลองก็ไม่ได้แตกต่างกันมาก

ตารางที่ 8 มูลค่าของเวลาเดินทางและเวลารอ

กลุ่มผู้เดินทาง	รูปแบบการเดินทาง (เมื่อเดินทางด้วย)	มูลค่าของเวลาเดินทาง (บาท/นาที)	มูลค่าของเวลารอ (บาท/นาที)
ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (เป็นหลัก)	รถจักรยานยนต์	0.64	-
	รถประจำทาง (ไฟฟ้า)	1.34	1.64
ผู้ใช้รถยนต์ (เป็นหลัก)	รถยนต์	1.38	-
	รถประจำทาง (ไฟฟ้า)	1.02	1.35

ผลจากแบบจำลองโลจิตแบบรวมที่นำเสนอในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 สามารถนำมาคำนวณหามูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าเวลาที่รอรถของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เป็นหลัก และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์เป็นหลักได้ ผลดังแสดงในตารางที่ 8 พบว่า มูลค่าเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีค่าเท่ากับ 0.64 บาท/นาที (-0.121/-0.189) ซึ่งน้อยกว่าของผู้ใช้รถยนต์ คือ 1.38 บาท/นาที (-0.173/-0.125) มูลค่าดังกล่าวบ่งบอกถึงความเต็มใจที่ผู้ใช้รถจะจ่ายเพื่อลดเวลาในการเดินทาง ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงคือกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ยินดีที่จะยอมจ่ายเงินมากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพื่อลดเวลาในการเดินทาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณามูลค่าเวลาเมื่อเดินทางด้วยรถประจำทางของทั้งสองกลุ่ม กลับพบว่า เวลาเดินทางด้วยรถประจำทางของกลุ่มที่ใช้รถจักรยานยนต์เป็นหลัก (1.34) สูงกว่า กลุ่มที่ใช้รถยนต์เป็นหลัก (1.02) ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโอกาสที่กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เป็นหลัก จะเลือกใช้รถประจำทางน้อยกว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์

เป็นหลัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากความสะดวกและความคล่องตัวในการเดินทางจากการใช้รถจักรยานยนต์เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์

ส่วนมูลค่าเวลารอรถประจำทางของทั้งสองกลุ่ม พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.64 บาท/นาที (-0.235/-0.143) และ 1.35 บาท/นาที (-0.224/-0.166) ตามลำดับ มูลค่าดังกล่าวสูงกว่ามูลค่าของเวลาในการเดินทางด้วยรถประจำทาง คือ สูงกว่า 22% สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และ 32% สำหรับผู้ใช้รถยนต์ แสดงให้เห็นว่าผู้เดินทางให้ความสำคัญกับเวลารอมากกว่าเวลาในการเดินทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้ใช้รถยนต์จะมีความอ่อนไหวต่อเวลารอคอยมากกว่าผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังนั้น หากมีการปรับปรุงการให้บริการรถประจำทางโดยเพิ่มความถี่การให้บริการเพื่อลดเวลารอคอย จะทำให้ผู้ใช้รถยนต์มีแนวโน้มเปลี่ยนมาใช้รถประจำทางมากขึ้น

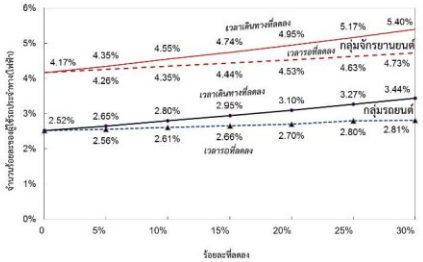
3.3 *การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อวางแผนการให้บริการรถประจำทาง*

แบบจำลองโลจิตแบบรวมที่ได้พัฒนาขึ้นในหัวข้อก่อนหน้านี้ได้ถูกนำมาใช้ประยุกต์ใช้เพื่อประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้รถประจำทาง ซึ่งประกอบด้วย 3 มาตรการดังนี้

1) มาตรการลดเวลาเดินทางและเวลารอรถประจำทาง

มาตรการแรกเป็นการลดเวลาเดินทางและเวลารอรถประจำทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ จากเดิมที่ใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10 นาที และเวลารอเฉลี่ย 5 นาที ในการทดสอบมาตรการ คณะผู้วิจัยได้กำหนดให้เวลาเดินทางและเวลารอลดลง 5% จนถึง 30% โดยห่างกันช่วงละ 5% ผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งพบว่า ทั้งกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีแนวโน้มหันมาใช้รถประจำทางมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเวลาในการเดินทางของรถประจำทางลดลง จากรูปจะเห็นได้ว่า หากมีการลดเวลาเดินทางลง 30% (ประมาณ 3 นาที) ผู้ใช้รถจักรยานยนต์จะเปลี่ยนมาใช้รถประจำทางและเพิ่มสัดส่วนของผู้ใช้รถประจำทางจาก 4.17% เป็น 5.40% ในทำนองเดียวกันสำหรับผู้ใช้รถยนต์จะเปลี่ยนมาใช้รถประจำทางจาก 2.52% เป็น 3.44%

มาตรการข้างต้นนี้สามารถดำเนินการได้ทันที โดยการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการของรถประจำทาง เช่นการเพิ่มความถี่การบริการรถประจำทาง การให้สิทธิรถประจำทางไปก่อน หรือการเพิ่มช่องทาง/เส้นทางเดินรถพิเศษสำหรับรถประจำทาง นอกจากนี้ในส่วนของการปรับปรุงป้ายรอรถประจำทางและทางเชื่อมระหว่างป้ายรอรถประจำทางกับอาคารต่างๆ ให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงการใช้บริการรถประจำทางได้เช่นกัน

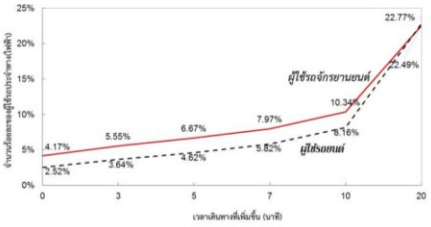


รูปที่ 6 แนวโน้มการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เมื่อเวลาเดินทางและเวลารอของรถประจำทางลดลง

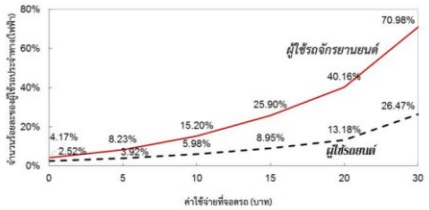
2) มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถ

จากมาตรการปรับปรุงการให้บริการรถประจำทาง อาจไม่ได้ส่งเสริมการเพิ่มจำนวนผู้โดยสารได้มากนัก การลดอรรถประโยชน์ของกลุ่มผู้ใช้รถส่วนตัวโดยการเพิ่มเวลาเดินทางด้วยการจำกัดการเข้าถึงพื้นที่จอดรถ เป็นอีกหนึ่งมาตรการที่ศึกษาในบทความนี้ คณะผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า หากมีการจำกัดพื้นที่จอดรถ จะทำให้ผู้ใช้รถส่วนตัวต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเพื่อหาที่จอดรถ ซึ่งเป็นการเพิ่มเวลาเดินทางในภาพรวม โดยได้กำหนดเวลาในการเดินทางให้เพิ่มขึ้น 3 5 7 10 และ 20 นาที ตามลำดับ ผลดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งพบว่า เวลาในการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากการหาที่จอดรถ ทำให้จำนวนผู้ใช้รถประจำทางเพิ่มขึ้น โดยถ้าเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น 20 นาที พบว่าผู้ใช้รถจักรยานยนต์และผู้ใช้รถยนต์จะเปลี่ยนมาใช้รถประจำทางถึง 22.49% และ 22.77% ตามลำดับ

จากมาตรการนี้ อาจจำเป็นต้องกำหนดพื้นที่จอดรถที่ไม่คิดค่าจอดรถอย่างเช่น บริเวณใกล้ประตูเข้า-ออกของวิทยาเขต เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ใช้รถส่วนตัวและจำเป็นต้องเพิ่มความถี่ของรถประจำทางในการให้บริการเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง



รูปที่ 7 แนวโน้มการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถ



รูปที่ 8 แนวโน้มการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีการคิดค่าจอดรถ

3) มาตรการเก็บค่าจอดรถ

ในปัจจุบัน พื้นที่จอดรถภายในวิทยาเขตยังไม่เคยมีการจัดเก็บค่าจอดรถ ซึ่งทำให้มีผู้นิยมนำรถส่วนตัวมาใช้เป็นจำนวนมาก บทความนี้จึงได้มีการทดสอบมาตรการเก็บค่าจอดรถต่อครั้งในอัตราตั้งแต่ 5 10 15 20 25 และ 30 บาท ตามลำดับ โดยผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งพบว่า มาตรการดังกล่าวมีผลต่อผู้ใช้รถจักรยานยนต์มากกว่าผู้ใช้รถยนต์ และเมื่อพิจารณาการเก็บค่าจอดรถที่เพิ่มขึ้นเป็น 30 บาท ทำให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์จะเปลี่ยนไปใช้รถประจำทางจาก 4.17% เป็น 70.98% และผู้ใช้รถยนต์จะเปลี่ยนจาก 2.52% เป็น 26.47%

สำหรับมาตรการเก็บค่าจอดรถ อาจต้องพิจารณาเลือกพื้นที่บริเวณที่มีปริมาณผู้ใช้รถส่วนตัวจำนวนมาก และอาจนำเงินจากการเก็บค่าจอดรถมา

ใช้ในการอุดหนุนการให้บริการรถประจำทาง และ/หรือการก่อสร้างปรับปรุงทางเดินเท้าและทางจักรยาน ภายในวิทยาเขต เป็นต้น

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้นำเสนอความท้าทายของการวางแผนสนับสนุนการขนส่งสาธารณะในพื้นที่ที่มีผู้นิยมใช้รถส่วนตัวเป็นจำนวนมาก โดยยกตัวอย่างการให้บริการรถประจำทาง (ไฟฟ้า) ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา ในบทความได้มีการนำเสนอการพัฒนาแบบจำลองโลจิตทั้งแบบรวม แบบรายบุคคล และแบบย่อยซึ่งมีการพิจารณาการกระจายตัวของตัวแปรในแบบจำลองที่แตกต่างกัน จากผลการพัฒนาแบบจำลอง พบว่า ปัจจัยด้านเวลาเดินทาง เวลารอ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และค่าโดยสาร มีผลต่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง นอกจากนี้ บทความยังได้นำเสนอผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินมาตรการในการสนับสนุนการใช้รถประจำทาง จากการศึกษา พบว่า มาตรการปรับปรุงบริการรถประจำทาง โดยการลดเวลาเดินทางและเวลารอไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางได้มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถและมาตรการเก็บค่าจอดรถส่วนตัวทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ สำหรับข้อเสนอแนะของบทความนี้อาจจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ในการให้บริการรถประจำทาง เช่น [illegible]

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พ.ศ.2557

[7] Domencich, T.A., McFadden, D., 1975. Urban travel demand:a behavioural analysis. North-Holland, Amsterdam.

[8] สิทธา เจนศิริศักดิ์, วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์, การใช้เทคนิคสถานการณ์สมมติเพื่อคาดการณ์ความต้องการการเดินทางบนทางด่วนใหม่ในประเทศไทย. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* (ฉบับที่5), พ.ศ.2546, หน้า 1606 - 1620.

[9] Limanond, T., Butsingkorn, T., Chermkhunthod, C., 2011. Travel behavior of university students who live on campus: a case study of a rural university in Asia. Transport Policy, 18(1), pp.163-171.

[10] ธเนศ เสถียรนาม, สิทธา เจนศิริศักดิ์, ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์, วิชุดา โค้วธนพานิช, การวางแผนการขนส่งสาธารณะสำหรับสังคมที่นิยมใช้รถจักรยานยนต์. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (ฉบับที่ 9), พ.ศ.2554, หน้า 970-985.

[11] Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J.D., 2000. Stated choice methods: analysis and application. Cambridge University Press, UK.

The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage

&

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Presents this Certificate to

Naruphol Niyom

For Participation and Presentation

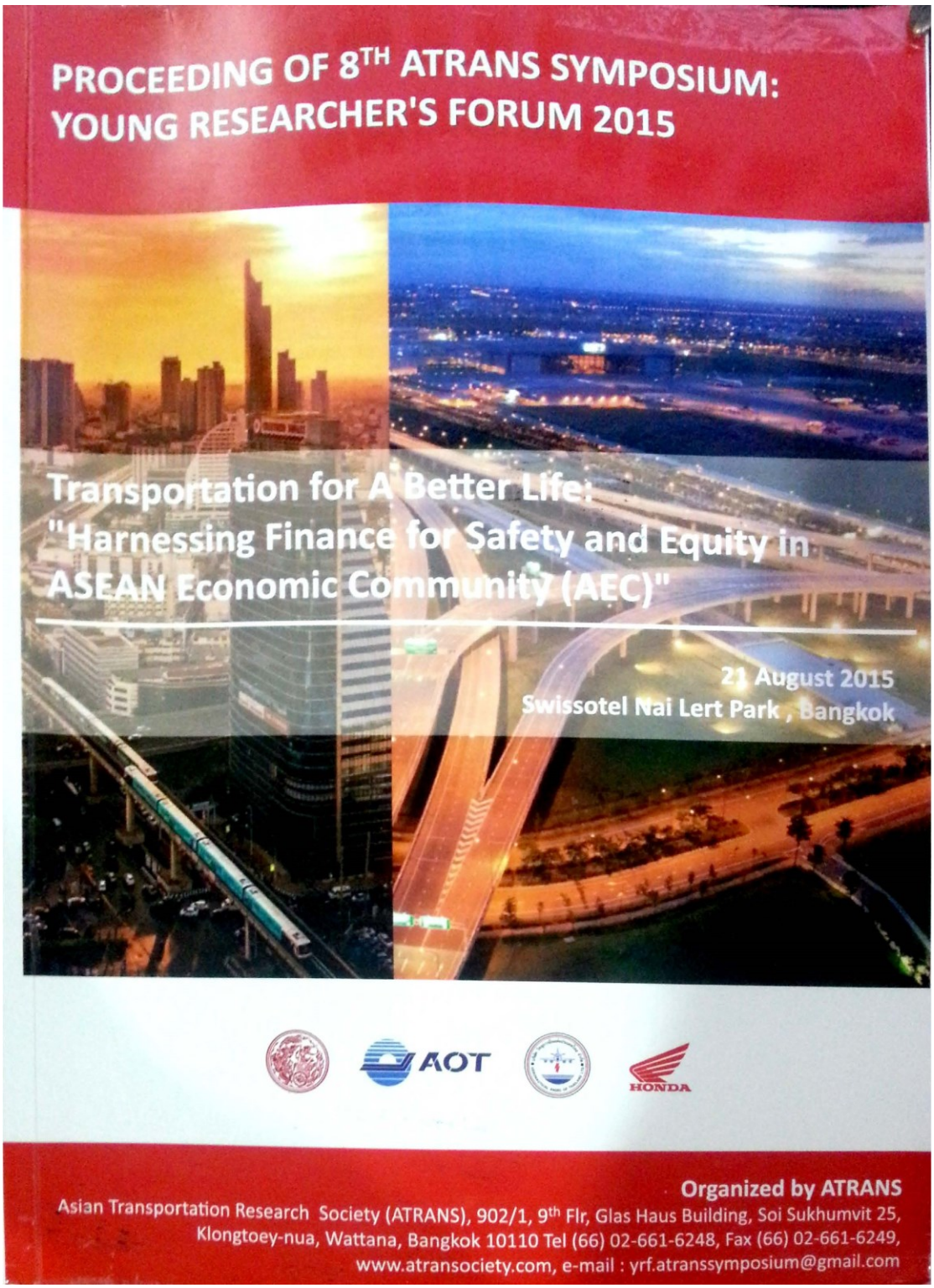
Entitled

FACTORS EFFECTING MODAL SHIFT FROM PRIVATE VEHICLES TO BUS: A CASE STUDY IN PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

Prof. Dr. Suchatvee Suwansawat
President of EIT

NCCE 20
KMUTNB
8 - 10 July 2015
The Zign Hotel, Pattaya, Chonburi

Assoc. Prof. Dr. Sunchai Inthapichai
Chairman of the NCCE 20 Committee


PROCEEDING OF 8TH ATRANS SYMPOSIUM:
YOUNG RESEARCHER'S FORUM 2015
Transportation for A Better Life:
"Harnessing Finance for Safety and Equity in
ASEAN Economic Community (AEC)"
21 August 2015
Swissotel Nai Lert Park , Bangkok
AOT
HONDA
Organized by ATRANS
Asian Transportation Research Society (ATRANS), 902/1, 9th Flr, Glas Haus Building, Soi Sukhumvit 25,
Klongtoey-nua, Wattana, Bangkok 10110 Tel (66) 02-661-6248, Fax (66) 02-661-6249,
www.atransociety.com, e-mail : yrf.atranssymposium@gmail.com

AYRF2015-009TH: Integration of Infrastructure, Transportation and Land Use Planning with Minimum Spanning Tree Problem and Saving Algorithm: A Case Study of Aeronautical Radio of ThailandLtd. 53-62
Tungmahamek

CHARIN THONGPIAM, PrapatpongUpala

AYRF2015-010TH: A Study of Public Bus Service: A Case of Phuket City 63-72
(การศึกษาการให้บริการรถโดยสารประจำทางสาธารณะกรณีศึกษาเมืองภูเก็ต)
SumantheeJaroentham, ParametLuathep

AYRF2015-011TH: Development of Bus Location Identification System in Prince of Songkla University 73-82
(การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
SarayutJulkaew, ParametLuathep

AYRF2015-012TH: Factorys Affect non-motorized transport in Prince of Songkla University 83-92
(การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
Naruphol Niyom, ParametLuathep

AYRF2015-013: Impact Analysis of the Proposed Ferry Service On Commuter Travel In Iloilo City 93-102
Lhora Lee ZafraAlcantara, Robert JenerVallente Moya, Karlo-MickaelRemoquilloGarrido, Christian James Llorente Pimentel, Alexis M. Fillone

AYRF2015-014: Characterizing Public Transport Terminals in Shopping Malls in Metro Manila 103-111

Trina Gabrielle AnonuevoBasilio, Raymond PontillasMarchan, Romiel Rae OcastroUy

AYRF2015-015: Reconstruction Prioritization and Robustness of Road Network in Metro Manila based on Possible Random Terrorist Attacks 112-121

Jacob Trinidad Chan, KardiTeknomo, Leandro Isla

AYRF2015-020TH: Road Safety Improvement in Hatyai Municipality from Theory to Practice 122-131
(การปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ)

ChaithepSacornwises, ParametLuathep

AYRF2015-021: Transportation Modes Detection in Bangkok Using GPS Logger Data and GIS Data 132-143

KunnareeKritiyutanont, Masahiko Nagai, ApichonWitayangkurn

ATRANS SYMPOSIUM 2015
PROCEEDING OF
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

"Transportation for a Better Life:
Harnessing Finance for Safety and Equity in AEC

August 21, 2015, Bangkok, Thailand

การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Factors Affecting Non-motorized Transport in Prince of Songkla University

หมายเลขบทความ: AYRF15-012TH

ณฤพล นิยม[1] และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ[2]

Naruphol NIYOM[1], Paramet LUATHEP[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์. 083-183-4629 โทรสาร 074-459-396
E-mail: Naruphol@outlook.com

[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์ 074-287-125 โทรสาร 074-459-396
E-mail: paramet.l@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบคมนาคมขนส่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตและการพัฒนาพื้นที่ รวมทั้งเศรษฐกิจของเมือง อย่างไรก็ตาม การเดินทางด้วยรถส่วนตัวทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและปัญหามลพิษต่อสังคมตามมาเช่นกัน บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา โดยเน้นศึกษารูปแบบการเดินเท้าและการใช้จักรยานเป็นหลัก คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference) เพื่อสุ่มสัมภาษณ์ตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 400 คน และนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางหลายทางเลือกแบบโลจิต จากผลการศึกษา พบว่า ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นเดินเท้าและการใช้จักรยาน โดยหากมีมาตรการที่สามารถเพิ่มระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนตัวให้สูงขึ้น เช่น การจำกัดพื้นที่และการเก็บค่าที่จอดรถ เป็นต้น จะทำให้มีคนเปลี่ยนมาเดินเท้าและใช้จักรยานมากขึ้น

คำสำคัญ: การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์, แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง, แบบจำลองโลจิต

Abstract

The transportation system is essential to daily life and the development of land use and economy in the city. However, the travels by private vehicles, both motorcycle and passenger car, consequently generate traffic congestion and pollution problems to society. The objective of this paper is to study the factors affecting on the increase of non-motorized transport in the Prince of Songkla University, Hat Yai campus. Walking and cycling were primarily focused in this study. The researchers applied the State Preference technique to interview the samples from 400 students and staff. Then, multimodal transport models were developed based on the logit model. The results showed that the travel time and travel cost are two major contributing factors affecting a modal shift to walking and cycling. The higher travel time and travel cost of private vehicles by implementing such a measure, e.g. , parking area limitation, or parking pricing, the higher travelers would shift to walking and cycling.

Keywords: Non-motorized Transports, Mode Choice Model, Logit Model

ATRANS SYMPOSIUM 2015
PROCEEDING OF
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

1. คำนำ

การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-motorized Transportation) หมายถึง การเดินทางในชีวิตประจำวันที่เน้นการใช้พลังงานจากคนเป็นหลัก โดยปราศจากการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้า และพลังงานจากน้ำมันฟอสซิล เช่น การเดินเท้า หรือการปั่นจักรยาน เป็นต้น การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเดินทางที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเดินทางอื่นๆ เช่น การใช้รถส่วนตัว และยังส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้คนและสิ่งแวดล้อมภายในสังคมนั้นๆ เนื่องจากการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ช่วยลดการปล่อยก๊าซมลพิษและก๊าซเรือนกระจกของภาคคมนาคมขนส่ง ที่จะส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ (KEEI, 2010)

จากการทบทวนกรณีศึกษาของหลายเมืองใหญ่ในต่างประเทศ เช่น กรุงอัมสเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก เมืองโบโกตา ประเทศโคลัมเบีย เมืองคูริติบา ประเทศบราซิล พบว่า ผู้คนนิยมใช้รถจักรยานเพื่อการเดินทางในชีวิตประจำวันเป็นจำนวนมาก (Hal Amen, 2011) และมีอีกหลายเมืองที่ประสบความสำเร็จในการรณรงค์ให้ผู้คนหันมาใช้รถจักรยานเพื่อการเดินทางมากยิ่งขึ้น

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่า ผู้คนตื่นตัวและนิยมใช้รถจักรยานเพิ่มมากยิ่งขึ้น และได้มีการก่อตั้งชมรมจักรยานต่างๆ เพื่อรณรงค์ให้มีการใช้จักรยานและทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปั่นจักรยาน อาทิเช่น ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย (Thai Cycling Club) ชมรมจักรยานวันอาทิตย์ (เชียงใหม่) สำหรับหาดใหญ่ได้มีชมรมจักรยานเกิดขึ้นเช่นกัน ได้แก่ ชมรมจักรยานหาดใหญ่ (Hat Yai Cycling) ชมรมจักรยานมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (PSUbike) และอื่นๆ อีกหลายชมรม แต่ถึงกระนั้นวัตถุประสงค์หลักของการใช้จักรยานในปัจจุบันยังคงเพื่อการออกกำลังกายมากกว่าการใช้เพื่อการเดินทางในชีวิตประจำวัน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ ถือว่าเป็นสังคมขนาดใหญ่ระดับหนึ่ง มีพื้นที่ประมาณ 1.1 ตารางกิโลเมตร แต่กลับมีจำนวนนักศึกษาและบุคคลากรรวมกันมากกว่า 30,000 คน จากการศึกษาสัดส่วนการใช้ยานพาหนะในการเดินทางภายใน ม.อ. ของศุภกร สุทธิพันธ์ (2557) ดังรูปที่ 1 พบว่า นักศึกษาและบุคคลากรภายใน ม.อ. ส่วนใหญ่เกือบ 3 ใน 4 ยังคงนิยมและคุ้นชินกับการใช้รถส่วนตัว ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ มีเพียงร้อยละ 1.91 ที่ใช้รถจักรยานในการเดินทาง ส่วนผู้เดินเท้าพบว่า มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 21 ซึ่งถือว่ามีพอสมควร เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งไม่อนุญาตให้นำรถส่วนตัวมาใช้ภายในวิทยาเขต ประกอบระยะทางการเดินทางภายในวิทยาเขตที่ไม่ไกลมากนัก (ระยะทางเฉลี่ยประมาณ 500 เมตร ส่วนระยะทางไกลสุดประมาณ 1.5 กิโลเมตร)

รูปที่ 1 สัดส่วนการใช้ยานพาหนะเพื่อเดินทางภายใน ม.อ.

อย่างไรก็ตาม การรณรงค์ให้มีการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดินเท้า และการใช้จักรยาน ภายใน ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ยังคงเป็นความท้าทายสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยและมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ภายใน ม.อ.วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา

บทนี้ประกอบด้วยทั้งหมด 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) คำนำ 2) ทบทวนวรรณกรรม 3) วิธีการศึกษา 4) ผลการศึกษาและอธิปรายผล 5) การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทดสอบนโยบาย/มาตรการ 6) สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ และ 7) กิตติกรรมประกาศ

2. ทบทวนวรรณกรรม

วราลักษณ์ และสาธิดา (2555) ได้ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการใช้จักรยานภายใน 5 มหาวิทยาลัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล (ศาลายา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) มหาวิทยาลัยศิลปากร (พระราชวังสนามจันทร์) และมหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้แบบสอบถามสุ่มสำรวจข้อมูลความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีทั้งที่ใช้และไม่ใช้จักรยาน จากผลการศึกษา พบว่า รูปแบบการเดินทางมีทั้งการขี่จักรยาน การขับรถยนต์ การขับรถจักรยานยนต์ การเดินเท้า และการใช้รถบริการสาธารณะ สำหรับการใช้จักรยาน พบว่า นักศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดลนิยมใช้จักรยานที่ค่อนข้างมาก แต่นักศึกษายังตระหนักในผลดีของการใช้จักรยาน อย่างไรก็ตาม สาเหตุหลักของนักศึกษาจากทุกมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช้จักรยาน คือ อากาศที่ร้อนและบางช่วงมีฝนตก ส่วนปัญหาและอุปสรรคของการไม่ใช้จักรยาน ได้แก่ 1) ความไม่ปลอดภัยของการใช้จักรยานในการเดินทาง 2) โครงข่ายเส้นทางจักรยานไม่เชื่อมโยงต่อเนื่อง 3) เส้นทางจักรยานไม่สนับสนุนการใช้งาน 4) การขาดความตระหนักในความสำคัญการใช้จักรยาน 5) การขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ 6) การขาดแคลนจุดจอดรถจักรยาน จากทั้ง 5 มหาวิทยาลัยข้างต้น มีเพียงมหาวิทยาลัยมหิดล ที่มีประเด็นเรื่องจุดจอดรถจักรยานบางพื้นที่ขาดร่มเงา จุดจอดไม่มีระเบียบ และขาดแคลนการปรับปรุงระบบการให้บริการรถจักรยานสาธารณะให้เพียงพอกับความต้องการ

มาตรการในการส่งเสริมการใช้จักรยานจากการศึกษาข้างต้น ประกอบด้วย การจัดทำทางจักรยาน ให้มีความครอบคลุมและชัดเจนมากขึ้น การปรับปรุงจุดจอดรถจักรยานและเส้นทางจักรยานที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนนโยบายในการส่งเสริมการใช้จักรยาน ได้แก่ การประชาสัมพันธ์และรณรงค์การใช้จักรยานภายในมหาวิทยาลัย การกำหนดแผนและนโยบายในการส่งเสริมการใช้จักรยานและเป็นการร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การวางมาตรการควบคุมการจอดรถส่วนตัว ตลอดจนการพัฒนาระบบการให้บริการรถจักรยานสาธารณะ

จิราคม สิริศิรสกุลชัย และคณะ (2551) ได้ศึกษาผลสนองต่อมาตรการการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองแบบมิกซ์โลจิต (Mixed Logit) กับกรณีศึกษาการใช้ค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่ มาตรการดังกล่าวเป็นการจัดการกับอุปสงค์ของการเดินทาง (Transportation Demand Management, TDM) ที่เป็นยุทธศาสตร์หนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจราจรในต่างประเทศ TDM เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรด้านการขนส่งที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า โดยสนับสนุนมาตรการที่ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน และการสร้างข้อจำกัดให้กับการใช้รถส่วนบุคคล ในการศึกษาดังกล่าวได้แบ่งงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การศึกษาทัศนคติการยอมรับต่อมาตรการ TDM ต่างๆ ของประชาชนในเมืองเชียงใหม่และปัจจัยทางทัศนคติการยอมรับ และ 2) การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อศึกษากระทบต่อพฤติกรรมการเลือกการเดินทาง เมื่อมีการนำมาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่ ค่าธรรมเนียมการจอดรถ และการสนับสนุนการใช้รถโดยสารสาธารณะโดยการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ จากผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พัฒนาขึ้น พบว่า ทั้งสองมาตรการสามารถลดจำนวนผู้เดินทางโดยรถส่วนตัวลงได้ร้อยละ 27-73 โดยผู้เดินทางจะเปลี่ยนไปเลือกการโดยสารโดยการใช้รถร่วมกัน (Carpool) และรถบัส ผลจากการคาดการณ์โดยแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่ามาตรการจัดเก็บค่าธรรมเนียมสามารถลดจำนวนผู้เดินทางด้วยรถส่วนตัวได้อย่างมีนัยสำคัญ

ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการดำเนินโครงการรถประจำทางด่วนพิเศษภายในเขตเมืองขอนแก่น เพื่อสนับสนุนให้เมืองขอนแก่นเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ โดยในการศึกษาได้ประเมินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากภาคการคมนาคมในสถานการณ์จำลองที่หากเมืองขอนแก่นมีโครงการรถประจำทาง 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) รถประจำทางขนาดเล็ก 2) รถประจำทางด่วนพิเศษที่ไม่มีระบบเสริม (Feeder) และสถานที่จอดแล้วจร (Park & Ride) และ 3) รถประจำทางด่วนพิเศษที่มีระบบเสริมและสถานที่จอดแล้วจร นอกจากนี้ในการศึกษาดังกล่าวได้มีการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการคมนาคมระหว่างปีฐาน (พ.ศ. 2555) กับปีอนาคต (พ.ศ. 2565) และได้แบ่งสถานการณ์จำลองในการศึกษาเป็น 4 สถานการณ์ ประกอบด้วย 1) กรณีไม่ดำเนินการใดๆ 2) กรณีดำเนินโครงการรถประจำทางขนาดเล็ก 3) กรณีดำเนินโครงการรถประจำทางด่วนพิเศษที่ไม่มีระบบเสริมและสถานที่จอดแล้วจร และ 4) กรณีดำเนินโครงการรถประจำทางด่วนพิเศษที่มีระบบเสริมและสถานที่จอดแล้วจร จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของปีฐานเท่ากับ 22.91×10^4 ตัน-คันต่อปี และปีอนาคตกรณีไม่ดำเนินการใดๆ เท่ากับ 23.93×10^4 ตัน-คัน ต่อปี ส่วนกรณีที่มีรถประจำทางด่วนพิเศษให้บริการในแต่ละสถานการณ์ มีค่าเท่ากับ 22.59×10^4, 20.78×10^4 และ 17.63×10^4 ตัน-คันต่อปี ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบแต่ละสถานการณ์กับกรณีไม่ดำเนินการใดๆ พบว่า รถประจำทางทั้ง 3 รูปแบบมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ร้อยละ 5.56 13.16 และ 26.32 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบรถประจำทางด่วนพิเศษที่มีระบบเสริมและสถานที่จอดแล้วจร เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ศุภกร สุทธิพันธ์ และคณะ (2557) ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางภายในม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยคณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการเดินทางแบบโลจิตสองทางเลือก (Binary Logit Model) จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพการเดินทางในกรณีปัจจุบันและในกรณีสมมุติของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากร ผลจากศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร เวลาในการรอรถบัสโดยสาร ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายของรถส่วนบุคคล

สุเมธ เดชธำรงค์ และคณะ (2556) ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกประเภทการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลและรถประจำทางด่วนพิเศษ (BRT) ภายในเมืองขอนแก่น โดยได้ศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง และสร้างแบบจำลองสำหรับการทำนายพฤติกรรมการเลือกใช้ BRT รูปแบบต่างๆ ที่สามารถจะให้ผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ BRT จากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ BRT ของผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลให้ความสำคัญกับเวลามากกว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ในทางตรงกันข้าม กลุ่มที่เดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายมากกว่าเวลาในการเดินทาง นอกจากปัจจัยเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางแล้ว เพศ อายุ การครอบครองใบอนุญาตขับขี่ และตำแหน่งที่พักอาศัย ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ BRT อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมของการศึกษาดังกล่าว พบว่า ถึงแม้จะมีระบบ BRT ที่มีประสิทธิภาพเพียงใด แต่กลุ่มที่ใช้รถส่วนบุคคลส่วนใหญ่ยังคงให้ความสำคัญกับการใช้ยานพาหนะประเภทเดิมอยู่ เนื่องจากความสะดวกสบาย และใช้เวลาในการเดินทางน้อยกว่า BRT

อรพันธ์ แหวนเตรือ และคณะ (2557) ได้ศึกษาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานพาหนะส่วนบุคคล จากข้อมูลระยะการเดินทางรวมกรณีศึกษาเมืองหาดใหญ่ โดยการสำรวจข้อมูลระยะการเดินทาง (Vehicle Kilometer Traveled, VKT) และสอบถามพฤติกรรมการเดินทาง ชนิด และปริมาณการใช้เชื้อเพลิง จากผลการศึกษาคาดการณ์ในปีปัจจุบันและอนาคต พบว่า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนตัว และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 50.33 61.12 และ 56.39 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของรถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนตัว และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล พบว่า มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 50.38 61.12 และ 56.39 ตามลำดับเช่นกัน และเมื่อนำผลการคาดการณ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเมืองหาดใหญ่ เปรียบเทียบกับกรุงเทพฯ นครราชสีมา และขอนแก่น พบว่า เมืองหาดใหญ่ มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเป็นลำดับต้นๆ ดังนั้น การรณรงค์และสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในเมืองหาดใหญ่ รวมถึงมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงเป็นจะต้องเร่งดำเนิน

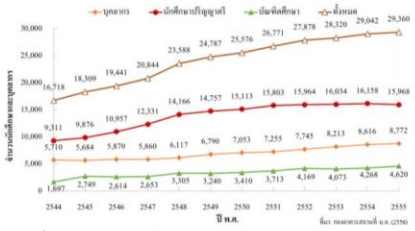
จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับวิธีการศึกษาของงานวิจัยนี้ โดยกล่าวในหัวข้อถัดไป

3. วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย ลักษณะพื้นที่ศึกษา วิธีการสำรวจข้อมูล การออกแบบแบบสอบถาม และการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ มีพื้นที่รวมประมาณ 1.1 ตารางกิโลเมตร และมีความยาวโครงข่ายถนนทั้งหมดประมาณ 38 กิโลเมตร จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนได้ยกระดับเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของนักศึกษาและบุคลากร (ดังรูปที่ 2) โดยปัจจุบันมีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรรวมประมาณ 30,000 คน (กองอาคารสถานที่ ม.อ., 2556)



รูปที่ 2 สถิติจำนวนนักศึกษาและบุคลากร ม.อ. (พ.ศ. 2544-2555)

จากข้อมูลการจดทะเบียนยานพาหนะเข้า-ออกวิทยาเขต ของนักศึกษาและบุคลากร (กองอาคารสถานที่ ม.อ., 2556) พบว่า มีรถจักรยานยนต์จำนวน 20,974 คัน และรถยนต์ 7,693 คัน ตามลำดับ ทั้งนี้ยังไม่รวมนักศึกษาและบุคลากรที่ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลซึ่งไม่ได้จดทะเบียนข้างต้นอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ ปัญหามลพิษ และปัญหาอื่นๆ ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

3.2 วิธีการสำรวจ

คณะผู้วิจัยได้แบ่งการสำรวจข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Reveled Preference หรือ RP survey) และ 2) การสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference หรือ SP survey) โดยสุ่มสำรวจตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 400 ตัวอย่าง (ดังรูปที่ 3) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมการเลือกการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในวิทยาเขต โดยพิจารณารูปแบบการเดินทาง 5 ทางเลือก ได้แก่ การเดินเท้า รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถประจำทาง ม.อ.

รูปที่ 3 การสำรวจแบบสอบถามกลุ่มผู้ใช้รถจักรยาน

3.3 การออกแบบแบบสอบถาม

ข้อมูลสภาพการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (RP survey) ในแบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการเดินทางปัจจุบัน และข้อมูลทัศนคติ โดยรายละเอียดแสดงในหัวข้อที่ 4.

สำหรับข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP survey) ที่ใช้เพื่อพิจารณาการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง (จาก 5 ทางเลือกข้างต้น) ของผู้เดินทาง คณะผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นสองปัจจัยหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยปัจจัยเวลาได้พิจารณารวมเวลารอและเวลาเข้าถึงรูปแบบการเดินทางนั้นเข้าด้วยกัน ส่วนปัจจัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้พิจารณาเพียงค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มจากการเดินทางโดยปกติ (ไม่รวมต้นทุนมูลค่ารถและค่าเสื่อมราคา) เช่น ค่าเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นจากบาตรการต่างๆ และค่าเช่ารถจักรยาน เป็นต้น นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยกำหนดให้แต่ละปัจจัยมีความแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยแสดงรายละเอียดในส่วนถัดไป

ตารางที่ 1 สถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง / สถานการณ์	การเดินเท้า		จักรยาน		จักรยานยนต์		รถยนต์		รถประจำทาง ม.อ.	
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	6	0	5	1	4	3	8	5	8	2
2	7	0	5	2	3	5	7	10	9	1
3	8	0	5	5	2	10	6	15	10	0
4	9	0	8	1	7	3	11	5	11	2
5	10	0	8	2	6	5	10	10	12	1
6	11	0	8	5	5	10	9	15	13	0
7	12	0	10	1	9	3	13	5	13	2
8	13	0	10	2	8	5	12	10	14	1
9	14	0	10	5	7	10	11	15	15	0

จากการกำหนดข้างต้นทำให้เกิดสถานการณ์ทางเลือกที่เป็นไปได้มากมาย อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยได้พิจารณาตัดสถานการณ์ที่ผู้ตอบไม่จำเป็นต้องพิจารณาเนื่องจากเวลาหรือค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละทางเลือกแตกต่างกันอย่างชัดเจน จนคงเหลือเพียง 9 สถานการณ์ในแบบสอบถาม (รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1) อนึ่ง เมื่อพิจารณาเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทาง จะเห็นว่าระยะเวลาและค่าใช้ใช้ในการเดินทางมีค่าไม่สูงมากนัก เนื่องด้วยระยะทางของโครงข่ายถนนภายในวิทยาเขตที่ค่อนข้างสั้น

3.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง คณะผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีอรรถประโยชน์เพื่ออธิบายพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยผู้เดินทางจะเลือกเดินทางด้วยรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ที่ก่อเมื่อผู้เดินทางได้รับค่าความพึงพอใจและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในรูปแบบการเดินทางนั้นๆ ซึ่งคณะผู้วิจัยพิจารณาจากปัจจัยเวลาและค่าใช้จ่ายในผู้เดินทางเป็นหลัก

Ben-Akiva and Lerman (1985) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีอรรถประโยชน์ โดยใช้ฟังก์ชั่นความพึงพอใจ (Utility Function) ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่วัดค่าได้ (Systematic Components) และส่วนที่ไม่สามารถวัดค่าได้อย่างแน่นอน (Random Components) ดังสมการที่ (1)

$$U_{in}=V_{in}+\varepsilon_{in} \quad (1)$$

โดยที่ U_{in} คือ ค่าความพอใจของผู้เดินทางคนที่ n ที่ได้จากรูปแบบการเดินทาง i

V_{in} คือ ส่วนประกอบตัวแปรอิสระ ของผู้เดินทางคนที่ n จากรูปแบบการเดินทาง i

ε_{in} คือ ส่วนประกอบของความพึงพอใจแบบสุ่มของผู้เดินทางคนที่ n จากรูปแบบการเดินทาง i

3.5 การตรวจสอบและคัดเลือกแบบจำลอง

การตรวจสอบและคัดเลือกแบบจำลอง เป็นการทดสอบค่าทางสถิติของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยคณะผู้วิจัยได้แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายใน และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกของแบบจำลอง ดังนี้

- **การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง**

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าจากผลการสำรวจข้อมูล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 1) การตรวจสอบเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์ 2) การตรวจสอบค่านัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร และ 3) การตรวจสอบระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง ดังนี้

1) การตรวจสอบเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์ เป็นการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของเครื่องหมายสัมประสิทธิ์ ที่จะแสดงทิศทางของตัวแปรในเชิงเป็นบวกหรือลบ โดยที่เครื่องหมายสัมประสิทธิ์ที่เป็นบวก หมายถึง เมื่อค่าของตัวแปรนั้นสูงแล้ว ค่าความพึงพอใจก็จะ

เพิ่มขึ้นตาม คือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่เครื่องหมายสัมประสิทธิ์ที่เป็นลบ หมายถึง เมื่อค่าของตัวแปรนั้นสูงขึ้นแล้ว ค่าความพึงพอใจจะลดลง (ทิศทางตรงกันข้าม) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลที่เพิ่มสูงขึ้น ก็จะทำให้ค่าความพึงพอใจในการเลือกเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลลดลงนั้นเอง

2) การตรวจสอบค่านัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร เป็นการตีความจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจะยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นก็ต่อเมื่อค่าความน่าจะเป็นมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าน้อยกว่าก็จะปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งโดยปกติแล้วนิยมกำหนดค่าความเชื่อมั่นไว้ที่ร้อยละ 95 โดยพิจารณาจากค่าสถิติ t (t-statistics) ของตัวแปร ซึ่งต้องให้ค่าสถิติ t ที่สูงกว่าค่าสัมบูรณ์ของ 1.96

3) การตรวจสอบระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการอธิบาย/พยากรณ์ของแบบจำลอง ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรคำนวณดัชนีวัดความสอดคล้อง (Likelihood Ratio Index) ดังสมการที่ (2)

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

โดยที่ ρ^2 คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood Ratio Index)

L (0) คือ ค่า Log Likelihood Function ในกรณีที่พารามิเตอร์ทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์

L (β) คือ ค่า Log Likelihood Function จากค่าพารามิเตอร์

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (ρ^2) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 แบบจำลองจะมีความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างสมบูรณ์ ก็ต่อเมื่อค่า ρ^2 เข้าใกล้ 1 และโดยปกติ ρ^2 ที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.20

- **การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง**

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกเป็นการประเมินความแม่นยำของแบบจำลองในการอธิบายหรือพยากรณ์การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง โดยใช้ค่าร้อยละความถูกต้องในการพยากรณ์ (Percentage correctly predicted) ซึ่งใช้ตัวอย่างข้อมูลจากแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง ส่วนที่เหลือจากการพัฒนาแบบจำลอง โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$\%correct = \frac{\sum_{n=1}^{N} W_n}{N} \qquad (3)$$

โดยที่ W_n คือ ตัวอย่างข้อมูลแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง ที่พยากรณ์ถูกต้องด้วยแบบจำลอง

N คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลอง

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากขั้นตอนและวิธีการศึกษาของงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วต่อไปผู้วิจัยขอเสนอผลที่ได้จากการศึกษา รวมถึงการอธิปรายผลการศึกษา

4.1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสุ่มสัมภาษณ์แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากรภายในวิทยาเขต จำนวน 400 ตัวอย่าง สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง และเพศชาย ในสัดส่วนร้อยละ 58.59 และ 41.41 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.28) อยู่ในช่วง 21-30 ปี รองลงมา คือ น้อยกว่า 21 ปี (ร้อยละ 40.66) และ อื่นๆ (ร้อยละ 6.06)

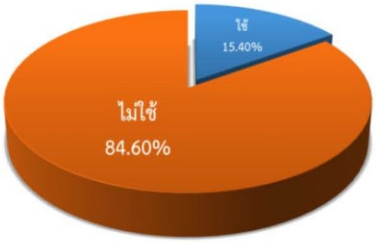
ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ		สัดส่วน
เพศ (Gender)	เพศชาย	41.41%
	เพศหญิง	58.59%
อายุ (Age)	< 21 ปี	40.66%
	21-30 ปี	53.28%
	31-40 ปี	4.54%
	41-50 ปี	0.76%
	> 50 ปี	0.76%
อาชีพ (Occupation)	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 1	20.45%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 2	25.76%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 3	15.91%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 4	4.04%
	นักศึกษาปริญญาโท	0.51%
	นักศึกษาปริญญาเอก	0.25%
	อาจารย์	1.26%
	บุคลากร ม.อ.	4.04%
รายได้ต่อเดือน	< 10,000 บาท	88.67%
	10,001 - 20,000 บาท	10.34%
	20,001 - 30,000 บาท	0.33%
	30,001 - 40,000 บาท	0.00%
	40,001 - 50,000 บาท	0.33%
	> 50,001 บาท	0.33%
การครอบครองรถ	ไม่มีรถ	32.75%
	รถจักรยาน	7.00%
	รถจักรยานยนต์	41.00%
	รถยนต์	19.25%

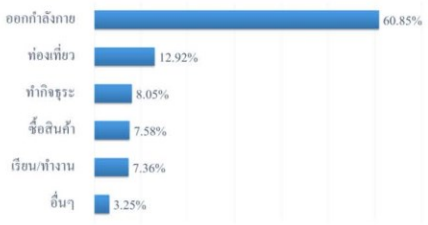
ในส่วนของรายได้ต่อเดือน พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 88.67 มีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท รองลงมามีรายได้ 10,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.34 สำหรับการครอบครองรถของประชากร พบว่า อันดับหนึ่งคือ รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 41.00) อันดับสอง คือ ไม่มีรถ (ร้อยละ 32.75) และอันดับสาม คือ มีรถยนต์ (ร้อยละ 19.25) ส่วนผู้มีรถจักรยานมีค่อนข้างน้อย (ร้อยละ 7.00)

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน (Revealed Preference, RP)

จากการสุ่มสำรวจข้อมูลการใช้จักรยานในชีวิตประจำวันภายใน ม.อ. ดังรูปที่ 4 พบว่า มีเพียงร้อยละ15.40 ที่ใช้จักรยาน ส่วนที่ไม่ใช้จักรยานมีมากถึงร้อยละ 84.60 โดยวัตถุประสงค์หลักในการใช้จักรยาน (รูปที่ 5) เป็นการใช้เพื่อออกกำลังกาย ร้อยละ 60.85 รองลงมา คือ ใช้เพื่อการท่องเที่ยว (ร้อยละ 12.92) และอื่นๆ อีกร้อยละ 26.23

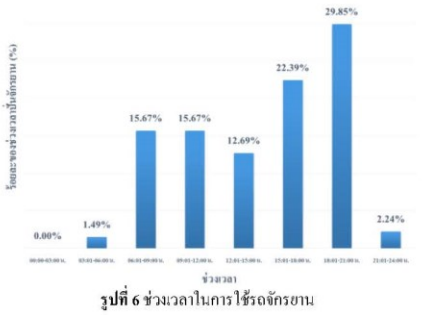


รูปที่ 4 สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยาน ภายใน ม.อ.



รูปที่ 5 วัตถุประสงค์ในการใช้จักรยาน

จากการสำรวจช่วงเวลาที่นิยมใช้รถจักรยาน (รูปที่ 6) พบว่า ส่วนใหญ่ ใช้ช่วงเวลา 18:00-21:00 น. ซึ่งเป็นช่วงเลิกงาน ดังนั้นการอำนวยความสะดวกและความปลอดภัย โดยเฉพาะไฟส่องสว่างจึงมีความสำคัญยิ่งอย่างยิ่ง และรองลงมาคือ ช่วงเวลา 15:00-18:00 น. คิดเป็นร้อยละ 22.39 และช่วงเวลาอื่นๆ อีกร้อยละ 47.76



รูปที่ 6 ช่วงเวลาในการใช้รถจักรยาน

รูปที่ 7 เหตุผลหลักของผู้ที่ไม่ใช้จักรยาน

จากสัดส่วนผู้ไม่ใช้จักรยานซึ่งมีมากถึงร้อยละ 84.60 (รูปที่ 4) คณะผู้วิจัยจึงได้สอบถามเหตุผลหลักที่ไม่ใช้จักรยาน จากรูปที่ 7 พบว่า อันดับหนึ่งเป็นเพราะไม่มีจักรยานส่วนตัว (ร้อยละ 40.35) ซึ่งถึงได้มีเอกชนเข้ามาให้บริการเช่ารถจักรยานภายในวิทยาเขต แต่ยังไม่สะดวกและเพียงต่อความต้องการ เหตุผลรองลงมา คือ การขาดสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ที่จอดรถ ทางจักรยาน ซึ่งจากสำรวจพื้นที่ของคณะผู้วิจัย พบว่า จำนวนจุดจอดรถจักรยานมีน้อยมาก อีกทั้งยังไม่มีทางเฉพาะสำหรับจักรยาน ต้องสัญจรบนถนนร่วมกับรถอื่นๆ รวมทั้งจุดเชื่อมต่อทางขึ้น/ทางลงจักรยานไม่ได้มาตรฐาน เหตุผลถัดไปเป็นด้านสภาพอากาศที่ร้อนจัด (ร้อยละ 17.02) ด้านความปลอดภัยในการใช้จักรยาน (ร้อยละ 15.03) และอื่นๆ อีกร้อยละ 8.82

จากการสำรวจระดับความพึงพอใจของผู้ใช้รถจักรยานภายในวิทยาเขตในปัจจุบัน (ดังรูปที่ 8) จากคะแนน 5 คะแนนเต็ม พบว่า ด้านการสนับสนุนการใช้จักรยาน มีคะแนนมากที่สุด คิดเป็น 3.15/5.00 คะแนน รองลงมาคือการปรับภูมิทัศน์ เช่น การเพิ่มไฟส่องสว่าง/หลังคาคลุม คิดเป็น 3.08/5.00 คะแนน การอำนวยพื้นที่จอดรถ จุดพักรถ เส้นทางจักรยาน และป้ายจราจร คิดเป็น 2.92/5.00 2.80/5.00 2.56/5.00 และ 2.19/5.00 คะแนน ตามลำดับ และสุดท้ายสำหรับจุดบริการจักรยาน เช่น จุดซ่อมรถ ที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจน้อยสุด เพียง 2.14/5.00 คะแนน ซึ่งโดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

รูปที่ 8 ระดับความพึงพอใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้รถจักรยาน ภายใน ม.อ.

4.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

จากการสำรวจแบบสอบถามข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP survey) ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางหลายทางเลือก (Multinomial logit models) ของทางเลือก การเดินเท้า (Walk) รถจักรยาน (BC) รถจักรยานยนต์ (MC) รถยนต์ (PC) และรถประจำทาง ม.อ. (Ebus) โดยกำหนดสมการอรรถประโยชน์ของทั้ง 5 รูปแบบการเดินทาง ดังสมการที่ (4) ถึง (8) ตามลำดับ โดยได้สรุปผลการพัฒนาแบบจำลองที่ตรวจสอบความถูกต้องแล้วไว้ในตารางที่ 3

$$U_{walk} = Constant_{walk} + \beta_1 (Travel\ time_{walk}) \quad (4)$$

$$U_{bc} = \beta_2 (Travel\ time_{bc}) + \beta_3 (Travel\ cost_{bc}) \quad (5)$$

$$U_{mc} = Constant_{mc} + \beta_4 (Travel\ time_{mc}) + \beta_5 (Travel\ cost_{mc}) \quad (6)$$

$$U_{pc} = Constant_{pc} + \beta_6 (Travel\ time_{pc}) + \beta_7 (Travel\ cost_{pc}) \quad (7)$$

$$U_{Ebus} = Constant_{Ebus} + \beta_8 (Travel\ time_{Ebus}) + \beta_9 (Travel\ cost_{Ebus}) \quad (8)$$

ในภาพรวมของตารางที่ 3 พบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีเครื่องหมายลบซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของสมการอรรถประโยชน์ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง (45.75%) ยังถือว่าค่อนข้างน้อย แต่เมื่อพิจารณาค่า ρ^2 เท่ากับ 0.2365 ถือว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

จากการนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หามูลค่าของเวลาในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทาง มูลค่าดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าผู้เดินทางแต่ละรูปแบบยอมที่จ่ายเงินเท่าไหร่เพื่อแลกกับการลดเวลาในการเดินทางลง 1 นาที จากผลการศึกษาในตารางที่ 4 พบว่า มูลค่าเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์และผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีค่าเท่ากับ 2.389 และ 1.881 บาท/นาที ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณามูลค่าเวลาของผู้ใช้รถประจำทาง ม.อ. และรถจักรยาน กลับพบว่ามีค่าเท่ากับ 3.643 และ 2.791 บาท/นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผู้ใช้รถส่วนบุคคล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มผู้ใช้รถประจำทางและรถจักรยานมีความคล่องตัวในการเดินทางมากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถส่วนบุคคล เนื่องจากภายในวิทยาเขตมีการกำหนดให้สิทธิในการเข้าสู่ทางแยก/วงเวียนแก่รถประจำทางไปก่อน รวมทั้งกลุ่มผู้ใช้รถประจำทางอาจได้รับความรวดเร็วในการเดินทางมากกว่ารถส่วนบุคคล เนื่องจากไม่ต้องใช้เวลาเพื่อหาที่จอดรถ เป็นต้น เช่นเดียวกันกับกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานที่มีมูลค่าเวลาเดินทางสูง อาจเนื่องจากความสะดวกและความรวดเร็วสำหรับการใช้รถจักรยานในการเดินทางที่มากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถส่วนบุคคล ซึ่งไม่ต้องประสบปัญหารถติด เช่นเดียวกับรถส่วนบุคคล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มูลค่าเวลาของการเดินทางด้วยรถประจำทาง ม.อ. รถจักรยาน และการเดินเท้า จำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดอีกครั้งสำหรับงานวิจัยในอนาคตของคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ ($Constant_{walk}$)	+ 4.47890	+14.22
เวลาในการเดินทางของการเดินเท้า (β_1)	- 1.03495	-15.20
เวลาในการเดินทางของรถจักรยาน (β_2)	- 0.54928	-7.06
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถจักรยาน (β_3)	- 0.19679	-5.09
ค่าคงที่ ($Constant_{mc}$)	+ 2.18085	+7.94
เวลาในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ (β_4)	- 0.77979	-13.99
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ (β_5)	- 0.41467	-11.18
ค่าคงที่ ($Constant_{pc}$)	+ 5.19859	+14.99
เวลาในการเดินทางของรถยนต์ (β_6)	- 0.70217	-12.62
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ (β_7)	- 0.29390	-10.49
ค่าคงที่ ($Constant_{Ebus}$)	+ 6.69096	+15.05
เวลาในการเดินทางของรถประจำทาง (β_8)	- 1.01280	-14.84
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถประจำทาง (β_9)	- 0.27798	-2.73
จำนวนตัวอย่าง	540	
ρ^2	0.2365	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	45.75%	

ตารางที่ 4 มูลค่าของเวลา (Value of time)

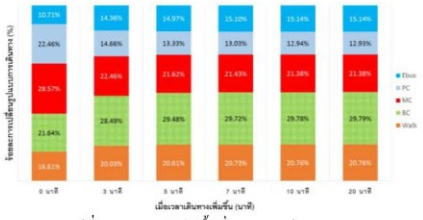
รูปแบบการเดินทาง	มูลค่าของเวลา (บาท/นาที)
รถยนต์ (PC)	2.389
รถจักรยานยนต์ (MC)	1.881
รถประจำทาง ม.อ. (Ebus)	3.643
รถจักรยาน (BC)	2.791
การเดินเท้า (Walk)	-

5. การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทดสอบนโยบาย/มาตรการ

จากผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้นำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบมาตรการเพื่อสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคล คือรถจักรยานยนต์ และรถยนต์ มาเป็นรถจักรยาน การเดินเท้า และรถประจำทาง คณะผู้วิจัยได้นำเสนอนโยบายทั้งหมด 3 มาตรการ คือ 1) มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล 2) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล และ 3) มาตรการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน โดยแสดงรายละเอียดและผลการศึกษาของแต่ละมาตรการดังนี้

1) มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล

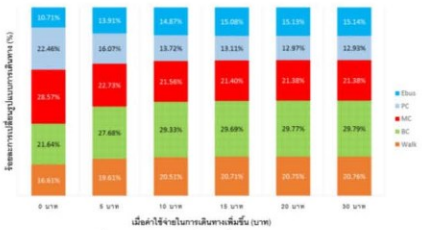
มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถของรถส่วนบุคคล เป็นมาตรการที่สร้างข้อจำกัดในการใช้รถส่วนบุคคล โดยการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล เช่น การกำหนดให้รถส่วนบุคคลจอดได้เฉพาะพื้นที่บางพื้นที่เท่านั้น หรือการกำหนดไม่ให้นักศึกษานำรถส่วนบุคคลเข้ามาจอดภายในคณะของผู้ใช้เอง (แต่ทั้งนี้ทางวิทยาเขต ควรต้องเสริมบริการรถประจำทาง ม.อ. จากจุดจอดรถไปยังพื้นที่ต่างๆ) เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้ใช้รถส่วนตัวต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเพื่อหาที่จอดรถ ส่งผลให้ผู้ใช้อาจเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง โดยในรูปที่ 9 ได้แสดงถึงสัดส่วนของผู้ใช้ยานพาหนะทั้งหมดเมื่อมีการดำเนินมาตรการเพิ่มเวลาในการเดินทาง ซึ่งพบว่า เมื่อเวลาเดินทางจากการหาที่จอดรถเพิ่มมากขึ้น ผู้ใช้รถส่วนตัวจะเปลี่ยนมาใช้จักรยานและเดินมากขึ้น



รูปที่ 9 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล

2) มาตรการเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล

มาตรการเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล เป็นมาตรการที่สร้างข้อจำกัดของผู้ใช้รถส่วนบุคคลด้วยการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยการเก็บค่าที่จอดรถภายในวิทยาเขต โดยมีผลการศึกษาดังรูปที่ 10 ซึ่งพบว่า เมื่อค่าใช้จ่ายในเดินทางจากค่าที่จอดรถส่วนตัวเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ผู้ใช้รถส่วนตัวจะเปลี่ยนมาใช้จักรยานและเดินมากขึ้น



รูปที่ 10 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล

3) มาตรการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน

มาตรการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน เป็นมาตรการที่ใช้ทดสอบสัดส่วนการเลือกใช้รถจักรยาน เมื่อมีการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน (บาท/ครั้ง/วัน) ซึ่งทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ และใช้ในการกำหนดราคาค่าเช่าจักรยานที่เหมาะสม โดยมีผลการศึกษาดังรูปที่ 11 ซึ่งพบว่า เมื่อมีการเก็บค่าเช่าจักรยานในอัตราที่สูงขึ้น จะเป็นการไม่ดึงดูดให้คนมาใช้จักรยานเท่าที่ควร

รูปที่ 11 มาตรการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้จักรยานและการเดินเท้าซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายใน ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ จากผลการสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางในปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคคลากร พบว่า มีผู้ใช้จักรยานในสัดส่วนที่ยังน้อยอยู่ (ร้อยละ 15.4) ส่วนผลจากการสำรวจความพึงพอใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้จักรยาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจปานกลางและเห็นควรเสนอให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกโดยเฉพาะด้านความปลอดภัยในการใช้จักรยาน คณะผู้วิจัยยังได้สำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง (การเดินเท้า รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถโดยสาร ม.อ.) ในสถานการณ์สมมติที่มีเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่แตกต่างกันไป แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิต และนำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหา

สัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจาก 3 มาตรการที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ จากการศึกษา พบว่า มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถส่งผลให้ผู้ใช้รถส่วนบุคคล (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นการใช้รถจักรยานมากยิ่งขึ้น เมื่อต้องใช้เวลาเดินทางมากขึ้นจากการหาที่จอดรถ ผลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางดังกล่าวเป็นไปแนวทิศทางเดียวกันหากมีการนำมาตรการเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคลมาใช้ ในทางตรงกันข้ามกับมาตรการเก็บค่าเช่ารถจักรยาน หากมีการเก็บค่าเช่ารถจักรยานสูงเกิน 5 บาทต่อครั้ง จะไม่เป็นการดึงดูดให้นักศึกษาและบุคคลากรหันมาใช้รถจักรยานได้มากเท่าที่ควร

ผลจากการศึกษานี้เป็นเพียงแนวทางในการวางแผนส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ใน ม.อ. แต่การวางแผนดังกล่าวจะไม่สามารถประสบความสำเร็จได้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ประเด็นดังกล่าวเป็นความท้าทายสำหรับการวิจัยในอนาคต รวมทั้งการนำแบบจำลองจากการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองการเดินทางบนโครงข่ายถนนภายใน ม.อ. เพื่อนำแบบจำลองที่ได้ไปประเมินมาตรการด้านอื่นๆ ต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี และผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาศิษย์ก้นกุฏิ ประจำปีงบประมาณ 2557

เอกสารอ้างอิง

กองอาคารสถานที่ สำนักอธิการบดี. (2556) . ระบบสารสนเทศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ . http://www.planning.psu.ac.th (สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557)

จิราคม สิริศรีสกุลชัย. (2551). ผลสนองต่อมาตรการการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยแบบจำลองมีกซ์โลจิต กรณีศึกษาค่าธรรมเนียม การเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์. (2556). การศึกษารถประจำทางด่วนพิเศษเพื่อสนับสนุนเมืองคาร์บอนต่ำ: กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วราลักษณ์ คงอ้วน และสาธิดา สกุลรัตนกุลชัย. (2555). แนวทางการส่งเสริมการใช้จักรยานภายในมหาวิทยาลัย. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ศุภกร สุทธิพันธ์และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2557). การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุเมธ เดชธำรงค์. (2556). แบบจำลองการเลือกประเภทการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลและรถบีอาร์ที: กรณีศึกษารถบีอาร์ทีเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรพันธ์ แหวนเครือ และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2557). การคาดการณ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานพาหนะส่วนบุคคลจากข้อมูลระยะการเดินทางรวมกรณีศึกษาเมืองหาดใหญ่, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, หน้า 2566-2574.

Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., (1985). Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. Cambridge: MIT Press.

Korea Energy Economics Institute: KEEI, (2010). "Greenhouse gas emission in the transportation sector", Sustainable Urban Transport Project (The Avoid, Shift, Improve Strategy).

Hal Amen, (2011). 15 of the world's most bike-friendly cities. Cable News Network, CNN. http://edition.cnn.com/2011/TRAVEL/05/06/bike.friendly.cities.matador/index.html (accessed 23 June, 2015)

Certificate of Participation

Presents to

Mr.Naruphol Niyom

For making presentation entitled:

ASIAN TRANSPORTATION RESEARCH SOCIETY

Factors Affect non-motorized transport in Prince of Songkla University

สมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย

at the 8th ATRANS SYMPOSIUM: Young Researcher's Forum 2015"

Given on the 21st day of August, 2015,

Prof. Dr. Wiroj Rujopakarn	**Mr. Akira Hasegawa**	**Dr. Tuenjai Fukuda**
ATRANS-Chairperson	**IATSS, Managing Director**	**ATRANS Secretary – General**

Certificate of Recognition

Awards to

Mr. Naruphol Niyom

For the Best Paper and Presentation entitled:

"Factors Affecting non-motorized transport in Prince of Songkla University"

at the 8th ATRANS SYMPOSIUM: Young Researcher's Forum 2015"

Given on the 21st day of August, 2015,

Prof. Dr. Wiroj Rujopakarn	Mr. Akira Hasegawa	Dr. Tuenjai Fukuda
ATRANS-Chairperson	IATSS, Managing Director	ATRANS Secretary – General

Certificate of Appreciation

Presents to

Mr. Naruphol Niyom

ASIAN TRANSPORTATION RESEARCH SOCIETY

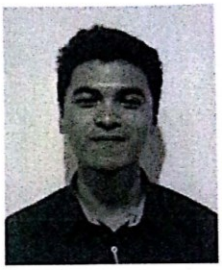
As "President of ATRANS Young Researcher's Forum 2015"

สมาคมวิจัยและขนส่งแห่งเอเชีย

Given on the 21st day of August, 2015, at the 8th ATRANS SYMPOSIUM

Prof. Dr. Wiroj Rujopakarn ATRANS-Chairperson	Mr. Akira Hasegawa IATSS, Managing Director	Dr. Tuenjai Fukuda ATRANS Secretary – General

Welcome Message from President of ATRANS Young Research's Forum Committee 2015



Dear ATRANS Young Researcher's Forum 2015 participants,

First of all I would like to express my great pleasure to have the opportunity to participate in organisation of this Symposium, it is a great honor for me and also a big opportunity to exchange experiences with other participants.

I wish you a warm welcome to the 8th ATRANS International Symposium and the ATRANS Young Researcher's Forum (AYRF) 2015 which will take place at the Swissotel Nai Lert Park, Bangkok. This year theme is "Transportation for Better Life: Harnessing Finance for Safety and Equity I AEC."

Hopefully, the organization of this event will be completed successfully, following the theme. I hope that we will fulfill your desire for knowledge.

Finally, I would like to genuinely thank to all kind advices of the Young Researcher's Forum Advisory Committees and deeply appreciate great cooperation between our colleagues and friends, the ATRANS Young Researcher's Forum Committee 2015.

Thanks to all friends from various universities and institute for working together and helping each other, without this the task will not be achieved.

Naruphol Niyom

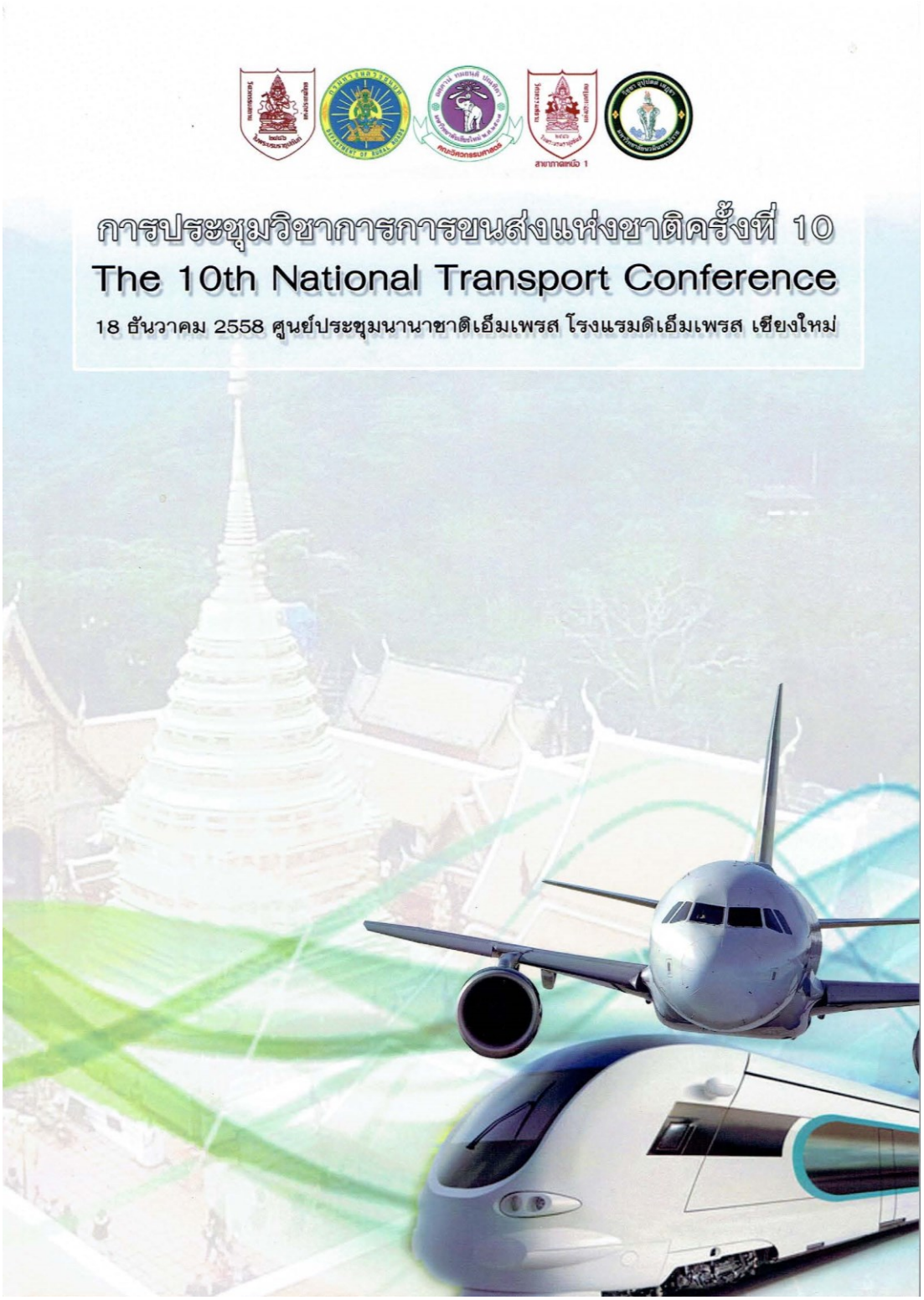
President of ATRANS Young Research's Forum Committee 2015

August 2015

การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติครั้งที่ 10

The 10th National Transport Conference

18 ธันวาคม 2558 ศูนย์ประชุมนานาชาติเอ็มเพรส โรงแรมดิเอ็มเพรส เชียงใหม่



Session 1A: Non-Motorized Transport (13.00-17.00 น.)

1A-0 Invited Speaker : **ศ.กิตติคุณ ธงชัย พรรณสวัสดิ์** Session chair **ดร.ชลัท ทิพากรเกียรติ , ดร.ชัชวาล สิมะสกุล**

1A-1 **การศึกษามาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางนำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สู่สังคมคาร์บอนต่ำ**
ณฤพล นิยม , ปรเมศวร์ เหลือเทพ , สิทธา เจนศิริศักดิ์

1A-2 **โครงการพัฒนาระบบตรวจชั่งน้ำหนักของยานพาหนะชนิดติดตั้งใต้สะพานเพื่อควบคุมดูแลความปลอดภัยจากรถบรรทุกหนัก**
ขจรศักดิ์ เจิมประไพ1 , ทศพล ปิ่นแก้ว , วิศณุ ทรัพย์สมพล , ธีระชัย ดีสมสุข , ชูโต อุทัยวัฒน์

1A-3 **แนวทางการออกแบบเส้นทางจักรยาน ในเขตกรุงเทพมหานคร**
ธนากร ประทีปแสนสุข , ชมพูนุท คงพุนพิน , ภาวิณี เอี่ยมตระกูล

1A-4 **แนวทางการจัดการทางเดินเท้าบริเวณโดยรอบสถานีขนส่งสาธารณะระบบราง**
อริยา เทภาสิต , ภาวิณี เอี่ยมตระกูล

Session 2A : Transport Safety (13.00-17.00 น.)

2A-1 **การศึกษาสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนและทัศนคติของผู้ขับขี่ยานพาหนะในเมืองเวียงจันทน์ประเทศลาว**
เจษฎา คำผอง , ธเนศ เสถียรนาม , วิชุดา เสถียรนาม , Phongsavanh Inthavongsa

2A-2 **การประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในการฝ่าไฟแดงที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น**
ธนากรณ์ ติยะบุตร , วิชุดา เสถียรนาม , ธเนศ เสถียรนาม

2A-3 **วัฒนธรรมการขับรถยนต์มีผลต่อความตั้งใจในการใช้ความเร็วสูงในเขตเมือง กรณีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเมืองขอนแก่น ประเทศไทย, เมืองเวียงจันทน์ สปป.ลาว และเมืองพนมเปญ ประเทศกัมพูชา**
พงษ์พันธ์ แทนเกษม , ธเนศ เสถียรนาม , วิชุดา เสถียรนาม

2A-4 **การตัดสินใจที่ไม่ปลอดภัยของผู้ขับขี่สามกลุ่มอายุในกรุงเทพมหานคร**
ชนิดา อินทเศียร , สรวิศ นฤปิติ

การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10
10th National Transport Conference
การเชื่อมโยงการขนส่งอย่างปลอดภัยในอาเซียน
(Safer ASEAN Connectivity)
วันที่ 18 ธันวาคม 2558 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษามาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางนำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สู่สังคมคาร์บอนต่ำ

Factors enhancing Non-motorized Transport As guidelines Prince of Songkla University to Low Carbon Society

ณฤพล นิยม[1] ปรเมศวร์ เหลือเทพ[2] และ สิทธา เจนศิริศักดิ์[3]*

บทคัดย่อ

สังคมคาร์บอนต่ำเป็นแนวคิดที่คนในสังคมร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการเดินทางในชีวิตประจำวัน เช่น การเปลี่ยนมาใช้รูปแบบการเดินทางพลังงานสะอาด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นประเด็นท้าทายยิ่งสำหรับสังคมที่ยึดติดการใช้รถส่วนบุคคล บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างการใช้รถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์ รถยนต์) รถโดยสารสาธารณะ และการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การเดิน รถจักรยาน) ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินหามาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์และลดการปล่อยก๊าซ CO_2 พบว่า มาตรการที่ลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากทุกรูปแบบการเดินทางมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (ลด 17.27%) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ลด 16.50%) และ การเก็บค่าที่จอดรถจักรยนต์ (ลด 11.66%)

คำสำคัญ: การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์, แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง, สังคมคาร์บอนต่ำ

Abstract

Low-carbon society is the idea that cooperation of people in a community to reduce emissions of carbon dioxide (CO_2) from traveling in everyday life, such as mode shift to green transport. However, this changing is a challenge for private vehicle dominated community. The objective of this paper is to study and developing of mode choice model between the using of private vehicles (motorcycles and car), Public bus and Non-Motorized transport (walking and bicycle) in the Prince of Songkla University. And applying to evaluate travelers' responses to different measures in encouraging the mode shift from private vehicles to Non-Motorized transport and reduce emissions of CO_2. The results showed that the reduction emissions of CO_2 for the first three measures. Such as, parking area limitation for motorcycle (decrease 17.27%). parking area limitation for both motorcycles and car (decrease 16.50%). And parking pricing for car (decrease 11.66%), respectively.

Keyword: Non-motorized Transports, Mode Choice Model, Low-carbon Society

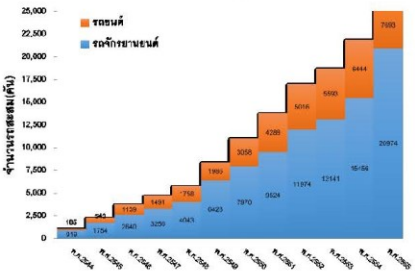
1 นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา E-mail: naruphol@outlook.com*
2 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา E-mail: paramet.l@psu.ac.th
3 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี E-mail: sittha.j@gmail.com

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อน เป็นการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้นกว่าเดิม ส่งผลให้สภาพลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น น้ำท่วมฉับพลัน แผ่นดินไหว พายุที่รุนแรง จนส่งผลให้เกิดการเสียชีวิต รวมไปถึงเกิดโรคระบาดชนิดใหม่ๆ ขึ้นมา สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาถ่านหินและเชื้อเพลิง โดยส่วนใหญ่จากภาคการขนส่ง สอดคล้องกับกับรายงานของสถาบันเศรษฐศาสตร์พลังงานเกาหลี [1] ที่บ่งชี้ว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากการขนส่งทางถนนภายในประเทศมีมากถึง 15.39% ส่วนรายงานของหน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา [2] บ่งชี้ว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งภายในประเทศ มากที่สุดคิดเป็น 28%

แนวทางหนึ่งในการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ คือการสร้าง "สังคมคาร์บอนต่ำ" หรือ "Low carbon society" ซึ่งเป็นการที่คนในสังคมร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การลดการใช้ถุงพลาสติก การลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น การใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น และอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญคือ การลด CO_2 จากการเดินทางและขนส่งในชีวิตประจำวัน เช่น การลดการใช้รถส่วนบุคคล การเพิ่มการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport) ทั้งการเดินเท้าและการใช้รถจักรยาน ซึ่งไม่พึ่งพาพลังงานเชื้อเพลิงและไม่ก่อมลภาวะให้กับสังคม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นสังคม(ชุมชน)ขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเมืองหาดใหญ่ มีการเดินทางในแต่ละวันเป็นปริมาณมาก จากการศึกษาในอดีต [3] พบว่า ปริมาณความต้องการเดินทางเข้าและออกวิทยาเขต โดยพิจารณาจากบัตรอนุญาตเข้า/ออกทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ (ดังรูปที่ 1) มีปริมาณสูงถึง 20,974 คัน และ 7,693 คัน ซึ่งยังไม่รวมยานพาหนะที่ไม่มีบัตรอนุญาตอีกจำนวนมาก นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณการเดินทางในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า มีมากถึง 11,693 คน-เที่ยว ต่อชั่วโมง [3]



รูปที่ 1 สถิติจำนวนผู้ทำบัตรอนุญาตเข้าออก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555
ที่มาของมูล: กองอาคารสถานที่ ม.อ. [4]

งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรการและนโยบายส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และเพื่อพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างการใช้รถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์ และรถยนต์) รถโดยสารสาธารณะ และการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (เดินเท้าและจักรยาน) สำหรับอธิบายพฤติกรรมการเดินทางของ

นักศึกษาและบุคลากรภายใน ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ และเพื่อประเมินมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์และลดการปล่อยก๊าซ CO_2 อันจะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการผลักดันต่อไป

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์ และคณะ [5] ได้ศึกษาการดำเนินโครงการรถประจำทางด่วนพิเศษภายในเขตเมืองขอนแก่น เพื่อสนับสนุนให้เมืองขอนแก่นเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ โดยในการศึกษาได้ประเมินการลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เมื่อดำเนินโครงการรถประจำทางแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) รถประจำทางขนาดเล็ก 2) รถประจำทางด่วนพิเศษที่ไม่มีระบบเสริม (Feeder) และสถานที่จอดแล้วจร (Park & Ride) และ 3) รถประจำทางด่วนพิเศษที่มีระบบเสริมและสถานที่จอดแล้วจร นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวได้เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ระหว่างปีฐาน (พ.ศ. 2555) กับปีอนาคต (พ.ศ. 2565) โดยพบว่า รถประจำทางทั้ง 3 แบบ ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้ 5.56% 13.16% และ 26.32% ตามลำดับ

คุภกร สุทธิพันธ์ และคณะ [3] ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทาง ภายใน ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยคณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการเดินทางแบบโลจิตสองทางเลือก (Binary Logit Model) จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพการเดินทางในกรณีปัจจุบันและกรณีสมมติ (Stated Preference) ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาและบุคลากร ผลจากศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย เวลาในการเดินทางของรถโดยสารประจำทาง เวลาในการรอรถโดยสารประจำทาง ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายของรถส่วนบุคคล

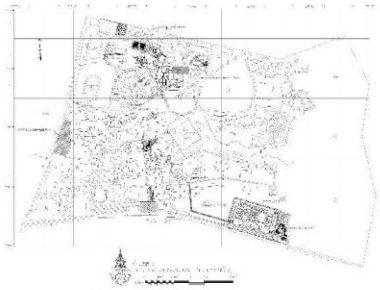
ณฤพล นิยม และคณะ [6] ได้ต่อยอดงานวิจัย [3] เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายใน ม.อ. ซึ่งพบว่า เวลาและค่าใช้จ่ายยังคงเป็นลองปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาเป็นเดินเท้าและใช้จักรยาน โดยหากมีมาตรการที่เพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคล เช่น การจำกัดพื้นที่และการเก็บค่าที่จอดรถ จะทำให้มีคนเปลี่ยนมาเดินเท้าและใช้จักรยานมากขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าว ยังไม่ได้พิจารณามาตรการส่งเสริมการใช้จักรยาน อีกทั้งจำนวนตัวอย่างที่ใช้พัฒนาแบบจำลองมีน้อย และไม่มีตัวอย่างบุคคลภายนอกที่เดินทางเข้า-ออก ม.อ. เป็นประจำ ซึ่งในบทความนี้ คณะผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนตัวอย่าง วิเคราะห์ผล และประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อทดสอบ มาตรการ รวมถึงการคำนวณปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ลดลงตามมาตรการ (รายละเอียดในหัวข้อ 3.6)

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 38 ตารางกิโลเมตร (ดังรูปที่ 2) และมีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรทั้งสิ้นประมาณ 30,000 คนต่อปี



รูปที่ 2 แผนผัง ม.อ. วิทยาเขตหาดใหญ่

3.2 การออกแบบแบบสอบถาม

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทาง 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Reveled Preference, RP) ประกอบด้วยข้อมูลการเดินทางและรูปแบบการเดินทางปัจจุบัน และข้อมูลทั่วไปของผู้เดินทาง และ 2) ข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference, SP) โดยศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เมื่อมีนโยบายหรือมาตรการที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (ตารางที่ 2)

3.3 การสำรวจข้อมูล

ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลจากนักศึกษา อาจารย์และบุคลากร ม.อ. และบุคคลภายนอก (เดินทางเข้า-ออกประจำ) จำนวน 650 คน โดยรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 1

3.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่ใช้อธิบายหรือคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลปัจจัยประกอบการคาดการณ์ เช่น ค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทาง โดยอธิบายด้วยฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility function) ซึ่งเป็นสมการแสดงความพึงพอใจและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเลือกเดินทางด้วยรูปแบบนั้นๆ

คณะผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการเดินทางทั้งหมด 5 รูปแบบ ได้แก่ เดินเท้า (Walk) รถจักรยาน (Bicycle) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle) รถยนต์ (Private car) และรถโดยสารสาธารณะ (PSU E-Bus) โดยสมการอรรถประโยชน์ดังสมการที่ (1)

$$Utility_{Mode}=Constant_{Mode}+\beta_t*(\Delta T+TT)_{Mode}+\beta_t*(\Delta C+TC)_{Mode} \quad (1)$$

โดยที่ Constant, β คือ ค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์
TT, TC คือ เวลา และค่าใช้จ่ายการเดินทาง
ΔT, ΔC คือ เวลา และค่าใช้จ่ายเดินทางที่เพิ่มขึ้น

ในบางครั้ง ค่าคงที่ (Constant) ในสมการที่ (1) อาจจำเป็นต้องมีการปรับเทียบ เพื่อให้แบบจำลองสุดท้ายที่ได้มีความแม่นยำในการคาดการณ์อรรถประโยชน์การเดินทางได้สูงสุด [7] โดยใช้สมการที่ (2)

$$Constant_{new} = Constant_{old} + \ln (P_r/P_m) \quad (2)$$

โดยที่ P_r, P_m คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจริง (Real) และสัดส่วนจากแบบจำลอง (Model)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะ	ร้อยละ	ลักษณะ	ร้อยละ
เพศ (Gender)		**อาชีพ** (Occupation)	
• เพศชาย	53.42 %	• นักศึกษาปริญญาเอก	00.00 %
• เพศหญิง	46.58 %	• อาจารย์ และบุคลากร ม.อ.	01.52 %
อายุ (Age)		• บุคคลภายนอก	41.25 %
• 15-19 ปี	07.41 %	**รายได้** (Income)	
• 20-24 ปี	53.04 %	• ต่ำกว่า 10,000 บาท	52.18 %
• 25-29 ปี	12.62 %	• 10,001-20,000 บาท	18.02 %
• 30-34 ปี	09.43 %	• 20,001-30,000 บาท	19.19 %
• 35-39 ปี	05.89 %	• 30,001-40,000 บาท	07.07 %
• มากกว่า 40 ปี	11.62 %	• 40,001-50,000 บาท	02.86 %
อาชีพ (Occupation)		• มากกว่า 50,001 บาท	00.67 %
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1	11.28 %	**การครอบครองยานพาหนะ**	
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2	14.13 %	(Vehicles Occupy)	
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3	05.22 %	• ไม่มี	16.32 %
• นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4	25.59 %	• รถจักรยาน	03.20 %
• นักศึกษาปริญญาโท	01.01 %	• รถจักรยานยนต์	52.53 %
		• รถยนต์	27.95 %

ตารางที่ 2 สถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง / สถานการณ์	การเดินเท้า		จักรยาน		จักรยานยนต์		รถยนต์		รถโดยสารสาธารณะ	
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	6	0	5	0	4	3	8	5	10	0
2	7	0	5	0	3	5	7	10	9	1
3	8	0	5	0	2	10	6	15	8	2
4	9	0	8	0	7	3	11	5	13	0
5	10	0	8	0	6	5	10	10	12	1
6	11	0	8	0	5	10	9	15	11	2
7	12	0	10	0	9	3	13	5	15	0
8	13	0	10	0	8	5	12	10	14	1
9	14	0	10	0	7	10	11	15	13	2

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง มี 2 ส่วน คือ 1) ความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง และ 2) ความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลอง (Internal Validation) เป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index) ค่านัยสำคัญทางสถิติ และความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง
- ความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง (External Validation) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการคาดการณ์หรือทำนายผลว่ามีความถูกต้องอย่างไร

3.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

คณะผู้วิจัยได้นำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน 2 ส่วน คือ 1) การประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Modal shift) จากมาตรการที่นำเสนอ และ 2) การคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การประเมินผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เป็นการนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น มาคำนวณหาสัดส่วนการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางที่เปลี่ยนไปจาก 9 มาตรการที่นำเสนอ ประกอบด้วย

1) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์
2) การจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์
3) การเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์
4) การเก็บค่าที่จอดรถยนต์
5) การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน
6) การเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน
7) การลดเวลาเดินทางของรถ PSU E-Bus
8) การลดเวลาเดินทางรถจักรยาน
9) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน

ผลการศึกษาจะนำเสนอในหัวข้อ 4.2.1

- การคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 บทความนี้ได้ประยุกต์ใช้อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะทางของยานพาหนะแต่ละประเภทดังตารางที่ 3 ผลการศึกษากล่าวในหัวข้อ 4.2.2

ตารางที่ 3 อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะทางของยานพาหนะแต่ละประเภท

รูปแบบการเดินทาง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (gCO_2/km)	รูปแบบการเดินทาง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (gCO_2/km)
รถยนต์	124.5	รถบัสขนาดใหญ่	66.8
รถจักรยานยนต์	83	รถบัสขนาดเล็ก	34.3

ที่มา: European Environment Agency [8]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

จากการพัฒนาแบบจำลองฯ เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรมีระดับความเชื่อมั่นในช่วง 90 - 99% และเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ทุกตัวเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับความจริง คือหากเวลาและค่าใช้จ่ายเดินทางเพิ่ม ค่าอรรถประโยชน์ของรูปแบบฯ นั้นๆ จะลดลง และเมื่อพิจารณา

การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10
10th National Transport Conference
การเชื่อมโยงการขนส่งอย่างปลอดภัยในอาเซียน
(Safer ASEAN Connectivity)
วันที่ 18 ธันวาคม 2558 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่

ภาพรวมของแบบจำลองฯ ซึ่งให้ร้อยละการพยากรณ์ได้ถูกต้อง ซึ่งอยู่ในระดับที่พอใช้

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)
ค่าคงที่ ($Constant_{walk}$)	0.424*
เวลาเดินทางการเดินเท้า (β_1)	-0.586***
ค่าคงที่ ($Constant_{BC}$)	-
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน (β_2)	-0.539***
ค่าคงที่ ($Constant_{mc}$)	-0.781***
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_3)	-0.419***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์(β_4)	-0.287***
ค่าคงที่ ($Constant_{pc}$)	2.199***
เวลาเดินทางรถยนต์ (β_5)	-0.491***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ (β_6)	-0.203***
ค่าคงที่ ($Constant_{Ebus}$)	-2.564**
เวลาเดินทางรถสาธารณะ (β_7)	-0.168**
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถสาธารณะ (β_8)	-1.633***
จำนวนตัวอย่าง	650
Likelihood ratio index; σ^2	0.211

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90%, 95% และ 99%

จากผลแบบจำลองในตารางที่ 4 เมื่อนำไปทดสอบการคาดการณ์ส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งพบว่าผลที่ได้ยังคงมีความคาดเคลื่อนอยู่ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับแก้ค่าคงที่ (Constant) โดยใช้สมการที่ (2) ซึ่งทำให้ค่าร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเพิ่มขึ้น เป็น 45.53% (จากเดิม 26.13%) ซึ่งแสดงผลการปรับแก้สมการอรรถประโยชน์ ดังนี้

$Utility_{walk} = 0.257 - 0.586*(\Delta T-TT)_{walk}$

$Utility_{Bicycle} = -2.500 - 0.539*(\Delta T-TT)_{Bicycle}$

$Utility_{MC} = 0.315 - 0.419*(\Delta T-TT)_{MC} - 0.287*(\Delta C-TC)_{MC}$

$Utility_{PC} = 2.177 - 0.491*(\Delta T-TT)_{PC} - 0.203*(\Delta C-TC)_{PC}$

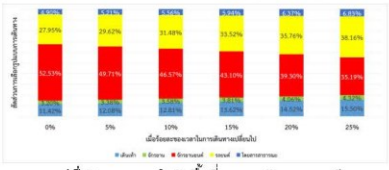
$Utility_{Ebus} = -2.612 - 0.168*(\Delta T-TT)_{Ebus} - 1.633*(\Delta C-TC)_{Ebus}$

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ

4.2.1 การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Modal shift)

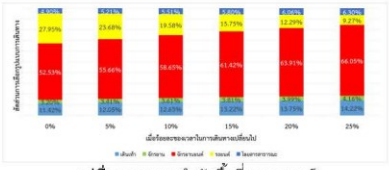
คณะผู้วิจัยได้ประเมินผลจากมาตรการที่นำเสนอในหัวข้อ 3.6 พบว่า

มาตรการที่ 1) เป็นการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาหาที่จอดรถเพิ่มขึ้น 5-25% จากเดิม จากรูปที่ 3 พบว่า สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ลดลงจาก 52.53% เหลือเพียง 35.19% เมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้น 25% (1.5 นาที)



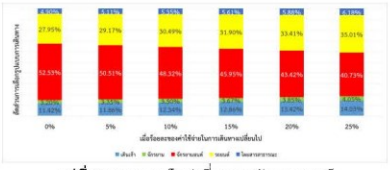
รูปที่ 3 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์

คล้ายกับมาตรการที่ 1) มาตรการที่ 2) จำกัดพื้นที่จอดรถยนต์ จากรูปที่ 4 พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ลดลงเหลือ 9.27% เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 25% (2.5 นาที)



รูปที่ 4 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถยนต์

ส่วนมาตรการที่ 3) เป็นการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากเดิม 5-25% รูปที่ 5 พบว่า ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ลดลงเหลือ 40.73% เมื่อค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 25% (1.5 บาท)

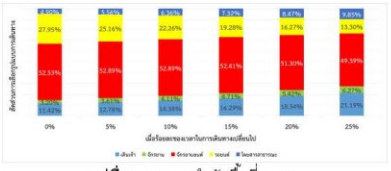


รูปที่ 5 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์

ส่วนการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ (มาตรการที่ 4) รูปที่ 6 พบว่า เมื่อค่าใช้จ่ายเพิ่ม 25% (2.5 บาท) ทำให้การใช้รถยนต์ลดลงเหลือ 18.31%

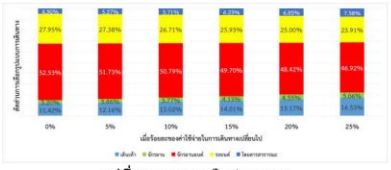
รูปที่ 6 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถยนต์

หากจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (มาตรการที่ 5) รูปที่ 7 พบว่า เมื่อเวลาเดินทางเพิ่มขึ้น 25% (1.5 และ 2.5 นาที) สัดส่วนผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์เหลือ 49.39% และ 13.30% ตามลำดับ

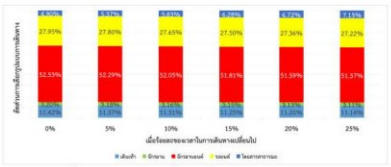


รูปที่ 7 มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถ
ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน

หากเก็บค่าจอดรถทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ (มาตรการที่ 6) เพิ่มขึ้น 25% (1.5 และ 2.5 บาท) รูปที่ 8 พบว่า ผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์เหลือ 46.92% และ 23.91% และทำให้ผู้เดินเท้าเพิ่มเป็น 16.53%



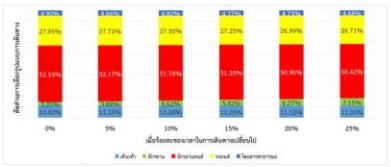
รูปที่ 8 มาตรการเก็บค่าจอดรถ
ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน



รูปที่ 9 มาตรการลดเวลาเดินทางรถ PSU E-Bus

สำหรับการลดเวลาการเดินทางของรถ PSU E-Bus (มาตรการที่ 7) รูปที่ 9 พบว่าเมื่อเวลาเดินทางลดลง 25% (3 บาท) ทำให้ผู้ใช้รถ PSU E-Bus เพิ่มเป็น 7.15% (เดิม 4.90%) ซึ่งยังไม่สูงมากนัก

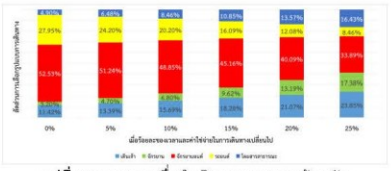
หากมีการลดเวลาเดินทางรถจักรยาน (ทำทางจักรยานเฉพาะเพื่อให้มีระยะการเดินทางสั้น หรือการมีรถจักรยานไฟฟ้าให้ยืม) ในมาตรการที่ 8 จากรูปที่ 10 พบว่า สัดส่วนผู้ใช้จักรยานเพิ่มขึ้นถึง 7.15% เมื่อเวลาเดินทางลดลง 25% (2 นาที)



รูปที่ 10 มาตรการลดเวลาเดินทางรถจักรยาน

และหากมีทุกมาตรการพร้อมกัน (มาตรการที่ 9) รูปที่ 11 พบว่า ผู้ใช้จักรยาน ผู้เดินเท้า และผู้ใช้รถ

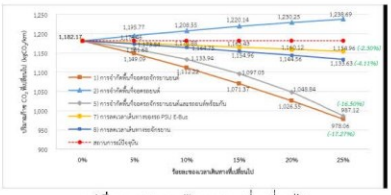
PSU E-Bus ได้เพิ่มขึ้นถึง 17.38%, 23.85% และ 16.43% ตามลำดับ



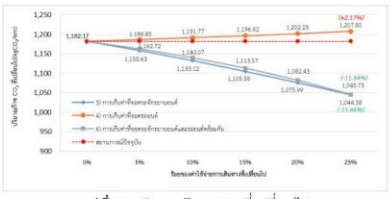
รูปที่ 11 มาตรการเมื่อดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน

4.2.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2

ผลจากหัวข้อที่ 4.2.1 สามารถนำมาใช้คาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ปัจจุบันภายในวิทยาเขต ดังรูปที่ 12 – 13 ซึ่งมีหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นต่อระยะการเดินทางหนึ่งกิโลเมตร ($kgCO_2/km$)พบว่า การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 มากสุด (ลดลง 17.27%) รองลงมา คือ การจำกัดพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์พร้อมกัน (ลดลง 16.50%) และการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ (ลดลง 11.66%) และเมื่อดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน จะลดปริมาณก๊าซ CO_2 ได้มากถึง 43.25%



รูปที่ 12 ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนไป
จากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับเวลาในการเดินทาง



รูปที่ 13 ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนไป
จากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) รถโดยสารสาธารณะ (PSU E-Bus) และการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (เดินเท้าและจักรยาน) และประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินผลจากมาตรการต่างๆ ที่สนับสนุนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคลมาเป็นรถโดยสารสาธารณะและการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ และคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 รวมของการเดินทางภายใน ม.อ. ที่เปลี่ยนไปจากการดำเนินการมาตรการต่างๆ จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อมีการดำเนินมาตรการทุกมาตรการพร้อมกัน สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในวิทยาเขตได้ถึงร้อยละ 43.25 จากสถานการณ์ปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในอนาคต ควรพิจารณาการพัฒนาแบบจำลองฯ โดยแยกกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายในออกจากกัน เนื่องจากบุคคลแต่ละกลุ่มอาจตอบสนองต่อมาตรการที่นำเสนอแตกต่างกัน

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี และผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาศิษย์ก้นกฏิ ประจำปีงบประมาณ 2557

7. บรรณานุกรม

[1] Korea Energy Economics Institute: KEEI. “Greenhouse gas emission in the transportation sector”, Sustainable Urban Transport Project (The Avoid, Shift, Improve Strategy), 2010.

[2] United States Environmental Protection Agency: EPA. “Sources of Greenhouse Gas Emissions, Total U.S. Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector in 2012”, Website: http://www.epa.gov/

[3] ศุภกร สุทธิพันธ์, การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางใน ม.อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พ.ศ. 2557

[4] กองอาคารสถานที่ สำนักอธิการบดี, ระบบสาระสนเทศ ม.อ. http://www.planning.psu.ac.th (สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557), พ.ศ.2556

[5] ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์. (2556). การศึกษารถประจำทางด่วนพิเศษเพื่อสนับสนุนเมืองคาร์บอนต่ำ: กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[6] ณฤพล นิยม และและ ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2558). *การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายใน ม.อ.*, ATRANS SYPOSIUM 2015, กรุงเทพมหานคร, 21 สิงหาคม 2558.

[7] Jaensirisak, S. and S. Paksarsawan (2004), "The effect of accessibility on mode choice for shopping trip", paper presented at Access to Destination Conference, 8-9 November 2004, University of Minnesota, USA.

[8] European Environment Agency. 2013. CO_2 Emissions per Passenger. (Accessed September 10, 2015).

การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10

The 10th National Transport Conference

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ณฤพล นิยม , ปรเมศวร์ เหลือเทพ , สิทธา เจนศิริศักดิ์

นำเสนอบทความ

เรื่อง การศึกษามาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางนำ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สู่สังคมคาร์บอนต่ำ

ในการประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10

วันที่ 18 ธันวาคม 2558

ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติเอ็มเพรส โรงแรมดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่

(นายอรวิทย์ เหมะจุฑา)
ประธานคณะอนุกรรมการสาขาวิศวกรรมจราจรและขนส่ง
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

(นายพิศักดิ์ จิตวิริยะวศิน)
อธิบดี
กรมทางหลวงชนบท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ วรยศ)
คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทความวิจัย วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559

มาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในชุมชนที่ใช้ยานยนต์เป็นหลัก กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Measures Supporting Non-Motorized Transports in a Motorized Community: A Case Study of Prince of Songkla University

ณฤพล นิยม*[1] ปรเมศวร์ เหลือเทพ[2]

[1, 2]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

Naruphol Niyom*[1] Paramet Luathep[2]

[1, 2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University,

Hat Yai, Songkhla 90112

Tel: 074-287-015 E-mail: naruphol@outlook.com

บทคัดย่อ

การเดินและการใช้รถจักรยาน เป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่นิยมในต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทย การเดินทางด้วยรูปแบบดังกล่าวยังเป็นประเด็นท้าทายอย่างยิ่งสำหรับหน่วยงานวางแผนและจัดการการขนส่ง บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในชุมชนที่ใช้ยานยนต์เป็นหลักโดยใช้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นกรณีศึกษา บทความนี้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์ รถยนต์รถโดยสารประจำทาง รถจักรยาน และการเดิน ของกลุ่มตัวอย่างผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก และได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่มีต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่า ปัจจัยเวลาส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางมากกว่าปัจจัยค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ส่วนมาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่แท้จริง ควรบูรณการมาตรการเพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถส่วนตัว กับมาตรการปรับปรุงทางการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ จะทำให้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มบุคคลภายนอกและกลุ่มนักศึกษา และทำให้การปล่อยก๊าซ CO_2 ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 62.6

คำหลัก: การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์, แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง, การปล่อยก๊าซ CO_2

Abstract

Walking and cycling are popular modes of non-motorized transports in many foreign countries. However, in Thailand, the use of non-motorized transports is a challenge for transport planning and management authorities. The purpose of this article is to study the measures enhancing non-motorized transports (NMT) in a motorized community. The Prince of Songkla University (PSU) was selected as a case study. The paper presents the development of the mode choice models among motorcycle, personal car, public bus, bicycle and pedestrian of the three traveler groups including student, staff, and others. By applying the developed models, the paper presents the evaluation of the impacts of measures enhancing the NMT on the modal shifts and the change of CO_2 emissions. The results show that the travel time would result in high impact on the modal shifts rather than the travel cost. The significant NMT supporting measure is to integrate both the measures relating to travel time and cost of private vehicle and the measures improving the NMT. This measure would increase the modal share of the NMT, especially on the others and student groups, and would reduce the CO_2 emissions 62.6%.

Keywords: Non-motorized Transports, Mode Choice Model, CO_2 Emission

1. บทนำ

การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดินและการใช้จักรยาน เป็นรูปแบบการเดินทางที่เน้นการใช้พลังงานจากคนเป็นหลัก และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนิยมอย่างแพร่หลายในเมืองและชุมชนในต่างประเทศ และมีการรณรงค์และผลักดันอย่างต่อเนื่องให้เมืองที่น่าอยู่กลายเป็นสังคมไร้เครื่องยนต์ ตลอดจนการสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับที่มีประสิทธิภาพ เช่น ทางเดิน ทางจักรยาน จุดจอดจักรยาน อีกทั้งการให้ความสำคัญต่อสิทธิ์ในการข้ามถนน ความมั่นใจในความปลอดภัย และความสะดวกสบายในการเดินทาง

จากการจัดอันดับเมืองที่มีสัดส่วนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากที่สุด 3 อันดับแรก [1] พบว่า อันดับที่ 1 คือ กรุงอัมสเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีสัดส่วนมากถึง 40% ของการเดินทางทั้งหมด รองลงมา คือ เมืองโบโกตา ประเทศโคลัมเบีย ซึ่งนิยมใช้จักรยานอันเป็นผลมาจากการรณรงค์ของรัฐบาลมากถึง 38% และอันดับที่ 3 คือ กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก มีประมาณ 32%

สำหรับประเทศไทย การรณรงค์และผลักดันแนวคิดสังคมไร้เครื่องยนต์ยังขาดความต่อเนื่องและยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากสังคมไทยคุ้นชินและยึดติดกับการใช้รถส่วนบุคคลในการเดินทาง จากสถิติจำนวนรถใหม่จดทะเบียนสะสมระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2558 ของกรมการขนส่งทางบก [2] พบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 3,560,222 คัน เป็น 7,742,434 คัน (เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 13% ต่อปี) ส่วนรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นจาก 15,961,927 คัน เป็น 20,308,201 คัน (เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3% ต่อปี) แนวโน้มการเพิ่มขึ้นดังกล่าวมีส่วนทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปล่อยจากรถกลุ่มดังกล่าวเพิ่มสูงตามมา จากรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2543 - 2555 [3] พบว่า ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการคมนาคมและขนส่งมากถึง 64.23 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2$-eq) หรือคิดเป็น 25.05% จากทุกภาคส่วน ซึ่งเทียบเท่ากับการต้องปลูกป่าเบญจพรรณเพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าวประมาณ 334,768 ไร่/ปี (ประมาณการจาก [4])

การลดการปล่อยก๊าซ CO_2 จากภาคการคมนาคมด้วยการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การเดินและการใช้จักรยาน) จึงเป็นทางเลือกต้น ๆ ที่หลายหน่วยงานพยายามรณรงค์และผลักดันให้เกิดเป็นรูปธรรมในเขตเมืองและชุมชน ดังกรณีนโยบายการส่งเสริมการใช้จักรยานของภาครัฐ ที่ส่งเสริมให้มีเส้นทางจักรยานที่ปลอดภัย และสามารถเชื่อมโยงให้เกิดการเดินทางและการท่องเที่ยวได้อย่างสะดวก ส่งผลให้จำนวนผู้ขี่จักรยานในทุกภูมิภาคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [5]

งานวิจัยในประเทศไทยมีหลากหลายที่ได้ศึกษานโยบายและมาตรการที่สนับสนุนรูปแบบการเดินทางที่ช่วยการลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เช่น การศึกษาการใช้รถประจำทางด่วนพิเศษเพื่อสนับสนุนให้เมืองขอนแก่นเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ [6] การศึกษาการใช้รถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัย [7] เป็นต้น และงานวิจัยส่วนใหญ่มีการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโดยเน้นที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะเป็นหลัก เช่น [8, 9] แต่มีงานวิจัยส่วนน้อย เช่น [10,11] ที่ศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินและการใช้จักรยานเปรียบเทียบกับการใช้รถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์)

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในชุมชนที่นิยมใช้ยานยนต์ โดยเลือกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา และเพื่อประเมินผลมาตรการดังกล่าวในพื้นที่ศึกษา โดยการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิต (Multinomial Logit Models) ซึ่งพิจารณารูปแบบการเดิน รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถโดยสารประจำทาง ของกลุ่มนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอกที่เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา มาตรการที่พิจารณาในการศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ด้านหลัก คือ มาตรการด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และมาตรการด้านเวลาในการเดินทาง ผลการศึกษานี้ จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบพิจารณาประยุกต์ใช้มาตรการเพื่อสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่ศึกษา และยังแนวทางให้กับพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

บทความนี้ ประกอบด้วย 5 หัวข้อ หัวข้อถัดไปเป็นการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนวิธีศึกษากล่าวในหัวข้อที่ 3 สำหรับผลการศึกษานำเสนอในหัวข้อที่ 4 และหัวข้อที่ 5 เป็นการสรุปผลและข้อเสนอแนะของงานวิจัย

2. การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศไทย งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มีอยู่หลากหลาย เช่น โสมสกาว เพชรานนท์ และวลัยภรณ์ อัตตะนันทน์ [11] ได้ศึกษาการเต็มใจจ่ายเพื่อใช้ช่องทางจักรยานในกรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่ามีผู้ใช้เพียงร้อยละ 40 เท่านั้น ที่เต็มใจจ่ายค่าบริการช่องทางจักรยาน และยังพบว่า ระดับการศึกษา การมีส่วนร่วมในสิ่งแวดล้อม อาชีพ ราคาจักรยาน ความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐาน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเต็มใจจ่าย

ส่วน เอกชัย รัตนโอภา และวิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ [12] ได้พัฒนาแบบจำลองดัชนีชี้วัดการใช้จักรยานร่วมกับกระแสจราจรบนถนนในกรุงเทพมหานคร โดยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้จักรยานร่วมกับกระแสจราจร ได้แก่ ปริมาณการจราจร การตีเส้นแบ่งช่องทางจักรยาน ความเร็วของกระแสจราจร กิจกรรมบริเวณข้างทาง และความกว้างของทางจักรยาน

นอกจากนี้ นฤมล พูลกสิวิทย์ และเจษฎา ทาสอน [13] ได้ศึกษานโยบายส่งเสริมการใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งพบว่า ปัญหาและอุปสรรคในการใช้จักรยาน ได้แก่ การขาดร่มเงา การขาดแคลนจุดจอดรถจักรยานที่มีประสิทธิภาพ จุดขัดแย้งระหว่างทางจักรยานและทางรถจักรยานยนต์ และจุดบริการจักรยานไม่เพียงพอ นอกจากนี้ ยังพบว่า การรับฟังความคิดเห็นและความต้องการของนิสิตและบุคลากร เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การดำเนินนโยบายของมหาวิทยาลัยฯ สอดคล้องต่อความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มเป้าหมาย

วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ [14] ได้ศึกษาวิธีส่งเสริมการใช้จักรยานในชีวิตประจำวันของคนกรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่า นโยบายและแผนสนับสนุนการใช้จักรยาน เป็นสิ่งที่ผู้ใช้จักรยานให้ความสำคัญมากที่สุด และผู้ใช้จักรยานต้องการให้ดำเนินการในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างโครงข่ายเส้นทางจักรยานที่เชื่อมโยงต่อเนื่อง พร้อมมีป้ายแสดงเส้นทางเพียงพอและเหมาะสม การสร้างทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับการใช้จักรยานให้กับประชาชน การให้สิทธิพิเศษแก่ผู้ขี่จักรยานมาทำงาน การสร้างจุดจอดจักรยานที่ปลอดภัย การจัดช่องทางจักรยานแยกจากช่องทางรถยนต์และคนเดิน เป็นต้น การศึกษาดังกล่าวยังได้นำเสนอประเด็นการปรับปรุงทางเท้าให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสม โดยมีกรณีตัวอย่างการปรับปรุงผิวทางเท้าบริเวณถนนพุทธบูชา เลียบรั้วมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเลียบรั้วสวนธนบุรีรมย์ ซึ่งเป็นเส้นทางเดินที่สำคัญสำหรับนักเรียน นักศึกษา และประชาชน โดยความกว้างของทางเท้าเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร แต่ใช้งานได้จริงไม่ถึง 1 เมตร เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางบนทางเท้า ในการศึกษาได้มีการนำเสนอการปรับปรุงพื้นที่ทางเท้าให้สามารถกลับมาใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการรื้อถอนขอบคันหินรอบต้นไม้ยืนต้นและพุ่มไม้เตี้ย รวมถึงสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ซึ่งนับเป็นความท้าทายในการจัดการทางเท้าของภาครัฐ

นอกจากงานวิจัยข้างต้นที่เน้นศึกษานโยบายและมาตรการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพเพื่อส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์แล้ว ยังมีงานวิจัยอีกกลุ่มที่ศึกษาการประเมินผลประสิทธิภาพจากนโยบายหรือมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ งานวิจัยลักษณะนี้นิยมประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบจำลองโลจิตของการเลือกรูปการเดินทางสองทางเลือก (Binary logit model) แบบจำลองโลจิตของการเลือกรูปแบบการเดินทางหลายทางเลือก (Multinomial logit model) แบบจำลองโลจิตการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบชั้น (Nested logit model) และแบบจำลองโลจิตการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบผสม (Mixed logit model) ตัวอย่างงานวิจัยเช่น ณฤพล นิยม และคณะ [10] ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Multinomial logit model เพื่อศึกษาปัจจัยเวลาและค่าใช้จ่ายที่ส่งผลต่อการเดินและการใช้จักรยานภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ของกลุ่มนักศึกษา ซึ่งพบว่า หากมีมาตรการที่เพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เช่น การควบคุมพื้นที่จอดรถ (ต้องใช้เวลาเดินทางเพิ่มขึ้นเพื่อหาที่จอดรถ) และการเก็บค่าที่จอดรถ (เพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทาง) จะทำให้นักศึกษาที่นิยมใช้รถส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) มีแนวโน้มเปลี่ยนมาเดินและใช้จักรยานมากขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าว ยังไม่ได้พิจารณามาตรการส่งเสริมการใช้จักรยาน อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างยังไม่ได้ครอบคลุมกลุ่มประชากรที่เป็นบุคลากรภายในและบุคคลภายนอกที่เดินทางภายในวิทยาเขตเป็นประจำ

บทความนี้จึงเพิ่มเติมประเด็นดังกล่าว และศึกษาการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนแปลงจากมาตรการส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยาน

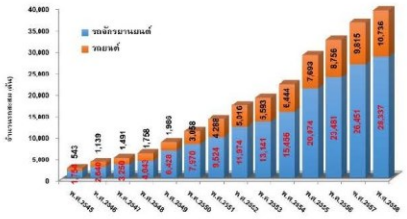
3. ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้ มีระเบียบวิธีวิจัย 6 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

รูปที่ 1 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นสังคมใหญ่แห่งหนึ่งในตัวเมืองหาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 38 ตารางกิโลเมตร มีนักศึกษาและบุคลากรประมาณ 30,000 คนต่อปี [15] มีการเดินทางในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน(เช้า) มากถึง 11,693 คน-เที่ยว ต่อชั่วโมง [7] นอกจากนี้ จากสถิติจำนวนรถส่วนตัวของนักศึกษาและบุคลากรที่มีบัตรอนุญาตเข้าและออกพื้นที่ศึกษา (ดังรูปที่ 2) พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจำนวนรถจักรยานยนต์และรถยนต์ที่มีบัตรอนุญาตเข้าและออก ณ พ.ศ. 2558 มีมากถึง 28,337 คัน และ 10,736 คัน ตามลำดับ ทั้งนี้ยังไม่รวมรถที่ไม่มีบัตรอนุญาตของนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก อีกจำนวนมาก



รูปที่ 2 จำนวนรถส่วนตัวที่มีบัตรอนุญาตเข้าและออกพื้นที่ศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2545-2558 [15]

3.2 การออกแบบแบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทาง

บทความนี้ได้สำรวจข้อมูลการเดินทาง 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลการเดินทางในสถานการณ์ปัจจุบัน (Revealed Preference หรือ RP) ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้เดินทาง รวมทั้งข้อมูลรูปแบบและลักษณะการเดินทางในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย การเดิน รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถโดยสารประจำทาง (รถไฟฟ้า) และส่วนที่ 2) ข้อมูลการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (Stated Preference หรือ SP)

สำหรับการกำหนดสถานการณ์สมมติของการเลือกรูปแบบการเดินทาง (อ้างอิงวิธีการจาก [8]) บทความนี้ได้พิจารณาเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ย จากการสุ่มสำรวจระยะการเดินทางเฉลี่ยของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจัดกลุ่มได้ 3 ช่วง คือ 1) น้อยกว่า 500 เมตร (สถานการณ์ที่ 1-3) 2) ระยะ 500-1,500 เมตร (สถานการณ์ที่ 4-6) และระยะ 1,500-2,000 เมตร (สถานการณ์ที่ 7-9) และโดยทั่วไปผู้คนใช้เวลาเดินเท้าประมาณ 5-15 นาที ส่วนจักรยาน 5-10 นาที รถจักรยานยนต์ 2-10 นาที รถยนต์ 6-14 นาที และรถโดยสารประจำทาง 8-15 นาที ส่วนค่าใช้จ่ายในการเดินทางอยู่ในช่วง 0-15 บาทต่อครั้ง

บทความนี้ได้พิจารณาปัจจัยเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ในการกำหนดสถานการณ์สมมติ (ตารางที่ 1) โดยให้เวลาและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของการเดินทางในแต่ละกลุ่มช่วงระยะทางข้างต้น มีการเปลี่ยนแปลงได้ 3 ระดับ ยกเว้นการเดินและการใช้จักรยานที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ดังนั้น จำนวนสถานการณ์สมมติที่เป็นไปได้ จึงเท่ากับ 3^6 = 6,561 กรณี บทความนี้ได้ประยุกต์ใช้ Factional factorial design [16] และตัดกรณีที่เงื่อนไขไม่สอดคล้องกับความจริงหรือง่ายต่อการเลือกออก และคงเหลือไว้ 9 กรณี ตามตารางที่ 1

3.3 การสำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นถูกใช้สำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยสุ่มสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา บุคลากร (รวมอาจารย์) และบุคคลภายนอก ที่เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเป็นประจำ รวม 650 คน ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสถานการณ์สมมติสำหรับการเลือกรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง / สถานการณ์	การเดิน		จักรยาน		จักรยานยนต์		รถยนต์		รถโดยสารประจำทาง	
	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	6	0	5	0	4	3	8	5	10	0
2	7	0	5	0	3	5	7	10	9	1
3	8	0	5	0	2	10	6	15	8	2
4	9	0	8	0	7	3	11	5	13	0
5	10	0	8	0	6	5	10	10	12	1
6	11	0	8	0	5	10	9	15	11	2
7	12	0	10	0	9	3	13	5	15	0
8	13	0	10	0	8	5	12	10	14	1
9	14	0	10	0	7	10	11	15	13	2

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะ	ร้อยละ	ลักษณะ	ร้อยละ
เพศ (Gender)		**อาชีพ (Occupation)**	
- ชาย	53.42	- นักศึกษาปริญญาเอก	06.12
- หญิง	46.58	- บุคลากร (รวมอาจารย์)	19.45
อายุ (Age)		- บุคคลภายนอก	30.03
- 15-19 ปี	07.41	**รายได้ (Income)**	
- 20-24 ปี	53.04	- ต่ำกว่า 10,000 บาท	52.18
- 25-29 ปี	12.62	- 10,001-20,000 บาท	18.02
- 30-34 ปี	09.43	- 20,001-30,000 บาท	19.19
- 35-39 ปี	05.89	- 30,001-40,000 บาท	07.07
- มากกว่า 40 ปี	11.62	- 40,001-50,000 บาท	02.86
อาชีพ (Occupation)		- มากกว่า 50,001 บาท	00.67
- นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1	08.84		
- นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2	09.53	**สัดส่วนรูปแบบการเดินทาง (Mode share)**	
- นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3	07.38	- รถโดยสารประจำทาง (รถไฟฟ้า)	04.90
- นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4	12.59	- รถจักรยาน	03.20
- นักศึกษาปริญญาโท	06.37	- เดินเท้า	11.42
		- รถยนต์	27.95
		- รถจักรยานยนต์	52.53

3.4 การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ถูกพัฒนาขึ้น ในรูปแบบของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility function) [17, 18] ซึ่งเป็นสมการที่แสดงความพึงพอใจและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เดินทางเมื่อเลือกเดินทางด้วยรูปแบบนั้น โดยเขียนได้ดังสมการที่ (1)

$$Utility_{mode} = Constant_{mode} + \beta_{Tmode}(\Delta T + TT) + \beta_{Cmode}(\Delta C + TC) \quad (1)$$

โดยที่

$Constant_{mode}$ คือ ค่าคงที่ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง (*mode*)

TT, TC คือ เวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางปัจจุบัน

$\Delta T, \Delta C$ คือ เวลาและค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เปลี่ยนแปลง

β_{Tmode} คือ สัมประสิทธิ์ของเวลาของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

β_{Cmode} คือ สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายของแต่ละรูปแบบการเดินทาง

ค่าคงที่ในสมการที่ (1) อาจต้องมีการปรับเทียบเพื่อให้แบบจำลองมีความสามารถในการคาดการณ์ได้อย่างถูกต้อง [19] โดยใช้สมการที่ (2)

$$Constant_{new} = Constant_{old} + In(P_r / P_m) \quad (2)$$

โดยที่ P_r คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจริง (*real*)

P_m คือ สัดส่วนรูปแบบการเดินทางจากแบบจำลอง (*model*)

อย่างไรก็ตาม บทความนี้ได้มีการพัฒนาแบบจำลองข้างต้น ออกเป็น 4 กลุ่มแบบจำลอง ประกอบด้วย 1) แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง 2) แบบจำลองกลุ่มนักศึกษา 3) แบบจำลองกลุ่มบุคลากร และ 4) แบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก ผลการศึกษากล่าวในหัวข้อ 4.1

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ในบทความนี้ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ถูกตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาใน 2 ส่วน คือ 1) ความน่าเชื่อถือภายในของแบบจำลอง (Internal Validation) และ 2) ความน่าเชื่อถือภายนอกของแบบจำลอง (External Validation) ส่วนแรกเป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index) ค่านัยสำคัญทางสถิติ และความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง สำหรับส่วนที่สอง เป็นการตรวจสอบความสามารถในการคาดการณ์หรือทำนายผลว่ามีความถูกต้องอย่างไร รายละเอียดการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง สามารถดูตัวอย่างได้จาก [20,21]

3.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ใน 2 ส่วน คือ 1) การประเมินผลมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง และ 2) การคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เปลี่ยนไปจากมาตรการที่นำเสนอ

มาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่พิจารณาในบทความนี้อ้างอิงจากมาตรการสำหรับการสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ [22] และพิจารณา 5 มาตรการ ประกอบด้วย 1) การควบคุมที่จอดรถ 2) การเก็บค่าที่จอดรถ 3) การปรับปรุงบริการรถโดยสารประจำทาง (รถบัสไฟฟ้า) 4) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยาน และ 5) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน ผลการศึกษานำเสนอในหัวข้อ 4.2.1

สำหรับการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง เป็นการนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาคำนวณหาสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรการทั้ง 5 ข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ส่วนการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2 บทความนี้ประยุกต์ใช้วิธี Bottom-Up2 [6] โดยนำข้อมูลปริมาณการจราจรบนโครงข่ายการเดินทางที่ได้จากการคาดการณ์สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางในขั้นตอนก่อนหน้านี้ แล้วคูณด้วยอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะทางการเดินทางของยานพาหนะแต่ละประเภท [23] (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4) ผลการศึกษานำเสนอไว้ในหัวข้อ 4.2.2

ตารางที่ 3 ระดับของการดำเนินการในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ระดับของการดำเนินการ เมื่อเวลา/ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไป						หน่วย
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	
1) การควบคุมที่จอดรถ (เวลาเดินทางเพิ่มขึ้น)							
- รถจักรยานยนต์	0.0	+0.3	+0.5	+0.9	+1.0	+1.5	นาที
- รถยนต์	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5	นาที
2) การเก็บค่าที่จอดรถ (ค่าใช้จ่ายเดินทางเพิ่มขึ้น)							
- รถจักรยานยนต์	0.0	+0.3	+0.6	+1.0	+1.2	+1.5	บาท
- รถยนต์	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5	บาท
3) การปรับปรุงบริการรถโดยสารประจำทาง (เวลาเดินทางลดลง)	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.5	-3.0	นาที
4) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยาน (เวลาเดินทางลดลง)	0.0	-0.4	-0.8	-1.0	-1.5	-2.0	นาที

ตารางที่ 4 อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะทาง

รูปแบบการเดินทาง	อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อระยะทาง (gCO_2/km)
รถยนต์	124.5
รถจักรยานยนต์	83.0
รถบัสขนาดใหญ่	66.8
รถบัสขนาดเล็ก	34.3

ที่มา: European Environment Agency [23]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

จากการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางของทั้ง 4 กลุ่มผู้เดินทาง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลอง ($\beta_{T,mode}$ และ $\beta_{C,mode}$) ก่อนการปรับเทียบค่าคงที่ ($Constant_{old}$) ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง แสดงในตารางที่ 5 และ 6 อย่างไรก็ตาม เพื่อให้แบบจำลองสามารถคาดการณ์สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางกรณีปัจจุบันได้ความถูกต้องแม่นยำ ค่า $Constant_{old}$ ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ได้ถูกปรับเทียบอีกครั้งโดยใช้สมการที่ 2 และกำหนดให้ $\beta_{T,mode}$ และ $\beta_{C,mode}$ มีค่าคงเดิม จนได้ผลหลังการปรับเทียบค่าคงที่ ($Constant_{new}$)

จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในแบบจำลองด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index) ซึ่งควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป [20] พบว่า ทั้ง 4 แบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนการพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติของทั้ง 4 แบบจำลอง พบว่า อยู่ในช่วงระดับความเชื่อมั่นที่ 90%-99% และจากการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง ยังพบว่า มีความสอดคล้องกับความเป็นจริง

สำหรับการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกแบบจำลอง พบว่า ทั้ง 4 แบบจำลอง ให้ค่าร้อยละการคาดการณ์ที่ถูกต้องได้ 45.53% , 39.07% ,37.07% และ 45.33% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่สามารถนำไปใช้งานได้

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทางและแบบจำลองกลุ่มบุคลากร

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร (β)			
	แบบจำลองทุกกลุ่มผู้เดินทาง		แบบจำลองกลุ่มบุคลากร	
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**0.4238 ***	**0.2570**	**4.9958 *****	**9.1660**
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-0.5860 ***	-0.5860 ***	-1.1970 ***	-1.1970 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-2.5000**	**-**	**-2.3536**
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน (β_{Tbc})	-0.5390 ***	-0.5390 ***	-0.0705 ***	-0.0705 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**-0.7807 ***	**0.3150**	**1.9072 *****	**1.2019**
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Tbc})	-0.4190 ***	-0.4190 ***	-0.8580 ***	-0.8580 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Cbc})	-0.2870 ***	-0.2870 ***	-0.4670 ***	-0.4670 ***
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**2.1993 *****	**2.1770**	**6.2318 *****	**10.4765**
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.4910 ***	-0.4910 ***	-0.8346 ***	-0.8346 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ ($\beta_{C,pc}$)	-0.2030 ***	-0.2030 ***	-0.3623 ***	-0.3623 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Bus}$)	**-2.5637 ****	**-2.6120**	**7.8112 *****	**9.3283**
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Bus}$)	-0.1680 **	-0.1680 **	-1.1519 ***	-1.1519 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Bus}$)	-1.6330 ***	-1.6330 ***	-0.3853 ***	-0.3853 ***
จำนวนตัวอย่าง	**650**		**515**	
Likelihood ratio index (σ^2)	**0.211**		**0.201**	
ร้อยละการคาดการณ์ที่ถูกต้อง	**45.53**		**37.07**	

หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90%, 95% และ 99%

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองกลุ่มนักศึกษาและแบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร (β)			
	แบบจำลองกลุ่มนักศึกษา		แบบจำลองกลุ่มบุคคลภายนอก	
	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่	ก่อนปรับเทียบค่าคงที่	หลังปรับเทียบค่าคงที่
ค่าคงที่การเดิน ($Constant_{walk}$)	**4.0872 *****	**7.2474**	**4.4831 *****	**4.5883**
เวลาเดินทางการเดิน ($\beta_{T,walk}$)	-1.0940 ***	-1.0940 ***	-1.2724 ***	-1.2724 ***
ค่าคงที่รถจักรยาน ($Constant_{bc}$)	**-**	**-5.5030**	**-**	**-1.4427**
เวลาในการเดินทางรถจักรยาน (β_{Tbc})	-0.6560 ***	-0.6560 ***	-0.8936 ***	-0.8936 ***
ค่าคงที่รถจักรยานยนต์ ($Constant_{mc}$)	**1.8872 *****	**5.1772**	**0.2503 ***	**2.5590**
เวลาเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Tbc})	-0.7620 ***	-0.7620 ***	-0.8666 ***	-0.8666 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถจักรยานยนต์ (β_{Cbc})	-0.4960 ***	-0.4960 ***	-0.5332 ***	-0.5332 ***
ค่าคงที่รถยนต์ ($Constant_{pc}$)	**5.1387 *****	**6.6820**	**5.0565 *****	**6.6921**
เวลาเดินทางรถยนต์ ($\beta_{T,pc}$)	-0.7477 ***	-0.7477 ***	-0.9501 ***	-0.9501 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถยนต์ (β_{C_pc})	-0.3350 ***	-0.3350 ***	-0.4188 ***	-0.4188 ***
ค่าคงที่รถประจำทาง ($Constant_{Bus}$)	**6.0893 *****	**5.1591**	**7.7970 *****	**2.6591**
เวลาเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{T,Bus}$)	-1.0500 ***	-1.0500 ***	-1.2551 ***	-1.2551 ***
ค่าใช้จ่ายเดินทางรถประจำทาง ($\beta_{C,Bus}$)	-0.2083 **	-0.2083 **	-0.3849 ***	-0.3849 ***
จำนวนตัวอย่าง	**991**		**542**	
Likelihood ratio index (σ^2)	**0.230**		**0.214**	
ร้อยละการคาดการณ์ที่ถูกต้อง	**39.07**		**45.33**	

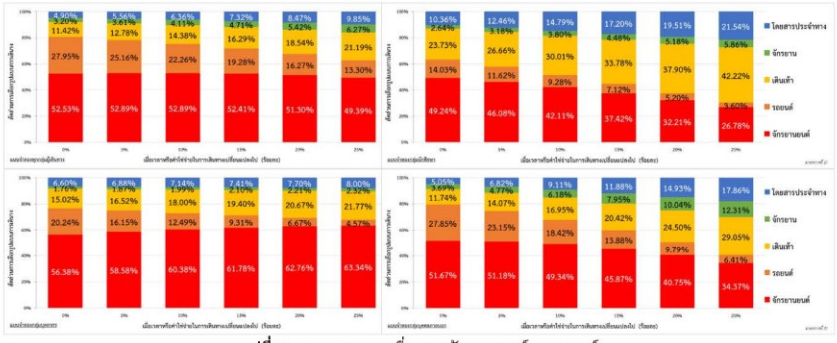
หมายเหตุ *, **, *** ค่าสัมประสิทธิ์มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90%, 95% และ 99%

4.2 ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

4.2.1 ผลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง

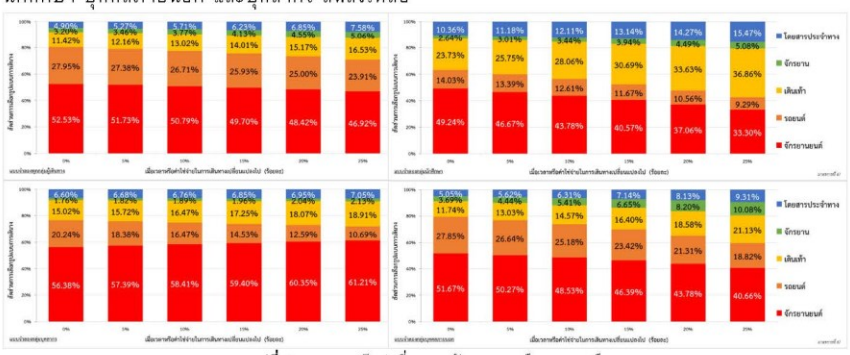
ผลจากการนำแบบจำลองทั้ง 4 กลุ่มผู้เดินทางที่พัฒนาขึ้น ไปคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางเมื่อมีมาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ 5 มาตรการ (หัวข้อ 3.6) มีดังนี้

กรณีการควบคุมที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ (ดังรูปที่ 3) พบว่า กลุ่มนักศึกษา ตอบสนองต่อมาตรการนี้มากที่สุด โดยลดการใช้รถส่วนตัวเหลือ 30.4% (เดิม 63.3%) บุคคลภายนอกเหลือ 40.8% (เดิม 79.5%) และบุคลากร 67.9% (เดิม 76.6%) และ พบว่ากลุ่มผู้เดินทางเปลี่ยนมาเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากขึ้นเป็น 62.6% 59.2% และ 32.1% ตามลำดับ



รูปที่ 3 มาตรการควบคุมที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์

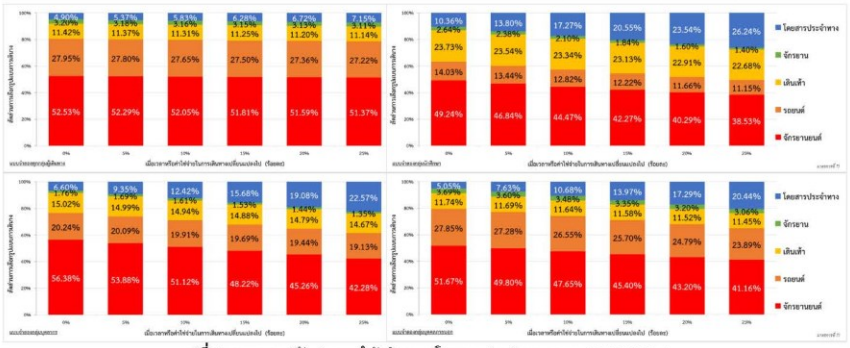
ส่วนมาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์ (รูปที่ 4) จะเห็นได้ว่า การตอบสนองต่อมาตรการนี้คล้ายกับมาตรการแรก คือ การใช้รถส่วนตัวของกลุ่มนักศึกษา บุคคลภายนอก และบุคลากร ลดลงเหลือ 42.6% 59.5% และ 71.9% ตามลำดับ และ พบว่า กลุ่มผู้เดินทางเปลี่ยนมาเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากขึ้นเป็น 57.4% 40.5% และ 28.1% ตามลำดับ



รูปที่ 4 มาตรการเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์และรถยนต์

สำหรับมาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง (รถบัสไฟฟ้า) เช่น การเพิ่มความถี่และการปรับเส้นทางการให้บริการ จะสามารถลดเวลาเดินทางและเวลารอของรถบัสไฟฟ้าได้ ซึ่งผลจากแบบจำลองในรูปที่ 5 พบว่า ทำให้สัดส่วนการใช้รถบัสไฟฟ้าของทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเป็น 23.1% โดยนักศึกษาเพิ่มเป็น 26.2% (เดิม 10.4%) บุคคลภายนอก 20.4% (เดิม 5.1%) และ บุคลากร 22.6% (เดิม 6.6%)

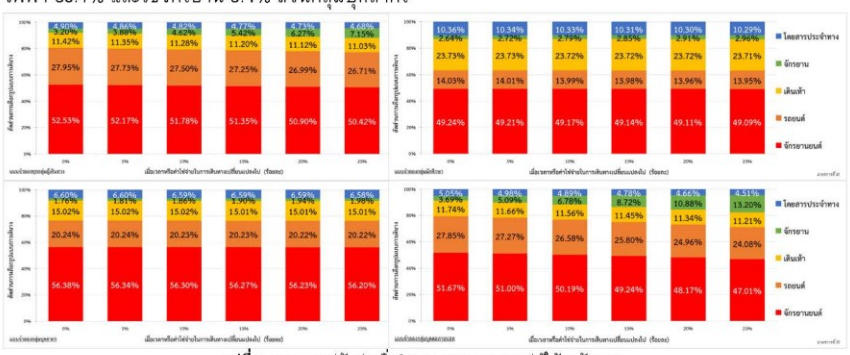
ส่วนมาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถจักรยาน เช่น การเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่จอดจักรยาน และการปรับปรุงเส้นทางจักรยานให้สะดวกและปลอดภัย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้จักรยานลดเวลาการเดินทางได้ ผลจากการทดสอบมาตรการ (ดังรูปที่ 6) พบว่า มีเพียงกลุ่มบุคคลภายนอกที่ตอบสนองต่อมาตรการเป็นอย่างดี คือ เพิ่มผู้ใช้จักรยานเป็น 13.2% (เดิม 3.7%) ส่วนนักศึกษาและบุคลากรเพิ่มเล็กน้อย เป็น 3.0% (เดิม 2.6%) และ 2.0% (เดิม 1.8%)



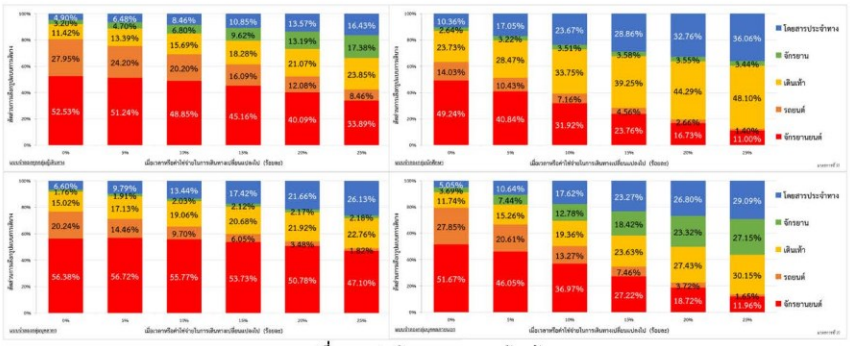
รูปที่ 5 มาตรการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ม.อ. (PSU E-Bus)

สุดท้ายเป็นการดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน ผลการศึกษาดังรูปที่ 7 พบว่า การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน โดยกลุ่มบุคคลภายนอก จะใช้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์มากถึง 86.4% (เดิน 30.2% รถบัสไฟฟ้า 29.1% จักรยาน 27.2%) ส่วนผู้ใช้รถส่วนตัวเหลือ 13.6% (รถยนต์ 1.7%

รถจักรยานยนต์ 11.9%) สำหรับกลุ่มนักศึกษา มีเพียง 13.6% ที่จะใช้รถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์ 11.9% รถยนต์ 1.6%) แต่จะเปลี่ยนมาเดิน 48.10% ใช้รถบัสไฟฟ้า 36.1% และใช้จักรยาน 3.4% ส่วนกลุ่มบุคลากรยังคงมีผู้ใช้รถส่วนตัว 48.9% (รถยนต์ 1.8% รถจักรยานยนต์ 47.1%) ผู้ใช้รถบัสไฟฟ้า 26.1% เดิน 22.8% และใช้รถจักรยาน 2.2%



รูปที่ 6 มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถจักรยาน



รูปที่ 7 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน

4.2.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณก๊าซ CO_2

ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เกิดขึ้นในโครงข่ายการเดินทางปัจจุบัน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 1,182 $kgCO_2/km$ โดยหากพิจารณาการปล่อยก๊าซ CO_2 ของกลุ่มนักศึกษา บุคคลภายนอก และ บุคลากร พบว่า มีค่า 992 $kgCO_2/km$ 1,166 $kgCO_2/km$ และ 1,175 $kgCO_2/km$ ตามลำดับ

หากดำเนินทุกมาตรการและมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางตามผลในหัวข้อก่อนหน้านี้ จะทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 ลดลงเฉลี่ย 62.6% โดยบุคคลภายนอกสามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ได้มากที่สุด (80.8%) รองลงมา คือ นักศึกษา (79.3%) และ บุคลากร (27.7%)

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบัสไฟฟ้า การเดิน และจักรยาน ของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นประจำ ทั้งกลุ่มนักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก และประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการประเมินผลมาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ประกอบด้วย 1) การควบคุมที่จอดรถ 2) การเก็บค่าที่จอดรถ 3) การปรับปรุงบริการรถบัสไฟฟ้า 4) การปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยาน และ 5) การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน ผลการศึกษา พบว่า

มาตรการควบคุมที่จอดรถ และมาตรการเก็บค่าที่จอดรถ สามารถลดการใช้รถส่วนตัวในภาพรวมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะกลุ่มนักศึกษาลดลงเหลือ 30.4% และ 42.6% ตามลำดับ ส่วนการปรับปรุงบริการรถบัสไฟฟ้า ทำให้การใช้รถบัสไฟฟ้าในภาพรวมจากทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นเป็น 23.1% สำหรับการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยาน พบว่า จะทำให้มีผู้ใช้จักรยานเพิ่มขึ้นบ้างเพียงเล็กน้อย แต่หากดำเนินทุกมาตรการพร้อมกัน จะทำให้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มบุคคลภายนอกและกลุ่มนักศึกษา เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 การดำเนินทุกมาตรการพร้อมกันสามารถลดลงได้เฉลี่ย 62.6%

จากผลการศึกษา อาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยเวลาส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางมากกว่าปัจจัยค่าใช้จ่ายในการเดินทาง อีกทั้งมาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ที่แท้จริง ควรเป็นการบูรณการระหว่างมาตรการเพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถส่วนตัวร่วมกับมาตรการปรับปรุงทางเลือกการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดิน จักรยาน รถบัสไฟฟ้า เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ศึกษาในบทความนี้มีระยะการเดินทางที่ไม่ยาวมาก ทำให้การกำหนดผลต่างของเวลาและค่าใช้จ่ายในสถานการณ์สมมติไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก ถึงแม้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ประเมินและเปรียบเทียบมาตรการที่นำเสนอ แต่ค่อนข้างมีความอ่อนไหวต่อเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรพิจารณาในประเด็นดังกล่าว อีกทั้งควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในแบบจำลอง เช่น ความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการเดินทาง และลักษณะของผู้เดินทาง รวมทั้งการศึกษามาตรการส่งเสริมการเดิน เพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนคนที่ 1 ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Copenhagenize Design Company. 2016. Index of the most bike-friendly cities in the World. http://copenhagenize.eu. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2559

[2] กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม. 2559. สถิติการจดทะเบียนรถใหม่สะสม. http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2559.

[3] ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2556. รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2555. www.tgo.or.th. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2558.

[4] สมชัย เบญจชย. 2556. การเก็บคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากป่าไม้. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่). www.fca16.com. สืบค้นเมื่อ 13 มิถุนายน 2559.

[5] เครือข่ายชมรมจักรยานเชียงใหม่. 2559. รายงานสรุปผลการประชุมหารือ เรื่องนโยบายการส่งเสริมการใช้จักรยาน. http://cmcycling.org. สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2559.

[6] ปิยณัฐ จันโทสุทธิ์. 2556. การศึกษารถประจำทางด่วนพิเศษเพื่อสนับสนุนเมืองคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] ศุภกร สุทธิพันธ์. 2557. การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[8] Louviere, J.J., Hensher, D.A., and Swait, J.D. 2000. Stated Choice Methods: Analysis and Application. Cambridge University Press, UK.

[9] Alvinsyah, Soehodho, S., and Nainggolan, P.J. 2005. Public transport user attitude based on choice model parameter characteristics (Case study: Jakarta Busway System), Journal of Eastern Asia Society for Transport Studies, 6: 480–491.

[10] ณฤพล นิยม และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2558. การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. การประชุมวิชาการการขนส่ง ATRANS 2015, กรุงเทพมหานคร, 21 สิงหาคม 2558: 83-92.

[11] โสมสกาว เพชรานนท์ และวลัยภรณ์ อัตตะนันทน์. 2558. ความเต็มใจจ่ายเพื่อคุณลักษณะในการบริหารจัดการช่องทางจักรยาน. วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม), 36 (2): 201-216.

[12] เอกชัย รัตนโอภา และวิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. 2549. การพัฒนาแบบจำลองดัชนีชี้วัดการใช้จักรยานร่วมกับกระแสจราจรบนถนน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร, 30 มกราคม 2549: 218-226.

[13] นฤมล พูลกสิวิทย์ และเจษฎา ทาสอน. 2558. การศึกษาแนวทางในการส่งเสริมการใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยนเรศวร. ภาคนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[14] วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. 2556. วิธีส่งเสริมการขี่จักรยานในกรุงเทพมหานคร. การประชุมวิชาการส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยานในชีวิตประจำวัน ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร, 28 กุมภาพันธ์ 2557: 73-76.

[15] กองอาคารสถานที่ สำนักอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2557. ระบบสารสนเทศ. www.planning.psu.ac.th. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557.

[16] Hensher, D.A., Rose, J.M., and Green, W.H. 2005. Applied Choice Analysis: A Primer, Cambridge University Press, London, UK.

[17] Domencich, T.A. and McFadden, D. 1975. Urban travel demand: a behavioural analysis. North-Holland, Amsterdam, Netherlands.

[18] Satiennam, T., Jaensirisak, S., Natevongin, N. and Kowtanapanich, W. 2011. Public Transport Planning for a Motorcycle Dominated Community. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 9: 970-985.

[19] Jaensirisak, S. and Paksarsawan, S. 2004. The effect of accessibility on mode choice for shopping trip, Access to Destination Conference, 8-9 November 2004, University of Minnesota, USA.

[20] Ben-Akiva, M. Lerman, S.R. 1985. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand, Cambridge, MIT Press.

[21] Train, K. 2003. Discrete Choice Methods with Simulation. MIT Press, UK.

[22] Hayashi, Y., Nakamura, K., Ito, K. and Mimuro, A. 2012. Putting Transport into Climate Policy Agenda. WCTRS and Institute for Transport Policy Studies. Nagoya University, Japan.

[23] European Environment Agency. 2013. CO_2 Emissions per Passenger. Accessed on 10th September 2015.

[24] Luathep, P., Suttipan, S. and Jaensirisak, S. 2015. Challenge of Public Transport Planning in Private Vehicle Dominated Community. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 11: 1122-1139.

[25] Satiennam, T., Jaensirisak, S., Satiennam, W., and Detdamrong, S. 2015. Potential for modal shift by passenger car and motorcycle users towards Bus Rapid Transit (BRT) in an Asian developing city. IATSS Research, In Press.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายณฤพล นิยม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5710120021

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2556

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

ทุนศิษย์ก้นกุฏิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2557

ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย ปีการศึกษา 2558

ทุนการศึกษานักศึกษาแลกเปลี่ยนต่างประเทศ สหภาพยุโรป ประเทศฮังการี (Erasmus+ Programs) ปีการศึกษา 2558

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ณฤพล นิยม ศุภกร สุทธิพันธ์ ปรเมศวร์ เหลือเทพ และ สิทธา เจนศิริศักดิ์. "*ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนบุคคล สู่รถประจำทาง กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*" การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558 จังหวัดชลบุรี.

ณฤพล นิยม และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ "*การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์"* การประชุมวิชาการ ATRANS SYMPOSIUM 2015. วันที่ 21 สิงหาคม 2558 กรุงเทพมหานคร.

ณฤพล นิยม ปรเมศวร์ เหลือเทพ และ สิทธา เจนศิริศักดิ์. "*การศึกษามาตรการส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางนำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สู่สังคมคาร์บอนต่ำ*" การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10 วันที่ 18 ธันวาคม 2558 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่.

ณฤพล นิยม และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ "*มาตรการสนับสนุนการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในชุมชนที่ใช้ยานยนต์เป็นหลัก กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์".* บทความวิจัย วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559.