การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Development of Mode Choice Models between Private Vehicles and University Bus in Prince of Songkla University

ศุภกร สุทธิพันธ์

Suppakorn Suttipan

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
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Development of Mode Choice Models between Private Vehicles and University Bus in Prince of Songkla University

ศุภกร สุทธิพันธ์
Suppakorn Suttipan

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
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน นาย ศุภกร สุทธิพันธ์
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมการขนส่ง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

คณะกรรมการสอบ

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

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์)

.....กรรมการ
(ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมการขนส่ง)

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

ขอรับรองว่าผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเองและขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ.....
(ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นาย ศุภกร สุทธิพันธ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อนและไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นาย ศุภกร สุทธิพันธ์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคลกับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ชื่อผู้เขียน นาย ศุภกร สุทธิพันธ์
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมการขนส่ง)
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเป็นรถบัสโดยสารประจำทางที่ให้บริการฟรีสำหรับการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ แต่ยังไม่สามารถดึงดูดบุคลากรและนักศึกษาที่ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) ให้มาใช้บริการได้เท่าที่ควร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและผู้ใช้รถบัสโดยสารประจำทางโดยสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิต 2 ทางเลือก จากข้อมูลที่ได้การสำรวจสภาพการเดินทางในกรณีปัจจุบันและกรณีสมมติของกลุ่มตัวอย่างบุคลากรและนักศึกษาจำนวน 912 ชุด ผลจากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญ ประกอบด้วย ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทางและรอรถบัสโดยสารประจำทาง เวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายของยานพาหนะส่วนบุคคล เมื่อพิจารณาปัจจัยในรายบุคคล พบว่า เพศ และ อาชีพ เป็นปัจจัยเสริมที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อคาดการณ์ร้อยละของการเลือกใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและรถบัสโดยสารประจำทางในกรณีที่ไม่มีและมีมาตรการส่งเสริมการใช้รถบัสโดยสารประจำทาง 3 มาตรการ ผลการศึกษา พบว่า มาตรการการลดเวลารอรถบัสโดยสารประจำทางลงร้อยละ 30 จะช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลหันมาใช้บริการได้มากถึงร้อยละ 7.61 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.14) ส่วนมาตรการจำกัดพื้นที่จอดยานพาหนะส่วนบุคคล (ต้องใช้เวลาหาที่จอดรถเพิ่มขึ้น 20 นาที) จะช่วยเพิ่มผู้ใช้บริการเป็นร้อยละ 45.26 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.78) สำหรับมาตรการเก็บค่าจอดยานพาหนะส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์ 20 บาท, รถยนต์ 40 บาท) จะช่วยเพิ่มผู้ใช้บริการได้มากที่สุด คือ ร้อยละ 85.90 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.86) ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นแนวทางเพื่อผลักดันให้มีการใช้รถบัสโดยสารประจำทางซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Thesis Title Development of Mode Choice Models between Private Vehicles and University Bus Service in Prince of Songkla University
Author Mr. Suppakorn Suttipan
Major Program Civil Engineering (Transportation)
Academic Year 2013

Abstract

Electric bus is a public bus complimentarily provided for internal trips within Prince of Songkla University (PSU), Hat Yai campus. However, the PSU bus service is not prominently attracted by the students and staffs, who are influenced by private vehicles (motorcycle and private car). This research is to investigate the factors affecting PSU bus and private vehicle choices. Based on binary logit modeling, mode choice models were developed by using the data collected from Stated Preference (SP) survey. The survey was conducted from 912 samples of randomly selected students and staffs inside the campus. The results show that the major factors significantly affecting the mode choice are the fare, travel time, and waiting time of PSU bus, and the travel time and travel cost of private vehicles. In addition, sex and occupation are minor factors for motorcycle and pirvate car users, respectively. The researcher also applied the developed models to estimate the percentage of mode choices in the case without and with three PSU bus promotions. The results reveal that 30% reduction of waiting time for PSU bus significantly increases the passengers about 7.61% (increase 0.14%). The parking area limitation scheme increases about 45.26% (5.78%), whereas the parking charge scheme, the most effective policy, increases 85.90% (11.86%). The results from this study would be applied to encourage the use of public bus which is environmentally friendly transport mode within PSU.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคล และหน่วยงานต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการทำวิจัย และเป็นที่ปรึกษาในการทำวิจัยตลอดมา

คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผศ.ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์ และศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ธานีรณานนท์ ที่ให้ข้อเสนอแนะที่มีค่าและเป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณประจักษ์ ปานเจิม หัวหน้างานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลการให้บริการรถบัสโดยสาร และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณ บัญฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนอุดหนุน และส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2556

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณครูอาจารย์ทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถมาถึงจุดสำเร็จของชีวิตระดับหนึ่ง

ท้ายสุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความรัก อบรมเลี้ยงดู ส่งเสริมการศึกษา และช่วยเหลือด้านต่างๆ จนประสบความสำเร็จเช่นวันนี้

ศุภกร สุทธิพันธ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย **(5)**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ **(6)**

กิตติกรรมประกาศ **(7)**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิจัย 5

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม **7**

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1.1 กระบวนการวางแผนการการขนส่ง 7

2.1.2 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง 8

2.1.2.1 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Direct generation 8

2.1.2.2 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Trip-interchange 8

2.1.3 แบบจำลองโลจิต 9

2.1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโลจิต 11

2.1.5 การทดสอบทางสถิติของแบบจำลองโลจิต 12

2.1.6 การสร้างแบบสอบถาม 15

2.1.7 เทคนิคและวิธีการสำรวจข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง 16

2.1.8 ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจข้อมูล 17

2.2 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.2.1 การศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางในต่างประเทศ 18

2.2.2 การศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในประเทศ 20

2.2.3 ระบบขนส่งภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 22

2.2.4 ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ 25

2.2.5 ความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา 29

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย **30**

3.1 การรวบรวมข้อมูล 30

3.1.1 ปริมาณยานพาหนะที่ผ่านประตูเข้าสู่มหาวิทยาลัย 31

3.1.2 จำนวนผู้ใช้บริการและต้นทุนในการให้บริการ 31

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 การสำรวจข้อมูล 33
3.2.1 กลุ่มเป้าหมายและขนาดตัวอย่าง 34
3.2.2 การกำหนดค่าตัวแปรในสถานการณ์ทางเลือก 34
3.2.3 รูปแบบของแบบสอบถาม 36
3.3 การสร้างแบบจำลองและการคัดเลือกตัวแปร 37
3.3.1 การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 37
3.3.2 การปรับแก้ค่าคงที่ภายในแบบจำลอง 38
3.4 แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 39
3.5 สรุปและเสนอแนะ 40

บทที่ 4 ผลการศึกษา **41**
4.1 จำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร 41
4.2 พฤติกรรมการเดินทางของภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 45
4.2.1 รูปแบบการเดินทาง 45
4.2.2 เหตุผลในการเลือกยานพาหนะ 46
4.2.2 ทัศนะคติต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร 46
4.2.3 จำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 48
4.3 คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง 49
4.3.1 เพศ 49
4.3.2 อายุ 50
4.3.3 อาชีพ 51
4.3.4 รายได้ส่วนตัวต่อเดือน 51
4.3.5 รายได้ครัวเรือนต่อเดือน 52
4.3.6 ตำแหน่งที่พักอาศัย 53
4.4 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 53
4.4.1 สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป 54
4.4.2 สมการอรรถประโยชน์ที่มีตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม 62
4.4.3 แบบจำลองแบบ Mixed logit 67
4.4.4 ผลการปรับแก้ค่าคงที่ในแบบจำลองโลจิต 69
4.5 มูลค่าของเวลาในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 70

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินมาตรการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร 71
4.6.1 การลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร 71
4.6.2 การจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล 72
4.6.3 การเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล 73

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ **75**
5.1 สรุปผลการศึกษา 75
5.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 75
5.1.2 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 76
5.1.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองประเมินมาตรการกระตุ้น จำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร 77
5.2 ข้อเสนอแนะ 77
5.2.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 77
5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 78

บรรณานุกรม 79
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบถาม 81
ภาคผนวก ข ตัวอย่างชุดคำสั่งในโปรแกรม NLOGIT 89
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์ 92
ประวัติผู้เขียน 102

รายการภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1 จำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2555 1

รูปที่ 1.2 จำนวนบัตรอนุญาตผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2555 2

รูปที่ 1.3 ปัญหาการจราจรช่วงเร่งด่วนและปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ 3

รูปที่ 1.4 จำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสารระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2555 4

รูปที่ 2.1 การวิเคราะห์การเดินทางแบบ 4 ขั้นตอน 7

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแบบจำลอง Trip-interchange 9

รูปที่ 2.3 ลักษณะทั่วไปของรถบัสโดยสาร 23

รูปที่ 2.4 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 1 23

รูปที่ 2.5 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 2 24

รูปที่ 2.6 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 3 24

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา 30

รูปที่ 3.2 ปริมาณการเดินทางเข้ามหาวิทยาลัย 31

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง 37

รูปที่ 4.1 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายของเส้นทางที่ 1 42

รูปที่ 4.2 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายของเส้นทางที่ 2 43

รูปที่ 4.3 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายของเส้นทางที่ 3 44

รูปที่ 4.4 กลุ่มตัวอย่างที่สำรวจแบบสอบถามพฤติกรรมการเดินทาง 45

รูปที่ 4.5 รูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง 45

รูปที่ 4.6 ทัศนคติที่มีต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร 47

รูปที่ 4.7 การครอบคลุมของเส้นทางการให้บริการ 47

รูปที่ 4.8 โครงการที่ควรมีร่วมกับการให้บริการรถบัสโดยสาร 48

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 เพศของกลุ่มตัวอย่าง 50

รูปที่ 4.10 อายุของกลุ่มตัวอย่าง 50

รูปที่ 4.11 อาชีพของกลุ่มตัวอย่าง 51

รูปที่ 4.12 รายได้ส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง 52

รูปที่ 4.13 รายได้ครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง 52

รูปที่ 4.14 ตำแหน่งที่พักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง 53

รูปที่ 4.15 มูลค่าเวลาในการเดินทาง 70

รูปที่ 4.16 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เมื่อมีการลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร 72

รูปที่ 4.17 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล 73

รูปที่ 4.18 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เมื่อมีการเก็บค่าจอดรถส่วนบุคคล 74

รายการตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลลักษณะการให้บริการระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ 26

ตารางที่ 3.1 จำนวนผู้โดยสาร ระยะทาง และต้นทุนการให้บริการ รถบัสโดยสารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 32

ตารางที่ 3.2 การกำหนดระดับความแตกต่างของตัวแปรในแบบจำลองระหว่าง รถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร 35

ตารางที่ 3.3 การกำหนดสถานการณ์ในแบบสอบถามระหว่างการใช้ รถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร 35

ตารางที่ 3.4 การกำหนดระดับความแตกต่างกันของตัวแปรในแบบจำลองระหว่าง รถยนต์และรถบัสโดยสาร 35

ตารางที่ 3.5 การกำหนดสถานการณ์ในแบบสอบถามระหว่างการใช้ รถยนต์และรถบัสโดยสาร 36

ตารางที่ 4.1 เหตุผลในการเลือกใช้ยานพาหนะของกลุ่มตัวอย่าง 46

ตารางที่ 4.2 จำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 49

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่าง รถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 1 57

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่าง รถยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 1 57

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่าง รถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 2 58

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่าง รถยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 2 58

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่าง รถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 3 59

รายการตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 3 59

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 4 60

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 4 60

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร 63

ตารางที่ 4.12 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร 64

ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร 65

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร 66

ตารางที่ 4.15 การกระจายตัวแบบต่างๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร 68

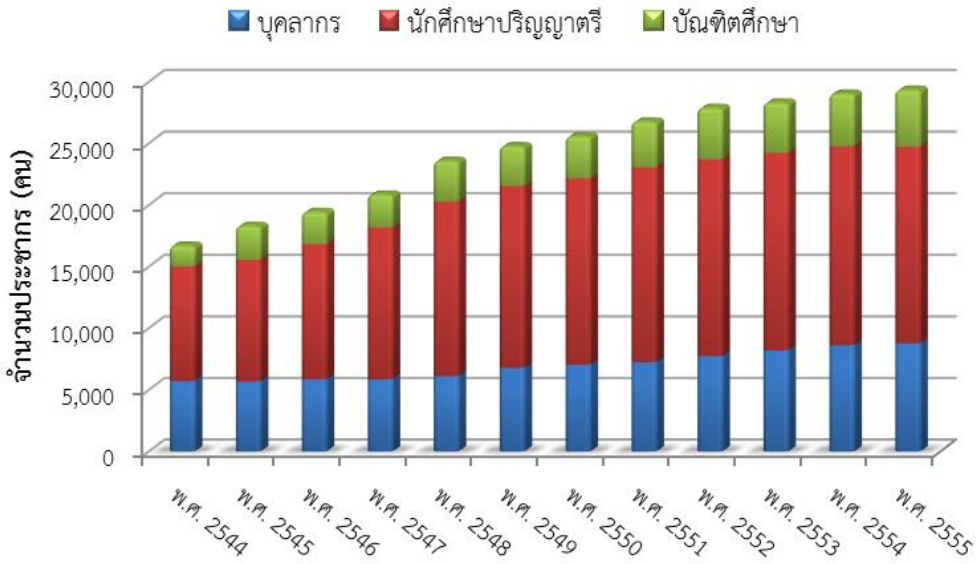
ตารางที่ 4.16 การกระจายตัวแบบต่างๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร 68

ตารางที่ 4.17 สมการอรรถประโยชน์ 69

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของภาคใต้ ประกอบด้วย 5 วิทยาเขต ได้แก่ หาดใหญ่ ปัตตานี สุราษฎร์ธานี ภูเก็ต และ ตรัง โดยวิทยาเขตหาดใหญ่เป็นวิทยาเขตหลัก ประกอบด้วย 18 คณะ มีหน่วยงานต่างๆ อีกเป็นจำนวนมากภายใต้พื้นที่ 1,670 ไร่ (กองแผนงาน, 2556) จากข้อมูลของกองแผนงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในปี พ.ศ.2556 พบว่าจำนวนนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในปี พ.ศ.2555 มีประมาณ 27,000 คน (ดังรูปที่ 1.1)



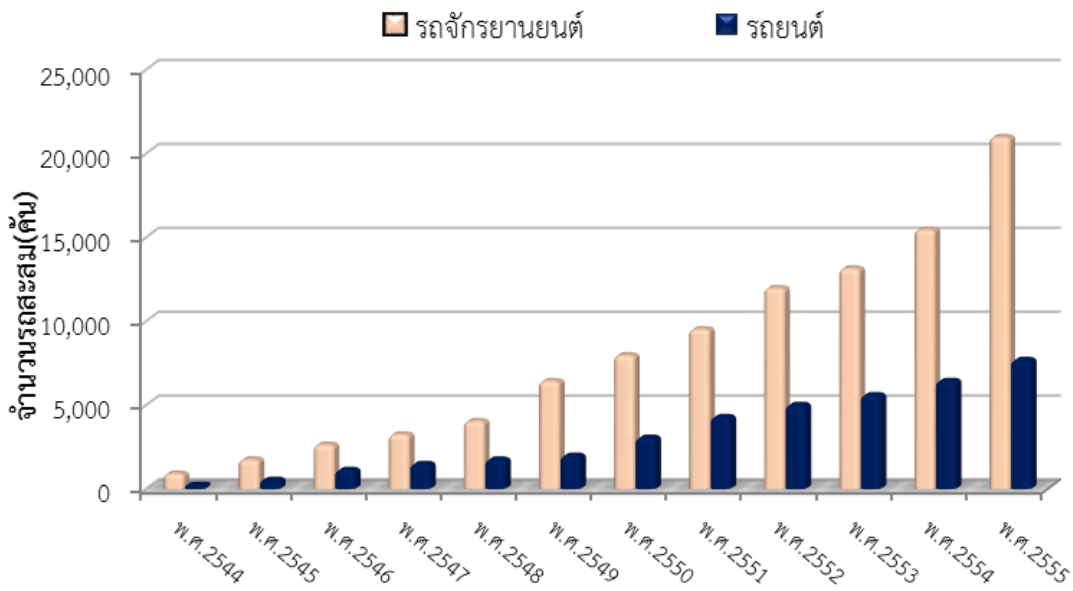
รูปที่ 1.1 จำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2555

ที่มา:กองแผนงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2556)

จากรูปที่ 1.1 เห็นได้ว่า ประชากรภายในมหาวิทยาลัยทั้งนักศึกษาและบุคลากรมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ พ.ศ. 2544 จนถึงพ.ศ.2555 โดยมีการเพิ่มขึ้น 43 % ในรอบ 10 ปีหรือเฉลี่ย 4.94 % ต่อปี เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นการเดินทางย่อมเพิ่มขึ้น แต่เนื่องด้วยโครงข่ายไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินเท้า ทำให้จำเป็นต้องมียานพาหนะในการเดินทาง จากข้อมูลของกองอาคารสถานที่ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 พบว่า ในแต่ละปีมีการทำบัตรอนุญาตยานพาหนะเข้า-ออกมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่ง

ในปัจจุบันจำนวนบัตรอนุญาตเข้า-ออกสำหรับรถยนต์มีทั้งหมด 7,693 ใบ ส่วนบัตรอนุญาตเข้า-ออกสำหรับรถจักรยานยนต์มีจำนวนสะสม 20,974 ใบ นอกจากนี้ยังมียานพาหนะที่ผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยโดยที่ไม่มีบัตรอนุญาตอีกเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน จากข้อมูลข้างต้นอาจกล่าวได้ว่ายานพาหนะที่ผ่านเข้าออกมหาวิทยาลัยมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในขณะเดียวกันถนนและพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัยไม่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย หรือเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้โครงข่ายถนนภายในมหาวิทยาลัยเกิดปัญหาการจราจรติดขัดโดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ (ดังรูปที่ 1.3) ปัญหาอุบัติเหตุและมลภาวะทางอากาศ และเสียง เป็นต้น แนวทางหนึ่งในการลดปัญหาการจราจรข้างต้นคือการหันมาให้ความสำคัญกับการใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ภายในมหาวิทยาลัย และผลักดันให้ผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยโดยเฉพาะกลุ่มที่ใช้ยานพาหนะส่วนตัวหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะให้มากยิ่งขึ้น



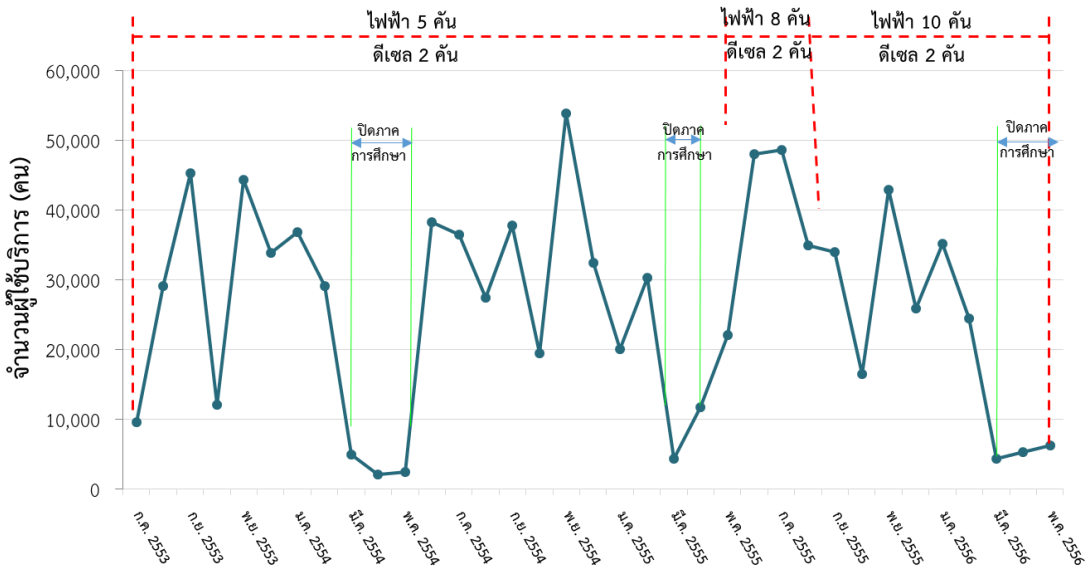
รูปที่ 1.2 จำนวนบัตรอนุญาตผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2555

ที่มา: กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2556)

รูปที่ 1.3 ปัญหาการจราจรช่วงเร่งด่วนและปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้มีการให้บริการรถขนส่งมวลชนในรูปแบบของรถบัสโดยสารแก่นักศึกษาและบุคลากรมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยในระยะแรกได้ให้บริการรถบัสโดยสารที่มีเครื่องยนต์ดีเซล และเริ่มปรับเปลี่ยนมาเป็นรถบัสโดยสารพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นรูปแบบการขนส่งมวลชนขนาดเล็กที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จนถึงปัจจุบัน จากข้อมูลของหน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถาที่ สำนักงานอธิการบดี (ปี พ.ศ. 2556) จำนวนผู้โดยสารตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 (ดังรูปที่ 1.4) เห็นได้ว่า ในช่วงปีการศึกษา 2553 มีผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนโดยเฉลี่ย 38,488 คน ต่อมาในปีการศึกษา 2554 ผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนเพิ่มขึ้นเป็น 41,986 คน (เพิ่มขึ้น 9.09%) แต่ในปีการศึกษา 2556 กลับพบว่า มีผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนลดลงมาเหลือ 27,217 คน (ลดลง 34.75%) สาเหตุการลดลงเนื่องมาจากการวางแผนและการกำหนดมาตราการอาจไม่เหมาะสมกับการให้บริการรถบัสโดยสาร



รูปที่ 1.4 จำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร

ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2555

ที่มา: หน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2556)

การวางแผนหรือกำหนดมาตรการใดๆ เพื่อกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำความเข้าใจปัจจัยและพฤติกรรมที่แท้จริงในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางทั้งกลุ่มผู้ใช้บริการในปัจจุบันและกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลซึ่งอาจปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถบัสโดยสารหากสถานการณ์เปลี่ยนไปหรือตอบโจทย์ความต้องการและบรรลุเป้าประสงค์ของการเดินทางได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในประเด็นดังกล่าวโดยเฉพาะการสร้างแบบจำลองการเลือกใช้รถบัสโดยสารภายในมหาวิทยาลัยยังคงมีอยู่น้อยมาก ทำให้ไม่ทราบปัจจัยและพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางที่แท้จริงของผู้ใช้บริการ การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยและพฤติกรรมที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง รวมทั้งการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวางแผนกำหนดมาตรการต่างๆ ให้แก่หน่วยงานที่รับผิดชอบได้ เพื่อตอบสนองความต้องการเดินทางของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัย และผลักดันให้มีการใช้บริการรถบัสโดยสาร ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษ เป็นผลดีต่อการจราจรภายในมหาวิทยาลัย สร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่ประชากรภายในมหาวิทยาลัย และยังสามารถเป็นแบบอย่างให้กับสังคมภายนอกได้นำไปเป็นตัวอย่างเพื่อพัฒนาสู่สังคมคาร์บอนต่ำต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ของนักศึกษาและบุคคลากร
2) เพื่อสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคล (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) กับรถบัสโดยสาร
3) เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ได้จาก 2) ในการทดสอบผลของนโยบายและมาตรการที่ส่งเสริมการใช้บริการรถบัสโดยสาร

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

เพื่อความชัดเจนของงานวิจัย ผู้วิจัยจึงได้มีการระบุขอบเขตของงานวิจัยไว้ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ทำการสำรวจเป็นนักศึกษาและบุคลากรจากคณะและหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทั้งที่ใช้รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถบัสโดยสารในเดินทางเป็นประจำ
2) พื้นที่ที่ใช้ในการสำรวจกลุ่มตัวอย่างเป็นบริเวณอาคารเรียนของคณะต่างๆและหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
3) การสำรวจพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางจากสถานการณ์ในปัจจุบันและภายใต้สถานการณ์จำลองที่มีการกำหนดมาตรการส่งเสริมการใช้บริการรถบัสโดยสาร
4) การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลองประเภทโลจิต 2 ทางเลือก (Binary logit model) โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบจำลองประกอบด้วยแบบจำลองระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร และแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลของการวิจัยจะทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

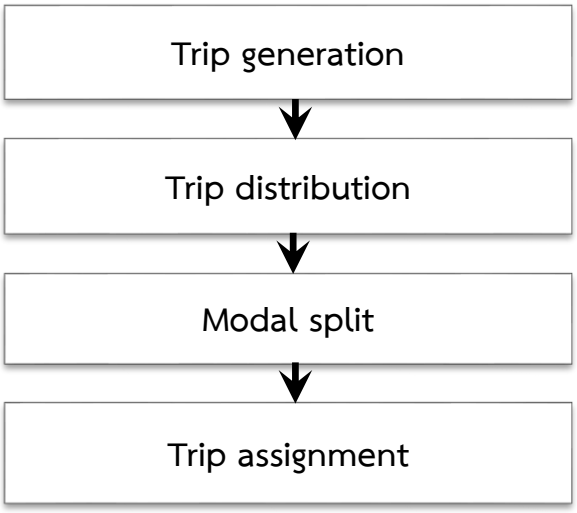
1) เข้าใจพฤติกรรมและทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบเดินทางของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทั้งผู้ที่ใช้รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสโดยสาร
2) ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเลือกใช้ยานพาหนะระหว่างผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลกับผู้ใช้รถบัสโดยสารได้ และสามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและกำหนดมาตรการเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบรถขนส่งสาธารณะรวมทั้งมาตรการที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการต่อไป

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กระบวนการวางแผนการขนส่ง

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ขั้นตอนบางส่วนมาจากกระบวนการวางแผนการเดินทาง 4 ขั้นตอน (Four-step model) ซึ่งประกอบด้วย การเกิดการเดินทาง (Trip generation) การกระจายการเดินทาง (Trip distribution) การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split) และการแจกแจงการเดินทาง (Trip assignment) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 กระบวนการวางแผนการขนส่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อคาดการณ์อุปสงค์ของการเดินทางที่จะเกิดขึ้นบนระบบขนส่ง (วิโรจน์, 2544) โดยในงานวิจัยนี้เน้นขั้นตอนการเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการวางแผนการขนส่ง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ใน 2 ขั้นตอนแรกมาประยุกต์ใช้ในภาพรวมของการศึกษาเช่นกัน



รูปที่ 2.1 การวิเคราะห์การเดินทางแบบ 4 ขั้นตอน

สำหรับกระบวนการวางแผนการขนส่ง ทั้ง 4 ขั้นตอน สามารถอธิบายโดยสรุปได้ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์การเกิดและสิ้นสุดการเดินทาง (Trip generation analysis) เป็นการคาดการณ์จำนวนการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่และจำนวนการเดินทางที่ดึงดูดเข้าสู่แต่ละพื้นที่ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ ทำให้ทราบจำนวนการเดินทางที่เกิดขึ้นและมุ่งเข้าสู่แต่ละพื้นที่ย่อย

- ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip distribution analysis) เป็นการคาดการณ์จำนวนการเดินทางที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดแต่ละพื้นที่ย่อย จุดต้นทางและปลายทาง
- ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split analysis) ใช้คาดการณ์สัดส่วนของการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางประเภทต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาของการเดินทางทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างจุดต้นและทางปลายทาง
- ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์การแจกแจงการเดินทาง (Trip assignment analysis) ใช้คาดการณ์จำนวนการเดินทางของแต่ละรูปแบบ การเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างจุดต้นทางปลายทางของแต่ละพื้นที่ย่อยในพื้นที่ศึกษา

2.1.2 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

ขั้นตอนการเลือกรูปแบบการเดินทางเป็นกระบวนการที่ศึกษาพฤติกรรมของผู้เดินทางในการเลือกรูปแบบการเดินทาง เช่น รถยนต์ส่วนตัว รถจักรยานยนต์ รถโดยสารประจำทาง รถไฟฟ้า เป็นต้น กระบวนการดังกล่าวจัดเป็นการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการวางแผนการขนส่ง ซึ่งโดยทั่วไปจะวิเคราะห์หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการกระจายการเดินทาง

การเลือกรูปแบบการเดินทางสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น วิธี Direct generation วิธี Trip-interchange และวิธีแบบจำลองโลจิต รายละเอียดของแต่ละวิธี มีดังนี้

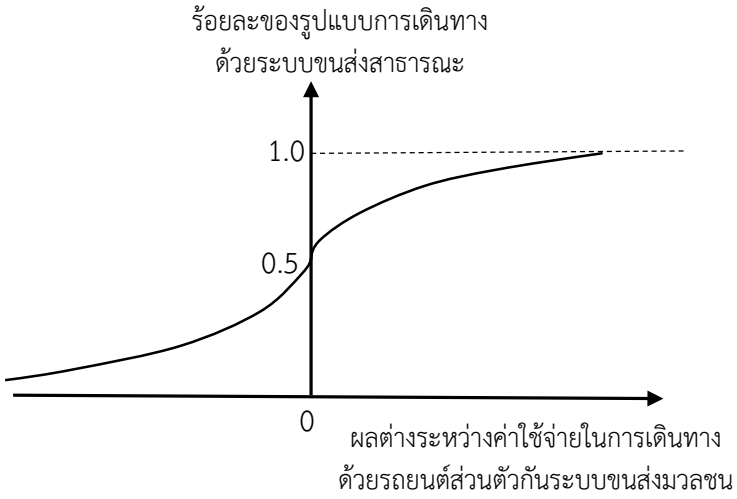
2.1.2.1 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Direct generation

การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Direct generation สามารถคำนวณได้โดยใช้ตารางแจกแจงในทำนองเดียวกันกับการวิเคราะห์การเกิดและการสิ้นสุดการเดินทางด้วยวิธีแยกประเภทแบบจำแนก (Cross-classification)

2.1.2.2 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Trip-interchange

การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยวิธี Trip-interchange เป็นวิธีที่พิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของระบบขนส่ง เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เพิ่มเติมจากข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง โดยทั่วไปแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางวิธีนี้จะแสดงในรูปแบบความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็น S-shape (ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2) โดยแกนตั้งแสดงสัดส่วนหรือร้อยละของการเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางแบบที่หนึ่ง ส่วนแกนนอนแสดงความแตกต่างของคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง เช่น ค่าใช้จ่ายหรือเวลาในการเดินทาง ซึ่งจากตัวอย่างในรูปที่ 2.2 แสดงร้อยละของการใช้การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะโดยพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายระหว่างการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวกับการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งพบว่า เมื่อความแตกต่างดังกล่าวมีค่ามากขึ้น (ค่าใช้จ่ายในการ

เดินทางด้วยรถยนต์มีค่าสูงมากกว่าค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะมาก) จะทำให้สัดส่วนการใช้ระบบขนส่งสาธารณะสูงมากขึ้นด้วย



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแบบจำลอง Trip-interchange
ที่มา: เกษม (2555)

2.1.3 แบบจำลองโลจิต

แบบจำลองโลจิตเป็นแบบจำลองที่ว่าด้วยกฎของการตัดสินใจภายใต้ทฤษฎีอรรถประโยชน์ที่มีความไม่แน่นอน (Random utility theory) ซึ่งสมมติว่า ผู้เดินทางจะได้รับความพอใจจากการเดินทางไม่ว่าจะใช้รูปแบบขนส่งใด และผู้เดินทางจะเลือก รูปแบบการเดินทางที่ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุด ความพอใจที่ได้รับจากการเดินทางนั้นสามารถทำการวัดในเชิงปริมาณได้ด้วยฟังก์ชันความอรรถประโยชน์ (Utility function) อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของผู้เดินทางบางตัวแปรไม่สามารถวัดได้ด้วยความแน่นอนเสมอไป ดังนั้น ฟังก์ชันอรรถประโยชน์จึงแยกออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่สามารถวัดค่าและรับรู้ได้แน่นอน (Systematic components) และส่วนที่รวมความไม่แน่นอนที่ไม่สามารถวัดค่าได้ (Random components)

Ben-Akiva and Lerman (1985) ได้อธิบาย Utility function ดังแสดงในสมการที่ 2.2

$$\mathbf{U}_{\text{in}} = \mathbf{V}_{\text{in}} + \boldsymbol{e}_{\text{in}} \qquad (2.2)$$

โดยที่ $\mathbf{U}_{\text{in}}$ คือ ค่าความพอใจที่ผู้เดินทางคนที่ n ได้รับจากการเดินทางด้วยวิธีหรือรูปแบบที่ i

$\mathbf{V}_{\text{in}}$ คือ ส่วนประกอบของตัวแปรอิสระ (Systematic components) ที่วัดได้ของผู้เดินทางคนที่ n ที่ได้รับจากการเดินทางด้วยวิธีหรือรูปแบบที่ i

ε_{in} คือ ส่วนของความพอใจแบบสุ่ม (Random components) ของผู้เดินทาง คนที่ n ที่ได้รับจากการเดินทางด้วยวิธีหรือรูปแบบที่ i

ส่วนของอรรถประโยชน์ที่จัดได้ V_{in} นี้ส่วนใหญ่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันดังสมการที่ 2.3

$$V_{in} = \beta_0 + \beta_1 X_{in1} + \beta_2 X_{in2} + \ \ldots \ + \beta_n X_{ink} \qquad (2.3)$$

โดยที่ $\beta_0 , \beta_1 , \beta_2 , \ldots , \beta_n$ คือ พารามิเตอร์ หรือค่าคงที่ที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง

$X_{in1}, X_{in2} , \ldots , X_{ink}$ คือ ตัวแปรที่เกี่ยวกับอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง i ของบุคคล n

ในการสร้างแบบจำลองโลจิตมาจากการตั้งสมมติฐานที่ว่าผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทางที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจหรือมีค่าอรรถประโยชน์สูงสุด ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางจะเลือกทางเลือก i ก็ต่อเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง i มีค่ามากกว่าอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง j ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ตามสมการที่ 2.4

$$U_{in} > U_{jn} \qquad (2.4)$$

เมื่อแทนค่าสมการอรรถประโยชน์ (สมการที่ 2.2) ในสมการที่ 2.4 จะได้

$$(V_{in} + \varepsilon_{in}) > (V_{jn} + \varepsilon_{jn}) \qquad (2.5)$$

จากสมการข้างต้นยังไม่สามารถอธิบายได้ว่ารูปแบบการเดินทาง i หรือ j ดีกว่า ถึงแม้จะทราบว่าค่าอรรถประโยชน์ส่วนที่กำหนดได้ชัดเจนของ V_{in} จะมีค่ามากกว่า V_{jn} ก็ตาม เนื่องจากยังมีส่วนของ Random utility (ε_{in} และ ε_{jn}) ซึ่งยังไม่สามารถหาค่าที่แน่นอนได้ ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของความน่าจะเป็นในการเลือกทางเลือก i โดยกำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นที่จะเลือกรูปแบบการเดินทาง i ของคนที่ n มีค่าเท่ากับ $P_n(i)$ โดย

$$P_n(i) = \text{Probability}(U_{in} > U_{jn}) \qquad (2.6)$$

จากสมการที่ (2.5) และ (2.6) จะได้ว่า

$$P_n(i) = \text{Probability}(V_{in} + e_{in} > V_{jn} + e_{jn}) \qquad (2.7)$$

$$P_n(i) = \text{Probability}(V_{in} - V_{jn} > e_{jn} - e_{in}) \qquad (2.8)$$

เมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็นที่ค่าผลต่างของค่าอรรถประโยชน์ส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้ของ j และ i (ε_{jn} - ε_{in}) มีค่าน้อยกว่าค่าความน่าจะเป็นที่ค่าผลต่างของค่าอรรถประโยชน์ส่วนที่

กำหนดได้ชัดเจน ของ i และ j (V_{in}-V_{jn}) โดยสมมติให้ค่า $\varepsilon = \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}$ มีการกระจายตัวแบบกัมเบลล์ (Gumbel distribution) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ε_{in} และ ε_{jn} เป็นอิสระต่อกัน โดย ε มีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative distribution function) ดังสมการที่ 2.9

$$P(\varepsilon) = \frac{1}{1+e^{-\mu\varepsilon}} \tag{2.9}$$

โดยที่ $\mu > 0$ และ $-\infty < \varepsilon < \infty$

จากสมการที่ 2.6 เมื่อ $P_n(i) = P(U_{in} > U_{jn})$ จะได้

$$P_n(i) = \frac{e^{v_{in}}}{e^{\mu v_{in}} + e^{\mu v_{jn}}} \tag{2.10}$$

โดยทั่วไปค่า μ มักกำหนดให้เท่ากับ 1 เพื่อความสะดวกในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองจากสมการที่ 2.10 จะได้

จะได้ว่า $$P_n(i) = \frac{e^{v_{in}}}{e^{v_{in}} + e^{v_{jn}}} \tag{2.11}$$

แบบจำลองดังสมการที่ 2.11 นี้เรียกว่า แบบจำลองโลจิตสองทางเลือก หรือ Binary logit model ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างแบบจำลองการเลือกยานพาหนะในการเดินทาง เพราะมีพื้นฐานทางทฤษฎีที่แน่นอน และสามารถเขียนเป็นสมการรูปแบบปิด (closed form) ได้

2.1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโลจิต

ในการพัฒนาแบบจำลองแบบโลจิตจะต้องมีการประมาณการเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในสมการอรรถประโยชน์ (สมการที่ 2.3) ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสำคัญของตัวแปรในสมการดังกล่าว โดยทั่วไปการประมาณค่าพารามิเตอร์มีด้วยกันหลายวิธี นักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญหลายๆ ท่านนิยมใช้ (Ben-Akiva and Lerma, 1985) แนะนำวิธีทางสถิติที่ชื่อว่า Maximum likelihood method หรือ ML เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกในการวิเคราะห์ขั้นตอนในการประมาณค่าพารามิเตอร์มีดังนี้

(1) จัดทำฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood function) โดยการจัดรูปแบบฟังก์ชันให้อยู่ในรูปผลคูณของความน่าจะเป็นที่เลือกยานพาหนะในการเดินทางของแต่ละคน ดังสมการที่ 2.12

$$L\left(\beta_{1,\ldots,}\beta_{k,}\right) = \prod_{n=1}^{N} P_n(i)^{y_{in}} P_n(j)^{y_{jn}} \tag{2.12}$$

โดยที่ $L(\beta)$ = Likelihood function

Y_{in} = {1} หากคนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทางประเภท i

{0} หากคนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทางประเภท j

$P_n(i)$ = ความน่าจะเป็นที่คนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทางการขนส่ง i

$P_n(j)$ = ความน่าจะเป็นที่คนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทางการขนส่ง j

(2) จัดรูปแบบของ Likelihood function ให้อยู่ในรูปแบบ Natural logarithm

$$\bar{L}(\beta) = \ln L(\beta)$$

$$\bar{L}(\beta) = \sum_{n=1}^{N} [y_{in} ln P_n(i) + y_{jn} ln P_n(j)] \qquad (2.13)$$

(3) หาค่าพารามิเตอร์โดยทำการ Differentiation ฟังก์ชัน $\bar{L}(\beta)$ ในสมการ 2.13 เทียบกับ β_k แล้วกำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ เพื่อหาค่า Likelihood function ที่จุดสูงสุด ดังสมการที่ 2.14

$$\frac{\partial \bar{L}(\beta)}{\partial \beta_k} = 0 \qquad \text{เมื่อ } k = 1, 2, 3, \ldots, K \qquad (2.14)$$

สำหรับแบบจำลอง Binary logit สามารถวิเคราะห์ได้ดังสมการที่ 2.15

$$\sum_{n=1}^{N} \left[y_{in} - P_n(i) \right] X_{nk} = 0 \qquad \text{เมื่อ } k = 1, 2, 3, \ldots, K \qquad (2.15)$$

สำหรับแบบจำลอง Multinomial logit สามารถวิเคราะห์ได้ดังสมการที่ 2.16

$$\sum_{n=1}^{N} \left[y_{in} - P_n(i) \right] X_{ink} = 0 \qquad \text{เมื่อ } k = 1, 2, 3, \ldots, K \qquad (2.16)$$

(4) แก้สมการที่ 2.15 หรือ 2.16 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยวิธี Newton-Raphson ซึ่งเป็นวิธีการกระทำซ้ำ (Interative method) หยุดการทำซ้ำเมื่ออัตราการลู่เข้าของตัวแปรแต่ละตัวน้อยกว่าค่าที่ยอมให้ (Tolerance) ที่กำหนดขึ้น

2.1.5 การทดสอบทางสถิติของแบบจำลองโลจิต

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์(สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระ) ของแบบจำลองแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบแบบจำลองและค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของแบบจำลอง ในการทดสอบดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้ 2 ระดับ คือ การตรวจความน่าเชื่อถือภายใน และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอก โดยมีรายละเอียดของการตรวจสอบดังนี้

- **การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายใน (Internal validity)**

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายใน เป็นการตรวจสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความสมเหตุสมผลทางสถิติในเชิงพฤติกรรมของค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง และแบบจำลองโดยรวม โดยมีหลักการในการตรวจสอบ 3 หลักการ ดังนี้

1) การตรวจสอบเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์

สมการอรรถประโยชน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ และค่าของสมการอรรถประโยชน์จะส่งผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทาง โดยเครื่องหมายของพารามิเตอร์หากเป็นบวก แสดงว่าค่าอรรถประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ความพึงพอใจสูงขึ้นตามค่าของตัวแปรนั้น แต่หากเครื่องหมายของพารามิเตอร์เป็นลบ แสดงว่าค่าอรรถประโยชน์มีค่าลดลงเมื่อตัวแปรมีค่าสูงขึ้น ซึ่งทำให้ความพึงพอใจลดลง

การตรวจสอบเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรอิสระว่าตรงตามสมมุติฐานหรือตรงตามทฤษฎีที่กำหนดไว้หรือไม่นั้น การตรวจสอบคุณสมบัติประเภทนี้เป็นการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมวลผลมาจากการสร้างรูปแบบจำลองว่า มีผลน่าเชื่อถือหรือมีความเป็นเหตุเป็นผลในเชิงพฤติกรรมหรือไม่

2) การตรวจสอบค่านัยสำคัญของพารามิเตอร์แต่ละตัวแปร

การตรวจสอบนี้เป็นการประเมินความชัดเจนและอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวในสมการอรรถประโยชน์ โดยประเมินจากค่าสถิติจากการทดสอบ T-test ในการประเมิน ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.17

$$t_{n-K} = \frac{\beta_k^*}{\sqrt{\left|Var(\beta_k^*)\right|}} \qquad (2.17)$$

โดยที่ t_{n-K} คือ ค่าสถิติ t ที่มีองศาแห่งความอิสระ (Degree of freedom)

β_k^* คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ที่ k ซึ่งประเมินค่าได้ด้วยวิธี Maximum likelihood

$Var(\beta_k^*)$ คือ ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ k

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์

K คือ จำนวนสัมประสิทธิ์ทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ค่านัยสำคัญจำเป็นต้องมีการกำหนดค่าความเชื่อมั่น ซึ่งส่วนใหญ่นิยมกำหนดค่าความเชื่อมั่นไว้ที่ 0.95 หรือ 95% จากคุณสมบัติของค่าสถิติ t ในกรณีที่จำนวนตัวอย่างมากกว่า 120 ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า หากตัวแปรใดที่ให้ค่าสถิติ t สูงกว่า 1.96 แสดงว่า ตัวแปรนั้นมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจด้วยระดับความเชื่อมั่น 95%

3) การตรวจสอบระดับความสอดคล้อง

การตรวจสอบระดับความสอดคล้องเป็นการตรวจสอบความสามารถของแบบจำลองในการอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทาง ซึ่งในการตรวจสอบนิยมใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index, ρ^2) ดังสมการที่ 2.18

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

โดยที่ ρ^2 คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Likelihood ratio index)

$L(0)$ คือ ค่า Log likelihood function ในกรณีที่กำหนดให้พารามิเตอร์ทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์

$L(\beta)$ คือ ค่า Log likelihood function ที่ได้จากค่าพารามิเตอร์

ดัชนีความสอดคล้อง (ρ^2) เป็นค่าดัชนีที่บอกสัดส่วนหรือร้อยละที่อธิบายความผันแปรของแบบจำลองโลจิต ซึ่งคล้ายคลึงกับค่า R^2 ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องของสมการความถดถอยเชิงเส้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าหาก ρ^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถแทนความสัมพันธ์ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าหาก ρ^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นไม่สามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณา โดยทั่วไปค่า ρ^2 ที่ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า 0.2

- **การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอก (External validity)**

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอกเป็นการประเมินความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยตรวจสอบจากค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง (Percentage correctly predicted) ซึ่งตรวจสอบได้โดยการนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาแทนค่าด้วยข้อมูลการสำรวจเดิมที่ไม่ได้ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองหรืออาจใช้ข้อมูลจากการสำรวจเพิ่มเติมก็ได้

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดใช้ข้อมูลจากการสำรวจเดิมโดยแบ่งไว้ประมาณ 20% ของข้อมูลทั้งหมดสำหรับตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายนอก ซึ่งร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้องสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.19

$$\text{Percentage Correctly predicted} = \frac{\sum_{n=1}^{N} W_n}{N} \qquad (2.19)$$

โดยที่ W_n คือ ตัวอย่าง n ที่เลือกรูปแบบการเดินทางตรงกับที่พยากรณ์

N คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

2.1.6 การสร้างแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลปฐมภูมิโดยการสำรวจ ไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีสัมภาษณ์ หรือโทรศัพท์ จำเป็นจะต้องใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การสร้างแบบสอบถามที่ดีจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย เนื่องจากจะต้องมีการนำข้อเท็จจริงที่ได้รับจากคำถามในแบบสอบถามมาวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยควรต้องคำนึงถึงประเด็นต่างๆดังนี้

1) คำถามต้องชัดเจนเข้าใจง่ายและใช้ความสามารถของผู้ตอบที่น้อยที่สุดหรือใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามน้อยที่สุด คำถามต้องไม่ยาวจนเกินไป ในแต่ละข้อไม่ควรเกิน 20-25 คำ

2) เมื่อต้องการถามความถี่ในพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำว่า บ่อย บ่อยๆ หรือบางครั้ง ควรกำหนดเป็นความถี่ให้ชัดเจน เช่น 1-2 ครั้ง หรือ 3-5 ครั้ง เป็นต้น

3) จำนวนคำถามในแบบสอบถามต้องไม่มากจนเกินไป หรือแบบสอบถามไม่ควรหนาจนเกินไป โดยการพิจารณาตัดคำถามที่คำตอบไม่เกี่ยวข้องหรือตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ได้

4) ผู้ออกแบบสอบถามควรสร้างแผนผังแสดงหัวข้อที่ต้องการถาม เพื่อให้สามารถครอบคลุมหรือทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วน ซึ่งจะทำให้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้

5) ควรมีการสอบถามถึงข้อมูลส่วนบุคคล หรือสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา รายได้ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับคำถามอื่นๆ เช่น ความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ

สำหรับรูปแบบของคำถามในแบบสอบถามนั้นอาจประกอบด้วยคำถามในรูปแบบต่างๆซึ่งสามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ดังนี้

1) คำถามที่มีคำตอบให้เลือก 2 ทางเลือก (Dichotomous questions) คำถามชนิดนี้จะกำหนดให้ผู้ตอบเลือกทางใดทางหนึ่ง หรือเลือกเพียงคำตอบเดียว
2) คำถามที่มีหลายคำตอบให้เลือก (Multiple choice questions) กรณีที่มีคำตอบหลายๆ ทางเลือกในแต่ละคำถาม และผู้ตอบต้องเลือกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ตรงกับความจริงมากที่สุด ส่วนใหญ่คำถามประเภทนี้มักจะเพิ่มทางเลือก “อื่นๆ ระบุ .....” ไว้เสมอ เพื่อต้องการให้ได้คำตอบตรงกับความคิดเห็นของผู้ตอบมากที่สุด

3) คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist questions) เป็นคำถามที่ผู้ตอบสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ และมักจะมีคำตอบ “ อื่นๆ ระบุ .....” ไว้เป็นคำถามสุดท้าย
4) คำถามที่ให้ผู้ตอบใส่ลำดับที่ (Ranking questions) คำถามประเภทนี้จะมีคำตอบให้เลือกหลายๆ คำตอบ ผู้ตอบจะต้องเปรียบเทียบและให้หมายเลขลำดับเพื่อแสดงความสำคัญ ซึ่งอาจจะเรียงจากมากไปน้อย หรือเรียงจากน้อยไปมากก็ได้ ผู้ตอบสามารถระบุความแตกต่างได้ แต่จะไม่สามารถระบุปริมาณ หรือขนาดของความแตกต่างได้
5) คำถามที่แสดงถึงระดับความเห็นด้วยหรือความชอบ (Scale Questions) คำถามประเภทนี้ผู้ตอบจะต้องระบุความคิดเห็นหรือความชอบ ส่วนมากจะใช้กับงานวิจัยตลาดหรือในการสอบถามความคิดเห็นของบุคคลในเรื่องทั่วๆไป
6) คำถามปลายเปิด (Open-ended Questions) เป็นคำถามที่เว้นให้ผู้ตอบบันทึกคำตอบด้วยความคิดเห็นของผู้ตอบ

2.1.7 เทคนิคและวิธีการสำรวจข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ในการสำรวจข้อมูลเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางส่วนใหญ่ เป็นการสอบถามข้อมูลจากผู้เดินทางในขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยสามารถแบ่งรูปแบบของสอบถามได้ 2 แนวทาง ดังนี้

- **Revealed preference approach (RP)**

การสำรวจข้อมูลแบบ Revealed preference (RP) เป็นการสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เช่น การสำรวจการเลือกใช้รถขนส่งมวลชนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางได้ โดยค่าตัวแปรจะขึ้นอยู่กับทางเลือกเดิมที่มีอยู่ Hensher (1994) ได้อธิบายข้อเสียของวิธี RP ว่าสิ้นเปลืองงบประมาณ และยากในการอธิบายผลกระทบของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้ เช่น ความสะดวกสบาย หรือความรู้สึกปลอดภัย เป็นต้น และวิธี RP ยังไม่สามารถประมาณค่าความต้องการได้โดยตรง และไม่สามารถตอบสนองภายใต้สถานการณ์ทางเลือกใหม่ได้

- **Stated preference approach (SP)**

การสำรวจข้อมูลแบบ Stated preference (SP) ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายโดยนักวางแผนด้านการคมนาคมขนส่งในการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายด้านการคมนาคมขนส่งที่เกี่ยวกับความต้องการในการเดินทาง ซึ่งการสำรวจแบบ SP ใช้ศึกษาพฤติกรรมของผู้เดินทางที่มีต่อทางเลือกในการเดินทางหรือรูปแบบบริการขนส่งใหม่ๆ หรือในสถานการณ์ใหม่ๆที่ยังไม่เคยมีหรือเกิดขึ้นมาก่อน

วิธี SP เป็นวิธีที่ได้จำนวนข้อมูลและการตอบสนองที่หลากหลายต่อสถานการณ์ทางเลือกที่แตกต่างกันมากกว่าวิธี RP และข้อมูล SP สามารถนำมาใช้สร้างแบบจำลองโดยปราศจากการสร้างสมมุติฐานบนโครงสร้างของแบบจำลองเหมือนวิธี RP

Hensher (1994) ได้กล่าวว่าวิธี SP นั้นเป็นวิธีที่สะดวกในการประยุกต์ใช้ โดยสถานการณ์และตัวแปรจะถูกกำหนดให้ตรงกับจุดประสงค์ของการศึกษา และยังคุ้มค่าทางด้านการเงินมากกว่าวิธี RP นอกจากนี้ Ortuzar and Willumsen (1990) กล่าวถึงวิธีการสำรวจข้อมูลแบบ SP ว่าเป็นการประยุกต์ เทคนิคทางด้านการตลาดมาใช้ และภายในช่วง ค.ศ. 1970s ได้มีการประยุกต์ใช้วิธี SP ในการศึกษาการขนส่งในหลายด้าน การแก้ปัญหาด้วยวิธี SP นี้ขึ้นอยู่กับการประมาณความต้องการ การวิเคราะห์ การตอบสนองต่อสมมติฐานทางเลือก ซึ่งจะทำให้ได้ตัวแปรและเงื่อนไขที่มากกว่าสถานการณ์จริงในปัจจุบัน โดยสมมติว่ายานพาหนะระบบเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับการบริการในช่วงเวลาสั้นๆ และค่าระดับการบริการของยานพาหนะระบบใหม่จะถูกนำมาใช้ จากนั้นจึงสร้างแบบจำลองโดยตัวแปรจากยานพาหนะระบบใหม่จะถูกประยุกต์ใช้ แล้วจึงสร้างแบบจำลองของตัวแปรจากยานพาหนะเดิมที่มีอยู่ เพื่อทำนายสัดส่วนการใช้ยานพาหนะระบบต่างๆ

2.1.8 ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจข้อมูล

Yamane (1967) ได้เสนอสมการสำหรับการคำนวณจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง ในการสำรวจข้อมูลซึ่งทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ดังสมการที่ 2.1

$$n = \frac{N}{(1+Ne^2)} \qquad (2.1)$$

โดย n = จำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้
N = จำนวนประชากรที่ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา
e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Allowable error)

Hensher et al. (2005) ได้กล่าวถึงการคำนวณหาขนาดตัวอย่างจากการเลือกตัวอย่างสุ่มในการศึกษา Discrete choice model โดยขนาดตัวอย่างน้อยที่สุดที่สามารถยอมรับได้ n สามารถหาได้จากระดับความแม่นยำของการประมาณค่าความน่าจะเป็น $\hat{p}$

ถ้ากำหนดให้ p = สัดส่วนของการเลือกตัวเลือกที่แท้จริงจากประชากร

a = ระดับของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นร้อยละความแตกต่างระหว่าง $\hat{p}$ และ p

β = ระดับความเชื่อมั่นของการประมาณค่า โดยที่ $\beta = 1-\alpha$,

α = ระดับนัยสำคัญ

ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดสามารถหาได้ ดังนี้

$$n \geq \frac{q}{pq^2}\left[\Phi^{-1}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 \qquad (2.2)$$

โดยที่ q = 1-p

$\Phi^{-1}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$ = ฟังก์ชันของอินเวอร์สการกระจายตัวสะสม (Inverse cumulative distribution function) ของการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ค่า $\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$

อย่างไรก็ตาม Richards and Ben-Akiva (1983) ได้กล่าวว่า ขนาดตัวอย่างจำนวน 200-500 ตัวอย่างมีความเพียงพอในการนำมาวิเคราะห์แบบจำลองแบบ Disaggregate แต่ตัวอย่างขนาดเล็กประมาณ 50-70 ตัวอย่างก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผลได้ และ Ortuzar and Willumsen (1994) ได้กล่าวอีกว่า การสำรวจที่ผ่านมาด้วยวิธี SP ส่วนมากใช้การสุ่มตัวอย่างประมาณ 75-100 ตัวอย่าง(คน) เพราะ 1 ตัวอย่างสามารถตอบแบบสอบถามจากสถานการณ์สมมติได้หลายสถานการณ์

2.2 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางในต่างประเทศ

Ortuzar and Willumsen (1990) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจัยมีผลต่อการเลือกประเภทยานพาหนะในการเดินทางของผู้เดินทางสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

ก) ลักษณะของผู้เดินทาง

1) จำนวนรถในการครอบครอง

2) การครอบครองใบขับขี่

3) โครงสร้างครอบครัว เช่น เป็นคู่สมรส มีสถานภาพ โสด คู่สมรสที่มีบุตร

4) รายได้

5) การตัดสินใจที่จะทำกิจกรรมอื่นๆ เช่น การเดินทางไปส่งลูกหรือเพื่อไปทำงาน

6) ความหนาแน่นของบ้านพักอาศัย

ข) คุณลักษณะของการเดินทาง เช่น

1) จุดประสงค์การเดินทาง

2) เวลาที่เกิดการเดินทางในช่วง 1 วัน

ค) คุณลักษณะของระบบขนส่ง เช่น

1) คุณสมบัติเชิงจำนวน

2) เวลาในการเดินทางสามารถแบ่งเป็น เวลาในยานพาหนะ เวลาในการรอ เวลาในการเดินทางทั้งหมด

3) ค่าใช้จ่ายที่คิดเป็นจำนวนเงินได้ เช่น ค่าโดยสาร ค่าจอดรถ

ง) คุณสมบัติเชิงคุณภาพ

1) ความสะดวก ความสบาย

2) ความแน่นอนของการให้บริการ

3) ความปลอดภัย

Zhou (2012) ได้มีศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาภายใน University of California ซึ่งได้ทำการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 769 ตัวอย่าง โดยเลือกตัวอย่างเฉพาะกลุ่มนักศึกษาที่ใช้รถยนต์หรือมีรถยนใว้ในครอบครอง โดยทำการสำรวจรูปแบบการเดินทางจากบ้านถึงมหาวิทยาลัย และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง พบว่ามาตรการที่นำไปสู่การเพิ่มจำนวนของผู้เดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน ได้แก่

1) การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนให้มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกันในทุกระบบ

2) การลดค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนที่ให้บริการ

3) การจัดทำบัตรอนุญาตเพื่อจอดรถช่วยให้ผู้ใช้รถส่วนบุคคลหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชน

นอกจากนี้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิตหลายทางเลือก (Mutinomial logit models) ที่พัฒนาโดย Zhon (2012) ทำให้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ เพศ ระดับชั้นปีที่ศึกษา อายุ และรูปแบบการพักอาศัย ส่วนการเดินทางร่วมกันในลักษณะ carpool เป็นที่นิยมสำหรับนักศึกษาที่มีบ้านอยู่ไกลจากมหาวิทยาลัยและมีเพื่อนอาศัยอยู่ใกล้กัน

Hensher and Rose (2007) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินจำนวนผู้ใช้ของโครงการระบบขนส่งมวลชนชนิดใหม่ เช่น รถไฟฟ้าขนาดหนัก (heavy rail), รถไฟฟ้าขนาดเบา (light rail), ระบบรถบัสที่มีทางเฉพาะ ที่จะมีการสร้างในอนาคต โดยออกแบบทางเลือกในสถานการณ์สมมติที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง พบว่า วิธีที่ดีที่สุดในการกำหนดคุณสมบัติของทางเลือกที่จะใช้ในการถามเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้วิเคราะห์ คือ การอ้างอิงจากคุณสมบัติเดิมของการให้บริการในปัจจุบัน เช่น การเข้าถึงในการใช้บริการ เส้นทางการให้บริการ และการเดินทางจากจุดจอดสู่จุดหมาย แสดงให้เห็นว่า การกำหนดตัวเลือกแบบรวมกันเพื่อใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น จะต้องนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปปรับแก้กับค่าพารามิเตอร์ของ

รูปการเดินทางที่มีอยู่ในแบบจำลองโครงข่ายถนนเสียก่อน เพื่อทำให้แบบจำลองที่ได้มีศักยภาพในการทำนายผลการให้บริการในระบบขนส่งมวลชนชนิดใหม่ได้ดียิ่งขึ้น

Hole (2004) ได้ศึกษาการเลือกใช้สถานที่จอดแล้วจรสำหรับพนักงานมหาวิทยาลัยเซนต์แอนดรู โดยสร้างแบบจำลองโลจิต 2 ทางเลือก (Binary logit models) สำรวจข้อมูลด้วยวิธี Stated preference โดยการแจกแบบสอบถามให้กับพนักงานมหาวิทยาลัยทางไปรษณีย์ ซึ่งได้รับข้อมูลที่สมบูรณ์ในการสร้างแบบจำลองทั้งสิ้น 255 ตัวอย่าง โดยข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลการเดินทางเพื่อมาทำงาน คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างยังถูกแบ่งออกเป็นนักวิชาการ และอื่นๆ ผู้ที่มีรายได้สูงและผู้ที่มีรายได้ต่ำ ผลจากแบบจำลองพบว่า สัดส่วนของผู้ที่จะหันไปใช้สถานที่จอดแล้วจรมีอยู่ค่อนข้างน้อย นอกจากจะได้รับการสนับสนุนหรือมีการออกแบบให้การบริการของสถานที่จอดรถมีความน่าสนใจ เช่น การปรับเปลี่ยนราคาที่จอดรถ หรือมีนโยบายที่ส่งเสริมการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสถานที่จอดแล้วจรมีแนวโน้มจะมีประสิทธิภาพหากสถานประกอบการตั้งอยู่ในเมืองเล็กๆ ที่ผู้คนมีรายได้ต่ำ มีสถานที่จอดรถค่อนข้างจำกัดและมีการเชื่อมโยงกับระบบขนส่งสาธารณะ

2.2.2 การศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในประเทศ

อรรถวิทย์ อุปโยคิน (2544) ได้ศึกษาการเลือกยานพาหนะในการเดินทางระหว่างรถประจำทางและยานพาหนะอื่นๆ ในเขตเมืองเชียงใหม่ โดยทำการสร้างแบบจำลองจากการสำรวจข้อมูลด้วยวิธี Stated preference (SP) และสร้างแบบจำลองประเภทโลจิตสองทางเลือก (Binary logit model) โดยพิจารณาระหว่างรถโดยสารประจำทางกับรถยนต์ รถโดยสารประจำทางกับรถจักรยานยนต์ และรถโดยสารประจำทางกับรถสี่ล้อแดง พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองแยกตามวัตถุประสงค์การเดินทางอีกด้วย ผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของการใช้บริการรถประจำทางสมการอรรถประโยชน์ที่มีค่าทางสถิติดีที่สุด พบว่า ตัวแปรร่วมที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในแต่ละแบบจำลองอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ส่วนตัวแปรที่มีผลเฉพาะยานพาหนะ ได้แก่ อาชีพ อายุ สถานะในครัวเรือน จำนวนใบอนุญาตขับขี่รถยนต์และรถจักรยานยนต์ในครัวเรือน

เอกฉัตร วงศ์ทะกัณฑ์ (2548) ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบยานพาหนะในการเดินทางระหวางจังหวัดในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองโลจิตแบบหลายทางเลือกในการพัฒนาแบบจำลอง 2 ระดับ ประกอบไปด้วย (1) การพัฒนาแบบจำลองระดับจังหวัด และ (2) การพัฒนาแบบจำลองระดับประเทศ ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองระดับจังหวัดนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบยานพาหนะ พบว่า ตัวแปรระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเลือกรูปแบบยานพาหนะเดินทางในทุกจังหวัด ดังนั้นปัจจัยทั้ง 3 จึงได้ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรของสมการอรรถประโยชน์ในการพัฒนาแบบจำลองระดับจังหวัด สำหรับการพัฒนาแบบจำลองระดับประเทศนั้นได้ใช้ฐานข้อมูลการเดินทางรวมกันของทั้ง 4 จังหวัดคือ เชียงใหม่ ขอนแก่น ราชบุรี และสงขลา จาก

การทดสอบเปรียบเทียบผลการทำนายของแบบจำลองและค่าสถิติสัดส่วนปริมาณการเดินทางระหว่างจังหวัดโดยยานพาหนะประเภทต่างๆ ของจังหวัดที่ทำการศึกษา พบว่า ค่าสถิติผลการทำนายมีความแตกต่างโดยเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 30 ซึ่งสามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อคาดการณ์สัดส่วนการเลือกรูปแบบยานพาหนะในการเดินทางระหว่างจังหวัด ผลจากการศึกษาพบว่า ร้อยละของปริมาณการเดินทางระหว่างจังหวัดโดยรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถไฟ และเครื่องบินในปี พ.ศ. 2546 มีค่าเท่ากับ 54.17, 35.28, 8.21 และ 2.34 ตามลำดับ

Fukuda et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบด้วยระบบ car sharing โดยเน้นผู้ใช้บริการ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเดินทางด้วยระบบ car sharing กับการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะต่างๆ ซึ่งสำรวจข้อมูลด้วยวิธี SP จำนวน 600 ตัวอย่างในบริเวณสถานีรถขนส่งมวลชน สถานีรถไฟฟ้า BTS และบริเวณใกล้เคียงที่ตั้งอยู่ใจกลางเมือง โดยสมมติสถานการณ์ 9 กรณีที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เลือก จากการศึกษาสรุปได้ว่าสิ่งที่จะทำให้ผู้ใช้บริการหันมาเดินทางโดยระบบ car sharing จะต้องมีการ 1) กำหนดเป้าหมายกลุ่มผู้ใช้ที่เหมาะสม 2) เลือกสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับสถานี car sharing 3) ให้ระดับของการบริการสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์ (2553) ได้ทำการสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายพฤติกรรมการเลือกใช้ยานพาหนะ 2 ประเภท (รถจักรยานยนต์และรถขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยขอนแก่น) ของนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการเดินทางระหว่างที่พักอาศัยและอาคารเรียน โดยได้ประยุกต์ใช้วิธี SP ในการศึกษาทำการสัมภาษณ์กลุ่มนักศึกษาตัวอย่างจำนวน 481 ตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ถูกนำมาใช้สร้างแบบจำลองการเลือกใช้ยานพาหนะ 2 ประเภท เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ยานพาหนะ ผลจากแบบจำลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มนักศึกษาที่พักอยู่ภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย คือ เวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของยานพาหนะทั้งสองประเภท ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบเฉพาะกลุ่มนักศึกษาที่พักอยู่ภายในมหาวิทยาลัย คือ อายุ ส่วนเพศ เป็นปัจจัยที่มีผลสำหรับกลุ่มนักศึกษาที่พักอาศัยอยู่นอกมหาวิทยาลัย และเมื่อวิเคราะห์รวมทั้งสองกลุ่ม พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกประเภทยานพาหนะ ได้แก่ เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง อายุ และตำแหน่งที่พักอาศัยของผู้เดินทาง

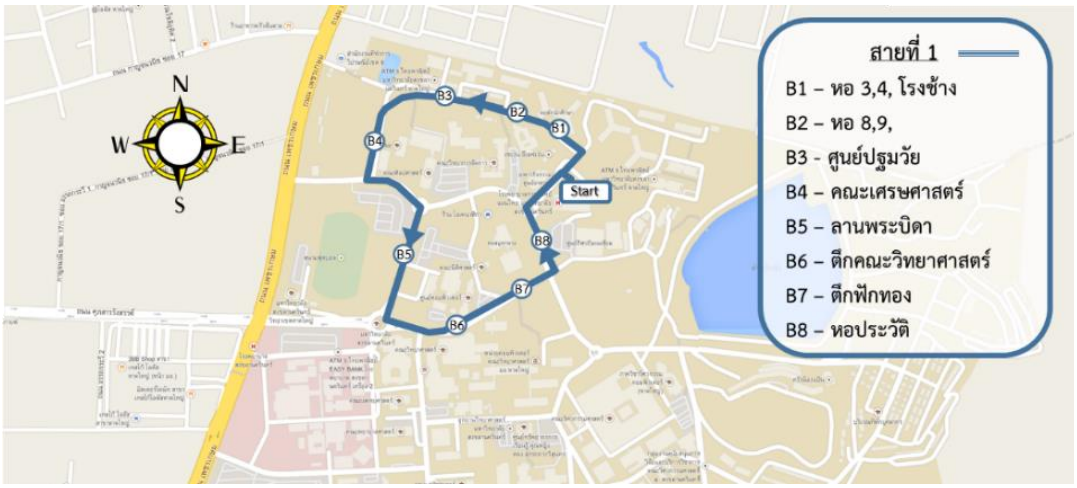
จากการทบทวนงานวิจัยข้างต้นสามารถจัดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งสอดคล้องตาม เกษม ชูจารุกุล (2555) ที่ได้กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางประกอบด้วย

- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เดินทาง เช่น รายได้ของครอบครัว อัตราการครอบครองยานพาหนะ ขนาดของครัวเรือน ความหนาแน่นของที่พักอาศัย เป็นต้น
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง เช่น ระยะเวลาในการเดินทาง ช่วงเวลาของวัน
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่ง เช่น ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทางบนรถโดยสาร เวลาการรอรถโดยสาร เป็นต้น

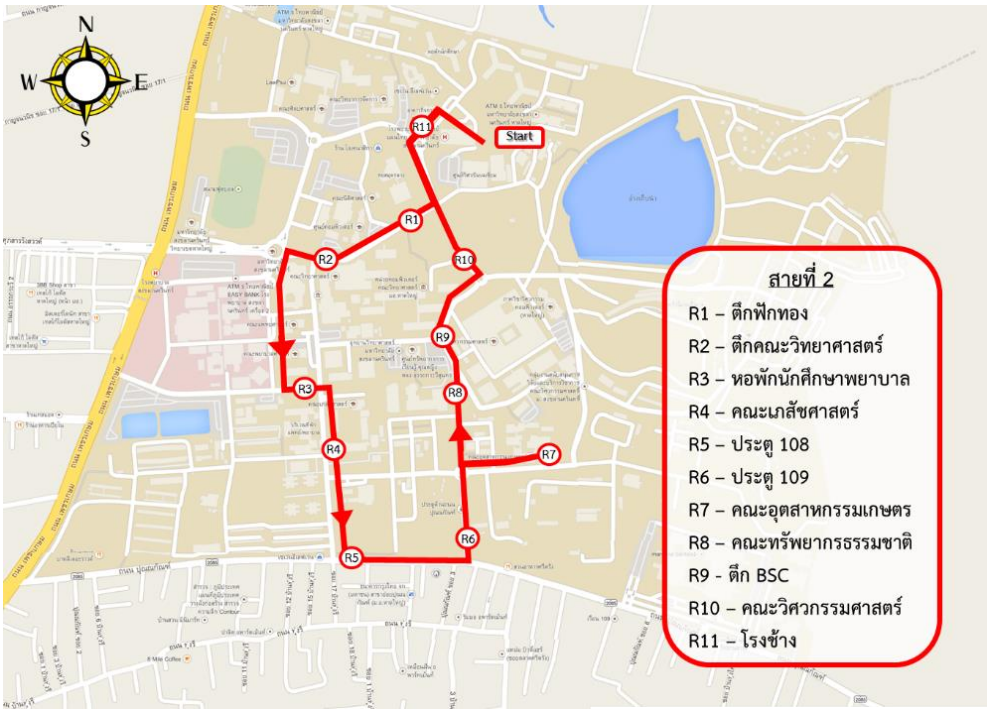
2.2.3 ระบบขนส่งภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ดำเนินโครงการระบบขนส่งมวลชนภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยในระยะแรกได้ให้บริการรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซล และเริ่มปรับเปลี่ยนเป็นรถบัสโดยสารพลังงงานไฟฟ้าซึ่งเป็นรูปแบบการขนส่งมวลชนขนาดเล็กที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จนถึงปัจจุบันโครงการดังกล่าวมีรถโดยสารทั้งสิ้น 14 คันประกอบด้วย รถบัสโดยสาร 12 คัน และรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซล 2 คัน (แสดงดังรูปที่ 2.3) ให้บริการฟรีสำหรับการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 1.8 กิโลเมตร มีจุดจอด 8 ป้าย ได้แก่ โรงช้าง, หอ 8 และ9, ศูนย์ปฐมวัย, คณะเศรษศาสตร์, ลานพระบิดา, ตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.), ตึกฟักทอง และหอประวัติ (แสดงในรูปที่ 2.4) เส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 2.6 กิโลเมตร มีจุดจอด 11 ป้าย ได้แก่ ตึกฟักทอง, ตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.), หอพักนักศึกษาพยาบาล, คณะเภสัชศาสตร์, ประตู 108, ประตู 109, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, ตึกปฏิบัติการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (BSc), คณะวิศวกรรมศาสตร์ และโรงช้าง (แสดงในรูปที่ 2.5) เส้นทางที่ 3 มีระยะทาง 2.9 กิโลเมตร มีจุดจอด 10 ป้าย ได้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์, ตึกปฏิบัติการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (BSc), คณะทรัพยากรธรรมชาติ, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, ตลาดเกษตร, ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะเภสัชศาสตร์, พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา, ลานพระบิดา และคณะศิลปศาสตร์ (แสดงในรูปที่ 2.6) โดยให้บริการในวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 7:30น.–18:30น.

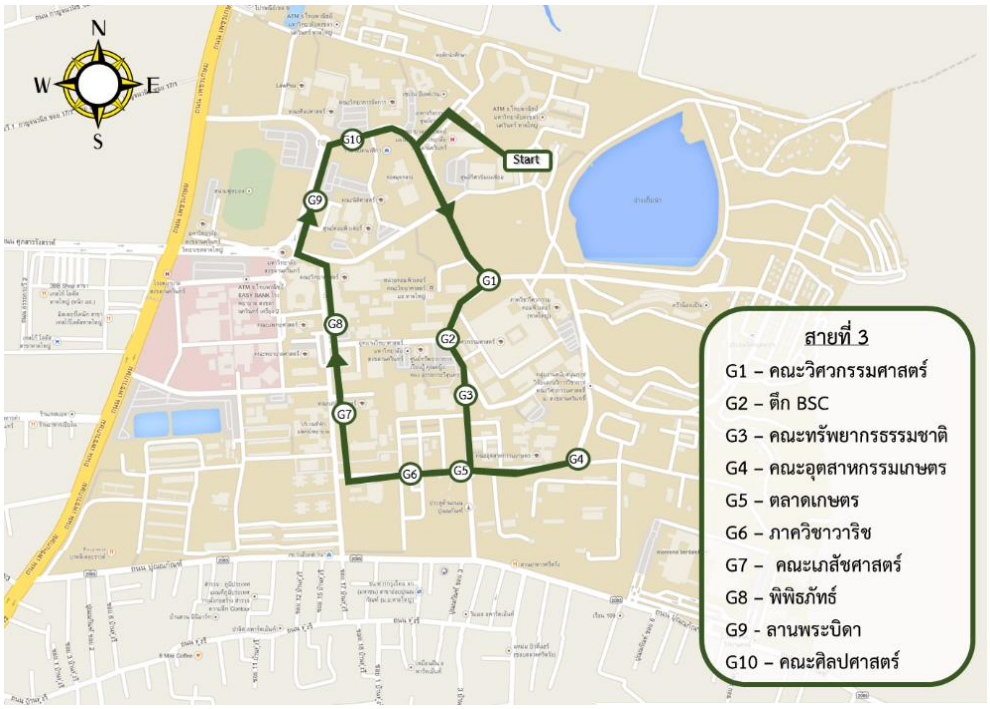
รูปที่ 2.3 ลักษณะทั่วไปของรถบัสโดยสาร



รูปที่ 2.4 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 1



รูปที่ 2.5 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 2



รูปที่ 2.6 รถบัสโดยสารเส้นทางที่ 3

การให้บริการได้กำหนดให้ใช้เวลาระหว่างสถานีไม่เกิน 5 นาที และในการให้บริการต่อรอบการเดินรถไม่เกิน 12 นาที รวมถึงการปล่อยรถจากสถานีเริ่มต้นได้คำนึงถึงสถานการณ์ตามช่วงเวลาซึ่งโดยรวมจะไม่เกิน 15 นาทีต่อคัน

โรสดี และคณะ (2544) ได้ศึกษาความต้องการใช้ระบบขนส่งและทางเท้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยศึกษาการให้บริการรถบัสขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ในปี พ.ศ. 2543 ถึง ปี พ.ศ. 2544 กลุ่มเป้าหมายในการให้บริการคือ เฉพาะนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักนักศึกษาของทางมหาวิทยาลัยเท่านั้น จากผลการศึกษาในครั้งนั้น พบว่า ระบบขนส่งภายในมหาวิทยาลัยยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการเดินทางของนักศึกษา

ศุภกร และภานุพงศ์ (2554) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถบัสโดยสาร สายสีเขียว (สายใหม่) ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางจากนักศึกษาและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยพบว่าจุดหมายของการเดินทางส่วนใหญ่ ร้อยละ 46.38 อยู่บริเวณโรงช้างและหอพักนักศึกษา ยานพาหนะที่นิยมใช้ในการเดินทางส่วนใหญ่ คือ รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 76.86) เหตุผลหลักในการเลือกยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง ได้แก่ ความสะดวก (ร้อยละ50) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ร้อยละ 28.96) เวลาในการเดินทาง (ร้อยละ 21.86) และจากการสำรวจดังกล่าวได้มีข้อเสนอแนะจากผู้ที่ใช้บริการและผู้ที่ต้องการใช้บริการ โดยพบว่า สิ่งที่ควรปรับปรุง ได้แก่ ความถี่ในการให้บริการ ความสบายภายในรถบัสโดยสาร และเส้นทางการให้บริการที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2.2.4 ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ

ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์ (2553) ได้ทำการสำรวจระบบการให้บริการขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆในประเทศไทย ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยนเรศวร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อเด่นและข้อด้อยของระบบการให้บริการของแต่ละมหาวิทยาลัย โดยพบว่า

1) ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีเส้นทางการให้บริการทั้งหมด 2 สาย ใช้รถโดยสารที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ความจุ 12 ที่นั่ง ให้บริการทุกวันตั้งแต่ 07.00น. ถึง 22.00น. มีความถี่ในการให้บริการในวันธรรมดาและวันหยุดราชการ 5 และ 10 นาทีต่อคัน ตามลำดับ โดยไม่เก็บค่าโดยสาร
2) ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีเส้นทางการให้บริการทั้งหมด 2 เส้นทาง ใช้รถโดยสารที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แต่มี ความจุของรถจำนวน 15 ที่นั่ง ให้บริการทุกวัน ตั้งแต่เวลา 06.30น. ถึง 24.00น. ในช่วงเวลาเร่งด่วนจะให้บริการต่อเนื่องโดยไม่กำหนดความถี่ของรถ ส่วนช่วงเวลาปกติมีความถี่ในการให้บริการ 5 นาทีต่อคัน และไม่เก็บค่าโดยสารเช่นกัน
3) ระบบขนส่งมวลชนภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เส้นทางการให้บริการมีทั้งหมด 4 เส้นทาง รถที่ให้บริการก็ใช้พลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับสองมหาวิทยาลัยข้างต้น แต่มี

ความจุของผู้โดยสารมากถึง 22 ที่นั่ง แบ่งช่วงเวลาในการให้บริการเป็นวันธรรมดาและวันหยุด โดยวันธรรมดาให้บริการตั้งแต่เวลา 06.30น. ถึง 18.30น. ส่วนวันหยุดราชการให้บริการตั้งแต่เวลา 07.00น. ถึงเวลา 17.30น. ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนให้บริการ 3-5 นาทีต่อคัน ส่วนในช่วงเวลาปกติจะให้บริการ 6-10 นาทีต่อคัน มีการเก็บค่าโดยสารจากตั๋ว 2 บาท และสมาร์ทการ์ด 1 บาทต่อเที่ยวการเดินทาง

4) ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัจจุบันมีเส้นทางการให้บริการทั้งหมด 5 เส้นทาง ใช้รถโดยสารที่ใช้พลังงาน NGV และน้ำมันดีเซล มีความจุ 25 ที่นั่ง ให้บริการเฉพาะวันธรรมดา ตั้งแต่เวลา 06.30น. ถึง 21.00น. ไม่กำหนดความถี่ในการให้บริการ ไม่คิดค่าโดยสาร และในปัจจุบันมีการพัฒนาแอพพลิเคชั่น(application)บนมือถือ ซึ่งสามารถตรวจสอบตำแหน่งรถและสายของรถที่จะเดินทางไปยังจุดหมายเพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น
5) ระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีเส้นทางการให้บริการทั้งหมด 4 เส้นทาง ใช้รถโดยสารที่ใช้พลังงาน NGV มีความจุนั่งและยืน 40 ที่ ให้บริการทุกวัน ตั้งแต่เวลา 07.00น. ถึง 21.00น. ความถี่ 5 นาทีต่อคัน ไม่คิดค่าโดยสาร

จากการทบทวนระบบขนส่งมวลชนภายในของแต่ละมหาวิทยาลัยสามารถนำมาสรุปเปรียบเทียบกับระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลลักษณะการให้บริการระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ

ลักษณะการให้บริการ	**มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**	**มหาวิทยาลัยนเรศวร**	**จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**	**มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**	**มหาวิทยาลัยขอนแก่น**	**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**
จำนวนเส้นทางที่ให้บริการ	2	2	4	5	4	3
ช่วงเวลาที่ให้บริการ	ทุกวัน 07.00น.-22.00น.	ทุกวัน 06.30น.-24.00น.	วันธรรมดา 06.30น.-18.30น. วันหยุด 07.00น.-17.30น.	วันธรรมดา 06.30น. – 21.00น. วันหยุด 07.00น. – 17.30น.	ทุกวัน 07.00น. – 21.00น.	วันจันทร์ – วันเสาร์ 7:30 น. – 18:30 น.
ความถี่	วันธรรมดา 5 นาทีต่อคัน วันหยุด 10 นาทีต่อคัน	ชั่วโมงเร่งด่วน ไม่กำหนด ชั่วโมงปกติ 5 นาทีต่อคัน	ชั่วโมงเร่งด่วน 3-5 นาทีต่อคัน ชั่วโมงปกติ 6-10 นาทีต่อคัน	ไม่กำหนด	5 นาทีต่อคัน	ไม่เกิน 5 นาทีต่อคัน

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลลักษณะการให้บริการระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะการให้บริการ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยนเรศวร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประเภทรถที่ให้บริการและพลังงานที่ใช้	รถไฟฟ้าไม่แอร์และพัดลม	รถไฟฟ้าไม่แอร์และพัดลม	รถไฟฟ้าติดแอร์	รถบัสใช้พลังงาน NGV และดีเซล ติดพัดลม	รถบัสใช้พลังงาน NGV ติดพัดลม	รถบัสพลังงานไฟฟ้าติดพัดลม
ค่าโดยสารต่อเที่ยว	ตั๋ว 2 บาท/สมาร์ทการ์ด 1 บาท	ฟรี	ฟรี	ฟรี	ฟรี	ฟรี
ป้ายบอกเส้นทาง	มี	มี	มี	มี	มี	มี
ศาลาที่พักผู้โดยสาร(มีหลังคากันแดด,ฝน)	มี	มี	มี	มี	มี	ไม่มี
ตัวรถกันฝนได้หรือไม่	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้
ระบบจอดแล้วจร	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
การเชื่อมต่อกับขนส่งภายนอก	รถเมล์และรถสองแถว	รถเมล์	รถเมล์และแท็กซี่	รถเมล์และแท็กซี่	รถสองแถว	รถเมล์สาย 8-3
รถร่วมให้บริการภายในมหาวิทยาลัย	รถเมล์และรถสองแถว	รถเมล์และรถบริการบุคคลากร	รถแท็กซี่	รถแท็กซี่	รถสองแถว	รถตุ๊กๆ
แสงสว่างในเวลากลางคืนบริเวณศาลาพักผู้โดยสาร	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	ไม่มี	ไม่มี

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลลักษณะการให้บริการระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะการให้บริการ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยนเรศวร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ระบบความปลอดภัยของรถ(เช่น ถังดับเพลิงในรถ)	ไม่มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี
ทางเท้ามีหลังคาเชื่อมกับศาลาที่พักผู้โดยสาร	มีระดับปานกลาง	มีระดับปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ความจุ(ที่นั่ง)	12	15	22	25	25	20
แอฟพลิเคชั่นส่งเสริมการให้บริการ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี

ดัดแปลงจาก: ณัฐพงศ์ (2553)

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าระบบขนส่งมวลชนภายในของมหาวิทยาลัยต่างๆ มีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกันออกไป โดยข้อดีของระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยอื่นๆที่สามารถนำมาเสนอเพิ่มเติมในระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้แก่ ศาลาที่พักผู้โดยสาร ระบบจอดแล้วจร ทางเดินมีหลังคาที่เชื่อมโยงกับจุดรับ-ส่งผู้เดินทางเข้าสู่อาคารเรียนหรือคณะใกล้ๆ กับจุดจอดรับ-ส่ง การเชื่อมโยงกับระบบขนส่งภายนอก ซึ่งในปัจจุบันระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีการเชื่อมโยงเฉพาะฝั่งถนนปุณณกัณฑ์ ซึ่งมีรถประจำทางผ่านเพียงสาย 8-3 สายเดียวและยังเป็นเส้นทางที่เพิ่งเปิดให้บริการ จึงควรปรับปรุงให้มีการเชื่อมโยงกับถนนกาญจนวนิชด้านหน้ามหาวิทยาลัยด้วย เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการเพิ่มมากขึ้น

2.2.5 ความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

จากงานวิจัยที่ได้ทำการทบทวนมาทำให้นำไปสู่การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกรถบัสโดยสารที่ให้บริการภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มาสร้างแบบจำลองในการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยเลือกเอาการสร้างแบบจำลองโลจิตแบบ 2 ทางเลือก (Binary logit model) เนื่องจากเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ประกอบกับแบบจำลองโลจิตแบบ 2 ทางเลือกยังไม่เคยถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มาก่อน ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบในการสร้างแบบจำลองเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย แบบจำลองระหว่างรถบัสโดยสารกับรถยนต์ และรถบัสโดยสารกับรถจักรยานยนต์ ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวจะพัฒนามาจากข้อมูลที่ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างประชากรภายในมหาวิทยาลัยโดยใช้แบบสอบถามที่มีการเพิ่มเติมสถานการณ์สมมติในลักษณะ Stated preference โดยแบบสอบถามที่ใช้สำรวจจะต้องประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดไว้ดังนี้ 1) เพศ 2) อายุ 3) อาชีพ 4) รายได้ส่วนตัว 5) รายได้ของครอบครัว 6) ตำแหน่งที่พักอาศัย 7) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง 8) ระยะเวลาในการเดินทาง 9) เวลาการรอรถโดยสาร จากนั้นนำผลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์เพื่อประเมินมาตรการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร โดยกำหนดมาตการที่จะนำมาประเมินไว้ 3 มาตรการ คือ การลดเวลารอและการลดเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร การจำกัดพื้นที่จอดรถ การเก็บค่าที่จอดรถ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปเป็นข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการให้บริการรถบัสโดยสารต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลกับรถบัสโดยสาร ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองดังกล่าวจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบสอบถามโดยขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.1

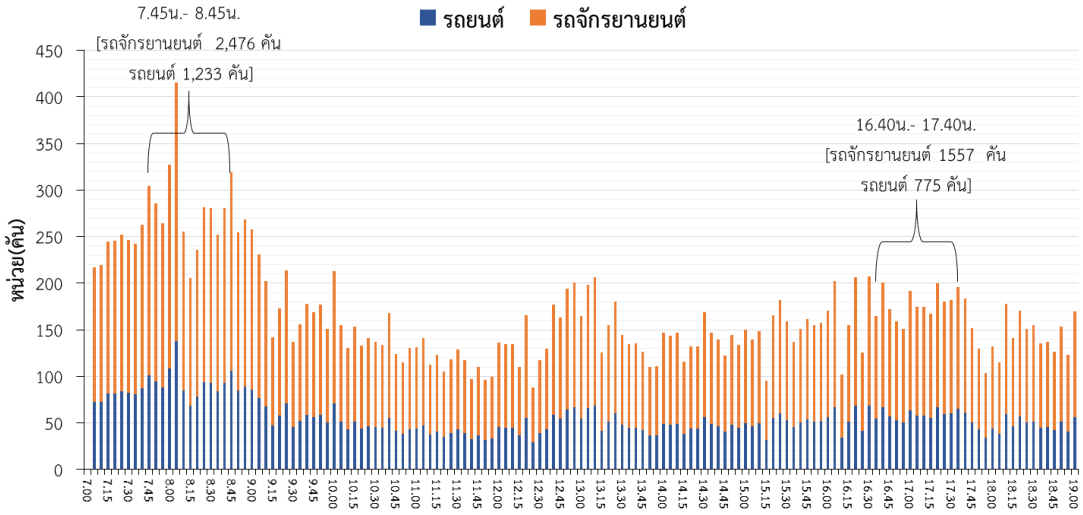
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวมรวมข้อมูลของงานวิจัยนี้ได้แบ่งการรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง การเก็บข้อมูลส่วนนี้จะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป ส่วนข้อมูลอีกประเภทเป็นข้อมูลเดิมที่เคยมีการเก็บข้อมูลไว้แล้วมาวิเคราะห์เพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1. ปริมาณยานพาหนะที่ผ่านประตูเข้าสู่มหาวิทยาลัย

ปริมาณยานพาหนะที่ผ่านประตูเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาแบ่งสัดส่วนของจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง โดยข้อมูลที่ทำการสำรวจเป็นจำนวนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่ได้มาจากกล้องวงจรปิดบริเวณประตูสงขลานครินทร์, ประตูศรีทรัพย์, และประตูศรีตรัง ในวันที่ 16-19 พฤศจิกายน พ.ศ.2555 ซึ่งข้อมูลในอยู่ช่วงเวลา 07.00น.-19.00น. (12 ชั่วโมง) โดยเวลาดังกล่าวครอบคลุมช่วงเวลาในการให้บริการของรถบัสโดยสารที่ให้บริการ แสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งพบว่า ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.45น.-08.45น.) มีปริมาณรถจักรยานยนต์ 2,475 คัน และปริมาณรถยนต์ 1,233 คัน ส่วนในช่วงเร่งด่วนเย็น (16.40น.-17.40น.) มีปริมาณรถจักรยานยนต์ 1,557 คัน และปริมาณรถยนต์ 775 คัน จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ทราบร้อยละระหว่างรถยนต์และรถจักรยานยนต์ คือ 49.78 และ 50.22 ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 ปริมาณการเดินทางเข้ามหาวิทยาลัย

3.1.2 จำนวนผู้ใช้บริการและต้นทุนในการให้บริการ

ในการให้บริการรถบัสโดยสารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ หน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งในการให้บริการนั้นได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการและระยะเดินทางรวมของรถแต่ละคัน รวมถึงมีการจดบันทึกค่าใช้จ่ายในการให้บริการ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุง ค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถมาวิเคราะห์ต้นทุนค่าโดยสารเฉลี่ยต่อคนและเฉลี่ยต่อกิโลเมตรในเบื้องต้นได้ เพื่อที่นำไปเป็นค่าโดยสารของรถบัสโดยสารของทางเลือกในสถานการณ์สมมติที่จะใช้ในแบบสอบถามต่อไป อัตราต้นทุนค่าโดยสารที่ได้ทำการวิเคราะห์นี้ได้รวมรถโดยสารที่ใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลด้วย โดยช่วงต้นทุนค่าให้บริการต่อกิโลเมตรอยู่ที่ 12 - 60 บาทต่อกิโลเมตรขึ้นอยู่กับการให้บริการในแต่ละเดือน ส่วนต้นทุนค่าให้บริการต่อคนต่อเที่ยวจะอยู่ที่ 1.5 - 20 บาท ซึ่งอัตราอาจแปรผันตามจำนวนผู้ใช้บริการใน

แต่ละเดือน ในช่วงปิดภาคการศึกษามีต้นทุนการให้บริการต่อคนต่อเที่ยวสูงมากเนื่องจากมีผู้ใช้บริการจำนวนน้อย ส่วนช่วงเปิดภาคการศึกษามีต้นทุนการให้บริการเฉลี่ยอยู่ที่ 2.47 บาทต่อคนต่อเที่ยวและมีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 48,064 คนต่อเดือน ในช่วงปิดภาคการศึกษาต้นทุนการให้บริการเฉลี่ยอยู่ที่ 14.87 บาทต่อคนต่อเที่ยว และมีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 16,670 คนต่อเดือน (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 จำนวนผู้โดยสาร ระยะทาง และต้นทุนการให้บริการในการให้บริการรถบัสโดยสาร

ปีการศึกษา	เดือน ปี พ.ศ		ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนผู้โดยสาร	รวมค่าใช้จ่าย บาท	เฉลี่ย (บาท/กม.)	ต้นทุนการให้บริการ (บาท/คน)
ช่วงเปิดภาคการศึกษา							
2553	กรกฎาคม	2553	3,133	17,009	50,745.00	16.20	2.98
	สิงหาคม	2553	6,966	53,484	84,134.89	12.08	1.57
	กันยายน	2553	7,775	67,936	105,257.72	13.54	1.55
	พฤศจิกายน	2553	6,475	63,667	95,449.80	14.74	1.50
	ธันวาคม	2553	6,518	64,204	95,455.00	14.64	1.49
	มกราคม	2554	5,826	72,025	96,563.75	16.57	1.34
	กุมภาพันธ์	2554	4,853	53,840	84,298.75	17.37	1.57
2554	มิถุนายน	2554	5,030	75,269	92,800.75	18.45	1.23
	กรกฎาคม	2554	4,873	69,559	98,726.00	20.26	1.42
	สิงหาคม	2554	3,386	44,855	89,936.25	26.56	2.01
	กันยายน	2554	4,796	58,988	105,123.75	17.82	1.78
	พฤศจิกายน	2554	5,109	47,153	87,946.75	17.21	1.87
	ธันวาคม	2554	6,071	61,667	88,438.75	14.57	1.43
	มกราคม	2555	2,534	23,799	92,736.25	36.60	3.90
	กุมภาพันธ์	2555	4,442	37,918	110,654.25	24.91	2.92
2555	มิถุนายน	2555	4,497	48,010	88,138.75	19.60	1.84
	กรกฎาคม	2555	6,169	48,661	108,914.00	17.66	2.24
	สิงหาคม	2555	4,150	34,919	86,820.45	20.92	2.49
	กันยายน	2555	3,991	34,022	78,198.36	19.59	2.30
	พฤศจิกายน	2555	4,543	42,932	140,904.08	31.02	3.28
	ธันวาคม	2555	3,461	25,883	101,390.55	29.30	3.92
	มกราคม	2556	4,323	35,197	266,271.20	61.59	7.57
	กุมภาพันธ์	2556	3,786	24,468	111,880.60	29.55	4.57
เฉลี่ย			4,900	48,064	102,643	22.21	2.47

ตารางที่ 3.1 จำนวนผู้โดยสาร ระยะทาง และต้นทุนการให้บริการในการให้บริการรถบัสโดยสาร(ต่อ)

ปีการศึกษา	เดือน ปี พ.ศ		ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนผู้โดยสาร	รวมค่าใช้จ่าย บาท	เฉลี่ย (บาท/กม.)	ต้นทุนการให้บริการ (บาท/คน)
ช่วงปิดภาคการศึกษา							
2553	ตุลาคม	2553	3,853	18,982	85,705.00	22.24	4.52
	มีนาคม	2554	2,066	7,246	85,739.75	41.50	11.83
	เมษายน	2554	1,723	2,298	74,212.50	43.07	32.29
	พฤษภาคม	2554	1,275	2,679	75,962.50	59.58	28.35
2554	ตุลาคม	2554	6,939	76,805	01,134.75	14.57	1.32
	มีนาคม	2555	2,034	5,955	105,775.25	52.00	17.76
	เมษายน	2555	4,066	15,850	116,713.75	28.70	7.36
	พฤษภาคม	2555	8,496	29,596	146,670.25	17.26	4.96
2555	ตุลาคม	2555	2,750	16,561	103,045.05	37.47	6.22
	มีนาคม	2556	2,075	4,421	92,787.35	44.72	20.99
	เมษายน	2556	1,884	5,287	93,292.00	49.52	17.65
เฉลี่ย			3,331	16,670	99,533	38.84	14.87

ที่มา: งานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2556)

จากข้อมูลต้นทุนการให้บริการเฉลี่ยต่อคนต่อเที่ยวในช่วงเปิดภาคการศึกษาอยู่ที่ 2.47 บาทต่อคนต่อเที่ยว ส่วนในช่วงปิดภาคการศึกษาต้นทุนการให้บริการเฉลี่ยต่อคนต่อเที่ยวอยู่ที่ 14.87 บาทต่อคนต่อเที่ยว ซึ่งข้อมูลนี้ใช้ในการกำหนดค่าโดยสารของรถบัสโดยสารในสถานการณ์สมมติ โดยกำหนดให้ค่าโดยสารในสถานการณ์สมมติต้องไม่เกิน 14.87 บาท แต่ในบางสถานการณ์ยังกำหนดให้ไม่มีค่าโดยสารอยู่เนื่องจากต้นทุนในการดำเนินการรถบัสโดยสารสามารถชดเชยได้ด้วย ค่าจอดรถหากมีการเก็บค่าที่จอดรถในอนาคต

3.2 การสำรวจข้อมูล

การสำรวจข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การสำรวจข้อมูลรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 2) การสำรวจพฤติกรรมการและปริมาณผู้ใช้รถบัสโดยสาร และ 3) การสำรวจการเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติโดยกำหนดสถานการณ์ย่อยประกอบด้วย มีการเก็บค่าธรรมเนียมการจอดรถส่วนตัวของพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย, รถบัสโดยสารมีการปรับปรุงการให้บริการที่ตรงต่อเวลาสามารถคาดการณ์เวลาเดินทางได้อย่างแม่นยำ มีความสะดวกสะบายในการโดยสารและมีความปลอดภัยสูง, มีเส้นทางคลอบคลุมเส้นทางการเดินทางทั้งมหาวิทยาลัยและมีบริการจอดแล้วจร ซึ่งเป็นการจัดพื้นที่จอดสำหรับจอดแล้วจร รถสำหรับผู้ใช้รถส่วนตัวที่เดินทางมา

จากที่พักอาศัย บริเวณประตูมหาวิทยาลัย เพื่อเปลี่ยนเป็นการใช้รถบัสโดยสาร โดยไม่คิดค่าธรรมเนียมในการจอด ในกรณีที่ของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ทราบข้อมูลรายละเอียดของการให้บริการรถบัสโดยสารทางผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารแนะนำรถที่ให้บริการและเส้นทางที่ให้บริการ ตัวอย่างแบบสอบถาม (ดังแสดงในภาคผนวก ก.) เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจ

3.2.1 กลุ่มเป้าหมายและขนาดตัวอย่าง

ในการสำรวจข้อมูลแต่ละรูปแบบมีกลุ่มเป้าหมายและขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน โดยการสำรวจข้อมูลในส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน เมื่อนำจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยทั้งหมดไปคำนวณด้วยสูตรของ Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทำให้ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 400 ตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ทำการสำรวจเป็นประชากรภายในมหาวิทยาลัย แบบสอบถามในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการรถบัสโดยสาร ผู้วิจัยไม่มีการกำหนดจำนวนตัวอย่างแต่กำหนดลักษณะการเก็บข้อมูล โดยสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการขึ้นลงของผู้ใช้บริการแต่ละป้ายตามเส้นทางรถบัสโดยสารที่มีการให้บริการ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลส่วนนี้บนรถบัสโดยสารเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และในส่วนที่ 3 การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ กลุ่มเป้าหมายในการสำรวจคือ ประชากรที่อยู่ภายในมหาวิทยาลัยที่เดินทางด้วยรถส่วนบุคคล และแยกกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ โดยสัมภาษณ์ข้อมูลสภาพการเดินทางในปัจจุบันและการสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP survey) ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างไว้ 400 ตัวอย่างสำหรับแต่ละกลุ่ม รวมทั้งหมด 800 ตัวอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างขนาด 200-500 ตัวอย่างก็เพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์แบบจำลองโลจิตให้สมเหตุสมผลได้

3.2.2 การกำหนดค่าตัวแปรในสถานการณ์ทางเลือก

ในการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์สมมติของแต่ละทางเลือกไว้ทั้งหมด 5 ตัวแปร ประกอบด้วย

1) เวลาในการเดินทางของยานพาหนะส่วนบุคคล
2) ค่าจอดรถภายในมหาวิทยาลัย
3) เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร
4) เวลารอรถบัสโดยสาร
5) ค่าโดยสารรถบัสโดยสาร

เพื่อศึกษาความผันแปรของตัวแปรทั้ง 5 ตัวแปรข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความแตกต่างของค่าใช้จ่าย เวลาในการเดินทาง และเวลารถรถ ซึ่งค่าดังกล่าวแบ่งเป็น 2 รูปแบบตามกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา จากนั้นใช้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางของทั้งสองรูปแบบการเดินทางเพื่อสร้างสถานการณ์ที่แตกต่างซึ่งกำหนดไว้ทั้งสิ้น 9 สถานการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 - 3.5

ตารางที่ 3.2 การกำหนดระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

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

ตารางที่ 3.3 การกำหนดสถานการณ์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสารที่กำหนดขึ้น

สถานการณ์	รถจักรยานยนต์		รถบัสโดยสาร		
	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารอรถ (นาที)
1	5	4	0	4	3
2	7	4	2	3	10
3	10	4	5	1	6
4	10	7	0	7	6
5	12	7	2	6	3
6	15	7	5	4	10
7	15	10	0	10	10
8	17	10	2	9	6
9	20	10	5	7	3

ตารางที่ 3.4 การกำหนดระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

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

ตารางที่ 3.5 การกำหนดสถานการณ์ของรถยนต์และรถบัสโดยสารที่กำหนดขึ้น

สถานการณ์	รถยนต์		รถบัสโดยสาร		
	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารอรถ (นาที)
1	10	5	0	5	3
2	12	5	2	3	10
3	15	5	5	1	6
4	20	8	0	8	6
5	22	8	2	6	3
6	25	8	5	4	10
7	30	12	0	12	10
8	32	12	2	10	6
9	35	12	5	8	3

3.2.3 รูปแบบของแบบสอบถาม

การสำรวจพฤติกรรมในการเดินทางผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น (ภาคผนวก ก.) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการเดินทาง

ส่วนที่ 3 แนวคิดต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร

ส่วนที่ 4 ข้อมูลในการตัดสินเลือกรูปแบบในการเดินทาง

ในการสำรวจใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่อาศัยอยู่ภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย การสำรวจได้เน้นนักศึกษาเป็นหลักเนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีแนวโน้มปรับเปลี่ยนมาใช้รถบัสโดยสารมากกว่ากลุ่มบุคคลากรและอาจารย์ ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้แบ่งพฤติกรรมการเลือกยานพาหนะออกเป็น 2 กรณีเปรียบเทียบ คือ

กรณีที่ 1 ระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

กรณีที่ 2 ระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร

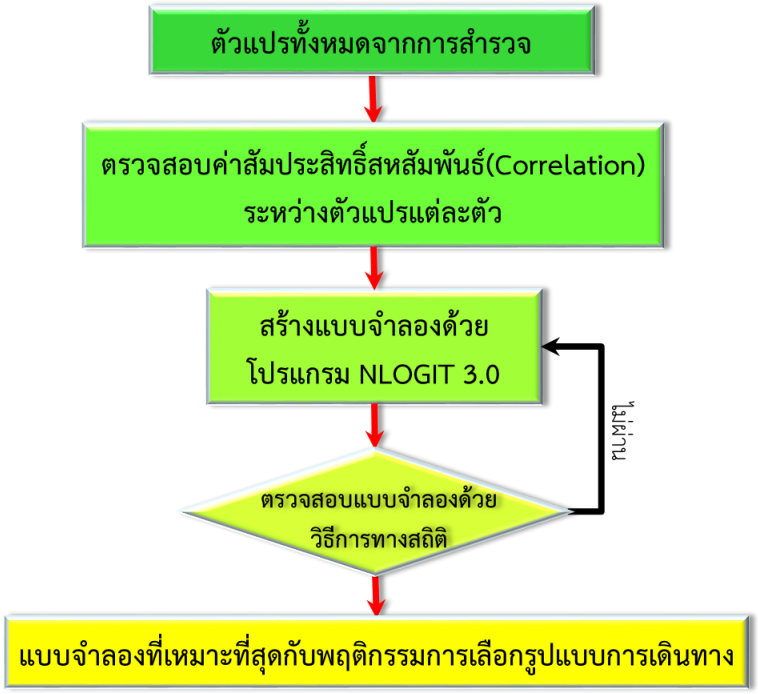
เพื่อสังเกตความเหมือนและต่างกันของผู้ใช้ยานพาหนะแต่ละประเภท ว่าเป็นอย่างไร สถานการณ์สมมติที่ใช้ในการสำรวจขึ้นอยู่กับ 3 ตัวแปร คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาเดินทาง และ เวลารอรถบัสโดยสาร โดยกำหนดสถานการณ์ทั้งหมด 9 กรณีดังหัวข้อก่อนหน้านี้ และในการกำหนดสถานการณ์ยังมีกรณีที่มหาวิทยาลัยมีการเก็บค่าที่จอดรถเพื่อศึกษาว่าการเก็บค่าที่จอดรถจะส่งผลต่อปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างไรบ้าง

3.3 การสร้างแบบจำลองและการคัดเลือกตัวแปร

การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเลือกจะไม่นำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีทัศนคติที่ว่า ไม่ว่าในสถานการณ์ใดๆ จะไม่เลือกใช้รถบัสโดยสาร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองโลจิตและคัดเลือกตัวแปรโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

ในการสร้างแบบจำลองโลจิตสองทางเลือก แบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และแบบจำลองของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ เช่นเดียวกับข้อมูลที่สำรวจมา จากนั้นสร้างแบบตามขั้นตอนในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ขั้นตอนแรก การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร เป็นการคัดเลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) ตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง และ 2) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งแต่ละประเภท ตัวแปรที่ต้องมีการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือตัวแปรทางด้านเศรษกิจและสังคม โดยตัวแปรคู่ใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกิน 0.5 ต้องไม่อยู่ในแบบจำลองเดียวเนื่องจากตัวแปรคู่นั้นส่งผลการเลือกรูปแบบการเดินทางไปในทิศทางเดียว

ขั้นตอนต่อมาเป็น การสร้างแบบจำลองโลจิตด้วยโปรแกรม Nlogit โดยนำข้อมูลที่สำรวจและคัดกรองมาแล้วไปประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรด้วยวิธี Maximum likelihood method ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์นั้นต้องมีการกำหนดรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์ระหว่างรูปแบบการเดินทางแต่ละทางเลือก

สุดท้ายเป็น การตรวจสอบแบบจำลองด้วยวิธิทางสถิติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การตรวจสอบเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ว่ามีความสมเหตุสมผลกับความเป็นจริงหรือไม่ 2) ตรวจสอบค่าทางสถิติ T-test ซึ่งเป็นการตรวจสอบค่าทางสถิติ t ของตัวแปรแต่ละตัวว่ามีระดับความเชื่อมั่นเกิน 95% หรือไม่ โดยค่า T-score ของแต่ละตัวแปรต้องอยู่ในช่วง -1.96 ถึง 1.96 จึงนำมาใช้ในแบบจำลองได้ 3) ตรวจสอบค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง การพิจารณาจากค่า ρ^2 ของแบบจำลอง หากค่าใกล้ 1 หมายถึง แบบจำลองนั้นมีความแม่นยำสูงสุด จากการทบทวนการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางในลักษณะนี้ พบว่า ค่า ρ^2 มากกว่า 0.2 ก็สามารถยอมรับได้ และ 4) การประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลที่สร้างแบบจำลองแทนค่ากลับไปยังสมการอรรถประโยชน์ที่ได้ เพื่อทำนายร้อยละความถูกต้องของแบบจำลอง

3.3.2 การปรับแก้ค่าคงที่ภายในแบบจำลอง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้จากหัวข้อที่ 3.3.1 แบบจำลองดังกล่าวอาจให้ความถูกต้องเฉพาะเหตุการณ์ปัจจุบันหรือสถานการณ์สมมติเท่านั้นดังนั้น จำเป็นต้องมีการปรับแก้ค่าคงที่ในแบบจำลองเพื่อให้ร้อยละการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้จากแบบจำลองสอดคล้องกับทุกกรณี Train (2003) ได้เสนอสมการสำหรับปรับแก้ค่าคงที่ซึ่งมีรูปแบบดังสมการที่ 3.1

$$\alpha_j^1 = \alpha_j^0 + \ln(\frac{S_j}{S_j^0}) \qquad (3.1)$$

โดยที่

α_j^1 คือ ค่าคงที่ใหม่

α_j^0 คือ ค่าคงที่เดิม

S_j คือ ร้อยละการเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน

S_j^0 คือ ร้อยละการเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์สมมติ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพื้นที่ศึกษายังไม่เคยมีข้อมูลการเลือกใช้ยานพาหนะประเภทต่างๆ เมื่อราคาและเวลาของการเดินทางแปรเปลี่ยนไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ร้อยละการเริ่มต้นเป็นร้อยละของรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน

3.4 แนวทางการประยุกต์แบบจำลองใช้แบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางของทั้ง 2 กรณีเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำแบบจำลองมาวิเคราะห์หาร้อยละของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนตัวมาใช้รถบัสโดยสารเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนรูปแบบของผู้ใช้รถยนต์และผู้ใช้รถจักรยานยนต์ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ที่ได้สมมติขึ้น จากนั้นนำแบบจำลองที่ได้มาคำนวณหาพิจารณามูลค่าของเวลา (Value of time) โดยแบ่งพิจารณาของสองส่วน คือ มูลค่าของเวลาเดินทาง และมูลค่าของเวลารอ โดยมูลค่าของเวลาดังกล่าวบอกถึงจำนวนเงินที่ผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยยอมจ่ายเพื่อแลกกับเวลาที่ต้องเสียไป 1 นาที ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบมูลค่าของเวลาเดินทางและมูลค่าของเวลารอได้ และสามารถนำมายังเปรียบเทียบกันระหว่างผู้ใช้รถยนต์กับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ได้เช่นกัน ในการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสารให้มีจำนวนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่าควรใช้มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการรถบัสโดยสารและมาตรการในการลดการใช้รถส่วนตัว ซึ่งสามารถประยุกต์แบบจำลองที่ได้เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางและประเมินประสิทธิผลของมาตรการเหล่านี้ในอนาคต โดยมาตรการที่กำหนดไว้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย

1) การลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร ซึ่งมาตรการนี้ทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของรถบัสโดยสาร และเพิ่มช่องสำหรับรถบัสโดยสารวิ่งเฉพาะหรือออกกฎให้รถทุกคันภายในมหาวิทยาลัยจะต้องให้ทางแก่รถบัสโดยสารก่อน

2) การจำกัดพื้นที่จอดรถ เพื่อเพิ่มเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถส่วนบุคคลซึ่งต้องใช้เวลาหาที่จอดรถเป็นระยะเวลานานขึ้น

3) การเก็บค่าจอดรถส่วนบุคคลภายในมหาวิทยาลัย ในการเก็บค่าจอดรถไม่ได้กำหนดให้มีการเก็บทุกพื้นที่ แต่ยกเว้นพื้นที่จอดรถรอบรั้วมหาวิทยาลัยไว้เพื่อให้ผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลสามารถจอดรถได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพื่อเดินทางต่อด้วยรถบัสโดยสารได้

3.5 สรุปและเสนอแนะ

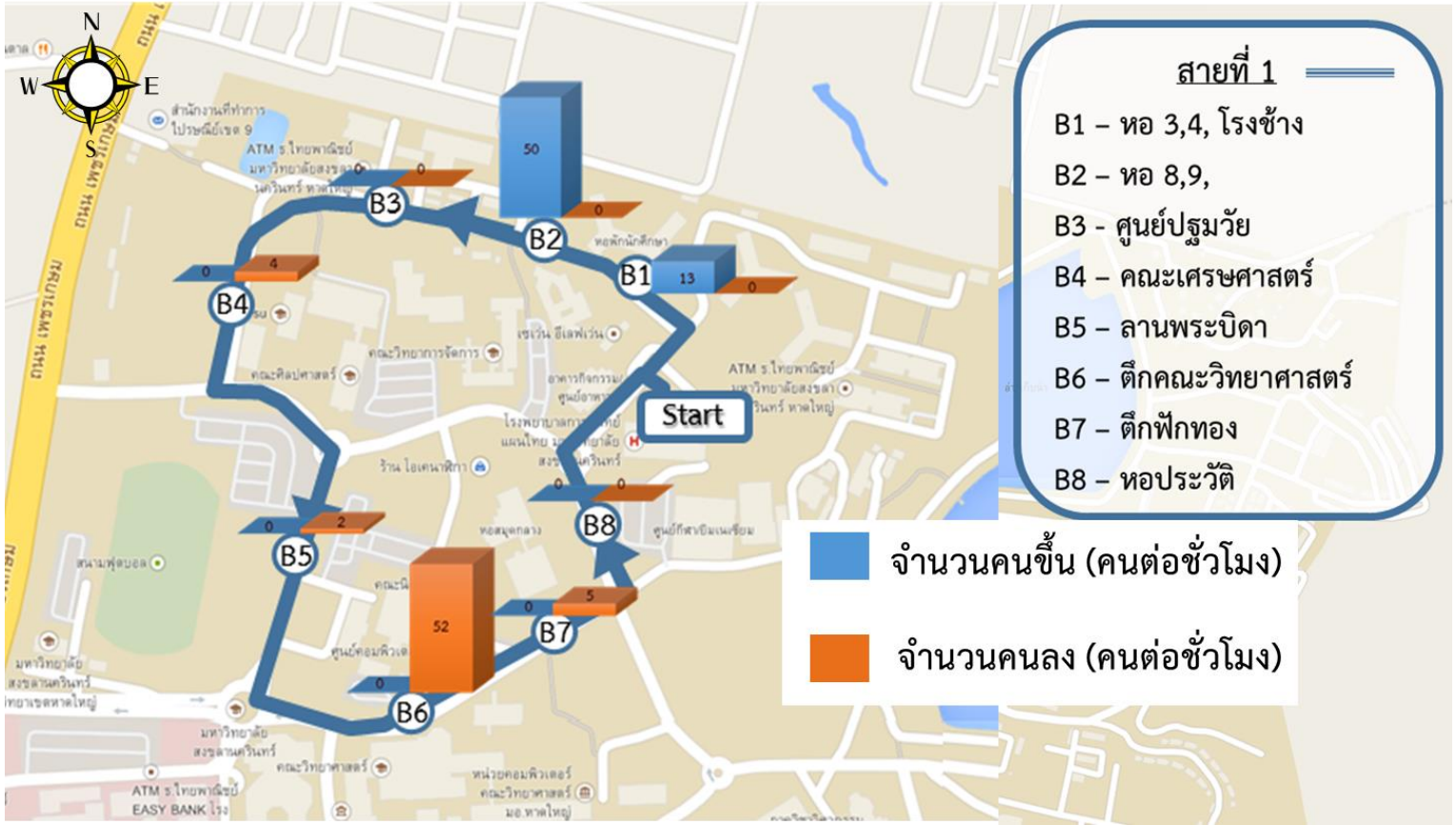
เมื่อทำการวิเคราะห์ผลและวางแผนเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัยคือการสรุปผลที่ได้จากการสำรวจรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน อัตราการเดินทางต่อวัน เหตุผลในการเลือกยานพาหนะในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์และรถจักรยานยนต์ ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รถบัสโดยสาร ของผู้ที่ใช้รถจักรยานยนต์ และใช้รถยนต์ สรุปมูลค่าของเวลาที่ประชากรภายในมหาวิทยาลัย รวมทั้งเสนอผลจากการประเมินมาตรการเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการ และจัดทำข้อเสนอแนะให้แก่หน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการให้บริการรถบัสโดยสารโดยตรง

บทที่ 4
ผลการศึกษา

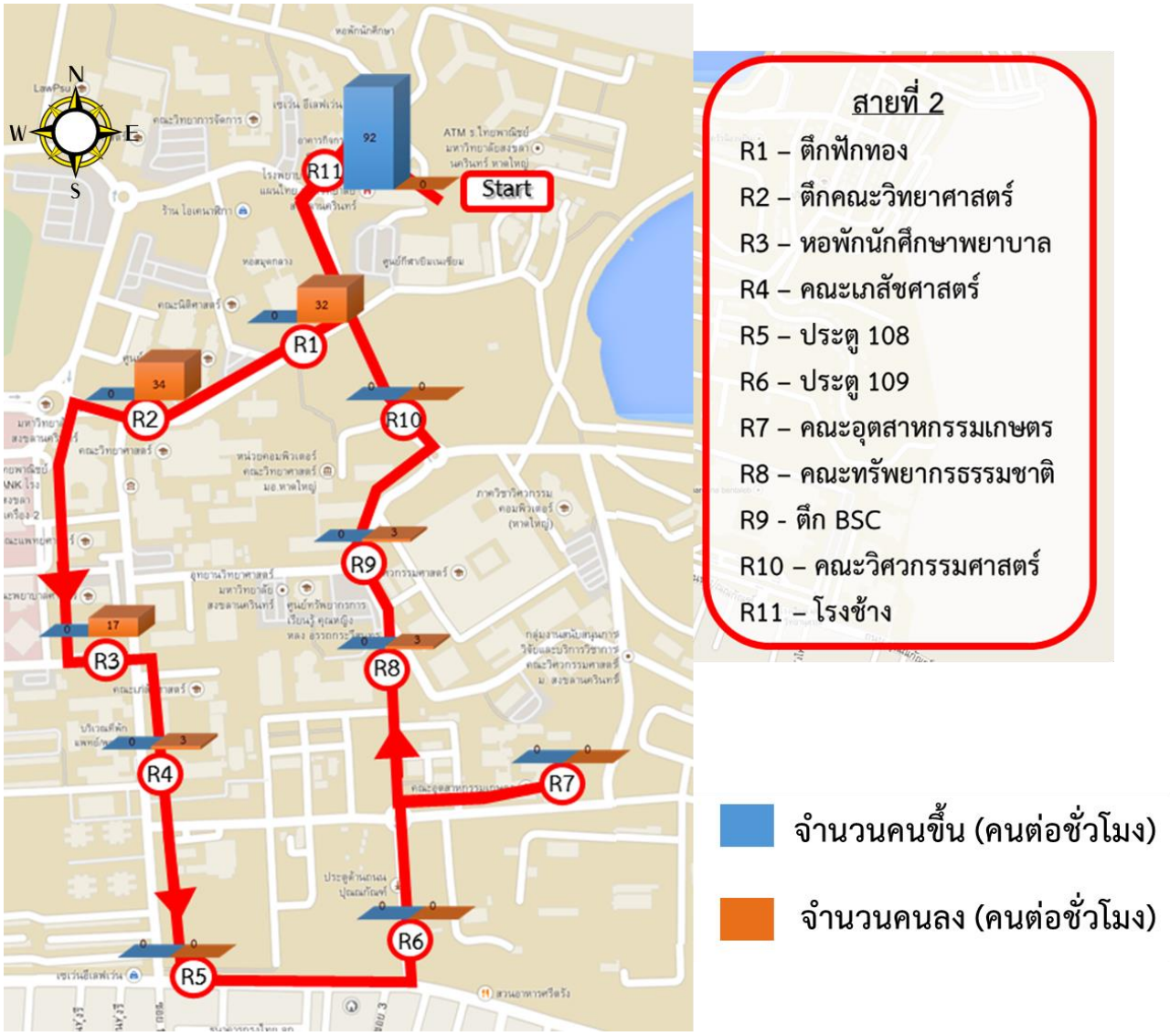
ในบทนี้แสดงผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างประชากรภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจ การสร้างและคัดเลือกแบบจำลอง และการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประเมินมาตรการต่างๆ รายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 จำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร

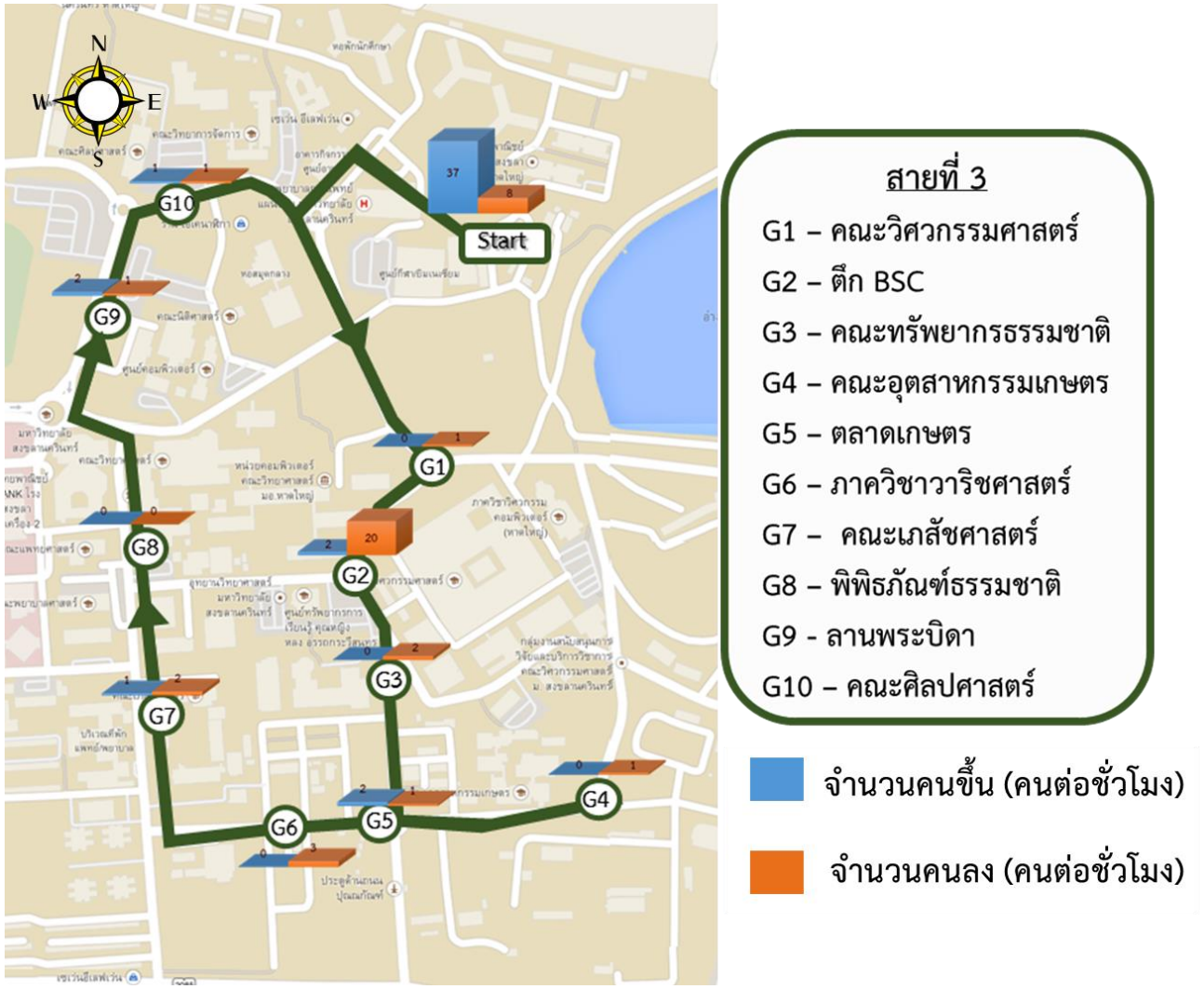
จากการสำรวจข้อมูลผู้ใช้บริการในแต่ละสาย ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลการขึ้น-ลงรถของผู้ใช้บริการแต่ป้ายของวันธรรมดา (วันจันทร์–วันศุกร์) ในช่วงเปิดภาคเรียน โดยเลือกช่วงสัปดาห์ที่มีสภาพอากาศแจ่มใส โดยทำการเก็บข้อมูลตลอดช่วงเวลาที่รถบัสโดยสารเปิดให้บริการ ตั้งแต่เวลา 7.30 น. -18.30 น. ผลจากการเก็บข้อมูล (ดังรูปที่ 4.1-4.3) พบว่า สายที่ 1 มีจำนวนผู้โดยสารขึ้นมากที่สุดบริเวณ หอ 8 และ9 ส่วนป้ายที่มีผู้โดยสารลงมากที่สุด คือ ตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นป้ายที่มีระยะทางไกลจากหอ 8 และ9 อยู่พอสมควร และการเดินทางจากหอ 8, 9 ไปยังตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยรถบัสโดยสารจะสะดวกที่สุดเนื่องจากบริเวณหอ 8,9 ไม่อนุญาตให้นักศึกษานำรถจักรยานยนต์เข้าไปยังหอพัก ส่วนสายที่ 2 และ 3 พบว่า ป้ายที่มีจำนวนผู้โดยสารขึ้นมากที่สุด คือที่โรงช้าง ซึ่งเป็นจุดต้นทางของทั้งสองเส้นทาง ในสายที่ 2 ป้ายที่มีผู้โดยสารลงมากที่สุด คือ ตึกฟักทอง และตึกวิทยาศาสตร์ ส่วนในสายที่ 3 ป้ายที่ตึกวิทยาศาสต์และเทคโนโลยีเป็นจุดที่มีผู้โดยสารลงมากที่สุด เช่นเดียวกับสายอื่นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากระยะทางจากโรงช้างถึงตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประมาณ 600 เมตร ซึ่งถือว่าค่อนข้างไกลเมื่อเทียบกับอาคารอื่นๆ และอาคารดังกล่าวนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ส่วนใหญ่ต้องเดินทางมาเรียน ทำให้มีผู้ที่ต้องการเดินทางจากโรงช้างไปยังตึกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นจำนวนมาก เมื่อตรวจสอบข้อมูลที่มีการเก็บทุกสาย พบว่า ผู้ใช้บริการมีลักษณะการเดินทางโดยขึ้นจากต้นทางโดยเฉพาะที่โรงช้างและลงตามป้ายต่างๆ ในเส้นทางที่มีการให้บริการรถบัสโดยสาร โดยมีผู้โดยสารที่ขึ้นจากป้ายอื่นๆ น้อยมาก เนื่องจากบริเวณป้ายที่รถบัสโดยสารจอดไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการทำให้ไม่มีผู้โดยสารมารอเพื่อจะขึ้นรถ และเมื่อไม่มีคนรอที่จะขึ้นคนขับรถบัสโดยสารก็ไม่ได้จอดรอผู้โดยสาร ทำให้ผู้ใช้บริการที่ต้องการเดินทางหันไปเลือกใช้การเดินทางรูปแบบอื่นแทน



รูปที่ 4.1 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายจอดของเส้นทางสายที่ 1 (คนต่อชั่วโมง)



รูปที่ 4.2 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายจอดของเส้นทางสายที่ 2 (คนต่อชั่วโมง)

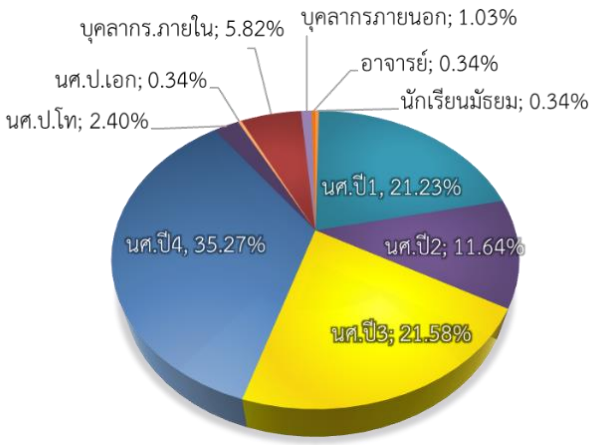


รูปที่ 4.3 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายจอดของเส้นทางสายที่ 3 (คนต่อชั่วโมง)

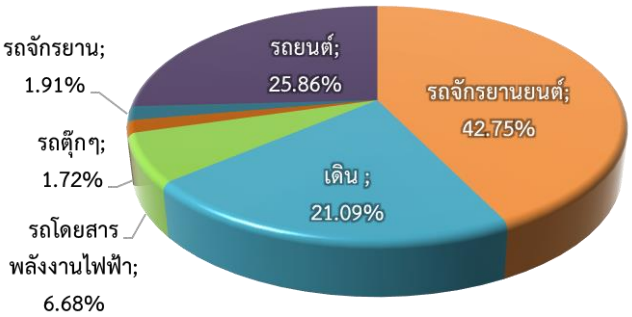
4.2 พฤติกรรมการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.2.1 รูปแบบการเดินทาง

ในการศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากร อาจารย์ และนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 400 ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นนักศึกษา (92.46%) สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางนี้เป็นเพียงข้อมูลการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น ซึ่งข้อมูลประเภทของกลุ่มตัวอย่างและรูปแบบการเดินทางแสดงดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 กลุ่มตัวอย่างที่สำรวจแบบสอบถามพฤติกรรมการเดินทาง



รูปที่ 4.5 รูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 เหตุผลในการเลือกยานพาหนะ

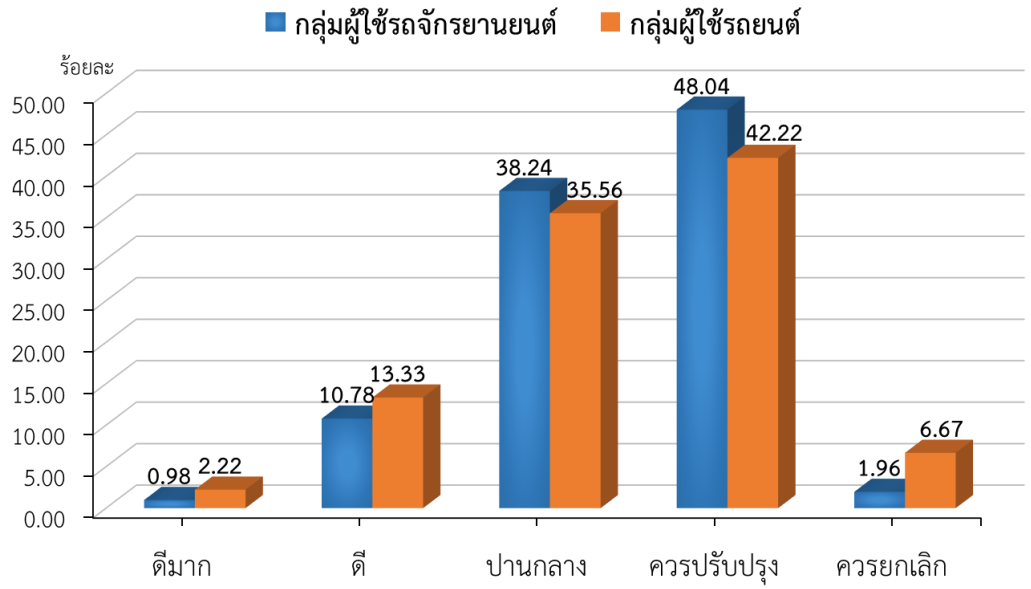
จากผลการสำรวจ พบว่า ตัวอย่างผู้ใช้ยานพาหนะแต่ละประเภทให้ความสำคัญกับความสะดวกเป็นอันดับแรก (กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 38.88, กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ ร้อยละ 34.10) ในอันดับที่สอง กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ให้ความสำคัญกับความรวดเร็ว (ร้อยละ 34.80) ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ ให้ความสำคัญกับความปลอดภัย (ร้อยละ 33.72) ซึ่งให้ความสำคัญใกล้เคียงกับความสะดวก (ร้อยละ 34.10) ทำให้สามารถสรุปได้ว่า กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้ความสำคัญกับความสะดวกและความรวดเร็ว ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ให้ความสำคัญกับความสะดวกและความปลอดภัย ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 เหตุผลในการเลือกใช้ยานพาหนะของกลุ่มตัวอย่าง

เหตุผลในการเลือก	กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์	กลุ่มผู้ใช้รถยนต์
ค่าใช้จ่าย	9.68	0.38
ความสะดวก	38.88	34.10
ความปลอดภัย	12.39	33.72
ความรวดเร็ว	34.80	22.99
ไม่มีทางเลือก	4.24	8.81

4.2.3 ทัศนะคติต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร

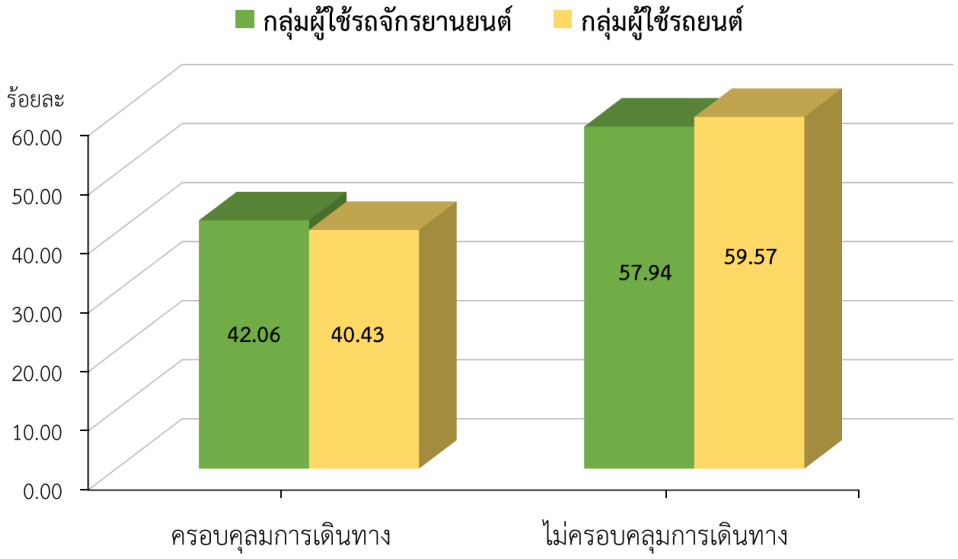
จากผลการสำรวจทัศนคติที่มีต่อการให้รถบัสโดยสารภายในมหาวิทยาลัย ดังแสดงในรูปที่ 4.6 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเห็นควรให้มีการปรับปรุงการให้บริการรถบัสโดยสาร โดยกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ที่เคยใช้บริการรถบัสโดยสารซึ่งคิดว่าการให้บริการอยู่ในระดับพอใช้มี ร้อยละ 38.24 ควรมีการปรับปรุงการให้บริการมี ร้อยละ 48.04 ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ที่เคยใช้บริการรถบัสโดยสารซึ่งคิดว่าการให้บริการอยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 35.56 ควรมีการปรับปรุง มีร้อยละ 42.22 ซึ่งจากทัศนคติดังกล่าวทำให้กลุ่มที่เคยมีประสบการณ์ในการใช้บริการรถบัสโดยสารนิยมใช้รถส่วนตัวมากกว่า



รูปที่ 4.6 ทัศนคติที่มีต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร

- *การครอบคลุมของเส้นทางการให้บริการรถบัสโดยสาร*

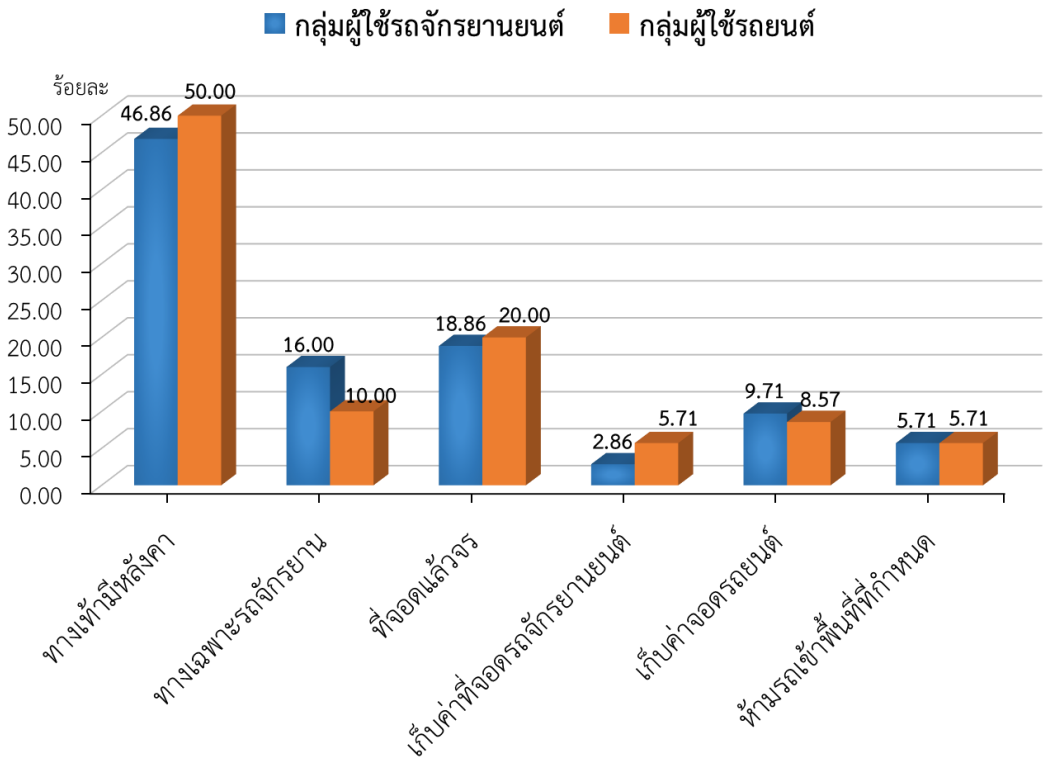
ในการสำรวจผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อสอบถามผู้ใช้รถส่วนตัวว่าการเดินทางในปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเส้นทางการให้บริการของรถบัสโดยสารหรือไม่ จึงนำไปสู่การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการให้บริการของรถบัสโดยสารในปัจจุบัน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 57.94 เห็นว่า เส้นทางการให้บริการไม่ครอบคลุมการเดินทาง ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ ร้อยละ 59.57 เห็นว่า เส้นทางที่ให้บริการไม่ครอบคลุมถึง (ดังแสดงในรูปที่ 4.7) จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้ทราบว่าสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้คนจำเป็นต้องใช้รถส่วนตัวเนื่องจากเส้นทางการให้บริการของรถบัสโดยสารไม่สามารถตอบสนองต่อการเดินทาง



รูปที่ 4.7 การครอบคลุมของเส้นทางการให้บริการ

- *โครงการที่ควรจัดทำร่วมกับการให้บริการรถบัสโดยสาร*

จากการสำรวจทัศนคติที่มีต่อการให้บริการรถบัสโดยสาร พบว่า โครงการทางเท้ามีหลังคาเป็นโครงการที่กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 48.86) และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ (ร้อยละ 50) เห็นว่ามีความเหมาะสม โครงการต่อมาที่ควรทำ คือ โครงการพื้นที่จอดแล้วจร โดยมาจากกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ร้อยละ 18.86 และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ร้อยละ 20.00



รูปที่ 4.8 โครงการที่ควรมีร่วมกับการให้บริการรถบัสโดยสาร

4.2.4 จำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย

จากการสำรวจจำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างประชากรภายในมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 4.2 พบว่า การเดินทางจากที่พักไปเรียนหรือทำงานของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีจำนวนเที่ยวในการเดินทาง 3.78 เที่ยวต่อวันต่อคน ซึ่งมากกว่าจำนวนเที่ยวในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ 3.23 เที่ยวต่อวันต่อคน เช่นเดียวกับการเดินทางจากที่พักไปทำธุระภายในมหาวิทยาลัยซึ่งจำนวนเที่ยวของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีค่า 2.80 เที่ยวต่อวันต่อคน ซึ่งมากกว่าจำนวนเที่ยวในการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ 2.22 เที่ยวต่อวันต่อคน สาเหตุมาจากกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา โดยนักศึกษาส่วนใหญ่เมื่อมีช่วงเวลาที่ไม่มีเรียนมักเดินทางกลับที่พักและค่อยกลับมาเรียนใหม่เมื่อมีเรียนอีกครั้ง อีกทั้งยังเป็นผลมาจากการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์คล่องตัวกว่าการเดินทางด้วยรถยนต์ทำให้กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์สามารถเดินทางได้บ่อยกว่า

ตารางที่ 4.2 จำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย

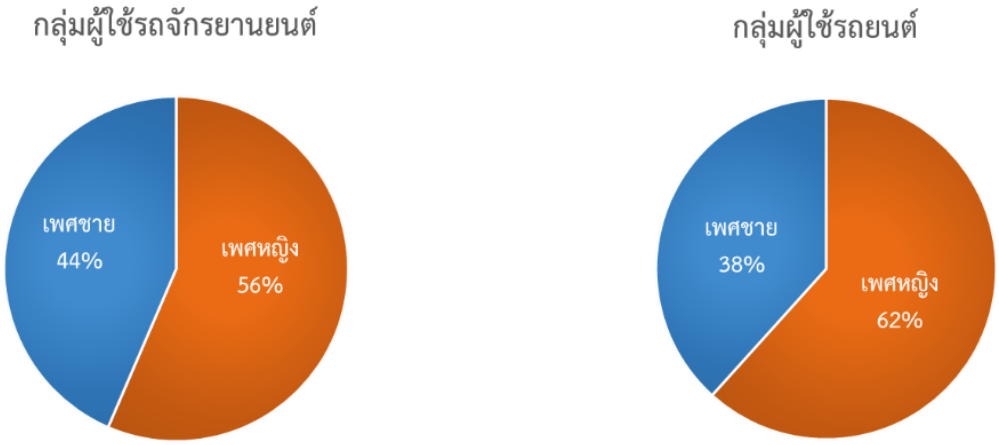
ลักษณะของในการเดินทาง	จำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย (เที่ยวต่อวัน)	
	กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์	กลุ่มผู้ใช้รถยนต์
1) จาก ที่พัก ไป เรียน / ทำงาน	3.78	3.23
2) จาก ที่พัก ไป ทำธุระภายใน มอ.	2.80	2.22
3) เดินทางจากจุดต้นทางและปลายทาง (ที่ไม่ใช่ที่พัก)	2.23	2.13

4.3 คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางจำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาความแตกต่างของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลแต่ละประเภทซึ่งปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือน การครอบครองยานพาหนะ ปัจจัยเหล่านี้ได้ระบุไว้ในแบบสอบถามเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้ตอบคำถามทางด้านนี้ด้วย ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยเหล่านี้ผ่านการสร้างแผนภูมิเพื่อเป็นข้อมูล สำหรับการสร้างสมการอรรถประโยชน์ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ปัจจัยที่พิจารณามีดังต่อไปนี้

4.3.1 เพศ

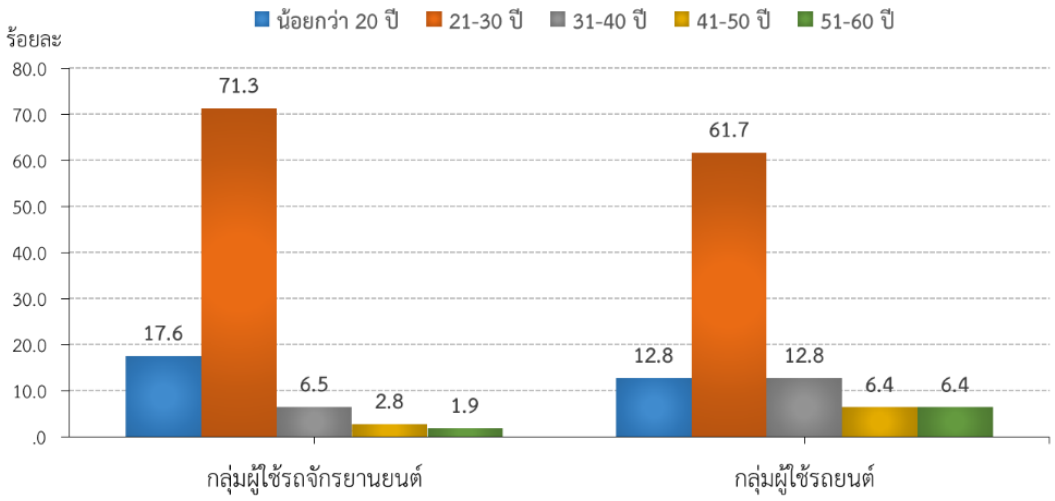
จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เป็นเพศชาย ร้อยละ 44 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 56 ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์เป็นเพศชาย ร้อยละ 38 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 62 ซึ่งเห็นได้ว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์เป็นเพศหญิงมากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เพศของกลุ่มตัวอย่าง

4.3.2 อายุ

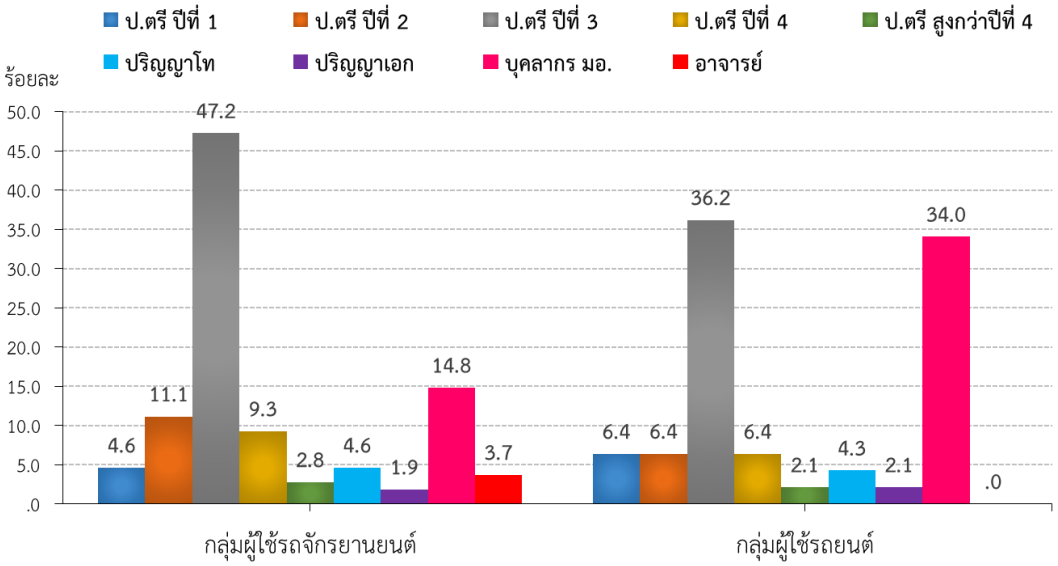
อายุกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 21-30 ปี โดยช่วงอายุของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่อยู่ที่ 20 ปี ถึง 30 ปี (ร้อยละ 71.3) ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีช่วงอายุอยู่ที่ 21-30 ปี (ร้อยละ 61.7) ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 อายุของกลุ่มตัวอย่าง

4.3.3 อาชีพ

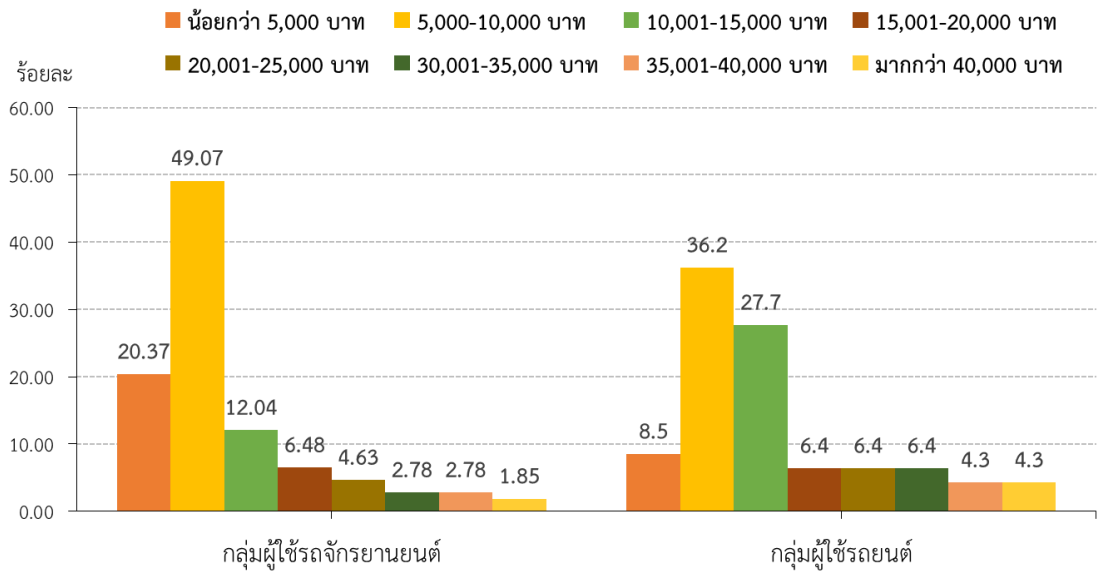
กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการสำรวจเป็นประชากรภายในมหาวิทยาลัยซึ่งได้แบ่งอาชีพออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ นักศึกษา และบุคลากร โดยนักศึกษายังแบ่งย่อยออกเป็นระดับชั้นปี ผลจากการสำรวจ พบว่า กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เป็นนักศึกษา ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์เป็นทั้งนักศึกษาและบุคลากร ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 อาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

4.3.4 รายได้ส่วนตัวต่อเดือน

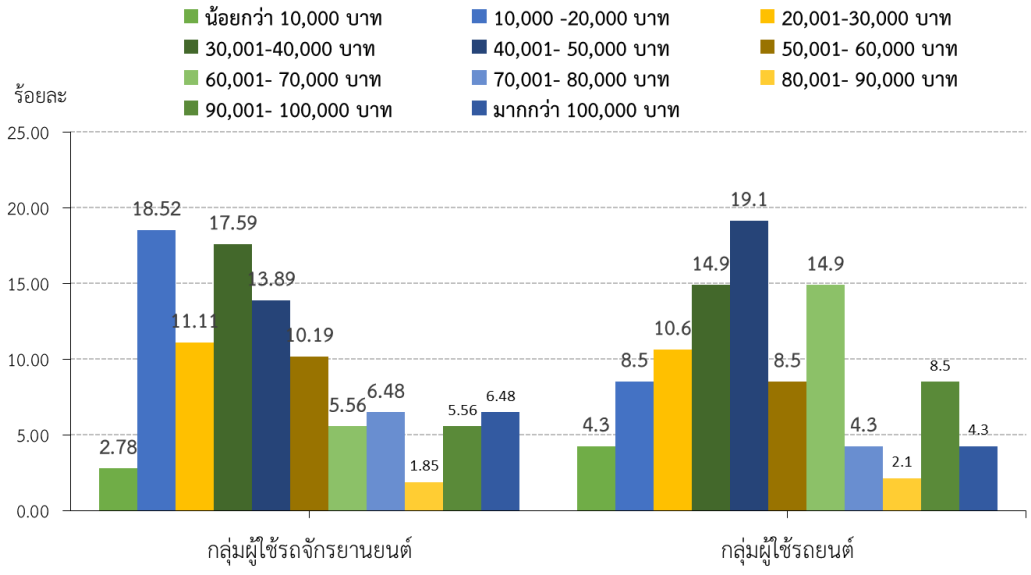
ในการสำรวจได้แบ่งช่วงรายได้ส่วนตัวต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 8 ช่วง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ส่วนตัวเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 5,000 ถึง 10,000 บาทต่อเดือน ซึ่งกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีรายได้ส่วนตัวเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในช่วง 10,001 ถึง 15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 27) ซึ่งมากกว่ารายได้ส่วนตัวเฉลี่ยต่อเดือนในช่วง ในช่วง 10,001 ถึง 15,000 บาท ของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 12) จึงสังเกตได้ว่า กลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 รายได้ส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง

4.3.5 รายได้ครัวเรือนต่อเดือน

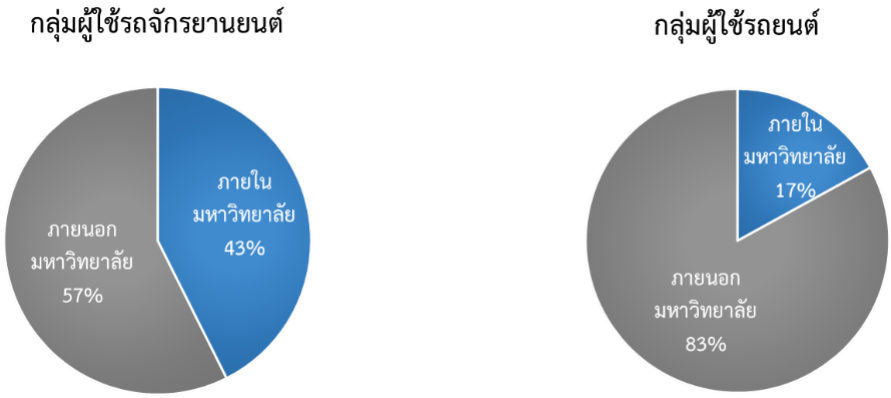
รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนในการสำรวจ ได้แบ่งออกเป็น 11 ช่วง โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนอยู่ที่ 10,000 ถึง 20,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 18.52) ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนอยู่ที่ 40,000 ถึง 50,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 19.10) ซึ่งเห็นได้ชัดว่ารายได้ต่อครัวเรือนของผู้ใช้รถยนต์สูงกว่ารายได้ต่อครัวเรือนของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 รายได้ครัวเรือนของกลุ่มตัวอย่าง

4.3.6 ตำแหน่งที่พักอาศัย

จากรูปที่ 4.14 เห็นได้ว่า กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนใหญ่พักอยู่ภายนอกมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 83) ส่วนผู้ที่พักอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเป็นกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 45) ซึ่งเป็นผลมาจากผู้ที่พักอยู่ภายในใช้รถจักรยานยนต์สะดวกในการหาสถานที่จอดรถและการเดินทางจากที่พักมายังอาคารเรียนหรือที่ทำงาน



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งที่พักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง

4.4 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางขึ้นบนพื้นฐานของแบบจำลองโลจิต 2 ทางเลือก เพื่ออธิบายถึงความน่าจะเป็นของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยในการเลือกใช้ยานพาหนะระหว่างรถส่วนบุคคลและรถบัสโดยสารตามเงื่อนไขของอรรถประโยชน์ (U) ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้พยากรณ์ร้อยละการเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสารได้ตามสมการที่ 4.1

$$P_n(Ebus) = \frac{e^{U_{Ebus}}}{e^{U_{Ebus}} + e^{U_{private}}} \qquad (4.1)$$

โดย U_{Ebus} = สมการอรรถประโยชน์ที่แสดงค่าพึงพอใจที่ผู้เดินทางที่มีต่อรถบัสโดยสาร

$U_{private}$ = สมการอรรถประโยชน์ที่แสดงค่าพึงพอใจที่ผู้เดินทางที่มีรถส่วนตัว (รถจักรยานยนต์หรือรถยนต์)

$P_n(Ebus)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร

โครงสร้างของสมการอรรถประโยชน์ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง(U_{Ebus} และ$U_{private}$) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์สำหรับแบบจำลองโลจิต 2 ทางเลือก โดย

พิจารณาเป็น 2 ชุดแบบจำลอง คือ ชุดที่ 1 ระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารและ ชุดที่ 2 ระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้แยกวิเคราะห์สมการอรรถประโยชน์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีสมการอรรถประโยชน์ทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปใช้คาดการณ์การเลือกรูปแบบของกลุ่มผู้เดินทางในลักษณะ Aggregate model ส่วนกรณีที่สองเป็น สมการอรรถประโยชน์ที่มีตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มเข้ามาซึ่งสามารถนำไปคาดการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางรายบุคคลในลักษณะ Disaggregate model รายละเอียดและผลการวิเคราะห์สมการอรรถประโยชน์ทั้ง 2 รูปแบบกล่าวในหัวข้อ 4.4.1 และ 4.4.2 ตามลำดับ

4.4.1 สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป

จากการทบทวนการสร้างสมการอรรถประโยชน์แบบทั่วไป พบว่า ตัวแปรเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็น 2 ตัวแปรหลักที่นิยมใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตัวแปรทั้งสองในการศึกษานี้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เพื่อศึกษาความเหมาะสมของสมการอรรถประโยชน์ซึ่งมีหลากหลายมิติ ผู้วิจัยจึงได้จำแนกการกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางออกเป็น 4 กรณี คือ

1) ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีค่าเท่ากันทั้งสองรูปแบบการเดินทาง

2) ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางเท่ากัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน

3) ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน

4) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวแตกต่างกัน

โดยรายละเอียดรูปแบบของสมการในแต่ละกรณีมีดังนี้

- **สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป ที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีค่าเท่ากันทั้งสองรูปแบบการเดินทาง**

การกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางและค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากันทั้งสองรูปแบบการเดินทางนั้น เป็นการกำหนดภายใต้สมมติฐานที่ว่าผู้เดินทางทั้งผู้ใช้รถบัสโดยสารและผู้ใช้รถส่วนตัวให้ความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวเท่ากัน โดยรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์แสดงดังต่อไปนี้

- สมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

$$U_{Ebus} = \text{Constant} + \beta_1 (\text{Travel time}_{Ebus}) + \beta_2 (\text{Cost}_{Ebus}) + \beta_3 (\text{Waiting time}_{Ebus}) \quad (4.2)$$

$$U_{Motorcycle} = \beta_1 (\text{Travel time}_{MC}) + \beta_2 (\text{Cost}_{MC}) \quad (4.3)$$

- สมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus}= Constant +β_4 (Travel time$_{Ebus}$) + β_5 (Cost$_{Ebus}$) + β_6 (Waiting time$_{Ebus}$) (4.4)

$U_{\text{passenger car}}$=β_4 (Travel time$_{PC}$) + β_5 (Cost$_{PC}$) (4.5)

- **สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป ที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางเท่ากัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน**

การกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางเท่ากัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน เป็นการกำหนดภายใต้สมมติฐานที่ว่าผู้เดินทางให้ความสำคัญกับเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถบัสโดยสารเท่ากับรถส่วนตัว แต่ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างกับรถส่วนตัว โดยรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์แสดงดังต่อไปนี้

- สมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus} = Constant + β_6 (Travel time$_{Ebus}$) + β_7 (Cost$_{Ebus}$) + β_8 (Waiting time$_{Ebus}$) (4.6)

$U_{Motorcycle}$= β_6 (Travel time$_{MC}$) + β_9 (Cost$_{MC}$) (4.7)

- สมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus}= Constant +β_{10} (Travel time$_{Ebus}$) + β_{11} (Cost$_{Ebus}$) + β_{12} (Waiting time$_{Ebus}$) (4.8)

$U_{\text{passenger car}}$=β_{10} (Travel time$_{PC}$) + β_{13} (Cost$_{PC}$) (4.9)

- **สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป ที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน**

การกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน เป็นการกำหนดภายใต้สมมติฐานที่ว่าผู้เดินทางให้ความสำคัญกับเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างจากรถส่วนตัว แต่ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในกับการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารเท่ากับรถส่วนตัว โดยรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์แสดงดังต่อไปนี้

- สมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus} = Constant + β_{14} (Travel time$_{Ebus}$) + β_{15} (Cost$_{Ebus}$) + β_{16} (Waiting time $_{Ebus}$) (4.10)

$U_{Motorcycle}$= β_{17} (Travel time$_{MC}$) + β_{15} (Cost$_{MC}$) (4.11)

- สมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus}= Constant +β_{18} (Travel time$_{Ebus}$) + β_{19} (Cost$_{Ebus}$) + β_{20} (Waiting time$_{Ebus}$) (4.12)

$U_{\text{passenger car}}$=β_{21} (Travel time$_{PC}$) + β_{19} (Cost$_{PC}$) (4.13)

- **สมการอรรถประโยชน์ทั่วไป ที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวแปรต่างกัน**

การกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรต่างกัน เป็นการกำหนดภายใต้สมมติฐานที่ว่าผู้เดินทางให้ความสำคัญกับเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างจากเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถส่วนตัว และยังให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปกับการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างกับค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปกับการเดินทางด้วยรถส่วนตัว โดยรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์แสดงดังต่อไปนี้

- สมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus} = Constant + β_{22} (Travel time$_{Ebus}$) + β_{23} (Cost$_{Ebus}$) + β_{24} (Waiting time$_{Ebus}$) (4.14)

$U_{Motorcycle}$= β_{25} (Travel time$_{MC}$) + β_{26} (Cost$_{MC}$) (4.15)

- สมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

U_{Ebus}= Constant +β_{27} (Travel time$_{Ebus}$) + β_{28} (Cost$_{Ebus}$) + β_{29} (Waiting time$_{Ebus}$) (4.16)

$U_{\text{passenger car}}$=β_{30} (Travel time$_{PC}$) + β_{31} (Cost$_{PC}$) (4.17)

โดยที่	U	คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง
	Constant	คือ ค่าคงที่
	Travel time	คือ เวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบ
	Waiting time	คือ เวลารอรถ
	CostEbus	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร ได้แก่ ค่าค่าโดยสาร
	CostPC	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคล ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิง

- **ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองแต่ละกรณี**

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองโลจิตแต่ละกรณี ผู้วิจัยได้ใช้ใช้โปรแกรม Nlogit ในการคำนวณด้วยวิธี Maximun likelihood ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ จากนั้นผู้จัยพิจาณาคัดเลือกตัวแปรที่มีค่าทางสถิติ t-ratio สูงกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีนัยสำคัญของแบบจำลองแล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาตรวจสอบเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์แต่ละตัวอีกครั้งว่า มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งเครื่องหมาย ลบ แสดงว่าหากตัวแปรนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ความพึงพอใจในรูปแบบการเดินทางนั้นลดลง นอกจากผู้วิจัยยังได้พิจารณาค่า Likelihood ratio index (ρ^2) ของแบบจำลองว่ามีค่ามากกว่า 0.2 หรือไม่ สุดท้ายค่าความถูกต้องและแม่นยำที่ได้แสดงในตารางเป็นค่า Percentage correctly predicted ผลของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละกรณีมีดังนี้

1) กรณีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีค่าเท่ากันทั้งสองรูปแบบการเดินทาง

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าในกรณีนี้ มีค่าสัมประสิทธิ์ด้วยกันทั้งหมด 4 ค่า ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 1

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	0.586	-2.02
เวลาในการเดินทาง (Travel time)	-0.147	-4.10
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.152	-3.73
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.305	-4.99
จำนวนตัวอย่าง	512	
ρ^2	0.3073	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	75.20	

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสารกรณีที่ 1

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	-2.170	-3.68
เวลาในการเดินทาง (Travel time)	-0.178	-3.92
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.126	-4.05
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.220	-3.51
จำนวนตัวอย่าง	400	
ρ^2	0.2945	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	74.51	

2) กรณีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางเท่ากัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์กรณีที่เวลาเดินทางเท่ากัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายไม่เท่ากันมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าทั้งหมด 4 ค่า ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 2

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	0.488	-0.96
เวลาในการเดินทาง (Travel time)	-0.144	-3.86
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถบัสโดยสาร ($Cost_{Ebus}$)	-0.139	-1.96
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ ($Cost_{MC}$)	-0.159	-3.21
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.229	-4.99
จำนวนตัวอย่าง	512	
ρ^2	0.3054	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	73.20	

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระหว่างในแบบจำลองโลจิตรถยนต์กับรถบัสโดยสารกรณีที่ 2

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	-1.951	-2.85
เวลาในการเดินทาง (Travel time)	-0.172	-3.75
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถบัสโดยสาร ($Cost_{Ebus}$)	-0.168	-2.29
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ ($Cost_{PC}$)	-0.126	-4.00
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.222	-3.53
จำนวนตัวอย่าง	400	
ρ^2	0.2960	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	72.38	

3) กรณีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์กรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์เวลาเดินทางต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกันมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าทั้งหมด 4 ค่าเช่นเดียวกันกรณีที่ 3 โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 3

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	0.935	2.05
เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Travel time$_{Ebus}$)	-0.192	-3.26
เวลาในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ (Travel time$_{MC}$)	-0.130	3.19
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.170	-3.21
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.235	-5.02
จำนวนตัวอย่าง	512	
ρ^2	0.3075	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	75.86	

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสารกรณีที่ 3

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	-2.195	-3.51
เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Travel time$_{Ebus}$)	-0.171	-2.31
เวลาในการเดินทางของรถยนต์ (Travel time$_{PC}$)	-0.179	-3.92
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.125	-3.79
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.223	-3.26
จำนวนตัวอย่าง	400	
ρ^2	0.2935	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	73.29	

4) กรณีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวแปรต่างกัน

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดมีค่าแต่ต่างกันมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าอยู่เท่ากับตัวแปรทั้งหมดคือ 5 ค่า โดยรายละเอียดของค่าที่ประมาณได้แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร กรณีที่ 4

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	0.767	1.343
เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Travel time$_{Ebus}$)	-0.191	-3.24
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.235	-5.03
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Cost$_{Ebus}$)	-0.143	-2.01
เวลาในการเดินทางของรถยนต์ (Travel time$_{MC}$)	-0. 121	-2.70
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost$_{MC}$)	-0.189	-3.16
จำนวนตัวอย่าง	512	
ρ^2	0.3059	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	74.68	

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสารกรณีที่ 4

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	-1.965	-2.71
เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Travel time$_{Ebus}$)	-0.169	-2.28
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.224	-3.26
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถบัสโดยสาร (Cost$_{Ebus}$)	-0.166	-2.21
เวลาในการเดินทางของรถยนต์ (Travel time$_{PC}$)	-0.173	-3.72
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.125	-3.74
จำนวนตัวอย่าง	400	
ρ^2	0.2919	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	74.59	

จากแบบจำลองทั้ง 4 กรณี พบว่า ผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัย มีความอ่อนไหว ต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกเป็นกรณี ซึ่งสังเกตุเห็นได้จากค่าทางสถิติ t-ratio ของสัมประสิทธิ์มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญ ในระดับความเชื่อมั่นสูงกว่า 95% (ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่าสัมบูรณ์ของค่า t-ratios มากกว่าหรือเท่ากับ 1.96) โดยในกรณีที่กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากันนั้น ค่าทางสถิติ t-ratio ของสัมประสิทธิ์มีค่าสูงที่สุด เมื่อสังเกตค่า ρ^2 ซึ่งของแบบจำลองทั้ง 4 กรณีนั้นมีค่าใกล้กันมาก โดยแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร มีค่า ρ^2 อยู่ที่ 0.3073, 0.3054, 0.3075 และ 0.3059 ตามลำดับ ซึ่งค่า ρ^2 ของแบบจำลองนี้มีค่าสูงสุดในกรณีที่มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้เท่ากัน ส่วนแบบจำลองระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร มีค่า ρ^2 อยู่ที่ 0.2960, 0.2945, 0.2935 และ 0.2919 ตามลำดับ แบบจำลองโลจิตสองทางเลือกนี้มีค่า ρ^2 สูงสุดในกรณีที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ให้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากันทั้งสองตัว เมื่อพิจารณาทั้งสองแบบจำลองในทุกกรณี เห็นได้ว่า ค่า ρ^2 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ไม่ว่ากำหนดค่าของสัมประสิทธิ์ไว้ในกรณีใดก็ตาม ดังนั้น ในการนำแบบจำลองที่สร้างเพื่อไปประยุกต์ใช้นั้นสามารถเลือกแบบจำลองในกรณีก็ได้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเห็นว่าแบบจำลองในกรณีที่ 4 (กำหนดให้สัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวมีค่าต่างกัน) เป็นแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงซึ่งผู้เดินทางส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างจากเวลาเดินทางที่เดินทางด้วยรถส่วนตัว และยังให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารต่างกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนตัว

เมื่อพิจารณาเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสาร เวลารอรถ ค่าใช้จ่าย เวลาในการเดินทางด้วยรถส่วนบุคคล มีเครื่องหมายเป็น ลบ แสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวแปรดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภทนั้นจะลดลง ในทางตรงกันข้ามหากเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ เป็นเครื่องหมาย บวก ซึ่งจะแสดงว่า เมื่อตัวแปรมาค่าเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภทนั้นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในแบบจำลองทั้ง 4 กรณีข้างต้นไม่มีตัวแปรใดที่ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายเป็น บวก และเมื่อพิจารณาค่าคงที่ระหว่างสมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร และสมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์กับรถบัสโดยสาร ค่าคงที่ในที่นี้คือค่าของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผลของตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาพิจารณา จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าค่าคงที่ในสมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารมีเครื่องหมายเป็น บวก เป็นผลจากผู้เดินทางมองว่าการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารดีกว่าการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์เล็กน้อยเนื่องจากค่าที่ได้เป็นบวกอยู่เล็กน้อยนั้นเอง ส่วนค่าคงที่ในสมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสารมีเครื่องหมายเป็น ลบ เป็นผลมาจากผู้เดินทางมองว่าการเดินทางด้วยรถยนต์ดีกว่าการเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร

4.4.2 สมการอรรถประโยชน์ที่มีตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม

เพื่อความครอบคลุมของแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้พิจารณาตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มเข้ามาในแบบจำลองโลจิต โดยรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์เป็นดังนี้

- สมการอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

$$U_{Ebus} = Constant + \beta_{32}(\text{Travel time}_{Ebus}) + \beta_{33}(\text{Cost}_{Ebus}) + \beta_{34}(\text{Waiting time}_{Ebus}) + \beta_{35}(Sex) + \beta_{36}(Age) + \beta_{37}(Occup) + \beta_{38}(Inc1) + \beta_{39}(Inc2) + \beta_{40}(Area) \quad (4.10)$$

$$U_{Motorcycle} = \beta_{41}(\text{Travel time}_{MC}) + \beta_{42}(\text{Cost}_{MC}) \quad (4.11)$$

- สมการอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถบัสโดยสาร

$$U_{Ebus} = Constant + \beta_{43}(\text{Travel time}_{Ebus}) + \beta_{44}(\text{Cost}_{Ebus}) + \beta_{45}(\text{Waiting time}_{Ebus}) + \beta_{46}(Sex) + \beta_{47}(Age) + \beta_{48}(Occup) + \beta_{49}(Inc1) + \beta_{50}(Inc2) + \beta_{51}(Area) \quad (4.12)$$

$$U_{\text{Passenger Car}} = \beta_{52}(\text{Travel time}_{PC}) + \beta_{53}(\text{Cost}_{PC}) \quad (4.13)$$

โดยที่ U คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง

Constant คือ ค่าคงที่

Travel time คือ เวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบ

Waiting time คือ เวลารอรถ

Cost_{Ebus} คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร ได้แก่ ค่าค่าโดยสาร

Cost_{PC}, Cost_{MC} คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนตัว ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิง

Sex คือ เพศ (0=ผู้ชาย, 1= ผู้หญิง)

Age คือ อายุ (0= น้อยกว่า 30 ปี, 1=มากกว่า 30 ปี)

Occup คือ อาชีพ (0=นักศึกษา, 1 = บุคลากร)

Inc1 คือ รายได้ส่วนตัวต่อเดือน (0= ต่ำกว่า 15,000 บาทต่อเดือน, 1 = 15,001- 30,000 บาท, 3= มากกว่า 30,000 บาท)

Inc1 คือ รายได้ของครัวเรือนตัวต่อเดือน (0= ต่ำกว่า 30,000 บาทต่อเดือน, 1 = 30,001- 60,000 บาท, 3= มากกว่า 60,000 บาท)

Area คือ ที่พักอาศัย (0=ภายในมหาวิทยาลัย, 1=ภายนอกมหาวิทยาลัย

- **แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร**

จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังตารางที่ 4.11 พบว่า อายุ (Age) กับรายได้ส่วนตัว (Inc1) และรายได้ส่วนตัว (Inc1) กับอาชีพ (Occup) เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5) ซึ่งไม่ควรนำตัวแปรคู่ดังกล่าวเข้าไปในแบบจำลองโลจิตพร้อมกัน เนื่องจากตัวแปรคู่ดังกล่าวเมื่ออยู่ในแบบจำลองเดียวกันตัวแปรทั้งคู่จะส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางในทิศทางเดียวกันจึงควรเลือกใส่ในแบบจำลองเพียงตัวเดียวเท่านั้น

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆในแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร

	Sex	Age	Occup	Inc1	Inc2	Area
Sex	1.00					
Age	0.06	1.00				
Occup	-0.11	**0.50**	1.00			
Inc1	-0.07	0.24	**0.51**	1.00		
Inc2	0.11	-0.29	-0.19	0.19	1.00	
Area	0.01	0.24	0.28	0.20	0.05	1.00

สำหรับการสร้างแบบจำลองโลจิตผู้วิจัยได้พิจารณาสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารไว้ทั้งสิ้น 3 แบบจำลอง รายละเอียดของแต่ละแบบจำลองมีดังนี้

- แบบจำลองที่ 1 (M1) ใช้ตัวแปรทุกตัวยกเว้น อาชีพ (Occup) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอายุ (Age) และรายได้ส่วนตัว (Inc1)
- แบบจำลองที่ 2 (M2) ใช้ตัวแปรทางระบบขนส่งทุกตัวแปร แต่ใช้ทางด้านเศรษกิจและสังคมเพียงสองตัวคือ เพศ (Sex) และอาชีพ (Occup)
- แบบจำลองที่ 3 (M3) ใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับแบบจำลองที่ 2 แต่ตัดอาชีพ (Occup) ออกไป

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

	M1		M2		M3	
	Coefficient	t-score	Coefficient	t-score	Coefficient	t-score
Constant	0.812	1.02	0.529	0.87	0.601	1.03
Travel time$_{Ebus}$	-0.200	-3.28	-0.198	-3.28	-0.197	-3.26
Waiting time	-0.250	-5.20	-0.242	-5.10	-0.241	-5.09
Cost$_{Ebus}$	-0.147	-2.05	-0.146	-2.03	-0.147	-2.05
Sex	0.367	2.24	0.479	2.16	0.460	2.27
Age	0.282	1.61*	-	-	-	-
Occup	-	-	-0.017	-0.41*	-	-
Inc1	-0.248	-1.18*	-	-	-	-
Inc2	-0.326	-0.98*	-	-	-	-
Area	-0.106	-0.59*	-	-	-	-
Travel time$_{MC}$	-0.133	-2.81	-0.123	-2.68	-0.123	-2.68
Cost$_{MC}$	-0.167	-2.68	-0.181	-2.99	-0.181	-3.00
ρ^2	0.3100		0.3080		0.3096	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	70.32		73.52		76.05	

*หมายถึงตัวแปรมีค่าทางสถิติ $|t|$ น้อยกว่า 1.96

จากตารางที่ 4.12 สรุปได้ว่า แบบจำลองที่ 3 เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ทำนายการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ เนื่องจากสามารถทำนายการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกลุ่มตัวอย่างได้ถูกต้องร้อยละ 76.05 (ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้องเท่ากับ 76.05) ซึ่งสามารถสรุปสมการอรรถประโยชน์ได้ดังนี้

U_{Ebus} = 0.610 -0.197(Travel time$_{Ebus}$) -0.241(Waiting time) -0.147(Cost$_{Ebus}$) +0.46(Sex)

$U_{Motorcycle}$= -0.123(Travel time$_{MC}$) -0.181(Cost$_{MC}$)

ρ^2=0.3096

เมื่อพิจารณาแบบจำลองจะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสารและรถจักรยานยนต์มีเครื่องหมายเป็น ลบ บ่งบอกว่าเมื่อเวลาเดินทางเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางชนิดนั้นจะลดลง เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางและเวลารอรถบัสโดยสารที่มีเครื่องหมายเป็น ลบ เหมือนกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเพศมีเครื่องหมายเป็น บวก บ่งบอกว่าผู้เดินทางที่เป็นเพศหญิงมีความพึงพอใจในการเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสารมากกว่าเพศชาย และเมื่อสังเกตเครื่องหมายของค่าคงที่ซึ่งมีเครื่องหมายเป็น บวก บ่งบอกได้ว่าผู้เดินทางมองว่าการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารดีกว่าการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์เล็กน้อยโดยสังเกตุได้จากค่าคงที่ซึ่งมีค่าค่อนข้างน้อย

- **แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร**

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ ดังตารางที่ 4.13 พบว่าอายุ (Age) ความสัมพันธ์กันกับ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5) กับอาชีพ (Occup) และรายได้ส่วนตัว (Inc1) ซึ่งการสร้างแบบจำลองจะไม่ควรนำตัวแปรดังกล่าวเข้าไปในแบบจำลองโลจิตพร้อมกัน

ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร

	Sex	Age	Occup	Inc1	Inc2	Area
Sex	1.00					
Age	0.29	1.00				
Occup	0.09	**0.70**	1.00			
Inc1	0.04	**0.73**	0.64	1		
Inc2	-0.09	-0.04	-0.09	0.15	1.00	
Area	0.11	0.21	0.05	0.16	0.16	1.00

ในการสร้างแบบจำลองผู้วิจัยได้ทำสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารไว้ทั้งสิ้น 3 แบบจำลองรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองมีดังนี้

- แบบจำลองที่ 1 (M4) ใช้ตัวแปรทุกตัวยกเว้น อายุ (Age) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอาชีพ (Age) และรายได้ส่วนตัว (Inc1)
- แบบจำลองที่ 2 (M5) ใช้ตัวแปรทางระบบขนส่งทุกตัวแปร แต่ใช้ตัวแปรทางด้านเศรษกิจและสังคมเพียงตัวแปรเดียวคือ อายุ (Age) และ
- แบบจำลองที่ 3 (M6) ใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับแบบจำลองที่ 2 แต่เปลี่ยนอายุ (Age) เป็นอาชีพ (Occup) แทน

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร

	M4		M5		M6	
	Coefficient	t-score	Coefficient	t-score	Coefficient	t-score
Constant	-1.850	-1.90	-1.981	-2.60	-2.19	-2.96
Travel time$_{Ebus}$	-0.170	-2.14	-1.700	-2.26	-0.182	-2.44
Waiting time	-0.224	-3.19	-0.224	-3.25	-0.216	-3.11
Cost$_{Ebus}$	-0.162	-2.13	-0.167	-2.21	-0.167	-2.20
Sex	0.320	0.12*	-	-	-	-
Age	-	-	0.011	0.69*	-	-
Occup	-0. 572	-2.17	-	-	-0.588	2.81
Inc1	-0.211	-0.96*	-	-	-	-
Inc2	-0.032	-1.23*	-	-	-	-
Area	0.096	0.29*	-	-	-	-
Travel time$_{PC}$	-0.182	-3.70	-0.173	-3.71	-0.178	-3.79
Cost$_{PC}$	-0.120	-3.51	-0.125	-3.74	-0.120	-3.58
ρ^2	0.2967		0.2893		0.2987	
ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง	68.95		67.32		75.28	

*หมายถึงตัวแปรมีค่าทางสถิติ $|t|$ น้อยกว่า 1.96

จากตารางที่ 4.14 เห็นได้ว่า แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้รถยนต์ คือ แบบจำลองที่ 3 ซึ่งแบบจำลองที่สามารถสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในสมการอรรถประโยชน์ เนื่องจากสามารถทำนายการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ถูกต้องถึงร้อยละ 75.28 (ค่าร้อยละการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้องเท่ากับ 75.28) ซึ่งรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์ มีดังนี้

$$U_{Ebus} = -2.19 - 0.182(\text{Travel time}_{Ebus}) - 0.216(\text{Waiting time}) - 0.167(\text{Cost}_{Ebus}) - 0.588(\text{Occup})$$

$$U_{\text{passenger car}} = -0.178(\text{Travel time}_{PC}) - 0.120(\text{Cost}_{PC})$$

$$\rho^2 = 0.2987$$

เมื่อพิจารณาแบบจำลองเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสารและรถจักรยานยนต์มีเครื่องหมายเป็น ลบ บ่งบอกว่าเมื่อเวลาเดินทางเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางชนิดนั้นจะลดลง เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางและเวลารอรถบัสโดยสารที่มีเครื่องหมายเป็น ลบ เหมือนกัน ซึ่งมีลักษะเช่นเดียวกับแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอาชีพก็มีเครื่องหมายเป็น ลบ เช่นเดียวกันแต่ตัวแปรนี้บ่งบอกได้ว่าผู้เดินทางที่เป็นนักศึกษามีความพึงพอใจในการเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสารมากกว่าบุคลากร และเมื่อสังเกตเครื่องหมายของค่าคงที่ซึ่งมีเครื่องหมายเป็น ลบ บ่งบอกได้ว่าผู้เดินทางมองว่าการเดินทางด้วยรถยนต์ดีกว่าการเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร

4.4.3 แบบจำลองแบบ Mixed logit

แบบจำลองโลจิตสองทางเลือกที่ได้ศึกษาในหัวข้อก่อนหน้านี้ เป็นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวบนสมมติฐานที่ว่ากลุ่มตัวอย่างพิจารณาตัวแปรแต่ละตัวในทิศทางเดียว ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่คำนวณได้จึงเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง และใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้เป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง แต่ในความเป็นจริงแต่ละบุคคลในกลุ่มตัวอย่างอาจมีรสนิยมในการพิจารณาแต่ละตัวแปรแตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยได้พิจารณาประเด็นดังกล่าวและศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มเติมโดยใช้แบบจำลองแบบ Mixed Logit ซึ่งพิจารณารสนิยมที่หลากหลายของตัวแปรภายในแบบจำลองโลจิตโดยนำเสนอในรูปแบบของการกระจายตัวของตัวแปร (Random coefficient) การใช้แบบจำลอง Mixed logit นี้ สามารถตรวจสอบได้ว่าแต่ละบุคคลประเมินปัจจัยต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

ในการวิเคราะห์แบบจำลอง Mixed logit ของการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ตัวแปรในการเดินทางทั้งเวลา ค่าใช้จ่ายและเวลารอรถบัสโดยสาร มีการกระจายตัวในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น Uniform distribution, Triangle distribution, Normal distribution และ Lognormal distribution ตามลำดับ ผลของการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรจำแนกตามการกระจายตัวแบบต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.15 และ 4.16

ตารางที่ 4.15 การกระจายตัวแบบต่างๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรในแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์และรถบัสโดยสาร

		Uniformaly distributed	Triangular distributed	Normally distributed	Lognormally distributed
Travel time Ebus	Coefficient	0.03	0.13	0.07	0.11
	t-score	0.09*	0.11*	0.27*	0.53*
Waiting time	Coefficient	0.01	0.01	0.00	0.07
	t-score	0.02*	0.00*	0.01*	0.09*
CostEbus	Coefficient	0.20	0.12	0.09	0.29
	t-score	0.12*	0.51*	0.22*	0.35*
Travel time MC	Coefficient	0.35	0.24	0.12	0.46
	t-score	0.05*	0.09*	0.02*	0.38*
CostMC	Coefficient	0.43	0.29	0.39	0.22
	t-score	0.78*	0.81*	0.32*	0.96*

ตารางที่ 4.16 การกระจายตัวแบบต่างๆ ของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรของแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์และรถบัสโดยสาร

		Uniformaly distributed	Triangular distributed	Normally distributed	Lognormally distributed
Travel time Ebus	Coefficient	0.01	0.02	0.01	0.01
	t-score	0.12*	0.19*	0.23*	0.43*
Waiting time	Coefficient	0.00	0.00	0.00	0.01
	t-score	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
CostEbus	Coefficient	0.11	0.14	0.05	0.21
	t-score	0.52*	0.51*	0.48*	0.46*
Travel time PC	Coefficient	0.06	0.08	0.03	0.12
	t-score	0.73*	0.76*	0.75*	0.93*
CostPC	Coefficient	0.03	0.03	0.01	0.04
	t-score	0.62*	0.53*	0.48*	0.89*

*หมายถึงตัวแปรมีค่าทางสถิติ $|t|$ น้อยกว่า 1.96

จากการผลการศึกษาในตารางที่ 4.15 และ 4.16 ของแบบจำลองโลจิตทั้งสองกลุ่ม พบว่า การกระจายตัวของสัมประสิทธิ์ในรูปแบบต่างๆ ของตัวแปรในการเดินทาง ทั้งแบบจำลองโลจิตระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร และแบบจำลองโลจิตระหว่างรถยนต์กับรถรถบัสโดยสาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสังเกตได้จากค่า t-score ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่พิจารณาไม่มีการกระจายตัวมากนัก หรืออาจกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษานั้นมองเห็นคุณค่าของตัวแปรดังกล่าวคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถนำค่าโดยไม่จำเป็นต้องมีการพิจารณาแบบจำลองแบบ Mixed logit ก็ได้

4.4.4 ผลการปรับแก้ค่าคงที่ในแบบจำลองโลจิต

เพื่อให้แบบจำลองโลจิตที่วิเคราะห์ได้ก่อนหน้านี้สามารถทำนายพฤติกรรมการเลือกประเภทการเดินทางได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ผู้วิจัยได้ปรับแก้ค่าคงที่ของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลสัดส่วนการเดินทาง จากการสำรวจการใช้รถบัสโดยสารในปัจจุบัน ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 6.68 อย่างไรก็ตามร้อยละการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยรถบัสโดยสารจากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นพบว่า มาจากผู้ใช้รถจักรยานยนต์ร้อยละ 67.61 และผู้ใช้รถยนต์ร้อยละ 29.50% ข้อมูลดังกล่าวนำมาปรับแก้ค่าคงที่ในแบบจำลองทั้งสองแบบจำลองเพื่อให้มีร้อยละของการเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสารมีค่าใกล้เคียงกับการเดินทางในปัจจุบัน ผลของการปรับแก้ค่าคงที่ดังแสดงในตารางที่ 4.17

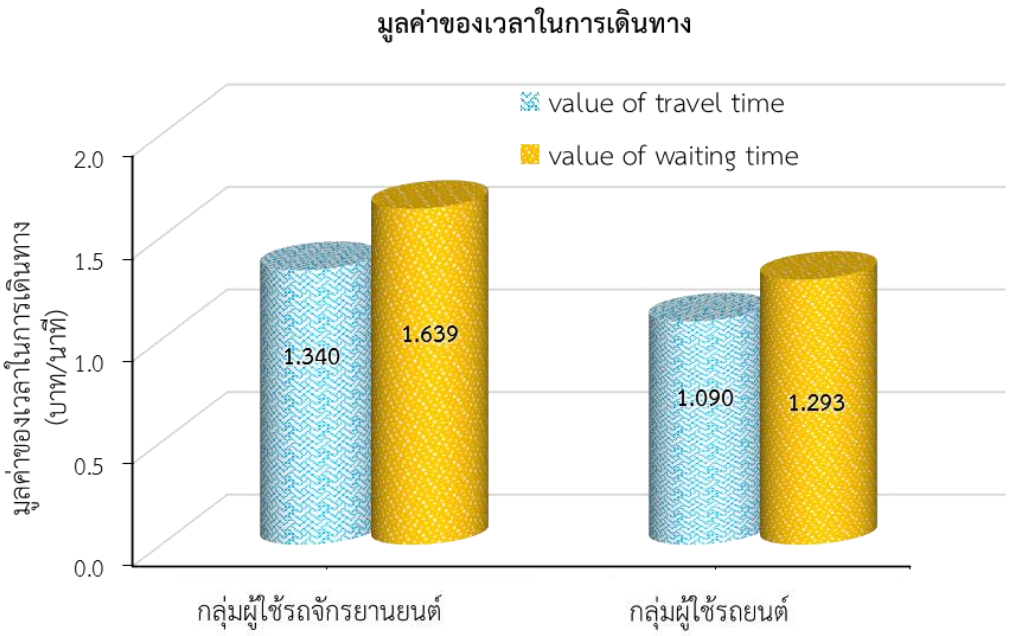
ตารางที่ 4.17 สมการอรรถประโยชน์

กลุ่มผู้ใช้	สมการอรรถประโยชน์ของรถบัสโดยสาร	สมการอรรถประโยชน์ของยานพาหนะส่วนบุคคล
รถจักรยานยนต์	U_{Ebus} = -4.57 -0.197(Travel time$_{Ebus}$) -0.241(Waiting time) -0.147(Cost$_{Ebus}$) +0.46(Sex)	U_{MC}= -0.123(Travel time$_{MC}$) -0.181(Cost$_{MC}$)
	ρ^2=0.3096	
รถยนต์	U_{Ebus} = -6.16 -0.182(Travel time$_{Ebus}$) -0.216(Waiting time) -0.167(Cost$_{Ebus}$) -0.588(Occup)	U_{PC} = -0.178(Travel time$_{PC}$) -0.120(Cost$_{PC}$)
	ρ^2=0.2987	

4.5 มูลค่าของเวลาในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

มูลค่าของเวลา (Value of time) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เดินทางยินดีจะจ่ายเงินจำนวนเท่าไรเพื่อแลกกับการประหยัดเวลาลง 1 นาที ซึ่งมูลค่าของเวลาสามารถคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเวลาหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรค่าใช้จ่าย ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งมูลค่าของเวลาออกเป็น 2 ประเภท คือ มูลค่าของเวลาเดินทาง (Value of travel time) และมูลค่าของเวลารอรถ (Value of waiting time) ผลจากการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์มีมูลค่าของเวลาเดินทางและมูลค่าเวลารอรถ (1.340 บาท/นาที และ 1.639 บาท/นาที ตามลำดับ) มากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์ (1.090 บาท/นาที และ 1.293 บาท/นาที ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างกับการเดินทางภายนอกมหาวิทยาลัย อันเป็นผลมาจากกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ต้องการความรวดเร็วมากกว่าผู้ใช้รถยนต์ และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่ซึ่งเป็นนักศึกษาจะคำนึงถึงรายได้ของตัวเองน้อยทำให้ไม่ตระหนักถึงตัวเงินที่ต้องจ่ายเพื่อแลกกับเวลาที่ต้องเสียไป

เมื่อสังเกตมูลค่าของเวลาเดินทางกับมูลค่าของเวลารอรถของทั้งสองกลุ่ม พบว่า มูลค่าของเวลารอรถมีค่าสูงกว่ามูลค่าของเวลาเดินทาง เนื่องจากการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย มีระยะเวลาในการเดินทางที่สั้นทำให้ความต้องการที่จะลดระยะเวลาในการเดินทางมีค่าต่ำกว่าการลดระยะเวลารอรถ อีกทั้งยังเป็นผลมาจากผู้เดินทางมีความรู้สึกแตกต่างกันระหว่างเวลาที่กำลังเดินทางกับเวลาที่กำลังรอรถจึงทำให้ผู้เดินทางยอมจ่ายเงินที่มากกว่าเพื่อทำให้เวลารอลดน้อยลง



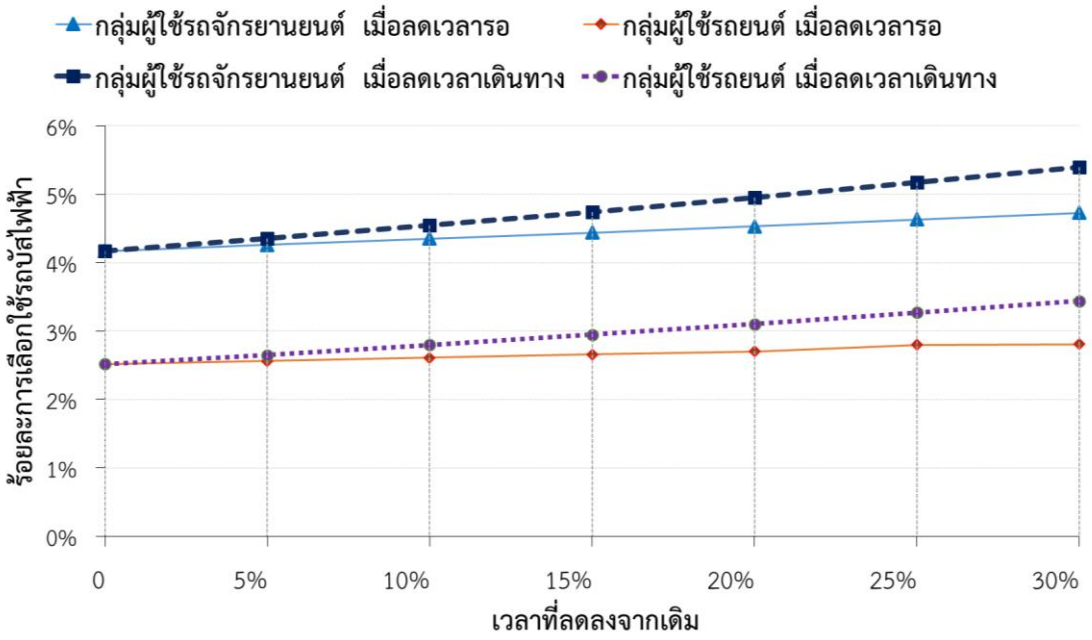
รูปที่ 4.15 มูลค่าเวลาในการเดินทาง

4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินมาตรการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้เลือกแบบจำลองโลจิตที่มีตัวแปรเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกันทุกตัว และมีตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เหมือนกันทั้งสองแบบจำลอง ได้แก่ เวลาในการเดินทางของรถบัสโดยสารและรถส่วนตัว ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถบัสโดยสารและรถส่วนตัว และเวลาในการรอรถบัสโดยสาร เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์มาตรการที่ได้กำหนดไว้ทั้ง 3 มาตรการ (รายละเอียดของแต่ละมาตรการได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.4)

4.6.1 การลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร

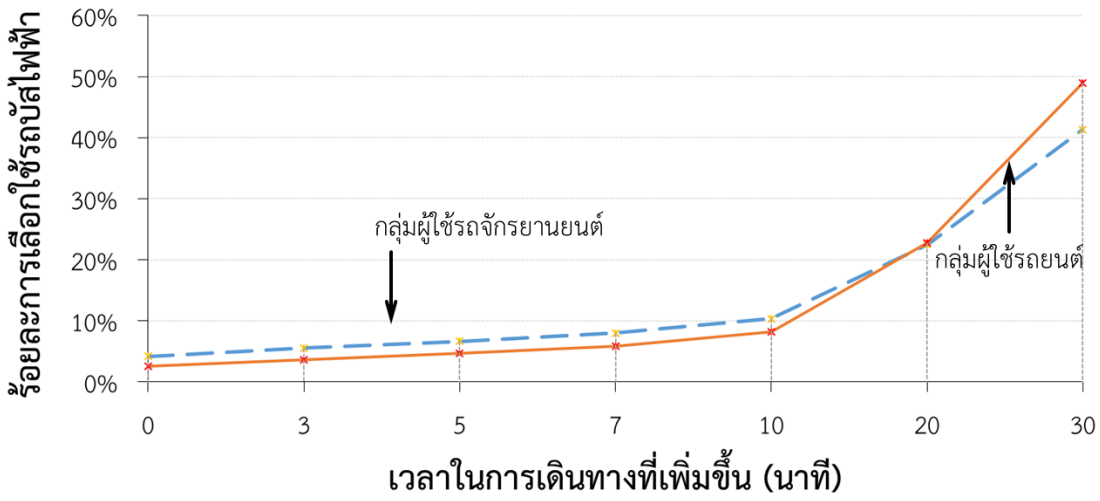
การลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสารทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของรถบัสโดยสารให้มีความถี่มากขึ้น โดยการลดเวลารอและเวลาเดินทางผู้วิจัยกำหนดให้ลดลง 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30% ของเวลารอรถและเวลาเดินทางในปัจจุบัน จากผลการศึกษาในรูปที่ 4.16 พบว่า การลดเวลาในการเดินทางรถลงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้รถส่วนตัวมาเป็นรถบัสโดยสารมากกว่าการลดเวลารอรถ โดยร้อยละของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเพิ่มขึ้นไม่มากนัก และจะเห็นได้ว่าเมื่อลดเวลารอรถลง 30% การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.17 เป็นร้อยละ 4.73 (เพิ่มขึ้น 0.13%) และเมื่อลดเวลาเดินทางลง 30% ผู้ใช้รถจักรยานยนต์หันไปใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.17 เป็นร้อยละ 5.40 (เพิ่มขึ้น 0.29%) ส่วนผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากการลดเวลารอรถลง 30% จากร้อยละ 2.52 เป็นร้อยละ 2.81 (เพิ่มขึ้น 0.12%) และเมื่อลดเวลาเดินทางลง 30% ผู้ใช้รถยนต์หันไปใช้รถบัสโดยสารจากร้อยละ 2.52 เป็นร้อยละ 3.44 (เพิ่มขึ้น 0.37%) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่ามาตรการในการลดเวลารอและเวลาในการเดินทางทำให้การมีเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามควรมีการนำมาตรการอื่นๆมาใช้ร่วมด้วยเพื่อที่จะทำให้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.16 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีการลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร

4.6.2 การจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล

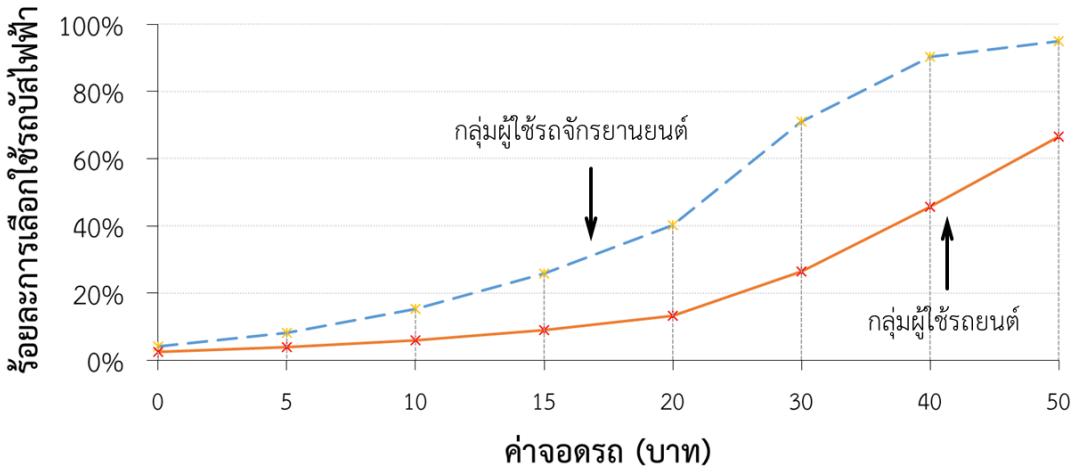
การจำกัดพื้นที่จอดรถเป็นมาตรการที่เพิ่มเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถส่วนบุคคล โดยเมื่อมีการจำกัดที่จอดรถผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลจะต้องใช้เวลาในการหาที่จอดรถเพิ่มทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น ในการทดสอบมาตรการดังกล่าว ผู้วิจัยได้กำหนดให้เวลาในการหาที่จอดรถเพิ่มขึ้น 3, 5, 7, 10, 20 และ 30 นาทีจากเวลาเดินทางในปัจจุบัน ผลที่ได้ดังรูปที่ 4.17 พบว่า การจำกัดพื้นที่จอดรถส่งผลทำให้กลุ่มผู้ใช้รถส่วนตัวหันมาใช้รถบัสโดยสารไม่มากนักเมื่อใช้เวลาในการหาที่จอดรถไม่ถึง 20 นาที แต่เมื่อต้องใช้เวลาในการหาที่จอดรถ 20 นาทีจะทำให้ผู้ใช้รถส่วนตัวหันมาใช้รถบัสโดยสารมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์หันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.17 เป็นร้อยละ 22.49 (เพิ่มขึ้น 4.40%) และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.52 เป็นร้อยละ 22.77 (เพิ่มขึ้น 7.84%) ซึ่งเห็นได้ว่า การจำกัดพื้นที่จอดรถมีผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มากกว่ากว่ากลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์อยู่เล็กน้อย



รูปที่ 4.17 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล

4.6.3 การเก็บค่าที่จอดรถส่วนบุคคล

ผู้วิจัยได้สมมติการกำหนดราคาค่าที่จอดรถไว้ที่ 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 50 บาท ตามลำดับ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนผู้ที่จะหันมาใช้รถบัสโดยสารจากกลุ่มผู้ใช้รถยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ จากการศึกษาดังรูปที่ 4.18 พบว่า เมื่อมีการเก็บค่าที่จอด 20 บาท กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์จะหันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.17 เป็นร้อยละ 40.16 (เพิ่มขึ้น 8.63%) ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์หันมาให้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.52 เป็นร้อยละ 45.74 (เพิ่มขึ้น 17.15%) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อมีการเก็บค่าที่จอดรถที่ 40 บาท



รูปที่ 4.18 การเลือกใช้รถบัสโดยสารของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีการเก็บค่าจอดรถส่วนบุคคล

จากการทดสอบมาตรการเพื่อส่งเสริมการใช้บริการรถบัสโดยสารทั้ง 3 มาตรการข้างต้น พบว่า ผลของแต่ละมาตรการอาจแตกต่างกัน นอกจากนี้ในแต่ละมาตรการก็ยังส่งผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถส่วนตัวแต่ละประเภทแตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งมาตรการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมากที่สุด คือ มาตรการการเก็บค่าพื้นที่จอดรถ ซึ่งเป็นมาตรการที่ส่งผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์มากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์ มาตรการในอันดับรองลงมา คือการจำกัดพื้นที่จอดรถ ซึ่งมาตรการนี้ส่งผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มากกว่ากลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เมื่อมีการจำกัดพื้นที่จอดรถให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป ทำให้เห็นได้ว่าผู้ใช้รถยนต์ให้ความสำคัญกับเวลาในการเดินทางมากกว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเวลาในการเดินทาง ส่วนในมาตรการการลดเวลาเดินทางและลดเวลารอรถบัสโดยสารเป็นมาตรการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปการการเดินทางค่อนข้างน้อย ทั้งในกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และมาตรการในการลดเวลาเดินทางเป็นมาตราการที่เพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสารมากกว่ามาตรการในการลดเวลารอ อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางเบื้องต้น สำหรับการนำมาตรการเหล่านี้มาสู่การปฏิบัติจริงควรมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของแต่ละมาตรการด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลกับรถบัสโดยสารในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ซึ่งสามารถสรุปผลจากการศึกษาในประเด็นต่างๆ โดยจำแนกตามวัตถุประสงค์การศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

- เวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทางเป็นอย่างมากไม่ว่าเป็นผู้ที่ใช้รถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ซึ่งต่างก็ให้ความสำคัญกับเวลาและค่าใช้จ่ายเพราะเมื่อมีการเวลาหรือค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ความพึงพอใจในรูปแบบการเดินทางประเภทนั้นจะลดลง โดยกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากกว่าเวลาในการเดินทาง ในทางตรงกันข้ามกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ให้ความสำคัญกับเวลาในการเดินทางมากกว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทาง
- เวลารอรถโดยสาร ปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เดินทางส่วนใหญ่ต้องการเข้าถึงรถบัสโดยสารเพื่อเดินทางให้เร็วที่สุด ทำให้ผู้ที่ต้องการเดินทางยอมจ่ายเงินเพิ่มขึ้นเพื่อไม่ต้องรอรถบัสโดยสาร
- เพศของผู้เดินทาง จากการสำรวจพบว่า ผู้ที่นิยมใช้บริการรถบัสโดยสารเป็นเพศหญิงและเพศหญิงมีความพึงพอใจต้องการเลือกใช้รถบัสโดยสารมากกว่าเพศชาย
- อายุของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัย พบว่า ผู้เดินทางที่มีอายุน้อยมีความพึงพอใจต่อการเลือกใช้รถบัสโดยสารมากกว่าผู้เดินทางที่มีอายุมาก อาจเนื่องจากผู้เดินทางที่มีอายุน้อยยังไม่มีรถส่วนตัว ทำให้จำเป็นต้องใช้รถบัสโดยสาร และผู้เดินทางที่มีอายุน้อยส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2 ซึ่งอาศัยอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย จึงทำให้การเข้าถึงป้ายจอดรถบัสโดยสารทำได้สะดวก
- รายได้ส่วนตัวและรายได้ต่อครัวเรือน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รถส่วนตัวสูง เนื่องจากผู้ที่มีรายได้สูงมีความพึงพอใจและต้องการใช้รถส่วนตัวมากกว่าการใช้รถสาธารณะที่มีราคาถูกกว่า ทำให้ผู้ที่มีรายได้สูงตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางตามความสะดวกสบายมากกว่า

- ตำแหน่งที่พักอาศัย พบว่า เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเลือกใช้รถส่วนตัวเนื่องจากรถบัสโดยสารไม่มีเส้นทางครอบคลุมถึงภายนอกมหาวิทยาลัยทำให้มีความจำเป็นต้องใช้รถส่วนตัวมากกว่าผู้ที่พักอาศัยอยู่ภายในมหาวิทยาลัย และอีกประการหนึ่งรถบัสโดยสารยังขาดการเชื่อมต่อกับรถสาธารณะภายนอกมหาวิทยาลัยจึงทำให้ผู้ที่พักอยู่ภายนอกมหาวิทยาลัยขาดการเชื่อมต่อ จึงทำให้ความพึงพอใจต่อการเลือกใช้รถบัสโดยสารมีน้อยลงตามไปด้วย

5.1.2 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีสร้างแบบจำลองโลจิตสองรูปแบบคือ แบบที่หนึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบวิธีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปร ผลจากการศึกษาสรุป ได้ว่าแบบจำลองที่มีการกำหนดให้ตัวแปรทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันเป็นแบบจำลองที่สามารถอธิบายถึงพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ดีที่สุดและมีความยืดหยุ่นต่อการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป ส่วนแบบจำลองรูปแบบที่สอง คือ แบบจำลองที่มีการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางโดยมีการพิจารณาตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมด้วย ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร และ แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร ทั้งสองแบบจำลองมีรูปแบบของสมการอรรถประโยชน์ ดังนี้

- แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร

U_{Ebus} = -4.57 -0.197(Travel time$_{Ebus}$) -0.241(Waiting time) -0.147(Cost$_{Ebus}$) +0.46(Sex)

$U_{Motorcycle}$= -0.123(Travel time $_{MC}$) -0.181(Cost$_{MC}$)

(ρ^2=0.3096)

- แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสาร

U_{Ebus} = -6.16 -0.182(Travel time$_{Ebus)}$ -0.216(Waiting time) -0.167(Cost$_{Ebus}$) -0.588(Occup)

$U_{Passenger\ Car}$ = -0.178(Travel time$_{PC}$) -0.12(Cost$_{PC}$)

(ρ^2=0.2987)

โดยที่	Constant	คือ ค่าคงที่
	Travel time	คือ เวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบ
	Waiting time	คือ เวลารอรถ
	Cost$_{Ebus}$	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถบัสโดยสาร ได้แก่ ค่าโดยสาร
	Cost$_{PC}$, Cost$_{MC}$	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถส่วนตัว ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิง
	Sex	คือ เพศ (0=ผู้ชาย, 1= ผู้หญิง)
	Occup	คือ อาชีพ (0=นักศึกษา, 1 = บุคลากร)

5.1.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองประเมินมาตรการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสาร

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อประเมินมาตรการสำหรับส่งเสริมการใช้บริการรถบัสโดยสาร 3 มาตรการ ผลจากการศึกษา พบว่า

- มูลค่าของเวลา พบว่า มูลค่าของเวลารอรถสูงกว่า มูลค่าของเวลาเดินทาง เป็นผลมาจากผู้เดินทางต้องการเข้าถึงยานพาหนะในการเดินทางให้เร็วที่สุดโดยไม่ต้องใช้เวลาในการรอยานพาพหนะที่ใช้ในการเดินทาง ทำให้มูลค่าของเวลารอสูงกว่ามูลค่าของเวลาเดินทางโดยเฉพาะกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ที่มีมูลค่าของเวลารอสูงกว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์ เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์เป็นกลุ่มที่เข้าถึงยานพาหนะได้เร็วที่สุดจึงยอมจ่ายเงินในมูลค่าที่สูงกว่าเพื่อที่จะไม่ต้องรอยานพาะหนะในการเดินทาง
- มาตรการลดเวลารอรถและเวลาเดินทางของรถบัสโดยสาร เป็นมาตรการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรถส่วนตัวให้หันมาใช้รถบัสโดยสารค่อนข้างน้อย โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางของผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นเพียง 0.13% และ 0.12% ตามลำดับ ส่วนผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นเพียง 0.29% และ 0.37% และมาตการในการลดเวลาเดินทางลงส่งผลต่อการเปลี่ยนมาใช้รถบัสโดยสารมากกว่า มาตรการในการการลดเวลารอรถ
- มาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถเพื่อใช้ผู้เดินทางต้องใช้เวลาในการเดินทาง 20 นาที ช่วยเพิ่มร้อยละของผู้ใช้บริการรถบัสโดยสารจากผู้ใช้รถจักรยานยนต์และผู้ใช้รถยนต์ 4.40% และ 7.84% ตามลำดับ ซึ่งส่งผลต่อผู้ใช้รถยนต์มากกว่าผู้ใช้รถจักรยานยนต์
- การเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ที่ 20 บาท ทำให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้หันมาให้ใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้น 8.63% และการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ที่ 40 บาท ทำให้ผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้น 17.15% ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนและมาตรการนี้จะส่งผลต่อผู้ใช้รถจักรยานยนต์มากกว่าส่งผลต่อผู้ใช้รถยนต์
- มาตรการที่ทำให้ผู้เดินทางลดการรถส่วนตัวลงทำให้จำนวนผู้ใช้รถบัสโดยสารเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะการเก็บเงินค่าพื้นที่จอดรถ ดังนั้นหากต้องการจะเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการรถบัสโดยสารจึงใช้มาตรการที่ทำให้การใช้รถส่วนตัวลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- จากปัจจัยที่มีผลต่อเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง หากมีการปรับปรุงการให้บริการรถบัสโดยสารควรมีการลดเวลาในการเดินทางและเวลารอรถให้เหลือน้อยลง โดยอาจจะเพิ่มความถี่ของรถในช่วงเวลาเร่งด่วนที่มีผู้ต้องการเดินทางจำนวนมาก

- จากการสำรวจทำให้เห็นว่าปัจจุบันการให้บริการรถบัสโดยสารในปัจจุบันยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการนั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากขาดสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณป้ายจอดให้กับผู้ใช้บริการ ดังนั้น ควรเพิ่มสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณป้ายหยุดรถและจัดให้มีทางเท้ามีหลังคาเป็นเพื่อเชื่อมต่อแนวเส้นทางการให้บริการรถบัสโดยสาร ส่วนเส้นทางการให้บริการที่แน่นอนจะทำให้ผู้เดินทางสามารถเลือกเดินทางด้วยรถบัสโดยสารอย่างไม่ต้องกังวลถึงเส้นทางที่รถบัสโดยสารจะเดินทางไป อีกประเด็นคือผู้ขับขี่รถบัสโดยสารควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้โดยสารเป็นสำคัญ สุดท้ายควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเชื่อมต่อกับรถบัสโดยสารบ้างเพื่อความสะดวกของผู้ที่ต้องการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถบัสโดยภายในมหาวิทยาลัย
- ควรมีศึกษารายละเอียดของแต่ละมาตรการและอาจศึกษาการรวมมาตรการเข้าด้วยกันประเมินมาตรการเพื่อส่งเสริมการใช้บริการรถบัสโดยสารในภายรวม

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

- งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือกระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสาร และรถยนต์กับรถบัสโดยสารเท่านั้น ซึ่งอนาคตควรมีการพัฒนาแบบจำลองให้มีหลากหลายทางเลือกของการเดินทาง
- จากแบบจำลองที่ลจิตในลักษณะ Aggregate model ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปต่อยอดเพื่อวิเคราะห์หาการให้บริการในโครงข่ายถนนภายในมหาวิทยาลัย เพื่อทดสอบมาตรการที่มีความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น
- แบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นยังสามารถนำไปใช้คำนวณการลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถบัสโดยสารภายในมหาวิทยาลัยได้

บรรณานุกรม

กองแผนงาน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2556). ข้อมูล/สารสนเทศ/ระเบียบต่างๆ, เว็ปไซต์: http://www.planning.psu.ac.th.

เกษม ชูจารุกุล. (2555). ระบบการขนส่งและการดำเนินการ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมสัน สุริยะ. (2552). แบบจำลองโลจิต: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในการวิจัยทางเศรษฐศาสตร์. เชียงใหม่: ศูนย์การวิเคราะห์เชิงปริมาณ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เว็ปไซต์ http://www.tourismlogistics.com.

งานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2556). บริการยานพาหนะและขนส่งมวลชน, เว็ปไซต์: http://www.ppss.psu.ac.th.

จิราคม สิริศรีสกุลชัย. (2551). ผลสนองตอบต่อมาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยแบบจำลองมิกซ์โลจิต กรณีศึกษาค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์. (2553). แบบจำลองสำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกใช้รถขนส่งมวลชน: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มลธิตา ฉิมเครือวัลย์ และ วราเมศวร์ วิเชียรแสน. (2554). การเลือกรูปแบบการเดินทาง เพื่อเดินทางไปทำงาน : กรณีศึกษารถไฟฟ้าสายสีม่วง.บทความวิชาการ,การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22 กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธกิจ ครุธาโรจน์. (2548). แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะระหว่างเชียงใหม่และกรุงเทพมหานครโดยรวมตัวแปรแฝง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โรสดี บินหะยีนิยิ, วชิระ อ่อนหยู และสราวุธ พรหมาด. (2544). การต้องการระบบขนส่งมวลชนและทางเท้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, โครงงานนักศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิโรจน์ รุโจปการ. (2544). การวางแผนการขนสงเขตเมือง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภกร สุทธิพันธ์ และภานุพงศ์ พุฒภักดี. (2554). การศึกษาการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถโดยสารสาธารณะ (รถไฟฟ้า) ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. โครงงานนักศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. (2552). การวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง, เอกสารประกอบการสอน, หน้า 77-121, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2552). การศึกษาจัดทำระบบขนส่งมวลชนเมืองหาดใหญ่และเชื่อมโยงเมืองสงขลา. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจรและการขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

สุเมธ เดชธำรงค์, ธเนศ เสถียรนาม และวิชุดา เสถียรนาม. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบการเลือกใช้รถโดยสารด่วนพิเศษ(BRT)ของผู้ใช้รถนั่งส่วนบุคคลและผู้ใช้รถจักรยานยนต์ในเมืองขอนแก่น เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, หน้า 164 – 171.

อรรถวิทย์ อุปโยศิน. (2544). แบบจำลองการเลือกยานพาหนะเดินทางสำหรับรถประจำทาง และยานพาหนะอื่นในเขตเมืองเชียงใหม่โดยใช้ข้อมูลความพึงพอใจที่ระบุไว้ก่อนวิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R. (1985). Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge. MIT Press, UK.

Domencich, T and McFadden, D. (1975). Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis. North-Holland Publishing Company, Holland.

Fukuda, T., Kashima, S., Fukuda, A. and Narupiti, S. (2005). Analysis of car sharing application on consumer orientation and their modal selection in Bangkok. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 1971 – 1986.

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

Hensher, D.A. and Rose, J. M. (2007). Development of commuter and non-commuter mode choice models for the assessment of new public transport infrastructure projects: A case study. Transportation Research Part A 41 pp.428–443.

Hole, A.R. (2004). Forecasting the Demand for an Employee Park and Ride Service Using Commuters' Stated Choices. Department of Economics University of St Andrews, UK.

Jaensirisak, S. and Srisurapanon, V. (2003). The use of stated reference techniques in forecasting travel demand on a new motorway in Thailand. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1606 – 1620

Zhou, J. (2012). Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students. Transportation Research Part A 46, pp. 1013–1029.

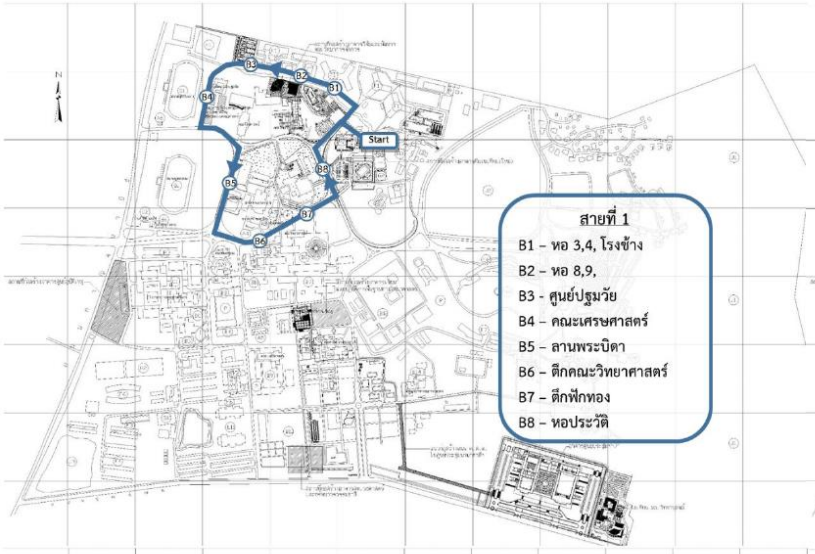
Ortuzar, J.D. and Willumsen, L.G. (1994). Modelling Transport. 2nd ed., John Wiley& Sons, England.

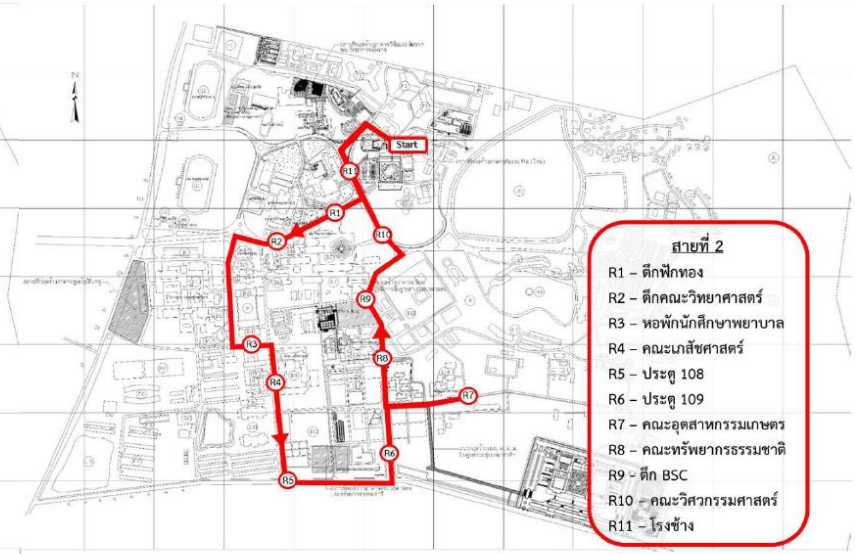
Richardson, M.G. and Ben-Akiva, M.E. (1975). A Disaggregate Travel Demand Model. D.C. Heath Ltd, England.

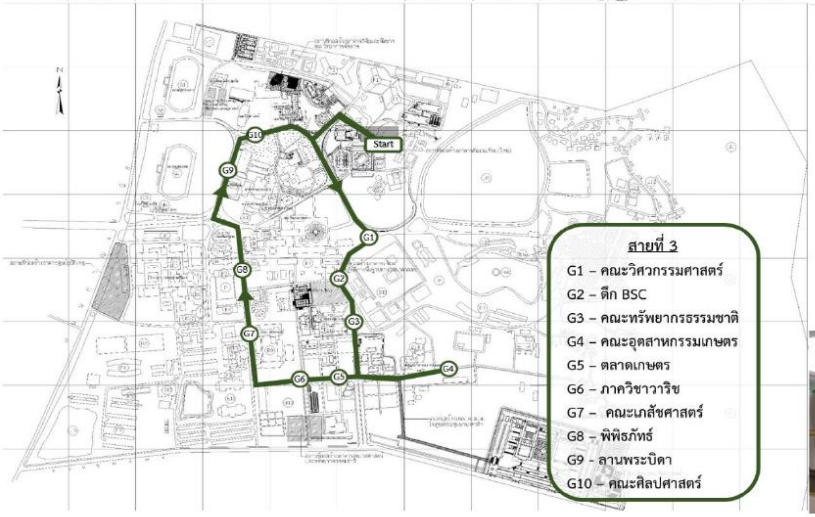
Train, K. (2003). Discrete Choice Methods with Simulation. MIT Press, UK.

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบสอบถาม

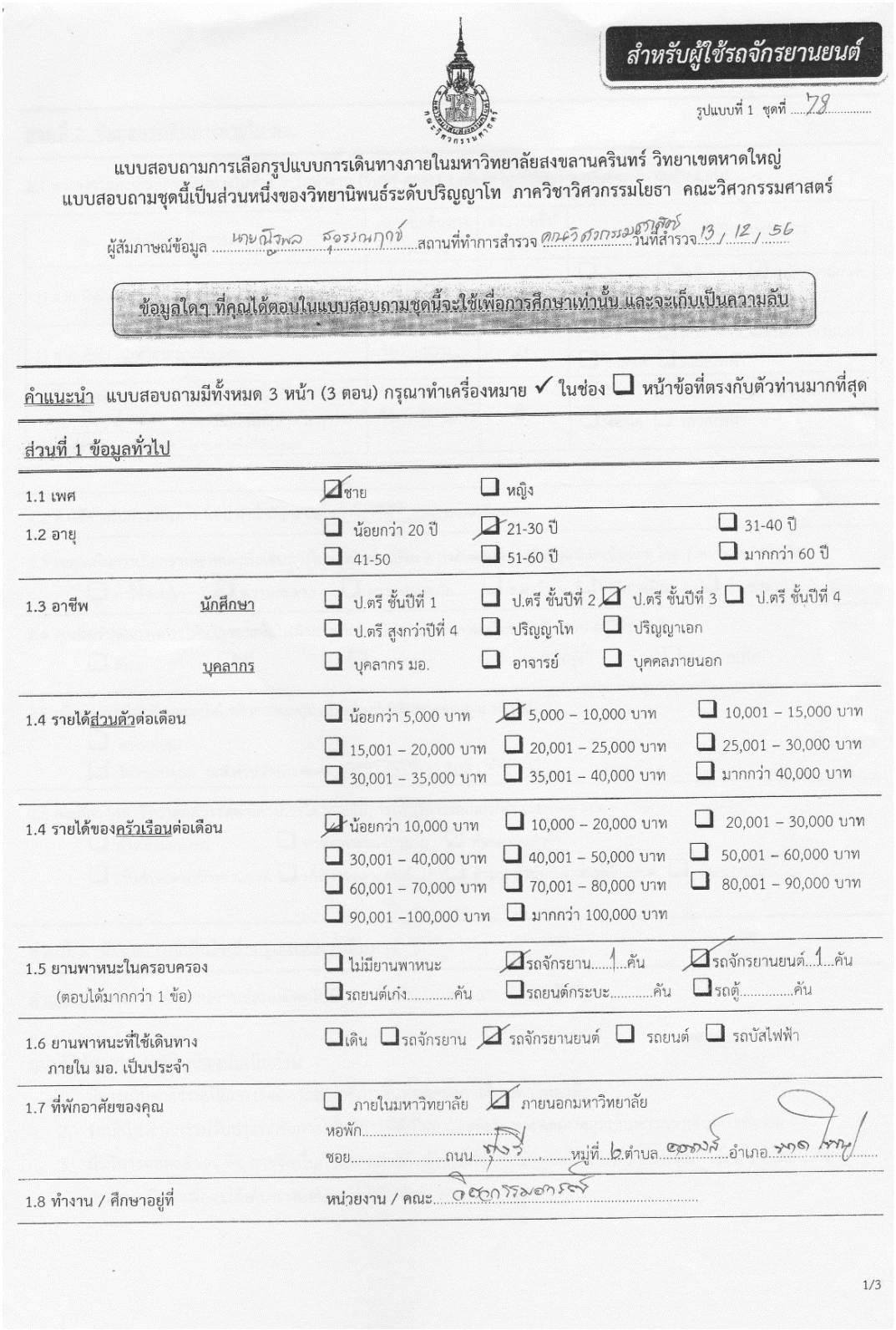
รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์







รูปที่ ก-1 เอกสารแนะนำรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า



สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์

รูปแบบที่ 1 ชุดที่ 78

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้สัมภาษณ์ข้อมูล นายณัฐพล สุวรรณากาศ สถานที่ทำการสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วันที่สำรวจ 13 / 12 / 56

ข้อมูลใดๆ ที่คุณได้ตอบในแบบสอบถามชุดนี้จะใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะเก็บเป็นความลับ

คำแนะนำ แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 หน้า (3 ตอน) กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ หน้าข้อที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ
☑ ชาย ☐ หญิง

1.2 อายุ
☐ น้อยกว่า 20 ปี ☑ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี
☐ 41-50 ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี

1.3 อาชีพ
นักศึกษา ☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 1 ☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 2 ☑ ป.ตรี ชั้นปีที่ 3 ☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 4
☐ ป.ตรี สูงกว่าปีที่ 4 ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
บุคลากร ☐ บุคลากร มอ. ☐ อาจารย์ ☐ บุคคลภายนอก

1.4 รายได้ส่วนตัวต่อเดือน
☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☑ 5,000 – 10,000 บาท ☐ 10,001 – 15,000 บาท
☐ 15,001 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 25,000 บาท ☐ 25,001 – 30,000 บาท
☐ 30,001 – 35,000 บาท ☐ 35,001 – 40,000 บาท ☐ มากกว่า 40,000 บาท

1.4 รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน
☑ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,000 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 30,000 บาท
☐ 30,001 – 40,000 บาท ☐ 40,001 – 50,000 บาท ☐ 50,001 – 60,000 บาท
☐ 60,001 – 70,000 บาท ☐ 70,001 – 80,000 บาท ☐ 80,001 – 90,000 บาท
☐ 90,001 –100,000 บาท ☐ มากกว่า 100,000 บาท

1.5 ยานพาหนะในครอบครอง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ ไม่มียานพาหนะ ☑ รถจักรยาน 1 คัน ☑ รถจักรยานยนต์ 1 คัน
☐ รถยนต์เก๋ง.....คัน ☐ รถยนต์กระบะ.....คัน ☐ รถตู้.....คัน

1.6 ยานพาหนะที่ใช้เดินทางภายใน มอ. เป็นประจำ
☐ เดิน ☐ รถจักรยาน ☑ รถจักรยานยนต์ ☐ รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า

1.7 ที่พักอาศัยของคุณ
☐ ภายในมหาวิทยาลัย ☑ ภายนอกมหาวิทยาลัย
หอพัก.....
ซอย.....ถนน สงขลา หมู่ที่ 12 ตำบล ควนลัง อำเภอ หาดใหญ่

1.8 ทำงาน / ศึกษาอยู่ที่
หน่วยงาน / คณะ วิศวกรรมศาสตร์

1/3

รูปที่ ก-2 แบบสอบถามผู้ใช้รถจักรยานยนต์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการเดินทางภายใน มอ.

2.1 ตารางรายละเอียดการเดินทางในช่วง 5 วันทำงาน (จันทร์-ศุกร์) (*1 ครั้ง คือ ไปอย่างเดียว หาก ไปและกลับ นับเป็น 2 ครั้ง)

ลักษณะของในการเดินทาง	เวลาเริ่มเดินทาง ประมาณ	จำนวนครั้ง* / สัปดาห์	ยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง
1) จาก ที่พัก ไป เรียน / ทำงาน	9 :00 น.	10	☐เดิน ☑รถจักรยาน ☑รถจักรยานยนต์ ☐ รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า
2) จาก ที่พัก ไป ทำธุระภายใน มอ.	16 :00 น.	4	☐เดิน ☐รถจักรยาน ☑รถจักรยานยนต์ ☐ รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า
3) เดินทางจาก [illegible](จุดที่ไม่ใช่ที่พัก) ไป โรงอาหาร (จุดที่ไม่ใช่ที่พัก) **ระบุ** ตัวอย่างเช่น จาก คณะ ไปอ่านหนังสือที่ห้องสมุด	16 :30 น.	6	☐เดิน ☐รถจักรยาน ☐ รถจักรยานยนต์ ☐รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า

2.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (เช่น ค่าน้ำมันฯ) **เฉลี่ย** 400 **บาท/เดือน**

2.3 เหตุผลในการเลือกยานพาหนะเพื่อเดินทางในแต่ละครั้ง (เรียง 3 ลำดับตามความสำคัญจากมากไปน้อย โดย 1 หมายถึงสำคัญที่สุด)

☑3 ค่าใช้จ่ายถูก ☑1 ความสะดวก ☐ ความปลอดภัย ☑2 รวดเร็ว ☐ไม่มีทางเลือก ☐ อื่นๆ(ระบุ).....

2.4 คุณคิดว่าคุณภาพการให้บริการรถบัสไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในปัจจุบัน อยู่ในระดับใด

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☑ ควรปรับปรุง ☐ ควรยกเลิก

2.5 เส้นทางการให้บริการรถบัสไฟฟ้าครอบคลุม เส้นทางการเดินทางของคุณ หรือไม่

☐ ครอบคลุม

☑ ไม่ครอบคลุม ปกติท่านเดินทางจาก [illegible] ไปที่ หอ 11

2.6 คุณคิดว่ามหาวิทยาลัยควรจัดทำโครงการใด ร่วมกับการให้บริการรถบัสไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ทางเท้ามีหลังคา ☐ ทางเฉพาะรถจักรยาน ☑ ที่จอดรถแล้วจร

☐ เก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์ ☐ เก็บค่าจอดรถยนต์ ☐ ห้ามรถส่วนตัวเข้าพื้นที่ที่กำหนด ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

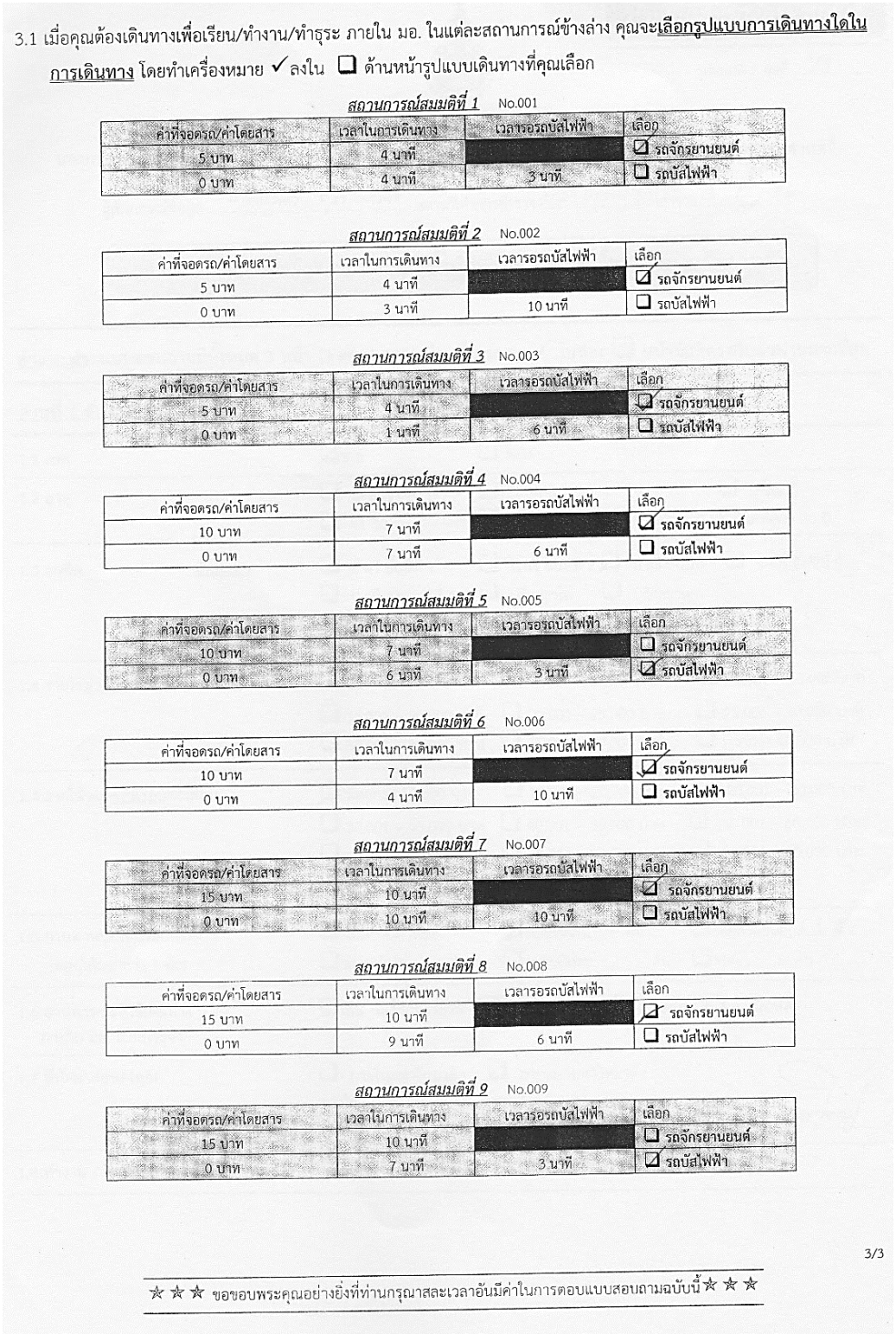
ส่วนที่ 3 ข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

คำแนะนำ กรุณาอ่านสถานการณ์สมมติต่อไปนี้ จากนั้นทำแบบสอบถามต่อในหน้าที่ 3

สมมติให้สถานการณ์ในปัจจุบันเป็นดังนี้

1. มีการเก็บค่าธรรมเนียมการจอดรถส่วนตัวในพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย
2. รถบัสไฟฟ้ามีการปรับปรุงระดับการให้บริการที่ดีเยี่ยม และมีเส้นทางคลอบคลุมเส้นทางการเดินทางทั้ง มอ.
3. มีบริการจอดแล้วจร คือ การจัดพื้นที่จอดรถสำหรับผู้ใช้รถส่วนตัวมาจากที่พัก บริเวณประตูมหาวิทยาลัยโดยไม่คิดค่าธรรมเนียม เพื่อจะได้เดินทางต่อโดยรถบัสไฟฟ้า

รูปที่ ก-2 แบบสอบถามผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ต่อ)



3.1 เมื่อคุณต้องเดินทางเพื่อเรียน/ทำงาน/ทำธุระ ภายใน มอ. ในแต่ละสถานการณ์ข้างล่าง คุณจะเลือกรูปแบบการเดินทางใดในการเดินทาง โดยทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ❑ ด้านหน้ารูปแบบเดินทางที่คุณเลือก

สถานการณ์สมมติที่ 1 No.001

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
5 บาท	4 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	4 นาที	3 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 2 No.002

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
5 บาท	4 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	3 นาที	10 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 3 No.003

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
5 บาท	4 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	1 นาที	6 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 4 No.004

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	7 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	7 นาที	6 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 5 No.005

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	7 นาที		❑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	6 นาที	3 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 6 No.006

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	7 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	4 นาที	10 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 7 No.007

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
15 บาท	10 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	10 นาที	10 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 8 No.008

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
15 บาท	10 นาที		☑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	9 นาที	6 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

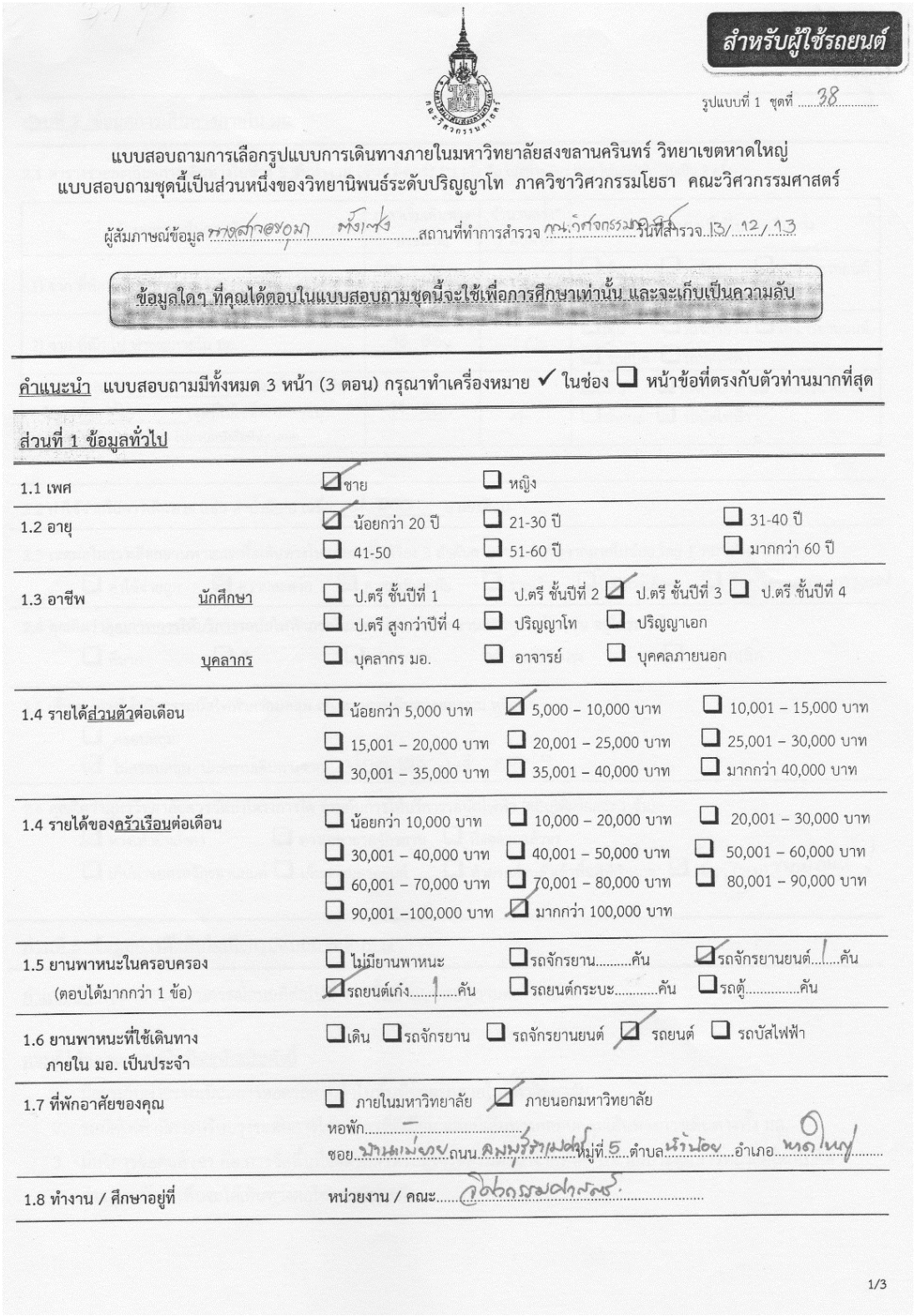
สถานการณ์สมมติที่ 9 No.009

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
15 บาท	10 นาที		❑ รถจักรยานยนต์
0 บาท	7 นาที	3 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

3/3

☆ ☆ ☆ ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ท่านกรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้ ☆ ☆ ☆

รูปที่ ก-2 แบบสอบถามผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ต่อ)



สำหรับผู้ใช้รถยนต์

รูปแบบที่ 1 ชุดที่ 38

แบบสอบถามการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้สัมภาษณ์ข้อมูล นางสาวสุมา สังเกตุ สถานที่ทำการสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วันที่สำรวจ 13/12/13

ข้อมูลใดๆ ที่คุณได้ตอบในแบบสอบถามชุดนี้จะใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะเก็บเป็นความลับ

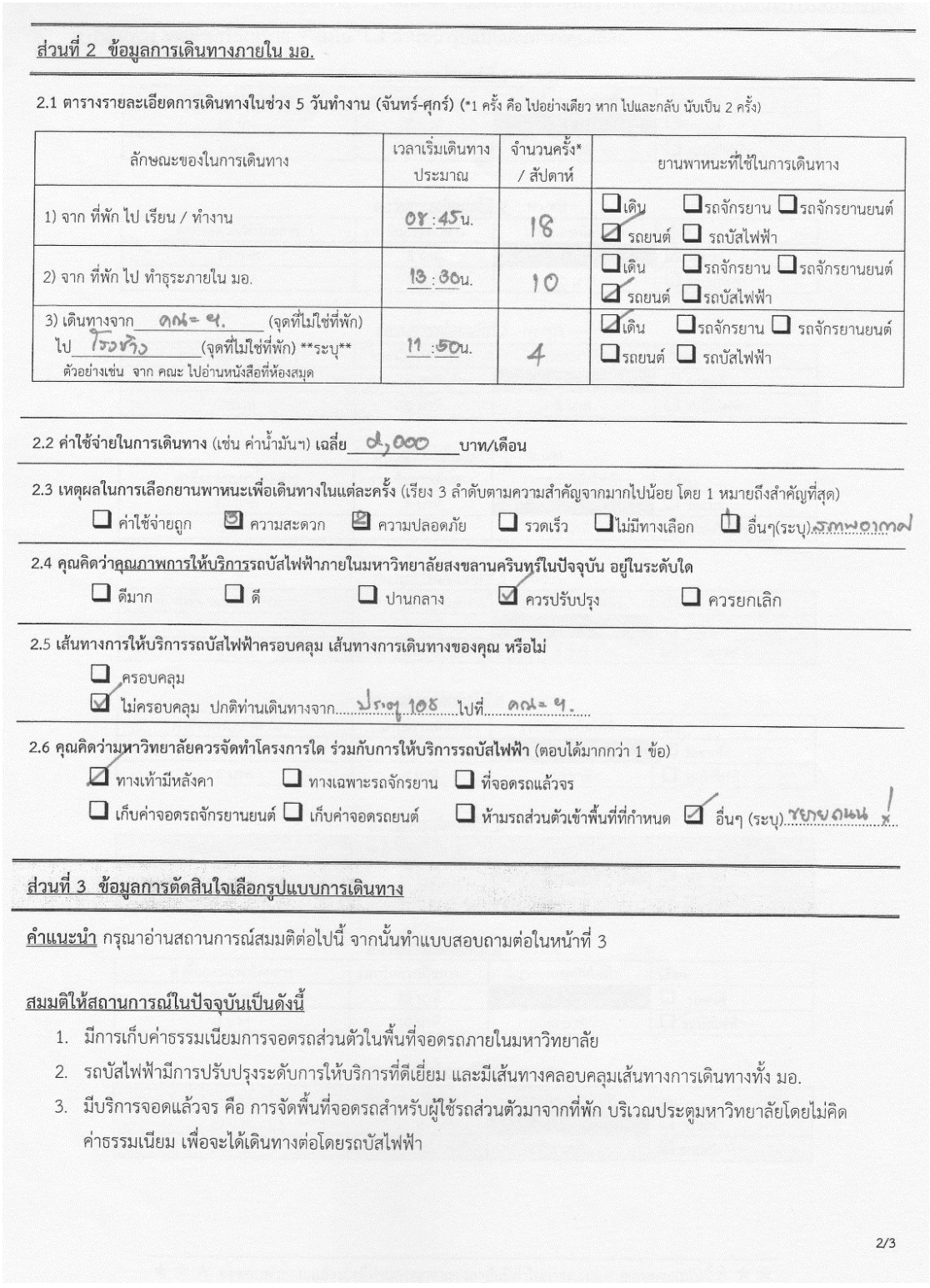
คำแนะนำ แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 หน้า (3 ตอน) กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ หน้าข้อที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ		☑ ชาย ☐ หญิง
1.2 อายุ		☑ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี
1.3 อาชีพ	นักศึกษา	☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 1 ☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 2 ☑ ป.ตรี ชั้นปีที่ 3 ☐ ป.ตรี ชั้นปีที่ 4 ☐ ป.ตรี สูงกว่าปีที่ 4 ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
	บุคลากร	☐ บุคลากร มอ. ☐ อาจารย์ ☐ บุคคลภายนอก
1.4 รายได้ส่วนตัวต่อเดือน		☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☑ 5,000 – 10,000 บาท ☐ 10,001 – 15,000 บาท ☐ 15,001 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 25,000 บาท ☐ 25,001 – 30,000 บาท ☐ 30,001 – 35,000 บาท ☐ 35,001 – 40,000 บาท ☐ มากกว่า 40,000 บาท
1.4 รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน		☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,000 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 30,000 บาท ☐ 30,001 – 40,000 บาท ☐ 40,001 – 50,000 บาท ☐ 50,001 – 60,000 บาท ☐ 60,001 – 70,000 บาท ☑ 70,001 – 80,000 บาท ☐ 80,001 – 90,000 บาท ☐ 90,001 –100,000 บาท ☑ มากกว่า 100,000 บาท
1.5 ยานพาหนะในครอบครอง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		☐ ไม่มียานพาหนะ ☐ รถจักรยาน.....คัน ☑ รถจักรยานยนต์ 1 คัน ☑ รถยนต์เก๋ง 1 คัน ☐ รถยนต์กระบะ.....คัน ☐ รถตู้.....คัน
1.6 ยานพาหนะที่ใช้เดินทางภายใน มอ. เป็นประจำ		☐ เดิน ☐ รถจักรยาน ☐ รถจักรยานยนต์ ☑ รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า
1.7 ที่พักอาศัยของคุณ		☐ ภายในมหาวิทยาลัย ☑ ภายนอกมหาวิทยาลัย หอพัก - ซอย บ้านแม่ยอง ถนน คลองหรา/หอพัก หมู่ที่ 5 ตำบล น้ำน้อย อำเภอ หาดใหญ่
1.8 ทำงาน / ศึกษาอยู่ที่		หน่วยงาน / คณะ วิศวกรรมศาสตร์

1/3

รูปที่ ก-3 แบบสอบถามผู้ใช้รถยนต์



ส่วนที่ 2 ข้อมูลการเดินทางภายใน มอ.

2.1 ตารางรายละเอียดการเดินทางในช่วง 5 วันทำงาน (จันทร์-ศุกร์) (*1 ครั้ง คือ ไปอย่างเดียว หาก ไปและกลับ นับเป็น 2 ครั้ง)

ลักษณะของในการเดินทาง	เวลาเริ่มเดินทาง ประมาณ	จำนวนครั้ง* / สัปดาห์	ยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง
1) จาก ที่พัก ไป เรียน / ทำงาน	08:45น.	18	☐เดิน ☐รถจักรยาน ☐รถจักรยานยนต์ ☑รถยนต์ ☐รถบัสไฟฟ้า
2) จาก ที่พัก ไป ทำธุระภายใน มอ.	13:30น.	10	☐เดิน ☐รถจักรยาน ☐รถจักรยานยนต์ ☑รถยนต์ ☐รถบัสไฟฟ้า
3) เดินทางจาก คณะ ฯ. (จุดที่ไม่ใช่ที่พัก) ไป โรงเรียน (จุดที่ไม่ใช่ที่พัก) **ระบุ** ตัวอย่างเช่น จาก คณะ ไปอ่านหนังสือที่ห้องสมุด	11:50น.	4	☑เดิน ☐รถจักรยาน ☐ รถจักรยานยนต์ ☐รถยนต์ ☐ รถบัสไฟฟ้า

2.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (เช่น ค่าน้ำมันฯ) เฉลี่ย 2,000 บาท/เดือน

2.3 เหตุผลในการเลือกยานพาหนะเพื่อเดินทางในแต่ละครั้ง (เรียง 3 ลำดับตามความสำคัญจากมากไปน้อย โดย 1 หมายถึงสำคัญที่สุด)

☐ ค่าใช้จ่ายถูก ☑ ความสะดวก ☑ ความปลอดภัย ☐ รวดเร็ว ☐ไม่มีทางเลือก ☐ อื่นๆ(ระบุ)สภาพอากาศ

2.4 คุณคิดว่าคุณภาพการให้บริการรถบัสไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในปัจจุบัน อยู่ในระดับใด

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☑ ควรปรับปรุง ☐ ควรยกเลิก

2.5 เส้นทางการให้บริการรถบัสไฟฟ้าครอบคลุม เส้นทางการเดินทางของคุณ หรือไม่

☐ ครอบคลุม

☑ ไม่ครอบคลุม ปกติท่านเดินทางจาก ประตู 105 ไปที่ คณะ ฯ.

2.6 คุณคิดว่ามหาวิทยาลัยควรจัดทำโครงการใด ร่วมกับการให้บริการรถบัสไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☑ ทางเท้ามีหลังคา ☐ ทางเฉพาะรถจักรยาน ☐ ที่จอดรถแล้วจร

☐ เก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์ ☐ เก็บค่าจอดรถยนต์ ☐ ห้ามรถส่วนตัวเข้าพื้นที่ที่กำหนด ☑ อื่นๆ (ระบุ) ขยายถนน !

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

คำแนะนำ กรุณาอ่านสถานการณ์สมมติต่อไปนี้ จากนั้นทำแบบสอบถามต่อในหน้าที่ 3

สมมติให้สถานการณ์ในปัจจุบันเป็นดังนี้

1. มีการเก็บค่าธรรมเนียมการจอดรถส่วนตัวในพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย
2. รถบัสไฟฟ้ามีการปรับปรุงระดับการให้บริการที่ดีเยี่ยม และมีเส้นทางคลอบคลุมเส้นทางการเดินทางทั้ง มอ.
3. มีบริการจอดแล้วจร คือ การจัดพื้นที่จอดรถสำหรับผู้ใช้รถส่วนตัวมาจากที่พัก บริเวณประตูมหาวิทยาลัยโดยไม่คิดค่าธรรมเนียม เพื่อจะได้เดินทางต่อโดยรถบัสไฟฟ้า

2/3

รูปที่ ก-3 แบบสอบถามผู้ใช้รถยนต์ (ต่อ)

3.1 เมื่อคุณต้องเดินทางเพื่อเรียน/ทำงาน/ทำธุระ ภายใน มอ. ในแต่ละสถานการณ์ข้างล่าง คุณจะเลือกรูปแบบการเดินทางใดในการเดินทาง โดยทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ❑ ด้านหน้ารูปแบบเดินทางที่คุณเลือก

สถานการณ์สมมติที่ 1 No.001

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	5 นาที		☑ รถยนต์
0 บาท	5 นาที	3 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 2 No.002

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	5 นาที		☑ รถยนต์
0 บาท	3 นาที	10 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 3 No.003

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
10 บาท	5 นาที		☑ รถยนต์
0 บาท	1 นาที	6 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 4 No.004

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
20 บาท	8 นาที		☑ รถยนต์
0 บาท	8 นาที	6 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 5 No.005

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
20 บาท	8 นาที		❑ รถยนต์
0 บาท	6 นาที	3 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 6 No.006

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
20 บาท	8 นาที		☑ รถยนต์
0 บาท	4 นาที	10 นาที	❑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 7 No.007

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
30 บาท	12 นาที		❑ รถยนต์
0 บาท	12 นาที	10 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 8 No.008

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
30 บาท	12 นาที		❑ รถยนต์
0 บาท	10 นาที	6 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

สถานการณ์สมมติที่ 9 No.009

ค่าที่จอดรถ/ค่าโดยสาร	เวลาในการเดินทาง	เวลารอรถบัสไฟฟ้า	เลือก
30 บาท	12 นาที		❑ รถยนต์
0 บาท	8 นาที	3 นาที	☑ รถบัสไฟฟ้า

3/3

☆☆☆ ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ท่านกรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้ ☆☆☆

รูปที่ ก-3 แบบสอบถามผู้ใช้รถยนต์ (ต่อ)

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างชุดคำสั่งในโปรแกรม NLOGIT

คำสั่งแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารที่มีตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม

```
Sample;all$

?Model1
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, mc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)=
conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb+sex*sex+age*age+inc*inc+area*area/
U(mc) = d*ttmc+e*cmc$


Sample;all$

?Model2
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, mc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)= conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb+sex*sex/
U(mc) = d*ttmc+e*cmc$
```

คำสั่งแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารที่กำหนดให้ตัวแปรเวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน

```
Sample;all$

?Model3
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, mc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)= conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb/
U(mc) = a*ttmc+b*cmc$
```

คำสั่งแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารที่กำหนดให้ตัวแปรเวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน

```
Sample;all$

?Model1
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, mc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)= conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb/
U(mc) = d*ttmc+e*cmc$
```

คำสั่งแบบจำลองระหว่างรถยนต์กับรถบัสโดยสารที่กำหนดให้ตัวแปรเวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่างกัน

```
Sample;all$

?Model1
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, pc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)= conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb/
U(pc) = d*ttpc+e*cpc$
```

คำสั่งแบบจำลองระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถบัสโดยสารที่กำหนดให้ตัวแปรเวลาในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากัน

```
Sample;all$

?Model4
NLOGIT
;lhs = choice, cset, altij
;Choices = ebus, pc
?;Halton
?;rpl
?;fcn=a(l),b(l),c(l),d(l)
?;pts=10
;Model:
U(ebus)= conbrt+a*tteb+b*ceb+c*wteb/
U(pc) = a*ttpc+b*cpc$
```

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19
วันที่ 14-16 พฤษภาคม 2557 จ. ขอนแก่น

19th National Convention on Civil Engineering
14-16 May 2014, Khon Kaen, THAILAND

การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลกับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Development of Mode Choice Models between Private Vehicles and Electric Bus in Prince of Songkla University

ศุภกร สุทธิพันธ์[1,*] และ ปรเมศวร์ เหลือเทพ[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

บทคัดย่อ

รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเป็นรูปแบบรถโดยสารสาธารณะที่ให้บริการฟรีสำหรับการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ แต่ยังไม่สามารถดึงดูดกลุ่มบุคลากรและนักศึกษาที่ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์และรถยนต์) ให้มาใช้บริการได้เท่าที่ควร บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและผู้ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า โดยสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิต 2 ทางเลือก (Binary Logit Model) จากข้อมูลการสำรวจสภาพการเดินทางในปัจจุบันและในกรณีสมมติของกลุ่มตัวอย่างบุคลากรและนักศึกษาจำนวน 833 ชุด ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางประกอบด้วย เวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า เวลารอรถ ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทางของยานพาหนะส่วนบุคคล และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อคาดการณ์สัดส่วนการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางกรณีที่ไม่มีการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบกับกรณีที่มีมาตรการส่งเสริมการใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ 1) การลดเวลารอและเวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า 2) การจำกัดพื้นที่จอดยานพาหนะส่วนบุคคล และ 3) การเก็บค่าจอดยานพาหนะส่วนบุคคล ผลการศึกษา พบว่า การลดเวลารอรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 30 เป็นการส่งเสริมให้กลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลหันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้มากถึงร้อยละ 67 (จากเดิมร้อยละ 43%) ส่วนมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถช่วยเพิ่มสัดส่วนผู้ใช้บริการเป็นร้อยละ 75% สำหรับมาตรการเก็บค่าจอดรถ พบว่า ช่วยเพิ่มสัดส่วนผู้ใช้บริการได้มากที่สุด (ร้อยละ 90%) ผลจากการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางเพื่อผลักดันให้มีการใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยต่างๆ และเมืองที่กำลังเติบโตได้ต่อไป

คำสำคัญ: การเลือกรูปแบบการเดินทาง, แบบจำลองโลจิต, รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

The electric bus (e-bus) service, is a popular public transport complimentarily provided for internal trips within the Prince of Songkla university, Hat Yai campus. However, this mode of transport doesn't prominently attract to the students and staffs, who are influenced by private vehicles (motorcycle and car). This paper is to investigate the factors affecting e-bus and private vehicle choices. In the paper, the mode choice models were developed, based on Binary Logit model, by using the data from Revealed Preference (RP) and Stated Preference (SP) surveys (833 samples from students and staffs). The results show that the significant factors affecting the mode choice are e-bus travel time, waiting time, fare, private vehicle travel time and travel cost. The researchers also applied the developed models to estimate the proportion of travelers from both choices for the case without any service improvement compared to three cases, including 1) reduction of e-bus travel and waiting times, 2) limitation of parking area, and 3) parking charge scheme. The results reveal that 30% reduction of e-bus waiting time significantly increases the number of e-bus passengers about 67% (from 43%). The parking area limitation scheme increases about 75%, whereas the parking charge scheme is the most effective policy (90%). The results from this study would be a example to encourage the use of

* ผู้เขียนผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding author)

E-mail address: suppakorn_01@hotmail.com

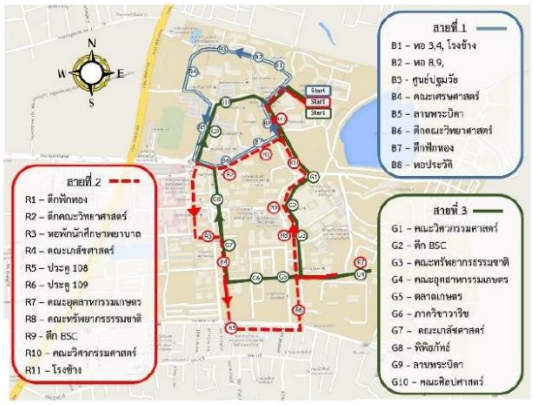
e-bus, environmentally friendly transport, in any universities and developing towns.

Keyword: Mode choice, Logit model, Electric bus, Prince of Songkla University

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของภาคใต้ ประกอบด้วย 5 วิทยาเขต ได้แก่ หาดใหญ่ ปัตตานี สุราษฎร์ธานี ภูเก็ต และ ตรัง โดยวิทยาเขตหาดใหญ่เป็นวิทยาเขตหลัก มีพื้นที่ทั้งหมด 1,670 ไร่ และมีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรมากที่สุดถึง 26,931 คน [1] จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2544-2555) พบว่า จำนวนนักศึกษาและบุคลากรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.94% ต่อปี [1] เมื่อประชากรในมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นปริมาณการเดินทางของกลุ่มดังกล่าวได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับแนวโน้มของการนำยานพาหนะส่วนตัวทั้งรถยนต์และรถจักรยานยนต์มาใช้เดินทางภายในวิทยาเขตมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและมลภาวะทางอากาศตามมา

จากปัญหาข้างต้น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ดำเนินโครงการระบบขนส่งมวลชนภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยในระยะแรกได้ให้บริการรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซล และเริ่มปรับเปลี่ยนเป็นรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นรูปแบบการขนส่งมวลชนขนาดเล็กที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จนถึงปัจจุบันโครงการดังกล่าวมีรถโดยสารทั้งสิ้น 14 คันประกอบด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า 12 คัน และรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซล 2 คัน ให้บริการฟรีสำหรับการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 3 เส้นทาง เส้นทางที่ 1 ระยะทาง 1.8 กิโลเมตร (จุดจอด 8 ป้าย) เส้นทางที่ 2 ระยะทาง 2.6 กิโลเมตร (จุดจอด 11 ป้าย) และเส้นทางที่ 3 ระยะทาง 2.9 กิโลเมตร (จุดจอด 10 ป้าย) ดังรูปที่ 1 โดยให้บริการตั้งแต่เวลา 7:30 น. – 18:30 น.



รูปที่ 1 เส้นทางการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัย

จากสถิติจำนวนผู้โดยสารตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 จนถึงเดือนพฤษภาคม 2556 ของหน่วยงานยานยนต์ [2] ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าในช่วงปีการศึกษา 2553 มีผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนโดยเฉลี่ย 38,488 คน ต่อมาในปีการศึกษา 2554 ผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนเพิ่มขึ้นเป็น 41,986 คน (เพิ่มขึ้น 9.09%) แต่ในปีการศึกษา 2556 กลับพบว่า มีผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนลดลงมาเหลือ 27,217 คน (ลดลง 34.75%)

รูปที่ 2 จำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ระหว่างปี พ.ศ.2553 – 2555 [2]

การวางแผนหรือกำหนดมาตรการใดๆ ในการกระตุ้นจำนวนผู้ใช้บริการจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบปัจจัยและพฤติกรรมที่แท้จริงในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางทั้งกลุ่มผู้ใช้บริการในปัจจุบันและกลุ่มที่ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เพื่อให้แผนหรือมาตรการที่กำหนดขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยและบรรลุเป้าประสงค์ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม การศึกษาในประเด็นดังกล่าวโดยเฉพาะการสร้างแบบจำลองการเลือกใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันยังคงมีอยู่น้อย

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและกลุ่มผู้ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า โดยการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบโลจิต 2 ทางเลือก (Binary Logit Models) จากข้อมูลการสำรวจสภาพการเดินทางในปัจจุบันและในกรณีสมมติของกลุ่มตัวอย่างบุคลากรและนักศึกษา นอกจากนี้ บทความยังต้องการนำเสนอและประเมินผลมาตรการส่งเสริมการใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ 1) การลดเวลารอและเวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า 2) การจำกัดพื้นที่จอดยานพาหนะส่วนบุคคล และ 3) การเก็บค่าจอดยานพาหนะส่วนบุคคล โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการคาดการณ์สัดส่วนการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางกรณีที่ไม่มีการปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบกับกรณีที่มีมาตรการส่งเสริมการใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

ผลที่ได้จากการศึกษาจะแนวทางในการพัฒนาโครงการระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และสามารถนำไปเป็นตัวอย่างของการผลักดันให้มีการใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นทางเลือกของการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยและเมืองต่างๆ ที่กำลังเจริญเติบโตต่อไป

บทความนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ หัวข้อที่ 2 เป็นการทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีการวิจัยได้อธิบายในหัวข้อที่ 3 ส่วน

หัวข้อที่ 4 นำเสนอผลการศึกษาและอภิปรายผล หัวข้อที่ 5 เป็นการสรุปผลการศึกษาและเสนอข้อเสนอแนะ

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์ [3] ได้ทำการสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายพฤติกรรมการเลือกใช้รถจักรยานยนต์และรถขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU Shuttle Bus) จากข้อมูลการสัมภาษณ์ตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 481 ราย ผลจากการพัฒนาแบบจำลอง พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกประเภทยานพาหนะ ได้แก่ เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง อายุ และตำแหน่งที่พักอาศัยของผู้เดินทาง

Tuenjai FUKUDA และคณะ [4] ได้ศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยระบบ Car sharing โดยเน้นศึกษาผู้เดินทางในเขตกรุงเทพมหานคร และทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเดินทางด้วยระบบ Car sharing กับระบบขนส่งสาธารณะ (รถเมล์, BTS) ในการศึกษาดังกล่าวได้สำรวจข้อมูลการเดินทางด้วยวิธี Stated Preference (SP) จำนวน 600 ตัวอย่างของผู้เดินทางบริเวณสถานี รอบสถานีรถเมล์และสถานี BTS ใจกลางเมือง โดยสมมติ 9 สถานการณ์ของการเดินทางที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เลือก จากการศึกษาสรุป พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ผู้ใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะหันมาเดินทางโดยระบบ Car sharing ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายกลุ่มผู้ใช้ให้เหมาะสม 2) การเลือกสถานี Car sharing ที่เหมาะสม และ 3) ระดับการให้บริการที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการ

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ทฤษฎีอรรถประโยชน์

ทฤษฎีอรรถประโยชน์เป็นทฤษฎีหนึ่งที่คำนึงถึงความไม่แน่นอน (Random Utility Theory) มีแนวความคิดที่ว่า ไม่ว่าผู้เดินทางจะได้รับความพึงพอใจจากการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางใด แต่ผู้เดินทางจะเลือกใช้รูปแบบการเดินทางที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปสามารถวัดประโยชน์ดังกล่าวได้ในเชิงปริมาณด้วยฟังก์ชันความพึงพอใจ (Utility Function)

อย่างไรก็ตาม ผู้เดินทางอาจไม่สามารถวัดความพึงพอใจของตนได้แน่นอนเสมอไป ดังนั้นฟังก์ชันความพึงพอใจ (Utility Function) จึงสามารถแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่สามารถวัดค่าและรับรู้ได้แน่นอน (Systematic Components) และ ส่วนที่เป็นความไม่แน่นอนที่วัดค่าไม่ได้ (Random Component) รูปแบบของ Utility Function แสดงได้ดังนี้

$$U_{in} = V_{in} + e_{in} \qquad (1)$$

โดยที่ U_{in} คือ ค่าความพึงพอใจที่ผู้เดินทางคนที่ n ได้รับจากการเดินทางด้วยวิธีหรือรูปแบบที่ i

V_{in} คือ ส่วนประกอบของตัวแปรอิสระ (Systematic Components) ที่วัดได้ของผู้เดินทางคนที่ n จากการเดินทางรูปแบบที่ i

e_{in} คือ ส่วนของความไม่แน่นอน (Random Component) ของผู้เดินทางคนที่ n ที่ได้รับจากการเดินทางด้วยรูปแบบที่ i

ส่วนของอรรถประโยชน์ที่สามารถวัดได้ (V_{in}) นี้ส่วนใหญ่สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$V_{in} = \beta_0 + \beta_1 X_{in1} + \beta_2 X_{in2} + \ldots + \beta_n X_{ink} \qquad (2)$$

โดยที่ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, .., \beta_n$ คือ พารามิเตอร์ที่ได้จากแบบจำลอง

$X_1, X_2, \ldots, X_k$ คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอรรถประโยชน์ของปัจจัย i สำหรับบุคคล n

2.2.2 แบบจำลองโลจิต (Logit Model)

แบบจำลองโลจิต [5] เป็นแบบจำลองที่ว่าด้วยกฎในการตัดสินใจ โดยในการสร้างแบบจำลองเกิดจากการตั้งสมมติฐานที่มาจากผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทางที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจหรือมีเกิดอรรถประโยชน์ต่อตนเองสูงสุด ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทาง i ก็ต่อเมื่ออรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง i สูงกว่าอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง j ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$U_{in} > U_{jn} \qquad (3)$$

จากสมการข้างต้นยังไม่สามารถอธิบายได้ว่ารูปแบบการเดินทาง i หรือ j ดีกว่ากัน ถึงแม้จะทราบค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือกทั้งสองอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น โดยกำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นที่บุคคล n จะเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง i มีค่าเท่ากับ P(i) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการข้างล่างนี้

$$P_n(i) = \frac{e^{U_{in}}}{e^{U_{in}} + e^{U_{jn}}} \qquad (4)$$

แบบจำลองที่มีสองทางเลือกเช่นนี้ เรียกว่า Binary Logit Model ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

3. วิธีการวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูลการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้เริ่มต้นการศึกษาด้วยการรวบรวมข้อมูลการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าและสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาและบุคลากรในปัจจุบัน และผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในแต่ละปีจากหน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ โดยในส่วนของการสำรวจพฤติกรรมการขึ้นลงของผู้ใช้บริการ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลดังกล่าวบนรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อนับจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นลงในแต่ละป้าย ตลอดเส้นทางทั้ง 3 เส้นทาง

3.2 การสำรวจข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้แบ่งการสำรวจข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การสำรวจข้อมูลรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 2) การสำรวจพฤติกรรมและปริมาณผู้ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และ 3) การสำรวจการเลือกแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติให้ มีการเก็บค่าธรรมเนียมการจอดรถส่วนตัวในพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามีการปรับปรุงระดับการให้บริการที่ดีเยี่ยม และมีเส้นทางคลอบคลุมเส้นทางการเดินทางทั้งมหาวิทยาลัย และมีบริการจอดแล้วจร ซึ่งเป็นการจัดพื้นที่จอดรถสำหรับผู้ใช้รถส่วนตัวที่เดินทางมาจากที่พักอาศัย บริเวณประตูมหาวิทยาลัย เพื่อเปลี่ยนเป็นการใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า โดยไม่คิดค่าธรรมเนียมในการจอด

3.3 กลุ่มเป้าหมายและขนาดตัวอย่าง

ในการสำรวจข้อมูลแต่ละรูปแบบมีกลุ่มหมายและขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกัน รูปแบบที่ 1 กลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มตัวอย่าง 400 ตัวอย่างที่เป็นประชากรภายในมหาวิทยาลัยโดยทั่วไปกำหนดว่าปัจจุบันใช้รูปแบบการเดินทางประเภทใดและเดินทางไปยังสถานที่ใดบ้างในแต่ละวัน รูปแบบที่ 2 ไม่กำหนดจำนวนตัวอย่างแต่กำหนดลักษณะการเก็บข้อมูล โดยเก็บข้อมูลจากพฤติกรรมการขึ้นลงของผู้ใช้บริการแต่ละป้ายตามเส้นทางที่มีการให้บริการ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลบนรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเป็นเวลา 1 สัปดาห์ รูปแบบที่ 3 กลุ่มเป้าหมายในการสำรวจคือ ประชากรที่อยู่ภายในมหาวิทยาลัยที่เดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล และแยกกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ใช้รถยนต์ และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ โดยสัมภาษณ์ข้อมูลสภาพการเดินทางในปัจจุบัน (RP Survey) และการสำรวจข้อมูลสภาพการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติ (SP Survey) ในแต่ละกลุ่มกำหนดกลุ่มตัวอย่างไว้ 400 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 800 ตัวอย่าง โดยทั่วไปสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างขนาด 200-500 ตัวอย่างก็เพียงพอต่อการวิเคราะห์แบบจำลองให้สมเหตุสมผลได้ [5]

3.4 การกำหนดค่าตัวแปรทางในสถานการณ์ทางเลือก

ในการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างคณะผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง [8] ในสถานการณ์สมมติของแต่ละทางเลือกไว้ทั้งหมด 5 ตัวแปร คือ

1) เวลาในการเดินทางของยานพาหนะส่วนบุคคล
2) ค่าจอดรถภายในมหาวิทยาลัย
3) เวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
4) เวลาคอยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
5) ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

เพื่อศึกษาความผันแปรของตัวแปรทั้ง 5 ตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง [6] จึงได้กำหนดค่าความแตกต่างของค่าใช้จ่าย เวลาในการเดินทาง และเวลาคอย ซึ่งค่าดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบตามกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา จากนั้นใช้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางทั้ง 2 ประเภท ไปรวมกับตัวแปรเพื่อสร้างสถานการณ์ที่แตกต่างซึ่งกำหนดไว้ทั้งสิ้น 9 สถานการณ์ ดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรของรถจักรยานยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

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

ตารางที่ 2 สถานการณ์ของรถจักรยานยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าที่กำหนดขึ้น

สถานการณ์	รถจักรยานยนต์		รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า		
	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารอรถ (นาที)
1	5	4	0	4	3
2	7	4	2	3	10
3	10	4	5	1	6
4	10	7	0	7	6
5	12	7	2	6	3
6	15	7	5	4	10
7	15	10	0	10	10
8	17	10	2	9	6
9	20	10	5	7	3

ตารางที่ 3 ค่าระดับความแตกต่างกันของแต่ละตัวแปรของรถยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

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

3.5 การสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางจะเริ่มต้นจากการสร้างแบบจำลองและคัดเลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยซึ่งมีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยลำดับขั้นตอนต่างๆในการสร้างแบบจำลองและคัดเลือกตัวแปร แสดงไว้เป็นลำดับขั้นตอนดังรูปที่ 3

การสร้างแบบจำลองจะใช้ข้อมูล 80 % ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการสำรวจมา และอีก 20 % จะเก็บไว้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้ทำการสร้างไว้ การสร้างแบบจำลองสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม NLOGIT 3.0 ซึ่งแบบการสร้างแบบจำลองเป็น 2 กรณี ตามที่ได้

ทำการสำรวจไว้ และหาค่าตัวแปรที่มีความน่าเชื่อถือดีที่สุดของทั้งสองแบบจำลอง มาเปรียบเทียบหาความแตกต่างและความสอดคล้องกัน เพื่อจะมาวิเคราะห์และวางแผนดึงดูดให้ผู้ที่ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลทั้ง 2 ประเภทหันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4 สถานการณ์ของรถยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าที่กำหนดขึ้น

สถานการณ์	รถยนต์		รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า		
	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	ราคา (บาท)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารอรถ (นาที)
1	10	5	0	5	3
2	12	5	2	3	10
3	15	5	5	1	6
4	20	8	0	8	6
5	22	8	2	6	3
6	25	8	5	4	10
7	30	12	0	12	10
8	32	12	2	10	6
9	35	12	5	8	3

รูปที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

3.6 การวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง

ในงานวิจัยนี้ยังได้มีการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้ข้อมูลการเดินทางจากสำรวจในรูปแบบการสำรวจที่ 1 และสร้างโครงข่ายถนน เพื่อประยุกต์ใช้มาตรการเพิ่มจำนวนผู้ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย ได้แก่

1) การลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมาตรการนี้ทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และเพิ่มช่องสำหรับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าวิ่งเฉพาะหรือออกกฎให้ภายในมหาวิทยาลัยรถทุกคันจะต้องให้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าไปก่อน
2) การจำกัดพื้นที่จอดรถ เพื่อเพิ่มเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถส่วนบุคคลให้ต้องใช้เวลาในการเดินทางเพิ่มมากขึ้นจากการที่ต้องหาที่จอดรถเป็นระยะเวลานานขึ้น
3) การเก็บค่าจอดรถส่วนบุคคลภายในมหาวิทยาลัย ในการเก็บค่าจอดรถไม่ได้กำหนดให้มีการเก็บทุกพื้นที่ แต่ยกเว้นพื้นที่จอดรถรอบรัวมหาวิทยาลัยไว้เพื่อให้ผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลสามารถจอดรถโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพื่อเดินทางต่อด้วยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้

3.7 การสร้างโครงข่ายถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ข้อมูลของโครงข่ายถนนเป็นข้อมูลที่ได้มาจากงานวางผังแม่บท กองแผนงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อยู่ในรูปของข้อมูล GIS จะใช้โปรแกรม Arc map จากนั้นทำการกำหนด FT-node ของ Link และ XY coordinate ของ Node เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการสร้างโครงข่ายถนนสำหรับนำเข้าโปรแกรม EMME เมื่อนำข้อมูล GIS ที่ได้ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเข้าโปรแกรม EMME จากนั้นทำการกำหนดระบบโซน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 จำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการในแต่ละสายว่ามีพฤติกรรมการขึ้นลงเป็นอย่างไร ผลการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5 เมื่อสังเกตผลการเก็บข้อมูลจะเห็นว่า สายที่มี 1 มีการขึ้นลงในทุกๆป้าย ซึ่งต้นทาง (หอ3, 4 และโรงช้าง) เป็นป้ายที่มีการขึ้นลงมากที่สุด ส่วนสายที่ 2 และ 3 พฤติกรรมของผู้ใช้บริการจะเป็นการขึ้นจากต้นทางและลงตามป้ายต่างๆ ในเส้นทางที่รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าผ่าน ซึ่งเป็นผลมาจากป้ายที่รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจอดไม่ที่สิ่งอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้บริการทำให้ผู้ใช้บริการหันไปเลือกใช้การเดินทางรูปแบบอื่นๆแทน

4.2 รูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้ทำเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากร อาจารย์ และนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 400 ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ทำการเก็บข้อมูลจะเป็นนักศึกษา (92.46%) สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางนี้เป็นเพียงข้อมูลการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย เท่านั้น ซึ่งข้อมูลประเภทของกลุ่มตัวอย่างและรูปแบบการเดินทางแสดงดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางบนพื้นฐานของแบบจำลอง Binary Logit เพื่ออธิบายถึงความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยจะเลือกรูปแบบการเดินทาง i ตามเงื่อนไขของอรรถประโยชน์ (Utility)ของทางเลือกทั้งหมดโดยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function) ของแต่ละรูปแบบการเดินทางกำหนดดังนี้

- ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของรถจักรยานยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

$$U_{Ebus} = \text{Constant} + \beta_1(\text{travel time Ebus}) + \beta_2(\text{waiting time}) + \beta_3(\text{fare}) \quad (6)$$

$$U_{Motorcycle} = \beta_4(\text{travel time MC}) + \beta_5(\text{cost}) \quad (7)$$

- ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของรถยนต์และรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

$$U_{Ebus} = \text{Constant} + \beta_6(\text{travel time Ebus}) + \beta_7(\text{waiting time}) + \beta_8(\text{fare}) \quad (8)$$

$$U_{passenger\ car} = \beta_9(\text{travel time PC}) + \beta_{10}(\text{cost}) \quad (9)$$

โดยที่ U คือฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง
Constant คือ ค่าคงที่
Travel time คือ เวลาในการเดินทางแต่ละรูปแบบ
Waiting time คือ เวลารอรถ
Fare คือ ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า
Cost คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

แบบจำลองโลจิตสองทางเลือกที่ได้ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแต่ละตัว จะเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง แล้วใช้ค่านั้นเป็นตัวแทนของตัวอย่างทุกตัวอย่าง แต่ในความเป็นจริงกลุ่มตัวอย่างที่มีรสนิยมที่หลากหลาย (Taste variation) ทำให้ค่าที่ได้ของแต่ละบุคคลจะไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงต้องมีการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง Mix Logit ด้วย เพื่อตรวจสอบว่าแต่ละบุคคลประเมินปัจจัยต่างๆแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยผลของการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรแสดงดังต่อไปนี้

จากแบบจำลองทั้งสอง พบว่า ผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัย มีความอ่อนไหว ต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาและค่าใช้จ่ายของรูปแบบการเดินทางนั้นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเห็นได้จากค่า t-ratio ของสัมประสิทธิ์ดังกล่าว มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญ (Significance) ในระดับความเชื่อมั่นสูงกว่า 95% (ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่าสัมบูรณ์ ของ t-radios มากกว่าหรือเท่ากับ 1.96)

ค่า Rho Square ρ^2 ซึ่งเป็นดัชนี Goodness-of-fit ของแบบจำลองของแบบจำลองทั้งสองมีค่า 0.2569 และ 0.2218 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้น แบบจำลองนี้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ไปประยุกต์ใช้ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ [6]

ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางเวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (Travel time Ebus) เวลารอรถ (Waiting time) ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (Fare) เวลาในการเดินทางของรถส่วนบุคคล (Travel time) และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost) มีเครื่องหมายเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวแปรมีค่าเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภทนั้นจะลดลง หากเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ เป็นเครื่องหมาย บวก ซึ่งจะแสดงว่า เมื่อตัวแปรมาค่าเพิ่มขึ้นความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภทนั้นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 5 จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละป้ายจอด (คน/วัน)

สายที่ 1

ป้าย	จำนวนคนขึ้น	จำนวนคนลง
หอ3, 4, โรงช้าง	44	82
หอ 8, 9	30	12
คณะเศรษฐศาสตร์	6	20
คณะศิลปศาสตร์	18	1
ตึก วท.	36	26
ศูนย์คอมพิวเตอร์	22	19
ตึกฟักทอง	20	16

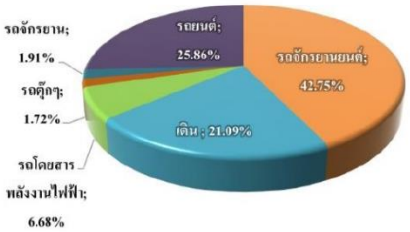
สายที่ 2

ป้าย	จำนวนคนขึ้น	จำนวนคนลง
โรงช้าง	144	21
ตึกฟักทอง	1	60
ศูนย์คอมพิวเตอร์	2	10
ตึก วท.	3	37
คณะทันตแพทย์	0	2
หอประชุมทองจันทร์	1	0
ตึกแดง	8	18
หอพัก นศ.พยาบาล.	5	0
คณะเภสัชศาสตร์	0	6
ตลาดเกษตร	0	2
คณะทรัพยากรธรรมชาติ	2	2
ตึก BSC.	6	14
ตึกฟักทอง	0	0

สายที่ 3

ป้าย	จำนวนคนขึ้น	จำนวนคนลง
โรงช้าง	189	51
ตึกฟักทอง	0	18
คณะวิศวกรรรมศาสตร์	3	2
ตึก BSC	25	125
คณะทรัพยากรธรรมชาติ	2	10
คณะอุตสาหกรรมเกษตร	0	6
ตลาดเกษตร	10	10
หอพัก นศ.แพทย์	0	2
คณะเภสัชศาสตร์	0	3
ตึกคณะพยาบาล	6	12
ลานพระบิดา	14	11
คณะศิลปศาสตร์	15	25

รูปที่ 4 สัดส่วนประเภทของกลุ่มตัวอย่างที่สำรวจ



รูปที่ 5 สัดส่วนของรูปแบบการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรสำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

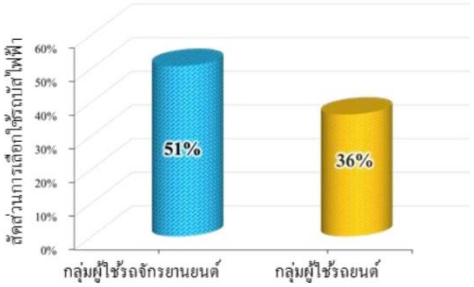
ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	1.62	-3.13
เวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า(Travel time Ebus)	-0.309	2.86
เวลารอรถ (Waiting time)	-0.983	4.59
ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (Fare)	-0.305	-2.07
เวลาในการเดินทางของรถจักรยานยนต์ (Travel time MC)	-0.05	2.39
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.595	3.75
จำนวนตัวอย่าง	510	
Rho Square ρ^2	0.2569	
%Correct	78.20	

4.4 การวิเคราะห์สัดส่วนการเลือกรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

หากรถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีเยี่ยม มีพื้นที่จอดแล้วจร และมีการเก็บค่าจอดรถสำหรับรถส่วนบุคคลจะสามารถดึงดูดให้ผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลหันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นโดยร้อยละของผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลที่หันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 6

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรสำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์กับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	t-ratio
ค่าคงที่ (Constant)	5.56	-4.38
เวลาในการเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า(Travel time Ebus)	-1.137	2.13
เวลารอรถ (Waiting time)	-1.963	-2.471
ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (Fare)	-0.988	-3.740
เวลาในการเดินทางของรถยนต์ (Travel time PC)	-0. 538	-2.474
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Cost)	-0.359	-2.199
จำนวนตัวอย่าง	423	
Rho Square ρ^2	0.2218	
%Correct	74.51	



รูปที่ 6 สัดส่วนของการเลือกรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

4.5 มูลค่าของเวลาในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

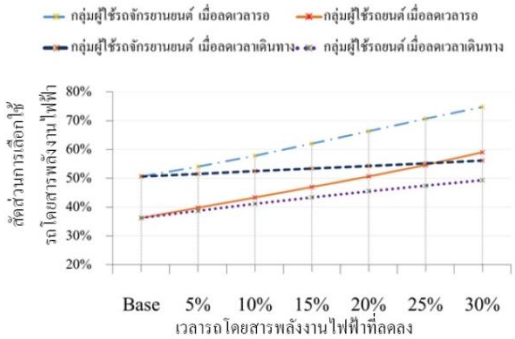
มูลค่าของเวลา (Value of time) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เดินทางยอมจ่ายเงินจำนวนเท่าไรเพื่อแลกกับการประหยัดเวลาลง 1 นาที โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งมูลค่าของเวลาออกเป็น 2 ค่า คือ มูลค่าของเวลาเดินทาง (Value of travel time) และมูลค่าของเวลารอรถ (Value of waiting time) ผลแสดงให้เห็นว่า มูลค่าของเวลาเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีค่าสูงกว่ามูลค่าเวลาเดินทางของกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ แต่มูลค่าของเวลารอรถในกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มผู้ใช้รถยนต์ เป็นผลมาจาก กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ต้องการความรวดเร็วในการเข้าถึงรถมากกว่าผู้ใช้รถยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่จะเป็นนักศึกษาเลยไม่คำนึงถึงรายได้ของตัวเองมากนัก เมื่อสังเกตมูลค่าของเวลาเดินทางกับมูลค่าของเวลารอรถของทั้งสองกลุ่ม พบว่า มูลค่าของเวลารอรถมีค่าสูงกว่ามูลค่าของเวลาเดินทาง ทั้งนี้เนื่องมาจากการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย มีระยะเวลาในการเดินทางที่สั้นซึ่งทำให้ความตั้งใจที่จะลดระยะเวลาในการเดินทางมีค่าต่ำกว่าความตั้งใจที่จะลดระยะเวลาในการรอรถลง

รูปที่ 7 มูลค่าของเวลาในการเดินทางโดยรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินมาตรการกระตุ้นจำนวนผู้บริการ

4.6.1 ลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

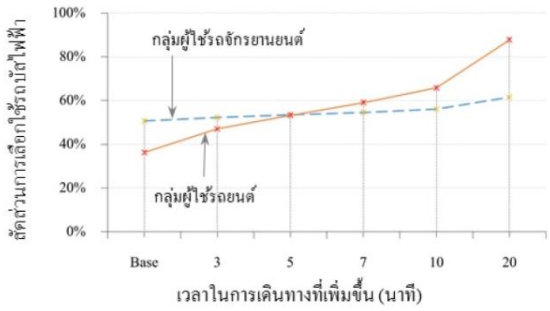
การลดเวลารอรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าให้มีความถี่มากขึ้น โดยการลดเวลารอและเวลาเดินทางกำหนดให้ลดลง 5%, 10%, 15%, 20%, 25% และ 30% ตามลำดับ ซึ่งการลดเวลาในการรอรถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการหันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการลดเวลาในการเดินทาง อาจเพราะระยะทางในการเดินทางในมหาวิทยาลัยเป็นระยะทางที่สั้นทำการลดเวลาในการเดินทางไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงมาก สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 สัดส่วนของการเลือกรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีการลดเวลารอและเวลาเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

4.6.2 การจำกัดพื้นที่จอดรถ

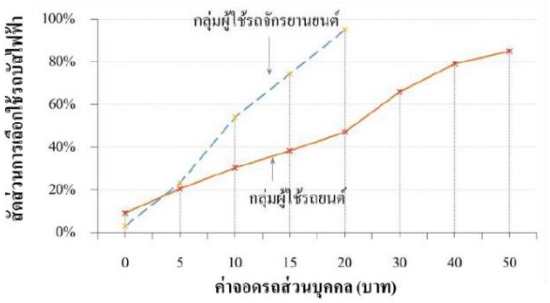
การจำกัดพื้นที่จอดรถเป็นมาตรการในการเพิ่มเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถส่วนบุคคลโดยเมื่อมีการจำกัดที่จอดรถจะให้ผู้ที่ใช้รถส่วนบุคคลจะต้องใช้เวลาในการหาที่จอดรถเพิ่มทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น การทดสอบกำหนดให้เวลาในการหาที่จอดรถเพิ่มขึ้น 3, 5, 7, 10 และ 20 นาที ผลที่ได้พบว่า การจำกัดพื้นที่จอดรถส่งผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้หันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าไม่มากนัก แต่จะมีผลต่อกลุ่มผู้ใช้รถยนต์พอสมควรและหากผู้ใช้รถยนต์ต้องใช้เวลาในการหาที่จอดรถ 20 นาทีจะทำให้ผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 9 สัดส่วนของการเลือกรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีจำกัดพื้นที่จอดรถ

4.6.3 การเก็บค่าที่จอดรถ

การเก็บค่าที่จอดรถมีการกำหนดราคาค่าที่จอดรถไว้ที่ 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 50 บาท เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนผู้ที่หันมาให้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจากกลุ่มผู้ใช้รถยนต์และกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ จากการทดสอบ พบว่า เมื่อมีการเก็บค่าที่จอด 15 บาท กลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์หันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนกลุ่มผู้ใช้รถยนต์มีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนผู้ที่หันมาให้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าอย่างเห็นได้ชัดเมื่อมีการเก็บค่าที่จอดรถที่ 30 บาท ผลของการทดสอบแสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 สัดส่วนของการเลือกรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเมื่อมีการเก็บค่าจอดรถ

5. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลกับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยซึ่งสร้างขึ้นจากกลุ่มตัวอย่างประชากรภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 833 ตัวอย่าง โดยผลการศึกษา พบว่า เวลาในการเดินทางเวลาในการเดินทางของรถรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า เวลารอรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ค่าโดยสารรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า เวลาในการเดินทางของรถส่วนบุคคล และค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ หากรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย มีการปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพให้ดีขึ้น จะสามารถดึงดูดกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์ได้มากถึงร้อยละ 51 และเมื่อพิจารณามูลค่า

ของเวลา พบว่า มูลค่าของเวลารอรถสูงกว่า มูลค่าของเวลาเดินทาง อาจเป็นเพราะการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย มีระยะสั้นทำให้ความตั้งใจในการลดระยะเวลาในการเดินทางต่ำกว่า

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินมาตรการต่างๆ พบว่า การเก็บค่าที่จอดรถจักรยานยนต์ที่ 15 บาท จะทำให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ให้มาให้ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และการเก็บค่าที่จอดรถยนต์ที่ 30 บาท จะทำให้ผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในมาตรการจำกัดพื้นที่จอดรถ จะส่งผลต่อผู้ใช้รถยนต์มากกว่าผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และมาตรการลดเวลารอรถและเวลาเดินทางของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า การลดเวลารอรถจะส่งผลต่อการเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้ามากกว่า การลดเวลาในการเดินทาง

จากแบบจำลองที่ได้ทำการศึกษานี้จะนำไปพัฒนาต่อเพื่อวิเคราะห์การให้บริการในโครงข่ายถนนภายในมหาวิทยาลัย และนำไปสู่การคำนวณการลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในมหาวิทยาลัยที่หลังจากมีการให้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม และขอบคุณหน่วยงานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้อนุเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

[1] กองแผนงาน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ข้อมูล/สารสนเทศ/ระเบียบต่างๆ, เว็ปไซต์ : http://www.planning.psu.ac.th/, พ.ศ.2556

[2] งานยานยนต์ กองอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, บริการยานพาหนะและขนส่งมวลชน, เว็ปไซต์ : http://www.ppss.psu.ac.th/, พ.ศ. 2556

[3] ณัฐพงศ์ เนตรวงศ์อินทร์,*แบบจำลองสำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกใช้รถขนส่งมวลชน: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. พ.ศ.2553

[4] T. Fukuda , S. Kashima , A. Fukuda and S. Narupiti, "Analysis of car sharing application on consumer orientation and their modal selection in Bangkok.", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 1971 – 1986, 2005

[5] Richardson, M.G. and Ben-Akiva, M.E., A *Disaggregate Travel Demand Model. England*: D.C. Heath Ltd, 1975

[6] Hensher, D.A., John M. Rose and William H. Green. *Applied Choice Analysis : A Primer*. UK: Cambidge University Press. 2005.

[7] Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge: MIT Press. 1985.

[8] Ortuzar, J.D. and Willumsen, L.G. *Modelling Transport. 2nd ed.* England : John Wiley& Sons.1994.

[9] สุเมธ เดชธำรงค์, ธเนศ เสถียรนาม และวิชุดา เสถียรนาม, "การศึกษาเปรียบเทียบการเลือกใช้รถโดยสารด่วนพิเศษ(BRT)ของผู้ใช้รถนั่งส่วนบุคคลและผู้ใช้รถจักรยานยนต์ในเมืองขอนแก่น", *เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18*, พ.ศ. 2556, หน้า 164 – 171.

[10] จิราคม สิริศรีสกุลชัย, ผลสนองตอบต่อมาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทางโดยแบบจำลองมิกซ์โลจิต กรณีศึกษาค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พ.ศ.2551.

[11] S. Jaensirisak and V. Srisurapanon., "The use of stated reference techniques in forecasting travel demand on a new motorway in Thailand Bangkok.", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5*, pp. 1606 – 1620, 2003