แบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต

นายเมธาวุฒิ สีหามาตย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2559

DEVELOPMENT OF DESIRABLE MODEL OF SEMI-DYNAMIC BUS TRANSPORTATION

Maytarvut Seehamart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Transportation Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2016

แบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร.ณัฐภรณ์ เจริญธรรม)
กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมธาวุฒิ สีหามาตย์ : แบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต (DEVELOPMENT OF DESIRABLE MODEL OF SEMI-DYNAMIC BUS TRANSPORTATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์, 128 หน้า.

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อใช้พยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โดยทำการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาและตารางเรียนของนักศึกษามาพิจารณาว่ามีแนวโน้มส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนมากน้อยเพียงใด โดยอาศัยข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริงและข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ โดยแบ่งพื้นที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 โซน ดังนี้ โซน A เป็นโซนกลุ่มอาคารเรียนและกลุ่มอาคารหน่วยงานต่างๆ โซน B เป็นโซนกลุ่มอาคารหอพักของนักศึกษา ซึ่งการพัฒนาแบบจำลองจะใช้การถดถอยพหุคูณและการถดถอยพัวซองในการพัฒนาแบบจำลองแต่เนื่องจากการถดถอยพัวซองเกิดปัญหา Overdispersion Effect ดังนั้นจึงใช้การถดถอยทวินามเชิงลบ ในการพัฒนาแบบจำลองแทน

ผลการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน Aและ โซน B พบว่า จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนจากข้อมูลที่สำรวจจริงมีค่าเฉลี่ย 10.87 คนต่อ 15 นาที และ 13.75 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลอง Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 คนต่อ 15 นาที และ 12.18 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลอง Negative binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 คนต่อ 15 นาที และ 13.23 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำเพื่อใช้พยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที แสดงในรูปสมการดังนี้

โซน A $Y_A = EXP\ (0.549 + 0.286X1_B + 0.274X1_D + 2.456\ X2_B + 0.767X2_D + 0.000315X8_B)$

โซน B $Y_B = EXP\ (-0.148 + 1.585X1_B + 0.407X1_D + 0.0003X3_A + 0.001X5_B)$

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ลายมือชื่อนักศึกษา เมธาวุฒิ

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

MAYTARVUT SEEHAMART : DEVELOPMENT OF DESIRABLE MODEL OF SEMI-DYNAMIC BUS TRANSPORTATION.
THESIS ADVISOR : RATTAPHOL PHUEBOOBPAPHAN., Ph.D., 127 PP.

MULTIPLE LINEAR REGRESSION MODEL /POISSON REGRESSION MODEL/NEGATIVE BINOMIAL MODEL

This study aimed to present the development of desirable model of semi-dynamic bus transportation, case study of Suranaree University of Technology. The purpose of the study was to forecast the numbers of bus transportation customers every 15 minutes by considering relevant factors, periods of observation and class schedules of students to find out the effect of the numbers of bus transportation customers. The numbers of customers obtained from the actual survey and information of class schedules of students collected by the university were used in the study. The study area was divided into two zones: Zone A was a group of school buildings and work buildings and Zone B was a group of student dormitories. Multiple regression and Poisson regression were used in the development of desired model. Unfortunately, there was the problem of Overdispersion effect so that negative binomial regression was used instead in the development of desired model.

The study results of the development of desired model to forecast the numbers of bus transportation customers every 15 minutes of Zone A and Zone B indicated that the numbers of bus transportation customers from the actual survey were an average of 10.87 people per 15 minutes and 13.75 people per 15 minutes, respectively. The numbers of bus transportation customers obtained from the multiple

linear regression model were an average of 6.38 people per 15 minutes and 12.18 people per 15 minutes, respectively. The numbers of bus transportation customers obtained from the negative binomial regression model were an average of 10.13 people per 15 minutes and 13.23 people per 15 minutes respectively. According to the accuracy check of the model, it can be concluded that the negative binomial regression model could forecast more accurately than the multiple linear regression model. Therefore, the negative binomial regression model was used in the development of desirable model to forecast the numbers of bus transportation customers every 15 minutes as presented in the following equations.

Zone A $Y_A = EXP\ (0.549 + 0.286X1_B + 0.274X1_D + 2.456\ X2_B + 0.767X2_D + 0.000315X8_B)$

Zone B $Y_B = EXP\ (-0.148 + 1.585X1_B + 0.407X1_D + 0.0003X3_A + 0.001X5_B)$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Transportation Engineering

Academic Year 2016

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัยจากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่างๆผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ได้รับ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์และชี้แนะจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณวันเพ็ญ สืบสาย เลขานุการสาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานด้านเอกสารต่าง ๆ ในระหว่างการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณปรานิสา แทบทาม ที่ให้คำปรึกษาในการจัดรูปแบบ และตรวจทานความถูกต้องของวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ศูนย์ศึกษาและถ่ายโอนเทคโนโลยีการจราจรและขนส่ง สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้การสนับสนุนบุคลากรในการสำรวจข้อมูล

ขอขอบคุณ กองทุนสนับสนุนการวิจัยฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ครู คณาจารย์ ทุกท่านที่ได้สั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จในวันนี้

ขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร บทความ ตำรา หนังสือทุกท่านที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนศิษย์มาตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เมธาวุฒิ สีหามาตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 คำถามวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง 4

2.2 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ 10

2.3 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการถดถอยพัวซองและการถดถอยทวินามเชิงลบ 17

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย 27

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 29

3.4 การพัฒนาแบบจำลอง 30

3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร 40
3.4.3 การออกแบบแบบจำลอง 41
3.5 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง 45
4 การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล 46
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น 46
4.1.1 ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน 46
4.1.2 ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษา 51
4.2 การพัฒนาแบบจำลอง 51
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรเบื้องต้น 51
4.2.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ 55
4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Multiple linear regression 57
4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Poisson regression และ Negative Binomial Regression 59
4.3 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง 64
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง 71
5.1.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้ Multiple linear regression 71
5.1.2 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้ Poisson regression และ Negative Binomial Regression 72
5.2 สรุปผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง 74
5.3 สรุปผลการศึกษา 74
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป 75
เอสารอ้างอิง 77
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ตารางแสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน 79
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 84

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค. ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ 86
ภาคผนวก ง. ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ 91
ประวัติผู้เขียน 128

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง 32

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ของโซน A ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง 46

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ของโซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง 47

4.3 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ของโซน A และ โซน B ที่ใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง 48

4.4 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา 51

4.5 ผลการวิเคราะห์สถิตเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ 51

4.6 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ 56

4.7 แสดงตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ 57

4.8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Multiple linear regression 58

4.9 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่ง มวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Multiple linear regression 59

4.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Poisson regression 60

4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Negative binomial regression 61

4.12 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Poisson regression 62

4.13 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วย รถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Negative binomial regression 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A 64
4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B 67
5.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Test) 72
5.2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ 72
5.3 แสดงค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit 73
5.4 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง 74

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง 5

2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ (Y) กับตัวแปรพยากรณ์ (X) 10

3.1 แสดงขั้นตอนการทำวิจัย 28

3.2 เส้นทางการให้บริการรถขนส่งมวลชนสำหรับนักศึกษาและโซนสำรวจข้อมูล 29

4.1 แสดงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน A 49

4.2 แสดงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน B 50

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในแต่ละปี ผนวกกับความเจริญทางเศรษฐกิจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้เกิดความต้องการการเดินทางเพิ่มขึ้นและมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นทุกปี ซึ่งหากไม่มีการศึกษาลักษณะความต้องการการเดินทางและจัดการโครงสร้างพื้นฐานให้เหมาะสมกับความต้องการดังกล่าวแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด มลพิษทางอากาศ คุณภาพชีวิตของประชาชนแย่ลง และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสิ้นเปลือง เป็นต้น ดังนั้นเมื่อเมืองเจริญเติบโตและมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นในระดับหนึ่ง การศึกษาความต้องการการเดินทางเพื่อวางแผนจัดการกับความต้องการการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถจัดโครงสร้างพื้นฐานและระบบการจราจรที่เหมาะสมในอนาคตรองรับความต้องการการเดินทางที่จะเกิดขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มของจำนวนนักศึกษาและบุคลากรอย่างต่อเนื่องจึงส่งผลให้ปัจจุบันมีการเกิดการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้น เช่นการเดินทางไปเรียนหนังสือ การเดินทางไปทำธุระ การเดินทางไปทำงาน การเดินทางไปพบปะสังสรรค์ เป็นต้น ซึ่งการเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล กล่าวคือ เป็นการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ส่วนบุคคล ส่งผลให้เกิดปัญหาตามมาเช่น ปัญหาจราจรคับคั่งในชั่วโมงเร่งด่วน ปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง ปัญหาอุบัติเหตุจราจร ปัญหามลพิษ ทางอากาศ เป็นต้น ดังระบบขนส่งสาธารณะจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการแก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้นได้

ระบบขนส่งมวลชนมีให้บริการภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งดำเนินงานโดยมหาวิทยาลัย โดยรถทั้งหมดเป็นรถโดยสารขนาดเล็ก มีจำนวนทั้งหมด 13 คัน ทำการวิ่งบริการโดยไม่คิดค่าใช้บริการ โดยมีเส้นทางการให้บริการจำนวน 2 เส้นทาง คือ เส้นทางบริการสายนักศึกษาและเส้นทางบริการสายบุคลากร ให้บริการตั้งแต่เวลา 07.00 - 21.30 น. ไม่เว้นวันหยุดราชการ โดยมีความถี่การให้บริการจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละช่วงเวลา ในบางช่วงเวลาความถี่การให้บริการรถปัจจุบัน

ไม่เหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้บริการ โดยเฉพาะเส้นทางบริการสายนักศึกษา จึงทำให้เกิดความไม่สมดุลของอุปสงค์และอุปทาน ส่งผลให้เกิดปัญหาที่ตามมาคือ ปัญหาการสิ้นเปลืองเชื้อเพลง ปัญหาการสึกหรอของเครื่องยนต์ ปัญหามลพิษทางอากาศ มูลค่าการรอคอยของผู้โดยสาร เป็นต้น

วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการศึกษาหาความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต คือการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้พยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที เพื่อสามารถนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความถี่ในการให้บริการและจัดทำตารางการเดินรถขนส่งมวลชน ให้มีความสอดคล้องกับจำนวนผู้มาใช้บริการในแต่ละช่วงเวลา โดยการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต จะใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) การวิเคราะห์ถดถอยพัวซอง (Poisson regression) การวิเคราะห์ถดถอยทวินามลบ (Negative Binomial Regression) ในการสร้างแบบจำลองและทำการหาแบบจำลองที่มีความแม่นยำที่สุดในการพยากรณ์ความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ Multiple linear regression , Poisson regression , Negative binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลอง

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนนักศึกษาที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 คำถามวิจัย

1. ปัจจัยด้านช่วงเวลาเรียนของนักศึกษา ส่งผลต่อการใช้รถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยมากน้อยเพียงใด

2. แบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยพหุ แบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยพัวซองและแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยทวินามเชิงลบ แบบจำลองรูปแบบใดสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. แบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยทวินามเชิงลบ แบบจำลองรูปแบบใดสามารถพยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนได้แม่นยำที่สุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. พื้นที่ที่ทำการสำรวจปริมาณผู้ใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทำการสำรวจภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี แค่วันทำการ ในเส้นทางบริการนักศึกษาเท่านั้น

2. พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) การวิเคราะห์ถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และการวิเคราะห์ถดถอยทวินามลบ (Negative Binomial Regression)

3. ช่วงเวลาการเข้าใช้บริการรถขนส่งมวลชนในพื้นที่การศึกษาจะแตกต่างจากกรณี การใช้บริการรถขนส่งมวลชนทั่วๆไป เนื่องจากการศึกษาจำกัดอยู่ในพื้นที่มหาวิทยาลัย จึงทำให้จำนวนการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชน จะถูกกำหนดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น อาทิเช่นการเดินทางไปเรียน การเดินทางไปทำกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลจะทำการศึกษาโดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวกับช่วงเวลาเรียนและตารางเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเท่านั้น

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. จากแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต ทำให้ทราบถึงปัจจัยทีมีอิทธิพลต่อความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. จากแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต สามารถพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้านเช่น การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานต่อความต้องการการเดินทางในอนาคต การจัดระบบขนส่งมวลชลให้เพียงพอต่อความต้องการการเดินทางเพื่อลดปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว เป็นต้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทบทวนแนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญและมีส่วนช่วยให้ผู้ทำการศึกษาได้รับความรู้เพื่อที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในหัวข้อหรือประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ให้มากขึ้นโดยมีลำดับหัวข้อการนำเสนอเรียงตามลำดับต่อไปนี้

- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง
- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ
- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพัวซองและการวิเคราะห์การถดถอยทวินามลบ
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

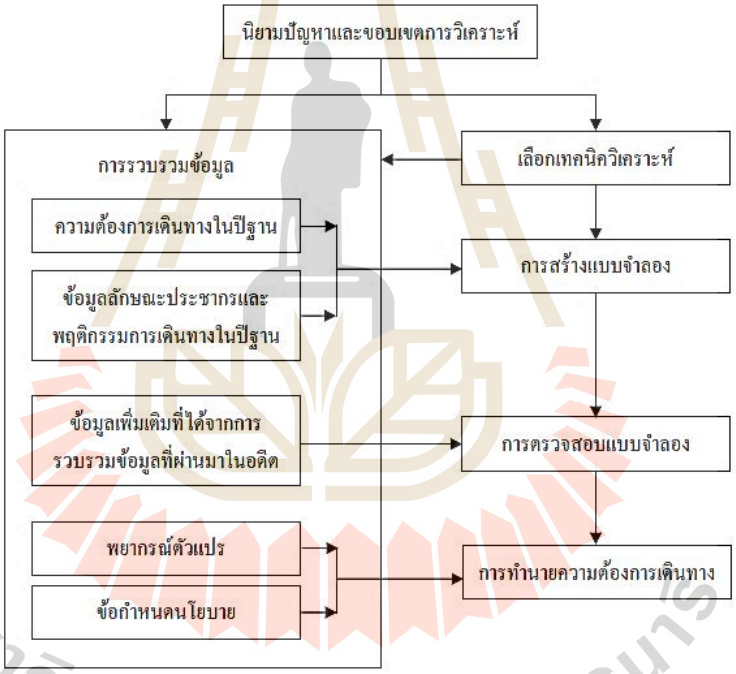
2.1 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง

การวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง (Travel demand analysis) เป็นขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับกระบวนการวางแผนการขนส่ง การวิเคราะห์ความต้องการเดินทางทำให้ผู้วางแผนการขนส่งทราบถึง ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์นั้นและปริมาณการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งได้จากการนำข้อมูลปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมาวิเคราะห์และคาดการณ์ไปในอนาคต ด้วยเหตุนี้ อาจกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางนั้น เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ได้แก่

- การวิเคราะห์ความต้องการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์กำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและความต้องการเดินทางรวมถึงการนำปัจจัยเหล่านั้นมาพัฒนาแบบจำลองที่จะนำไปใช้พยากรณ์ความต้องการเดินทาง

- การพยากรณ์ความต้องการเดินทาง เป็นการนำแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาจากขั้นตอนแรก มาใช้วิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในอนาคต โดยพิจารณาถึงบริบทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน นโยบายด้านขนส่ง จำนวนประชากร และโครงข่ายถนนในปีอนาคต

ในทางปฏิบัติ ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางไม่ได้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการสร้างแบบจำลองแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการให้ความสำคัญกับรายละเอียดของบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ไม่ว่าจะเป็นแผนพัฒนาเมืองนโยบายด้านขนส่ง รวมถึงสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการเดินทางของผู้คนในพื้นที่ เป็นต้นโดยทั่วไปกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนแสดงในรูปภาพที่ 2.1 และ มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้



รูปที่ 2.1 กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง

2.1.1 การนิยามปัญหาและขอบเขตการวิเคราะห์

ก่อนการวิเคราะห์จะต้องกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาและขอบเขตของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ให้ชัดเจน

- ช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์ โดยทั่วไปจะต้องกำหนดปี ฐาน (Base year) และช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ (Horizontal year) เช่น 5 ปี หรือ 10 ปี นับจากปี ฐาน เป็นต้น การกำหนด

ช่วงเวลาวิเคราะห์เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องกำหนดให้ชัดเจน เนื่องจากจะส่งผลถึงลักษณะของข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์ และเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

- พื้นที่ศึกษาและโครงสร้างของพื้นที่ย่อย ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ย่อย เป็นสิ่งที่กำหนดประเภทของการเดินทางว่า การเดินทางที่พิจารณานั้น เป็นการเดินทางที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ หรือระหว่างพื้นที่
- หน่วยของปริมาณการเดินทาง ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าปริมาณการเดินทางที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น เทียบกับหน่วยระยะเวลาใด เช่น เป็นปริมาณการเดินทางในช่วงเร่งด่วนต่อวัน หรือต่อปี เป็นต้น
- ตัวแปรเชิงนโยบาย ผู้วางแผนต้องตรวจสอบว่า พื้นที่ที่จะทำการศึกษานั้น มีกรอบนโยบายใดที่ควบคุมอยู่หรือไม่ และจะทำอย่างไรจึงจะแปลงนโยบายเหล่านั้นให้อยู่ในภาพของตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้
- ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่จำเป็นสำหรับการประเมิน ควรกำหนดให้ชัดเจนว่าจะพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวใดเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพนี้จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อเลือกแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด ในกรณีที่มีแนวทางให้เลือกดำเนินการได้หลายแนวทาง

2.1.2 การเลือกเทคนิควิเคราะห์

โดยมากแล้วการเลือกเทคนิคการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับปัญหาที่จะวิเคราะห์ และได้รับอิทธิพลอย่างมากจากขอบเขตของการวิเคราะห์ตามที่ได้กล่าวข้างต้น

2.1.3 การรวบรวมข้อมูล

เมื่อนิยามปัญหาและขอบเขตของการวิเคราะห์ และเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำให้ทราบลักษณะและประเภทของข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์โดยทั่วไป

ข้อมูลที่ต้องการแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ข้อมูลในอดีต (Historical data) ได้แก่ ข้อมูลในอดีตที่มีการเก็บรวบรวมไว้แล้ว ไม่ว่าจะเป็น พฤติกรรมการเดินทาง สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (โครงสร้างรายได้ อายุ เพศของประชากร เป็นต้น) กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และระบบขนส่ง เป็นต้น
- ข้อมูลทำนาย (Forecasts data) ได้แก่ ข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และระบบขนส่ง ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี อนาคต ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้เป็นตัวแปรในแบบจำลองสำหรับวิเคราะห์ความต้องการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคตตามกรอบของเวลาที่ทำ การวิเคราะห์

2.1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง

ความต้องการเดินทางหรือปริมาณการเดินทางจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยมากมักจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

1. การใช้พื้นที่

ลักษณะการใช้พื้นที่ที่ต่างกันส่งผลให้ลักษณะการเดินทางที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความต้องการเดินทางด้วยแบบจำลอง จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความละเอียดแม่นยำของข้อมูลการใช้พื้นที่ นอกจากลักษณะการใช้พื้นที่ที่ส่งผลต่อลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกันแล้ว ความหนาแน่นของการใช้พื้นที่เพื่อกิจกรรมต่างๆ ก็ส่งผลให้เกิดลักษณะการเกิดการเดินทางที่แตกต่างไปได้เช่นกัน โดยทั่วไป การวิเคราะห์ความต้องการเดินทางจะให้ความสำคัญกับสถานที่ที่จัดว่าเป็นจุดกำเนิดและดึงดูดการเดินทางหลัก ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นจุดต้นทางหรือปลายทางก็ตาม ดังต่อไปนี้

- เขตที่พักอาศัย เนื่องจากร้อยละ 80 ถึง 90 ของการเดินทางที่เกิดขึ้นนั้น มักมีจุดเริ่มต้นหรือจุดปลายทาง เชื่อมโยงกับที่พักอาศัย
- ย่านธุรกิจและอุตสาหกรรม รวมถึงแหล่งจ้างงานและอาคารสำนักงานต่างๆ ด้วย ทั้งนี้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการค้าและอุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน ย่อมก่อให้เกิดลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกันด้วย
- พื้นที่การศึกษา อาทิ โรงเรียน และมหาวิทยาลัย ฯลฯ
- พื้นที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและสันทนาการ ไม่ว่าจะเป็นสวนสาธารณะ ห้างสรรพสินค้า โรงภาพยนตร์ และแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางจำเป็นต้องกำหนดลักษณะการใช้พื้นที่ของพื้นที่ศึกษาให้ชัดเจน เนื่องจากจะส่งผลต่อประเภทของตัวแปรที่ต้องการ และวิธีการสำรวจข้อมูล โดยทั่วไปตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ ได้แก่

- ขนาดของพื้นที่พักอาศัยหน่วยเป็นตารางเมตร
- จำนวนครอบครัวในเขตพื้นที่ หรือจำนวนครอบครัวต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนประชากรในเขตพื้นที่ หรือพื้นที่ย่อย หรือจำนวนประชากรต่อหน่วยพื้นที่ธุรกิจและอุตสาหกรรม
- จำนวนการจ้างงานในเขตพื้นที่ หรือจำนวนการจ้างงานต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนการจ้างงานด้านการค้าขายในพื้นที่ หรือต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนพื้นที่ที่สอดคล้องกับกิจกรรมแต่ละประเภท อาทิ พื้นที่เพื่อการศึกษา และสันทนาการ เป็นต้น

- จำนวนสถานที่ประกอบการ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน ฯลฯ ในเขตพื้นที่ หรือต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนศูนย์สันทนาการในเขตพื้นที่
- จำนวนนักศึกษา หรือนักเรียนในเขตพื้นที่

2.ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม

ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เดินทาง ครอบครัวของผู้เดินทาง หรือผู้ประกอบกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปตัวแปรลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อการเดินทาง ได้แก่

- ขนาดครอบครัว ขนาดครอบครัวมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณและอัตราการเดินทางในแต่ละพื้นที่ โดยจำนวนการเดินทางเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้น
- จำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลที่มีในครอบครอง โดยทั่วไปเมื่อครอบครัวใดมียานพาหนะส่วนบุคคลไว้ในครอบครอง ก็มีโอกาสที่จะเดินทางมากขึ้นเนื่องจากสามารถเดินทางได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้ ถ้าครอบครัวใดที่มียานพาหนะส่วนบุคคลไว้ในครอบครองมากขึ้นโอกาสที่จะเดินทางก็จะมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการเดินทางหรือปริมาณการเดินทางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตัวแปรดังกล่าวนิยมวัดเป็นจำนวนยานพาหนะทั้งหมดในแต่ละพื้นที่อาทิ จำนวนยานพาหนะเฉลี่ยต่อคน หรือเฉลี่ยต่อครอบครัวเป็นต้น
- ประเภทที่พักอาศัย ที่ตั้งของที่พักอาศัยมีความสัมพันธ์กับปริมาณการเดินทาง โดยประชากรในครอบครัวที่มีที่อยู่อาศัยถาวร มีบ้านหรือที่พักเป็นของตนเอง มักมีแนวโน้มที่จะเดินทางไปมาหาสู่กันระหว่างคนรู้จัก หรือพักผ่อนหย่อนใจ มากกว่าประชากรในครอบครัวที่เพิ่งย้ายมาอยู่ในบริเวณนั้นๆ หรือไม่มีที่พักอาศัยเป็นของตนเอง
- อาชีพหัวหน้าครอบครัว เป็นตัวแปรที่สามารถระบุสถานะทางสังคม สถานภาพทางการเงินและฐานะของครอบครัวได้ทางอ้อม ส่วนมากแล้ว ถ้าหัวหน้าครอบครัวมีอาชีพและตำแหน่งหน้าที่การงานดี ก็มักทำให้ครอบครัวมีสถานะทางสังคมและสถานภาพทางการเงินดีตามไปด้วย ส่งผลให้ความต้องการเดินทางเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันทั้งนี้สัดส่วนการเดินทางไปทำงานจะลดลงเมื่อฐานะความเป็นอยู่ของครอบครัวต่ำลง
- รายของได้ครอบครัว ครอบครัวใดที่มีรายได้สูง โอกาสที่จะเดินทางไปตามสถานที่ต่างๆจะมากกว่าครอบครัวที่มีรายได้ต่ำ ส่งผลให้ความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเดินทางน้อยกว่านั่นเอง

3.ปัจจัยอื่นๆ

นอกจากปัจจัยต่างๆ ตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทางดังต่อไปนี้

- อัตราการเสียภาษี การจ่ายค่าเช่า หรือการชำระดอกเบี้ยเพื่อการลงทุน ฯลฯ เป็นปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถของกำลังทรัพย์ที่เพียงพอสำหรับใช้จ่ายเพื่อการเดินทาง
- โครงสร้างอายุของประชากรในพื้นที่ศึกษา กลุ่มคนที่มีอายุแตกต่างกันจะมีลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกันด้วย เช่น กลุ่มคนอายุน้อยมีโอกาสที่จะเดินทางเพื่อพบปะเพื่อนฝูงตามสถานที่ต่างๆ มากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุมากกว่า เป็นต้น
- อาชีพของประชากร อาชีพที่ทำให้มีรายได้ดีย่อมทำให้ฐานะและสถานภาพทางสังคมของผู้นั้นดีตามไปด้วย โอกาสที่จะเดินทางไปตามสถานที่ต่างๆ ก็จะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการเดินทางสูงขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน
- ความเจริญของพื้นที่ ถ้าพื้นที่ใดมีความเจริญทั่วถึง มีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกที่สนับสนุนการเดินทางที่สมบูรณ์ ก็จะเป็นสิ่งกระตุ้นให้คนในพื้นที่นั้นเกิดความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้น ความเจริญของพื้นที่นี้ อาจนำตัวแปรระยะห่างจากศูนย์กลางเมืองมาพิจารณาประกอบด้วยก็ได้ ยิ่งพื้นที่ศึกษาห่างจากศูนย์กลางเมืองหรือย่านธุรกิจมากขึ้นเท่าใด โอกาสที่จะเกิดการเดินทางเพื่อเข้าสู่ตัวเมืองและความเจริญของพื้นที่ก็จะลดลงมากขึ้นเท่านั้น

2.1.5 การสร้างแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเดินทางที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทางนั้น ความต้องการเดินทาง หรือปริมาณการเดินทางจะถูกกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent variables) และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง ซึ่งจะถูกใช้ในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับปริมาณการเดินทาง อาทิ จำนวนประชากรรายได้ การจ้างงาน ฯลฯจะถูกกำหนดเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอธิบาย (Independent variables or Explanatory variables)

2.1.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ก่อนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ไปใช้พยากรณ์ปริมาณการเดินทางหรือความต้องการเดินทางในปี อนาคต จะต้องนำแบบจำลองมาตรวจสอบความถูกต้องเสียก่อนการตรวจสอบนี้ ได้แก่ การตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Reasonableness) ของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรและค่าคงที่ในแบบจำลอง การตรวจสอบนัยสำคัญของตัวแปรต้นแต่ละตัวที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง และการทดสอบความอ่อนไหว (Sensitivity test) ของแบบจำลอง ด้วยการแปรผันค่าตัวแปรต้นแต่ละตัวในแบบจำลองในช่วงค่าข้อมูลของตัวแปรนั้นๆ

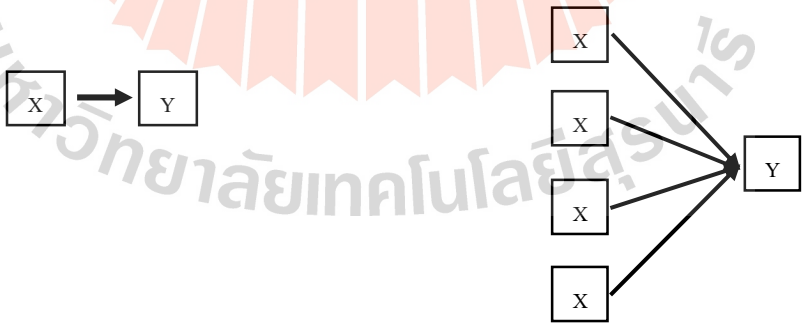
ขณะที่ตัวแปรต้นตัวอื่นๆ ในแบบจำลองมีค่าคงที่ จากนั้นตรวจสอบช่วงของค่าตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงไป

2.2 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression Analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรพยากรณ์ หรือตัวแปรทานาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรมาใช้ในการทำนาย โดยเมื่อทราบค่าตัวแปรหนึ่งก็สามารถทำนายอีกตัวแปรหนึ่งได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อยู่ในภาพของสมการทำนาย สิ่งสำคัญที่ต้องการหาในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนดิบ หรือในภาพคะแนนมาตรฐาน หรือทั้งคู่ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์

2.2.1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นหลักและคำตอบที่ต้องการคือ มีตัวแปรใดบ้างที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ที่เราสนใจจะศึกษา และตัวแปรใดพยากรณ์ได้มากน้อยกว่ากัน รวมทั้งส่งผลในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งการวิจัยในลักษณะนี้จะต้องอาศัยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review Literature) มาเป็นอย่างดี และสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการทำวิจัย และนำไปสร้างเครื่องมือตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้ สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิด แสดงดังรูปภาพที่ 2.2



X = 1 ตัวแปร Y = 1 ตัวแปร
การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย
(Simple Regression Analysis)

X > 2 ตัวแปร Y = 1 ตัวแปร
การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

รูปภาพที่ 2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ (Y) กับตัวแปรพยากรณ์ (X)

2.2.2 จุดประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยมีจุดประสงค์ คือ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ด้วยกลุ่มตัวแปรพยากรณ์

2.2.3 ระดับข้อมูลของตัวแปร

ตัวแปรเกณฑ์ และตัวแปรพยากรณ์ อยู่ในมาตราอันตรภาคชั้น (Interval Scale) หรือมาตราวัดอัตราส่วน (Ratio Scale) ในกรณีที่ตัวแปรพยากรณ์ไม่เป็นไปตามมาตรวัดข้างต้น ให้แปลงข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

- Normality ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ตรวจสอบได้โดยการดูกราฟ หรือวิธีการทางสถิติ $r_{xy} = \frac{n\sum XY \quad (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[\,n\sum X^2 \quad (\sum X)^2\,]\,[\,n\sum Y^2 \quad (\sum Y)^2\,]}}$ ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร จะเชคาเฉลยและความแบรบรวนของกลุมตัวอย่างแทน หรือใช้ Shapiro-Wilk Test ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรก็ได้ แต่กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 50 ตัวอย่าง หรือ Lilliefors Test ซึ่ง เป็นวิธีการที่ปรับปรุงมาจากวิธีของKolmogorov-Smirnov แต่จะให้ค่าความน่าจะเป็นในการ ทดสอบน้อยกว่าวิธีของ Kolmogorov-Smirnov

- Linearlity ตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง (Linearity) ตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ เช่น ดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{xy}

- Homoscedasticity หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความคงที่ทุกค่าการสังเกตตรวจสอบได้โดยการดูจากกราฟ หรือใช้วิธีการทางสถิติ เช่น Non-constant Variance Score Test หรือ The Spearman rank-correlation test หรือ The Goldfeld and Quarndt test หรือ White's test

- ตัวแปรที่นามาใช้พยากรณ์ต้องไม่มีปัญหาเรื่อง Multicollinearity หมายถึง ตัวแปรที่นำมาใช้พยากรณ์ไม่ควรมีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป ตรวจสอบได้ ด้วยการดูกราฟ หรือด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น ดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{xy} หรือดูจากค่า variance inflation factors (VIF)

2.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน (r_{xy}) แสดงดังสมการที่ 2.1

$$F = \frac{\left(R^2_{Y.12...l} - R^2_{Y.12...k}\right)(1-k)}{\left(1-R^2_{Y.12...l}\right)(N-1-1)} \quad (2.1)$$

2. ค่า b หาจากสูตร แสดงดังสมการที่ 2.2

(2.2)

เมื่อ b_j แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j ที่ต้องการหาค่าน้ำหนักคะแนน

β_j แทน ค่าน้ำหนักเบต้า ของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j

S_y แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)

S_j แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j

3. ค่า β หาจากสูตร แสดงดังสมกา $b_j = \beta_j \frac{S_Y}{S_j}$

(2.3)

4. สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) แทนด้วย R คำนวณหาค่า R โดยใช้สูตร แสดงดังสมการที่ 2.4

(2.4)

5. การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของ $\beta_j = b_j \frac{S_j}{S_y}$ สหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสูตร แส ที่ 2.5

$$R = \sqrt{\beta_1 r_{1y} + \beta_2 r_{2y} + \ldots + \beta_p r_{py}} \quad (2.5)$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

K แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

6. การทดสอบนัยสำคัญของตัวแปรที่เพิ่มเข้ามาในสมการการถดถอย มีสูตรการ ทดสอบนัยสำคัญ แสดงดังสมการที่ 2.6

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)} \quad (2.6)$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

R_{Yk} แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอยของ Y บนตัวแปร k ตัว

R_{YI} แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอยของ Y บนตัวแปร k

K แทน จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจานวนน้อยกว่า

I แทน จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจานวนมากกว่า

7. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard errors of estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ SE_{est} สูตรในการหา SE_{est} แสดงดังสมการที่ 2.7

$$SE_{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}} \quad (2.7)$$

เมื่อ SE_{est} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

SE_{res} แทน ผลรวมของกาลังสอง (Sum of Squares) ของส่วนที่เหลือ (ของ Residual) = $\sum d^2$

8. การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Standard errors of coefficients) เขียนแทนด้วยตัวย่อ SE_{bj} สามารถคำนวณได้หลายวิธี สูตรที่นิยม แสดงดังสมการที่ 2.8

$$SE_{bj} = \sqrt{\frac{SE_{est}^2}{SS_{xj}(1-R_j^2)}} \quad (2.8)$$

เมื่อ SE_{bj} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (ของ b)

SE_{est}^2 แทน กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

SS_{xj} แทน ผลรวมกำลังสองของความเบี่ยงเบน (Sum of Squares) ของตัวพยากรณ์ตัวที่ j

R_j^2 แทน กำลังสองสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ ตัวที่ j

9. การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อทดสอบว่าตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวส่งผลต่อการทำนายตัวเกณฑ์หรือไม่ ทดสอบโดยใช้สูตร แสดงดังสมการที่ 2.9

$$t_j = \frac{b_j}{SE_{bj}}$$

เมื่อ t_j แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

b_j แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ที่ j ที่ต้องการทดสอบนัยสำคัญ

SE_{bj} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย

2.2.6 สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนดิบ

สมการณ์เชิงเส้นตรงในภาพคะแนนดิบ แสดงดังสมการที่ 2.10

$$Y' = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_kx_k \quad (2.10)$$

เมื่อ Y' แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในภาพแบบคะแนนดิบ

b_1, b_2 แทน น้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลาดับ

x_1, x_2 แทน คะแนนของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

2.2.7 สมการณ์พยากรณ์ในภาพคะแนนมาตรฐาน

ถ้าต้องการพยากรณ์เกณฑ์ในภาพของคะแนนมาตรฐาน เขียนสมการพยากรณ์ แสดงดังสมการที่ 2.11

$$Z_{y'} = \beta_1 z_1 + \beta_2 z_1 + \ldots \beta_k z_k \quad (2.11)$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อ Z_y แทน คะแนนพยากรณ์ในภาพของคะแนนมาตรฐานของตัวเกณฑ์

β_1, β_2 แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยในภาพของคะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลาดับ

Z_1, Z_2 แทน คะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลาดับ

K แทน จำนวนตัวพยากรณ์

2.2.8 การคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์

วิธีคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสู่สมการถดถอยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น

1. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (Enter Regression) การคัดเลือกเข้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยการวิเคราะห์ขั้นตอนเดียว โดยใช้วิจารณญาณของผู้พัฒนาสมการเองว่าจะเลือกตัวแปรอิสระตัวใดเข้าสมการบ้างโดยใช้ค่าสถิติทดสอบ เช่น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อน ค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ในการเลือกควรเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีค่าสูง ๆ และมีนัยสำคัญ เมื่อคัดเลือกได้แล้วจะใช้ตัวแปรอิสระทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์พร้อมกันทุกตัวแปรอิสระเข้าสมการทั้งหมด

2. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกออก (Remove Regression) การคัดเลือกออกเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอย ในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวิธีการคัดเลือกเข้า โดยมีการสร้างสมการถดถอยก่อน แล้วนำตัวแปรอิสระที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดออกจากสมการ ซึ่งวิธีการนี้จะต้องใช้คู่กับวิธี Enter เพราะถ้าหากใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้เลือกวิธี Remove เป็นวิธีแรกในการวิเคราะห์

3. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเดินหน้า (Forward Regression) การคัดเลือกเพิ่มแบบเดินหน้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอย โดยการเริ่มนำตัวแปรอิสระเข้าสมการครั้งละ 1 ตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญที่ทดสอบด้วย t หรือ F เข้าสมการก่อน จากนั้นคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการโดยคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือ และทดสอบนัยสำคัญ ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสมการ เช่น มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว คือ x_1, x_2, x_3, x_4 และ x_5 โดยมีตัวแปรตาม y เริ่มแรกจะคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่างตัวแปร y กับตัวแปร x ทั้ง 5 ตัว ทีละตัว แล้วเลือกตัวแปร x_i ที่มีค่า $|r_{xy}|$ สูงสุด สมมติว่าตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ x_2 จึงได้ตัวแปร x_2 เข้าสมการเป็นตัวแรก จากนั้นนำตัวแปรอิสระที่เหลือคือ x_1, x_3, x_4, x_5 หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปร y ตัวแปรใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสมการ สมมติตัวแปรที่มีนัยสำคัญได้แก่ x_1 กับ x_5 ส่วน x_3

กับ x_4 ไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นจะได้สมการถดถอยคือ $y = \beta_0+\beta_1 x_1 +\beta_2 x_2 +\beta_5 x_5$ จุดอ่อนของวิธีการนี้คือ อาจทำให้ได้ตัวแปรอิสระเข้าอยู่ในสมการถดถอยมากเกินไป ทั้งที่สามารถตัดออกไปได้จำนวนหนึ่ง

4. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบถอยหลัง (Backward Regression) การคัดเลือกถอยหลังเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวิธีการคัดเลือกเพิ่มวิธีนี้จะนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสมการก่อน แล้วคัดเลือกออกครั้งละตัว เริ่มจากสมการแรกจะตัดตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ทดสอบด้วย t หรือ Partial F -test แล้วไม่มีนัยสำคัญออกก่อน จากนั้นตรวจสอบว่าควรตัดตัวแปรใดออกจากสมการอีกหรือไม่ โดยอาจจะไม่มีการตัดตัวแปรออกก็เป็นไปได้ หาตัวแปรอิสระทั้งหมดที่อยู่ในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรืออาจจะตัดออก 1 ตัวถ้าหากพบว่าตัวแปรนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการได้ จะได้สมการถดถอยที่เหมาะสมและให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจพหุคูณสูงสุดแต่วิธีนี้มีข้อเสียที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการคัดเลือกเพิ่ม

5. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได (Stepwise Regression) การคัดเลือกแบบขั้นตอนเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยด้วยกระบวนการที่ผสมกันระหว่างวิธีแบบเพิ่มไปข้าหน้า (Forward) และแบบถอยหลัง(Backward) เพื่อเป็นการแก้จุดอ่อนทั้งสองวิธีข้างต้น เป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเริ่มต้นใช้หลักการของวิธี Forward นำตัวแปรอิสระเข้าสมการครั้งละตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญทดสอบด้วย *t* หรือ *F* เข้าสมการก่อน จากนั้นทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 2 เข้าสมการ โดยวิธี Forward เช่นเดิมซึ่งจะหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือเพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดและมีนัยสำคัญเข้าสมการ จากนั้นเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 3 ด้วยวิธีForward และในขณะเดียวกันก็จะใช้หลักการของ Backward ในการตรวจสอบว่าควรตัดตัวแปรใดที่อยู่ในสมการถดถอยออกบ้าง จะกระทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถเลือกตัวแปรอิสระใดเข้าสมการและไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระใดออกจากสมการได้อีก

2.2.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

1. ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

2. คำนวณค่า r_{xy} ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรต้น

3. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรเกณฑ์เข้าสมการ และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)

4. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ว่าทดสอบว่าตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าในสมการยังคงอยู่ในสมการต่อไปได้หรือไม่ด้วยสถิติ F

5. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรพยากรณ์ (b) หรือ β หรือทั้งสองอย่าง เพื่อนามาใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์ และเปรียบเทียบว่าตัวแปรพยากรณ์ตัวใดพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้ดีกว่า

6. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรพยากรณ์สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้หรือไม่ ด้วยสถิติ t

7. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าสมการ (SE_b) และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})

8. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรเกณฑ์รองลงมาเข้าสมการและทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลง (R^2 change) ด้วยสถิติ F ถ้า R^2 change ไม่มีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ไม่สามารถอยู่ในสมการพยากรณ์ได้ แต่ถ้ามีนัยสำคัญก็ดาเนินการตามข้อ 4, 5, 6 และ 7 และดาเนินการต่อไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรพยากรณ์ใดเข้าในสมการ (การดำเนินการตามข้อ 8 เป็นวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได)

2.2.10 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย

ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย มีดังนี้ คือ ใช้เวลามากในการพยากรณ์ ข้อมูลอาจไม่เพียงพอและหาไม่ได้ ต้องใช้ความรู้ทางสถิติมาใช้ในการพยากรณ์ และอาจไม่สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำเพียงพอถ้าความสัมพันธ์เปลี่ยนไปเป็นการพยากรณ์ 2 ครั้ง (Double Forecasting)

2.3 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง และการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ

การเลือกใช้ตัวแปรในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระก่อน ถ้าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูง จะไม่นำตัวแปรนั้นมาใช้ในแบบจำลอง

- การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียรสัน (Pearson Correlation Coefficient) หรือบางครั้งเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยใช้สัญลักษณ์ r ข้อมูลหรือระดับการวัดของตัวแปรแต่มาตราอันตรภาค ถึง มาตราอัตราส่วน โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมักจะใช้สัญลักษณ์ของตัวแปรเป็นตัวแปร X และ Y โดยค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) สามารถหาได้จากสมการที่ 2.12

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}} \quad (2.12)$$

จะมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ถ้า r เป็นการวัดความสัมพันธ์เชิงเส้น
- ถ้า r จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
- ถ้า r จะมีลักษณะเหมือนความชันของเส้นการถดถอย
- ถ้า r จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) เปลี่ยนไปแบบเดียวกัน
- ถ้า r จะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าค่าสเกล (scale) ของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไป (ค่าของตัวแปร Xหรือ Y)
- ถ้า r มีการแจกแจงแบบเดียวกันกับที (Student t distribution) ทิศทางของความสัมพันธ์ได้ มีลักษณะความสัมพันธ์ 3 แบบ คือ

1. สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations)ซึ่งหมายความว่าเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย
2. สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations)หมายถึงเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ
3. สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึงตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะอื่น ๆ

2.3.1 แบบจำลองการถดถอยแบบพัวซอง (Poisson Regression Model)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบพัวซอง เป็นการแจกแจงที่อธิบายถึงจำนวนครั้งของเหตุการณ์ หรือจำนวนสิ่งที่สนใจที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนดหรือขอบเขตที่กำหนด เช่นจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน แบบจำลองการถดถอยพัวซอง ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานที่ว่า ความน่าจะเป็นของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน (Yi) จะอยู่ในรูปการกระจายแบบพัวซอง ที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน (E(y)) เท่ากับค่าความแปรปรวน (VAR(Y)) คือ λ_i ในกรณีนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ณ ช่วงเวลา I และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้คนมาใช้บริการเท่ากับ n ตัวแปร รูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซอง ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P(Y_i) = \frac{\exp^{(-a_i)}(a_i)^{(Y_i)}}{Y_i!}$$

$$E(y) = \lambda$$

VAR(y) = λ

โดยที่ $\lambda_i = EXP(\beta X_i)$

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ($_0$, $_1$, $_2$, $_3$,... $_n$,) สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood แสดงดังสมการที่ 2.13

$$L(\ ) = \prod_i \frac{EXP[-EXP(\ X_i)]EXP(\ X_i)^{y_i}}{y_i!} \qquad (2.13)$$

เมื่อ $L(\ )$ คือ Likelihood function

2.3.2 แบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)

เนื่องจากจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่เกิดขึ้นอาจมีค่าเฉลี่ย (E(Y)) และความแปรปรวน(VAR(Y)) ไม่เท่ากัน โดยที่ค่าเฉลี่ยนั้นอาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าความแปรปรวนก็ได้ ดังนั้น การใช้ แบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแสดงรูปแบบแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบแสดงดังสมการที่ 2.14

$$P(Y_i) = \frac{\Gamma((1/\sim)+y_i)}{\Gamma(\frac{1}{a})y_i!}\left(\frac{1/\sim}{(1/\sim)+a_i}\right)^{1/\sim}\left(\frac{a_i}{(1/a_i)+a_i}\right)^{Y_i} \qquad (2.14)$$

เมื่อ α คือ ตัวแปรทางสถิติเนื่องจากการกระจายมากเกินไป (Overdispersion Parameter)

Yi คือ จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน มีการกระจายแบบทวินามเชิงลบ โดยที่ เป็นค่าเฉลี่ยของคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนในช่วงเวลาที่พิจารณา i และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้คนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนเท่ากับ n ตัวแปร ดังนั้นความสัมพันธ์ของสามารถเขียนได้ดังรูปแบบเช่นเดียวกับการกระจายตัวแบบพัวซอง ดังนี้

α คือ ตัวแปรทางด้านสถิติเนื่องจากการกระจายมากเกินไป โดยมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวน ดังสมการที่ 2. 15

$$VAR(y) = E[y_i] + aE[y_i]^2 \qquad (2.15)$$

เมื่อ VAR(Y) คือ ความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ($_0$, $_1$, $_2$, $_3$,... $_n$,) สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood *แสดงดังสมการที่ 2.16*

$$L(\alpha_i) = \prod_i \frac{\Gamma((1/\sim)+y_i)}{\Gamma(\frac{1}{a})y_i!}\left(\frac{1/\sim}{(1/\sim)+\alpha_i}\right)^{1/\sim}\left(\frac{\alpha_i}{(1/\alpha_i)+\alpha_i}\right)y_i \qquad (2.16)$$

เมื่อ $L(\alpha_i)$ คือ Likelihoodfunction

2.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระจะถูกประมาณค่าโดยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยพิจารณาค่าการทดสอบ Goodness of Fit ซึ่งเป็นค่าทางสถิติสามารถนำมาใช้เพื่อทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนอง(Overdispersion Test) ได้อีกด้วย ดังนี้

- Devianceใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองค่า Deviance เท่ากับ 2 เท่าของผลต่างระหว่างค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model) กับค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduce or Simple model) แสดงดังสมการที่ 2.17

$$D^m = 2(L^f - L^m) \qquad (2.17)$$

โดยที่ Dm คือ ค่า Deviance ของแบบจำลอง

Lf คือ ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model)

Lm คือ ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduceor Simple model)

ถ้าค่า Deviance มีค่าสูง หมายถึง ความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง ทำให้ตัวแบบจำลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายข้อมูลได้ดี การบ่งบอกว่าตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อย ทำได้โดยการนำค่า Deviance หารด้วย Degree of Freedom ถ้าพบว่ามีค่าเกิน 1 หมายถึงตัวแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนอง แสดงดังสมการที่ 2.18

$$\frac{D^m}{DF} = \frac{D^m}{N-K} \qquad (2.18)$$

ค่า Degree of Freedom (DF) สามารถหาได้จากผลต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกต (Observeation : N) กับจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง (K)

- Pearson Chi-Square ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยที่
-

$$x^2 = \sum_{i-1}^{n} \frac{(Y_i - u_i)^2}{u_i} \qquad (2.19)$$

การบ่งบอกตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำโดยการนำค่าPearson Chi-Square หารด้วย Degree of Freedom (DF) ถ้าพบว่ามีค่ามากกว่า 1 หมายถึงตัวแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (OverdispersionEffect)

$$\frac{x^2}{DF} = \frac{x^2}{N - K} \qquad (2.20)$$

ค่า Degree of Freedom (DF) สามารถหาได้จากผลต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกต (Observation, N) กับจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง (K)

- Log Likeihood (LL) การทดสอบ Goodness of Fit ของตัวแปรเชิงเส้นที่วางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model) โดยอาศัยค่า Log Likelihood ให้พิจารณาว่าถ้าค่า Log Likelihood มีค่าสูงสุด แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณามากที่สุด

จากงานวิจัยที่ผ่านมา (ปฏิวัติ, 2550) ได้อ้างงานวิจัยของ (Miaou et. al., 1992; Miaouand Lum, 1993) พบว่า ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนในการพิจารณาค่า Log Likelihood ของตัวแบบเชิงเส้นแบบวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model) ว่าค่าใดจึงเหมาะสมที่จะนำมาอ้างอิงเป็นมาตรฐาน แต่มีการสรุปโดยอ้างอิงค่า Log Likelihood กล่าวคือแบบจำลองที่สามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด คือแบบจำลองที่มีค่า Log Likelihood สูงสุดนั่นคือยิ่งค่า Log Likelihood มากยิ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

- Akaike's Information Criterion (AIC) การพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายมีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญ ในการพัฒนาแบบจำลอง Akaike's Information Criterion (AIC) เป็นเกณฑ์หนึ่งที่สามารถใช้ในการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด แบบจำลองยิ่งมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด การหาค่า AIC สามารถหาได้จาก แสดงดังสมการที่ 2.21

$$ACE = -2 \times ML + 2 - K \quad (2.21)$$

โดยที่ ML คือ ค่า loge[Maximum Likelihood]

K คือ จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

AIC เป็นตัวสถิติที่ช่วยในการจัดอันดับความเหมาะสมของแบบจำลองโดยไม่มีการพิจารณาระดับนัยสำคัญ (Level of Significant) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการให้แบบจำลองการถดถอยมีตัวแปรอิสระน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากความแปรปรวนของตัวแปรตามจะมากขึ้นถ้าจำนวนตัวแปรอิสระมีมาก นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของตัวแปรอิสระทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้นวิธีการหาจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจะทำให้การคำนวณค่าตัวแปรตามมีความแม่นยำ และในขณะเดียวกันจะไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนของตัวแปรตามเนื่องจากแบบจำลองมีตัวแปรอิสระมากเกินไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีรยสถ์ ปานกลาง (2548) ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้รถโดยสารประจำทางภายใต้การกำกับดูแลขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ในกรุงเทพมหานครผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สถานภาพโสด อายุระหว่าง 20-24 ปี รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 5,000-9,999 บาท พฤติกรรมในการใช้บริการส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อไปทำงาน มีความถี่ในการใช้บริการมากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ช่วงเวลาที่ใช้บริการมากที่สุด คือ 0.00-8.59 น. ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการอันดับหนึ่ง คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ส่วนการทดสอบสมมติฐานพบว่า ประเภทของรถโดยสารที่ใช้บริการมีความสัมพันธ์กับสถานภาพสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ การครอบครองรถยนต์ การให้อันดับความสำคัญส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ และด้านการส่งเสริมการตลาด ส่วนปริมาณ / ความถี่ในการใช้บริการต่อสัปดาห์มีความสัมพันธ์กับสถานภาพสมรส อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และการครอบครองรถยนต์ของครอบครัว ด้านของช่วงเวลาในการใช้บริการมีความสัมพันธ์กับอายุ ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ การครอบครองรถยนต์ การให้อันดับความสำคัญส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ และด้านสถานที่

จักรพันธ์ ทัพขวา (2550) ได้ทำการศึกษา อัตราการเกิดการเดินทางสำหรับโรงเรียนอนุบาลและโรงเรียนประถมศึกษา จากการศึกษาพบว่า อัตราการเกิดการเดินทางในช่วงเช้าจะมีค่าสูงกว่าอัตราการเกิดการเดินทางในช่วงบ่าย สำหรับโรงเรียนทั้ง 2 ประเภท การศึกษานี้ยังพบปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดการเดินทางของโรงเรียนทั้ง 2 ประเภทก็คือ จำนวนนักเรียน สมการถดถอยเชิงเส้นตรงสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดการเดินทางและจำนวน

นักเรียนสำหรับโรงเรียนทั้งสองประเภทดังกล่าวได้ โดยพบว่าปริมาณจราจรเข้าและออกจากโรงเรียนอนุบาลในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและชั่วโมงเร่งด่วนบ่ายจะมีค่า 0.748 และ 0.427 คันต่อนักเรียนหนึ่งคนต่อชั่งโมงตามลำดับ

นันท์ธวัช เสถียรนาม (2551) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการเดินทาง : กรณีศึกษาเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอย โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามด้านการจราจรและการขนส่งของการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและการขนส่งเมืองภูมิภาค : จังหวัดขอนแก่น แช่งตามวัตถุประสงค์การเดินทางจากบ้านไปที่ทำงาน จากบ้านไปโรงเรียน และจากบ้านไปสถานที่อื่นๆ เพื่อทำการประเมินว่าปัจจัยที่เลือกมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์การเกิดการเดินทางมากน้อยเพียงใด

ภัทริณี คงชู (2551)ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก 3 ประเภท ในกรุงเทพมหานคร คือน้ำมันดีเซล (Y_1) น้ำมันเบนซิน 91 (Y_2) และน้ำมันเบนซิน 95 (Y_3) และศึกษาภาพแบบความสัมพันธ์ระว่างราคาน้ำมันขายปลีกกับปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันขายปลีก 3 ประเภทนี้ วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์แคนนอลนิคอล การวิเคราะห์ปัจจัย และการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ประกอบโดยตัวแปรตาม 3 ตัวแปร และตัวแปรอิสระ 74 ตัวแปร

ถิรยุทธ ลิมานนท์ ธนิสรา บุตรสิงขรณ์ และ ชุติมา เจิมขุนทด (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักภายในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จากตัวอย่างนักศึกษา 130 คน โดยให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลส่วนตัวข้อมูลการเดินทางของตนเองอย่างละเอียด เป็นเวลา 1สัปดาห์ และนำผลจากแบบบันทึกการเดินทางมาวิเคราะห์ ได้ ผลการศึกษาดังนี้ อัตราการเดินทางของนักศึกษาที่พักอยู่หอภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเท่าดับ 7.50 เที่ยว/วัน ในวันธรรมดา และ 6.30 เที่ยว/วัน ในวันหยุด ขณะที่ที่ระยะทางการเดินทางโดยรวมเท่ากับ 13.8 กม. / วันในวันธรรมดาและ 16.4 กม. / วันวันหยุดสุดสัปดาห์ รูปแบบการเดินทางผู้ที่เป็นเจ้าของยานพาหนะ จะอาศัยการขับขี่ยานพาหนะของตัวเองคิดเป็น 65-75% ของการเดินทางแต่จะใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ บางเป็นบางครั้ง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10% ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของรถ อาศัย 3 รูปแบบในการเดินทางได้แก ขี่กับเพื่อนเท่ากับ 40-50% ยืมรถของเพื่อนเท่ากับ 20%, และใช้รถบัสบัสเท่ากับ 20%

ศรัญญา แก้วศรี (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของ

ผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ทุกด้านมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ยกเว้นช่วงเวลาที่เลือกใช้บริการที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ข้อเสนอแนะที่พบ คือ เพิ่มการดูแลรักษาความสะอาดของห้องสุขาบริเวณสถานีขนส่ง บนรถโดยสารและจุดพักรถ รองลงมาคือ ต้องการให้ที่นั่งสำหรับการรอรถโดยสาร ไม่ควรมีการวางสัมภาระส่วนตัวบนที่นั่ง

อนุภาค เสาร์เสาวภาคย์ (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลทางบวกต่อการ ใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) ประกอบไปด้วย พบว่าปัจจัยด้านระยะเวลาการเดินทาง ความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยในการเดินทาง ความจำ เป็น ในการเดินทาง และปัจจัยด้านการขับรถสี่ล้อแดง มีความปลอดภัย นั้นหมายความว่า ปัจจัยที่กล่าว มาแล้วข้างต้นเมื่อเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้น โอกาสความน่าจะเป็นที่กลุ่มวัยรุ่นในจังหวัด เชียงใหม่จะใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) จะ มีเพิ่มมากขึ้น ส่วนปัจจัยที่มีผลทางลบต่อการ ใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) ประกอบไปด้วย ปัจจัยด้านรายได้ และปัจจัยด้านการมีรถส่วนตัว นั้นหมายความว่า ปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเมื่อเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้น โอกาสความน่าจะ เป็นที่กลุ่มวัยรุ่นในจังหวัดเชียงใหม่จะใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) จะมีลดลง

เมษา ทิพเวช (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิต รวมถึงพัฒนาเป็นแบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุ โดยอาศัยข้อมูลสถิติอุบัติเหตุและข้อมูลปริมาณจราจรย้อนหลัง 6 ปี ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน ปัจจัยทางด้านความลาดชันของช่วงถนนและความลาดชันของช่วงถนนที่อยู่ติดกัน การศึกษาได้ทดลองใช้แบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองและแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบปรากฏว่า แบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบมีความเหมาะสมต่อการทำนายจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงมากที่สุด

Poul (2003) พัฒนาแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุ โดยอาศัยการวิเคราะห์ในรูปแบบ การถดถอยแบบพัวซอง เพื่อคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงในเมืองประเทศอิตาลี

ใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 10 ปี กำหนดตัวแปรอิสระมาพัฒนาแบบจำลอง ดังนี้คือ ปริมาณการจราจร ความเร็วจำกัด ความกว้างถนน จำนวนช่องจราจร ฯลฯ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณจราจร มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดรองลงมาเป็น ความเร็วจำกัด การใช้ประโยชน์พื้นที่และจำนวนทางเชื่อม ตามลำดับ

Mark P. De Guzman (2005) ศึกษาพฤติกรรมการเลือกยานพาหนะในการเดินทางมามหาวิทยาลัย ของนักศึกษาในกรุงมนิลา (Manila) ทำการศึกษาใน Ateneo Manila Universityและ Manila College วิธีการสำรวจใช้การสัมภาษณ์นักศึกษาจำนวน 683 คน จากการศึกษาพบว่ารถยนต์ 29 เปอร์เซ็นต์ รถจิ๊บ 20 เปอร์เซ็นต์ รถสามล้อ 15 เปอร์เซ็นต์ รถประจำทาง 2 เปอร์เซ็นต์Fx 12 เปอร์เซ็นต์ รถแท็กซี่ 2 เปอร์เซ็นต์ เดิน 11 เปอร์เซ็นต์ อาศัยมากับรถคนอื่น 10 เปอร์เซ็นต์โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกยานพาหนะคือ เวลาในการเดินทาง ความสะดวกสบาย และรายได้ต่อเดือนของนักศึกษา

Caliendo, Guida, and Parisi (2007) สร้างแบบจำลองทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส บริเวณทางตรงและทางโค้งบนทางด่วน 4 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางในประเทศอิตาลี ระยะทาง 46.6 กิโลเมตร โดยอาศัยรูปแบบ Negative Multinomial Regression Model, Poisson Regression Model และ Negative Binomial Regression Model เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดจากค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) พบว่า บริเวณทางตรง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสในเชิงบวก คือ ความยาวช่วงถนนการมีทางแยกและปริมาณจราจร ในบริเวณทางโค้ง จำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวโค้งแคบลง จำนวนทางโค้งต่อกิโลเมตรและปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่า Negative Multinomial Regression Model เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ในการพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสของทั้งทางตรงและทางโค้ง

Lalita (2008) พัฒนาแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทย ใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 7 ปี ข้อมูลทางจราจรและข้อมูลทางกายภาพ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือ ปริมาณจราจร เปอร์เซ็นต์รถบรรทุก ข้อมูลทางเรขาคณิต (จำนวนช่องจราจร ชนิดเกาะกลาง ไหล่ทาง (มี/ไม่มี) จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร จำนวนทางแยกต่อกิโลเมตร จำนวนทางโค้งต่อกิโลเมตร ปริมาณน้ำฝน) เดือนเกิดเหตุ (เดือนเมษายน/อื่น ๆ) ในการวิเคราะห์ได้ใช้รูปแบบจำลองการถดถอยพัวซองและแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อคาดการณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้บาดเจ็บและมูลค่าการเสียหาย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบจำลองการถดถอยพัวซองเหมาะสมกับการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและ

มูลค่าการเสียหาย ส่วนแบบจำลองทวินามเชิงลบ เหมาะสมกับการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตความเหมาะสมของแบบจำลองทดสอบจากค่า Goodness of fit จากผลการศึกษาพบว่าการมีไหล่ทางส่งผลให้มีจำนวนอุบัติเหตุลดลงมากที่สุด ในช่วงเดือนเมษายนส่งผลให้มีจำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนผู้บาดเจ็บสูง ส่วนชนิดเกาะกลางมีอิทธิพลต่อมูลค่าการเสียหายมากที่สุด

Wang, Quddus, and& Ison (2009) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนทางด่วน M25
ในประเทศอังกฤษ แบ่งช่วงถนนได้ 70 ช่วง โดยแบ่งช่วงถนนจากทางเชื่อม (ทางแยก) หนึ่งถึงทางเชื่อม (ทางแยก) หนึ่ง โดยศึกษา 2 กรณี กรณีแรกศึกษาถึงจำนวนผู้เสียชีวิตรวมถึงผู้บาดเจ็บสาหัสด้วย ส่วนอีกกรณี ศึกษาถึงจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย การศึกษานี้ได้อาศัยแบบจำลองพัวซอง ผลศึกษาพบว่า ความยาวช่วงถนน จำนวนช่องจราจร รัศมีโค้งต่ำสุดและความลาดชัน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้เสียชีวิตหรือจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส และจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

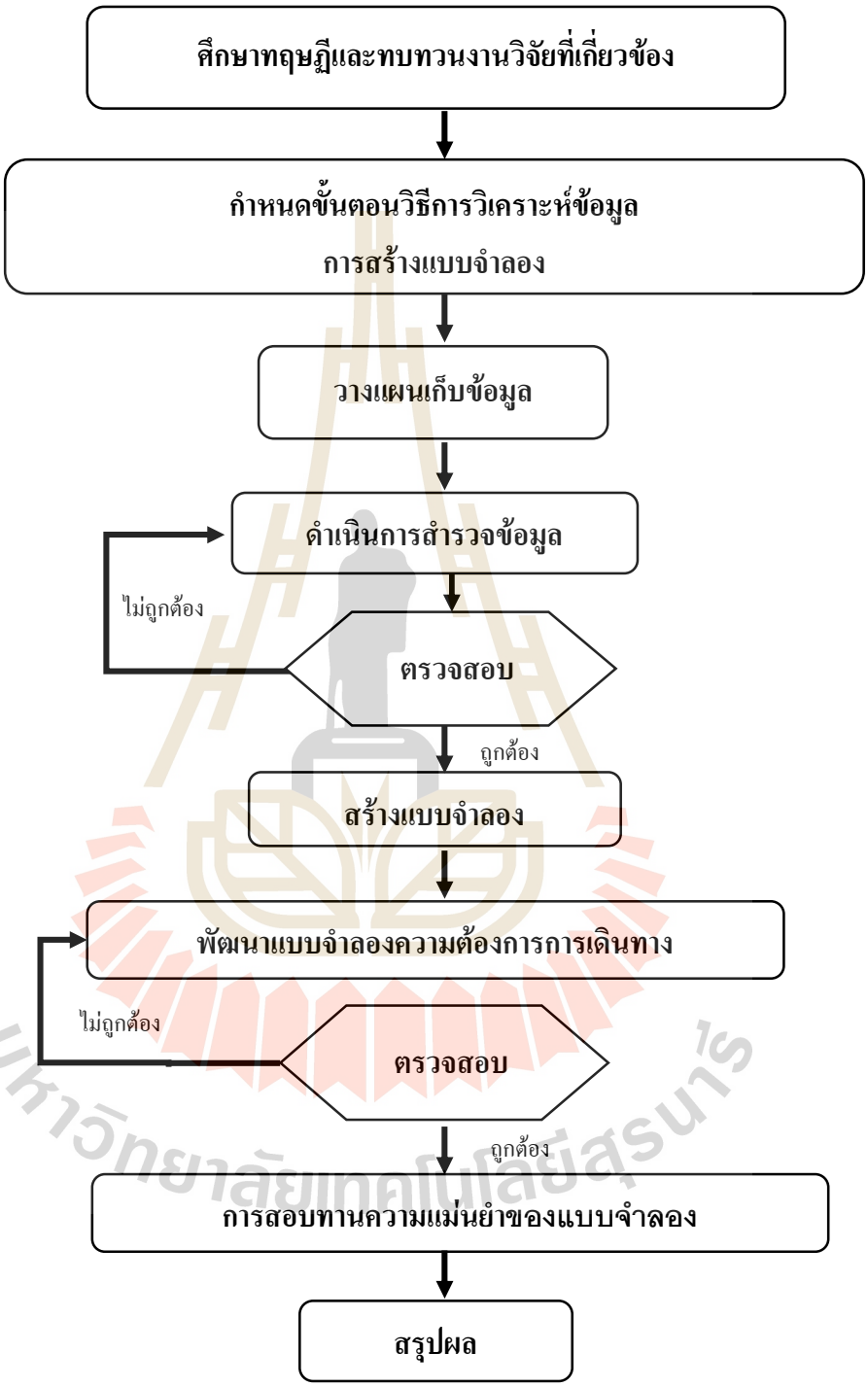
วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 4 หัวข้อ ดังนี้ ขั้นตอนการทำวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การพัฒนาแบบจำลอง

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังรูปภาพที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทาง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิธีการต่างๆในการสำรวจข้อมูล
2. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจากหน่วยงานต่าง ๆ และวางแผนการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่มีข้อมูล
3. ดำเนินการสำรวจข้อมูลปริมาณผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้วิธีการสำรวจแบบ Point Check พร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องเบื้องต้นและบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้น โดยการใช้วิธีทางทางสถิติเชิงพรรณนา ซึ่งใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
5. พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทาง โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพัวซอง และการถดถอยทวินามเชิงลบ
6. การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง
7. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

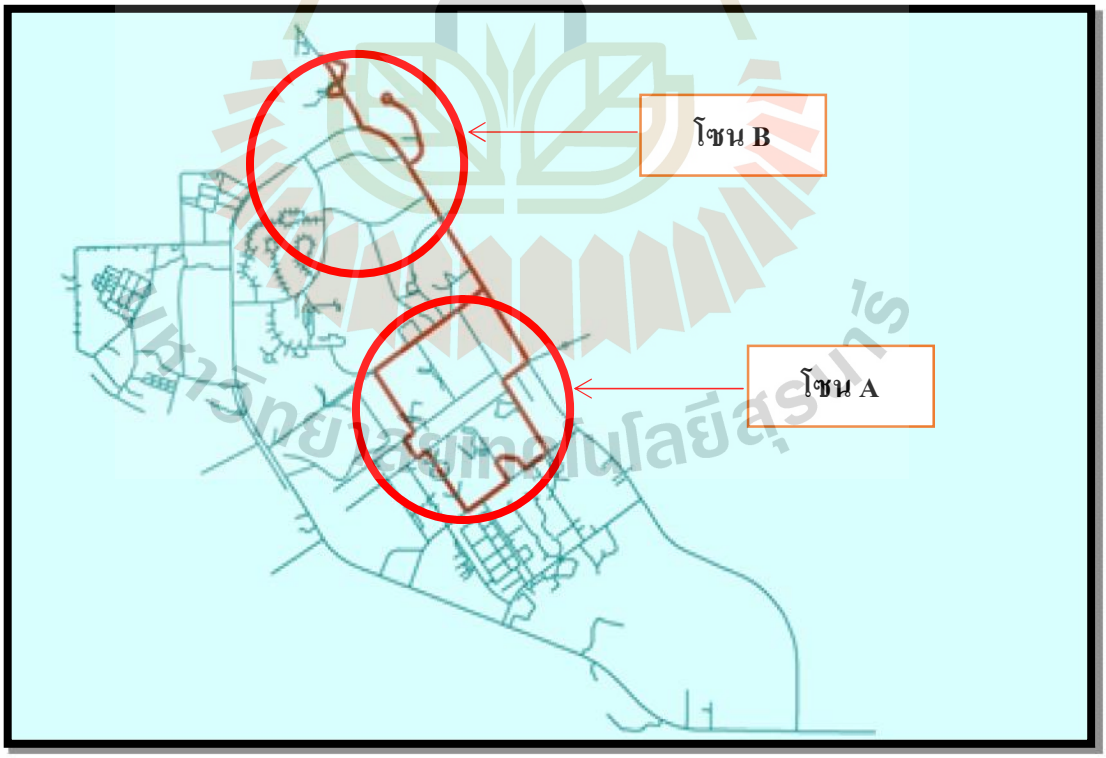
การวิจัยครั้งนี้จะใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูง เหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพัวซองและการถดถอยทวินามเชิงลบ และใช้โปรแกรม Microsoft office excel ในการจัดการกับชุดข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่แล้วและทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เข้ามารอใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 5 นาที ในวันทำการตั้งแต่เวลา 7.30 – 19.30 น. เฉพาะเส้นทางบริการสำหรับนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งจุดสำรวจจะถูกแบ่งออกเป็น 2 โซน แสดงดังรูปภาพที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

โซน A ได้แก่ อาคารสถานีขนส่ง , อาคารบริหาร, กลุ่มอาคารเรียนรวม, กลุ่มอาคารเครื่องมือ

โซน B ได้แก่ กลุ่มอาคารหอพักสุรนิเวศ 1-16



รูปที่ 3.2 แสดงเส้นทางการให้บริการรถขนส่งมวลชนสำหรับนักศึกษาและโซนสำรวจข้อมูล

3.4 การพัฒนาแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
- การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร
- การออกแบบแบบจำลอง
- การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง

3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่นำมาพิจารณาในการพัฒนาแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 3.1 โดยตัวแปรที่เป็นตัวแปรตามมีจำนวน 2 ตัว และตัวแปรที่เป็นตัวแปรอิสระ (Input) มีจำนวน 88 ตัว ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละตัวแปรดังต่อไปนี้

1. **ความหมายของตัวแปรตาม (Dependent Variable)**

- จำนวนผู้ใช้บริการรถขนส่งมวล หมายถึง จำนวนผู้ที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีของแต่ละโซนทุกๆ 15 นาที ตัวอย่างเช่น จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถขนส่งมวลชน บริเวณโซน A ในช่วงเวลา 10.00น. – 10.15น.

2. **ความหมายตัวแปรอิสระ (Independent Variable)**

- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 30 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อย

กว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0

- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 30 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่อยู่ให้เป็น 0
- จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่ ลงทะเบียนเรียนในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น วันจันทร์ เวลา 10.00น. มีนักศึกษาลงเบียนเรียน ทั้งหมด 3,200 คน ,วันอังคาร เวลา 9.00น. มีนักศึกษาลงเบียนเรียน ทั้งหมด 900 คน เป็นต้น
- จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่เรียน เสร็จในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น วันอังคาร เวลา 12.00น. มีนักศึกษาลงเบียนเรียน ทั้งหมด 2,500 คน เป็นต้น
- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.
- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.
- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.
- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.
- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.

- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.
- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกินมากกว่า 2 ชม.
- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกินมากกว่า 2 ชม.

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง

ตัวแปรตาม (Dependent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A	สเกลตัวเลข	Y_A
จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B	สเกลตัวเลข	Y_B
แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{1A}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{1B}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{1C}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{1D}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{2A}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{2B}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{2C}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน	สเกลนาม	X_{2D}
จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3A}
จำนวนนักศึกษาชายที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3B}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3C}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3D}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3E}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3F}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัยที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3G}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{3H}
จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4A}
จำนวนนักศึกษาชายที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4B}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4C}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4D}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4E}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4F}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัยที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4G}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง	สเกลตัวเลข	X_{4H}
จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5A}
จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5B}
จำนวนนักศึกษาชายที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5C}
จำนวนนักศึกษาชายที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5D}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5E}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5F}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5G}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5H}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5I}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5J}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5K}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5L}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัยที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5M}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัยที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5N}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{5P}

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปอีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6A}
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6B}
จำนวนนักศึกษาชายที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6C}
จำนวนนักศึกษาชายที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6D}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6E}
จำนวนนักศึกษาหญิงที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6F}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6G}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6H}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6I}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6J}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6K}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6L}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6M}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6N}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{6P}
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7A}
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7B}
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7C}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7D}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7E}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาทีที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7F}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7G}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7H}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7I}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7J}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7K}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7L}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7M}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7N}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{7P}
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8A}
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8B}
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8C}
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8D}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8E}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาทีที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8F}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8G}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8H}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8I}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8J}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8K}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8L}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8M}
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8N}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8P}

3.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร

กัลยา (2545) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ และเป็นการทดสอบว่าตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยการทดสอบจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาพิจารณาว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในการศึกษานี้จึงอาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที กับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มีนัยสำคัญทางสถิติจะถือว่าตัวแปรนั้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ซึ่งค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเข้าใกล้ 1 และ -1หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันสูงในทางเชิงบวกและเชิงลบ ตามลำดับ แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็น 0 นั่นคือ ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยังสามารถใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง จะส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรในแบบจำลอง ทำให้ตัวแปรไม่มีนัยสำคัญหรือเครื่องหมายพารามิเตอร์ของตัวแปรตรงข้ามกับความเป็นจริง

3.4.3 การออกแบบแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัตจะใช้ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) การวิเคราะห์ถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และ การวิเคราะห์ถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression) ในการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Multiple Linear Regression

- โครงสร้างแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัตโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ แสดงดังสมการที่ 3.1

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_n X_n \qquad (3.1)$$

เมื่อ Y แทน ค่าตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X แทน ค่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 แทน เป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย

$\beta_1 - \beta_n$ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

- **ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง**

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) มีดังนี้

1. กำหนดตัวแปรตามที่ สนใจซึ่งในการศึกษาครั้งนี้คือจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที และตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที

2. ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

3. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรเกณฑ์

4. กำหนดชุดข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตาม ในโปรแกรม SPSS

5. ใช้โปรแกรม SPSS พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต

6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยรวม

2. การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Poisson regression และ Negative Binomial Regression

- **โครงสร้างแบบจำลอง**

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบกึ่งพลวัต โดยใช้ Poisson regression และ Negative Binomial Regression จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ แสดงดังสมการที่ 3.2

$$Y = Exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_n X_n) \quad (3.2)$$

เมื่อ Y แทน ค่าตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X แทน ค่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 แทน เป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย

$\beta_1 - \beta_n$ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

- **ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง**

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในการคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 5 นาที ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระจะถูกประมาณค่าโดยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งมีกระบวนการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ไม่เลือกตัวแปรอิสระเข้าแบบจำลองเลยและเก็บค่า Log-Likelihood ไว้เป็นค่าเริ่มต้น

1.2 นำตัวแปรอิสระเข้าแบบจำลองครั้งละ 1 ตัว พิจารณาค่า Log-Likelihood เปรียบเทียบกับค่า Log-Likelihood เริ่มต้น ค่า Log-Likelihood ที่ไม่เลือกตัวแปรอิสระใดเลยเข้าแบบจำลอง) ถ้าหากตัวแปรอิสระตัวใดทำให้ค่า Log-Likelihood มีค่าสูงขึ้น (ติดลบน้อยลง)อย่างมีนัยสำคัญ ให้เก็บตัวแปรอิสระนั้นไว้ แต่ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดทำให้ค่า Log-Likelihood มีค่าลดลง (ติดลบมากขึ้น) ให้ตัดตัวแปรอิสระนั้นออก โดยจะไม่นำตัวแปรนั้นมาพิจารณาในการคัดเลือกเพื่อสร้างแบบจำลองอีก

1.3 คัดเลือกตัวแปรอิสระที่ทำให้ค่า Log-Likelihood มีค่าสูงขึ้น (จากข้อ 2) นำเข้าเพื่อสร้างแบบจำลอง โดยค่อย ๆ ใส่ตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นทีละคู่ พิจารณาค่า Log-Likelihood ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P - value < 0.100)แล้วค่อยใส่ตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นหรือลดไปเรื่อย ๆจนทำให้แบบจำลองเหมาะสมที่สุด คือมีค่า Log-Likelihood มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

1.4 พิจารณาเครื่องหมายของพารามิเตอร์ว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่ เช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์พบว่า จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนแต่ละชั่วโมงติดลบ หมายถึงถ้ามีจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนแต่ละชั่วโมงน้อยจะทำให้จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 5 นาที มากขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง โดยทำการตัดตัวแปรอิสระที่มีเครื่องหมายไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงออกแล้วทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่อีกครั้ง

2. การทดสอบ Goodness of Fit

ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี จะพิจารณาจากค่าสถิติ Deviance, Pearson Chi-Square, Log-Likelihood and Akaike's Information Criterion (AIC) เพื่อทดสอบความคลาดเคลื่อนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การประยุกต์ใช้แบบจำลองและตรวจสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Over dispersion Effect) ดังนี้

2.1 Deviance ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกระจายตัวแปรตอบสนองมีค่าสูงทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี เมื่อค่า Deviance มีค่าสูงและค่า Deviance หารด้วย Degree of Freedom มีค่า

มากกว่า 1 หมายถึงแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect)

$$\frac{D^m}{DF} = \frac{D^m}{N-K} \tag{3.3}$$

ค่า Degree of Freedom (DF) สามารถหาได้จากผลต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกต (Observeation, N) กับ จำนวนพารามิเตอร์ (K)

2.2 Pearson Chi-Square ค่าที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง แสดงให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนของการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต่างจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทดสอบได้โดยการนำค่า Pearson Chi-Square หารด้วย Degree of Freedom หากพบว่ามีค่ามากกว่า 1 หมายถึง รูปแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect) หรือ รูปแบบจำลองไม่เหมาะสมต่อการนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

$$\frac{x^2}{DF} = \frac{x^2}{N-K} \tag{3.4}$$

ค่า Degree of Freedom (DF) สามารถหาได้จากผลต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกต (Overdispersion, N) กับ จำนวนพารามิเตอร์ (K)

2.3 Log-Likelihood ค่าที่แสดงให้ทราบว่า แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากหรือน้อยเพียงใด ถ้าค่า Log-Likelihood มีค่าสูง หมายถึงแบบจำลองมีความสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี (ปฏิวัติ, 2550) ได้อ้างงานวิจัยของ (Miau et. Al, 1992) ว่า ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนว่าค่า Log Likelihood ค่าใดที่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นค่ามาตรฐาน แต่มีการสรุปโดยอ้างอิงค่า Log-Likelihood กล่าวคือแบบจำลองที่สามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุดคือแบบจำลองที่มีค่า Log-Likelihood สูงสุด นั่นคือ ยิ่งค่า Log-Likelihood มากยิ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

2.4 Akaike's Information Criterion (AIC) ตัวสถิติที่ช่วยในการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยไม่มีการพิจารณาระดับนัยสำคัญ (Level of Significances) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการให้แบบจำลองการถดถอยมีตัวแปรอิสระน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากความแปรปรวนของตัวแปรตามจะมากขึ้นถ้าจำนวนตัวแปรอิสระมีมาก ดังนั้นวิธีการหาจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจะทำให้การคำนวณค่าตัวแปรตามมีความแม่นยำ

และในขณะเดียวกันจะไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนของตัวแปรตามเนื่องจากแบบจำลองมีตัวแปรอิสระมากเกินไปแบบจำลองยิ่งมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด

3.5 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำค่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โดยใช้ Multiple linear regression Poisson regression และ Negative binomial regression

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้ ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษา

4.1.1 ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นเวลา 5 วัน ตั้งแต่เวลา 7.30น. – 19.30 น. โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ 4 วัน เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง และใช้ข้อมูลการสำรวจ 1 วัน เป็นข้อมูลเพื่อใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง โดยแบ่งโซนการสำรวจออกเป็น 2 โซน ข้อมูลทั้งหมดแสดงไว้ในภาคผนวก ก

- ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โซน A และโซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.1,4.2 และรูปภาพที่ 4.1,4.2 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน A ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

วันสำรวจ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	0.00	52.00	9.72	14.60
2	0.00	53.00	10.60	15.18
3	0.00	60.00	8.91	13.78
4	0.00	67.00	13.20	19.34
ค่าเฉลี่ย	0.00	58.00	10.61	15.73

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

วันสำรวจ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	0.00	66.00	13.81	16.10
2	0.00	66.00	12.70	14.48
3	0.00	70.00	13.41	16.10
4	0.00	61.00	11.60	14.06
ค่าเฉลี่ย	0.00	65.75	12.88	15.18

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของการใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังนี้ จำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน A แทนจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วกำลังจะเดินทางกลับหอพักด้วยรถขนส่งมวลชน มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 10.61 คนต่อ 15 นาที และจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน B แทนจำนวนนักศึกษาที่เดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือด้วยรถขนส่งมวลชน มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 12.88 คนต่อ 15 นาที จากค่าเฉลี่ยจำนวนการเข้าใช้บริการรถขนส่งมวลชนของทั้งสองโซนมีค่าส่วนต่างเท่ากับ 2.27 จากค่าส่วนต่างอธิบายได้ว่านักศึกษาเดินทางจากโซน A มาโซน B โดยใช้รถขนส่งมวลชน เมื่อเรียนเสร็จจะมีนักศึกษาบางคนที่เลือกใช้รูปแบบการเดินทางรูปแบบอื่นในการเดินทางออกจาก โซน B ตัวอย่างเช่น ให้เพื่อนที่ขับรถยนต์มาเรียนหนังสือไปส่งที่หอพัก เป็นต้น

จากรูปภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในโซน A ซึ่งคอบคลุม กลุ่มอาคารเรียนรวม กลุ่มอาคารเครื่องมือ F1-F7 อาคารสถานีขนส่ง(มทส) อาคารบริหาร จากแผนภูมิแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้ามาใช้บริการรถขนส่งมวลชนแบบมีนัยสำคัญ คือช่วงเวลา 15-30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน

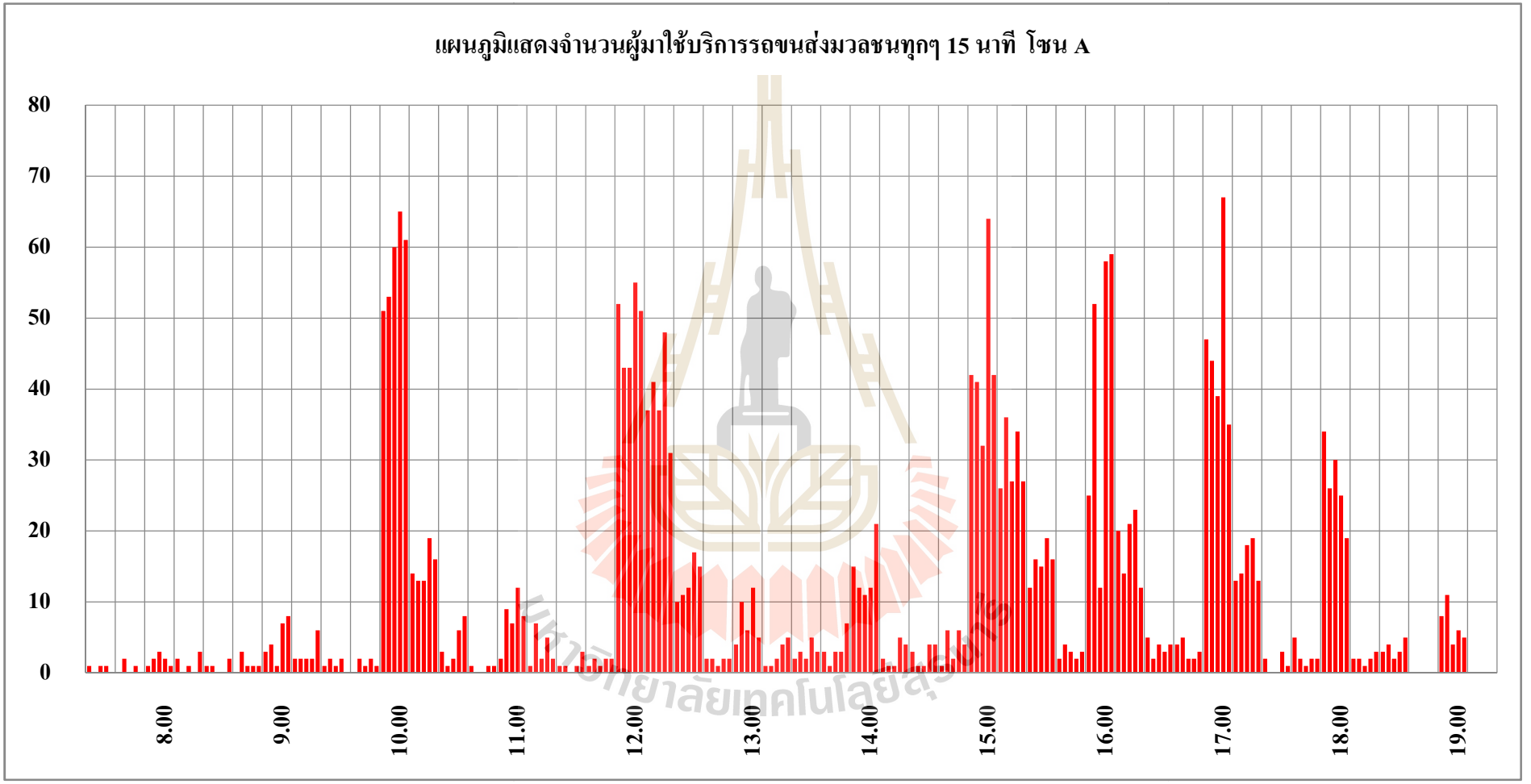
จากรูปภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในโซน B ซึ่งคอบคลุม อาคารหอพักสุรนิเวศ S1-S16 จากแผนภูมิแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้ามาใช้บริการรถขนส่งมวลชนแบบมีนัยสำคัญ คือช่วงเวลา 15-30 นาที ก่อนเริ่มคาบเรียน

- ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โซน A และโซน B ที่ใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.3

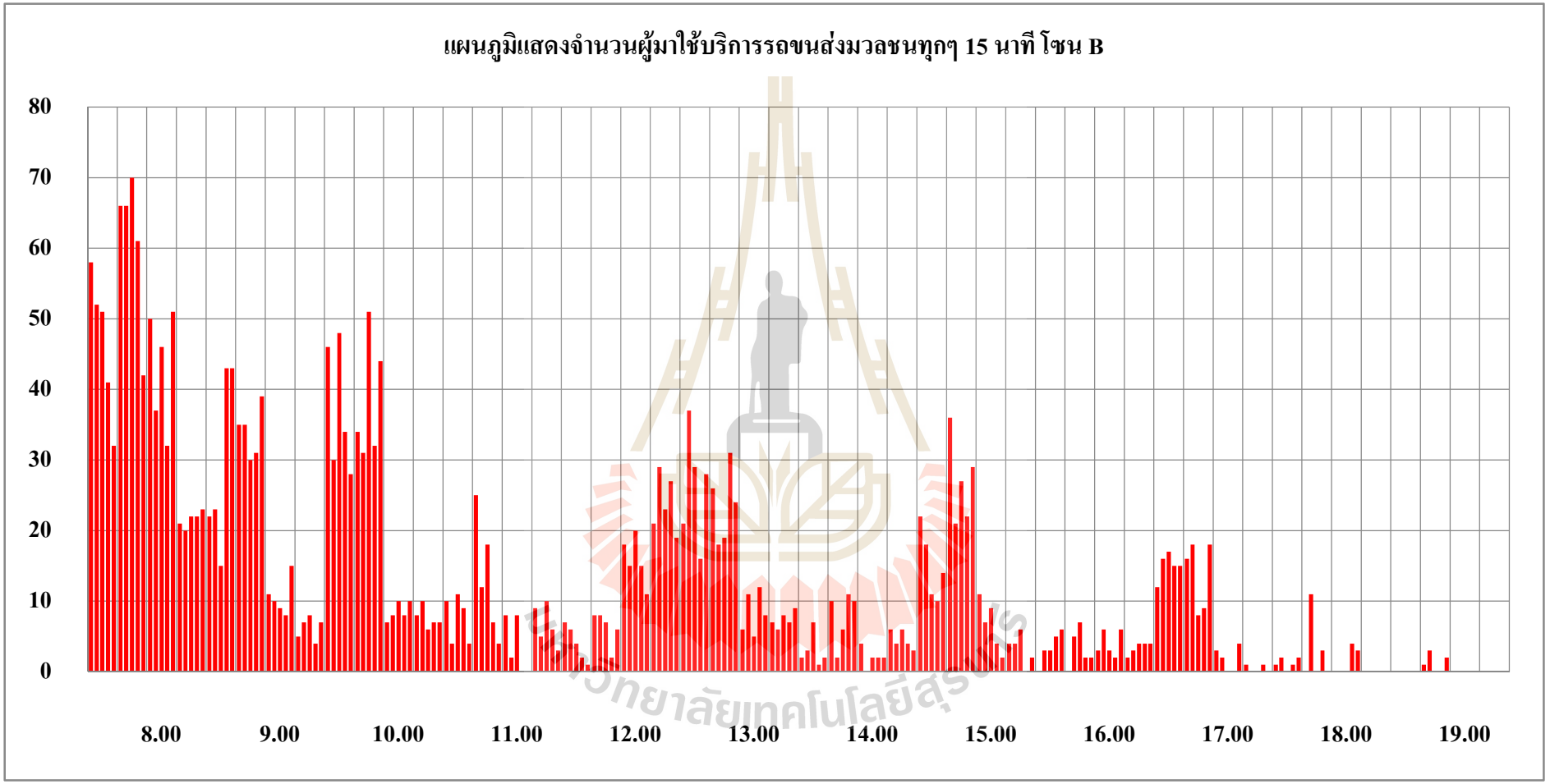
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของโซน A และ โซน B ที่ใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

โซน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	52.00	10.87	15.72
B	0	66.00	13.75	16.53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปภาพที่ 4.1 แสดงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน A



รูปภาพที่ 4.2 แสดงจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน B

4.1.2 ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลแสดงตารางเรียนรายบุคคลของนักศึกษาที่มีชั่วโมงเรียนในวันที่สำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ตัวอย่างข้อมูลจะแสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา

ชุดข้อมูล	นักศึกษาทั้งหมด	เพศ		ชั้นปี			พักในมหาวิทยาลัย
		ชาย	หญิง	1 และ 2	3 และ 4	มากกว่าปี 4	
1	8,643	4,133	4,509	5,416	2,791	435	6,539
2	8,826	4,217	4,609	5,372	2,996	458	6,619
3	8,850	4,242	4,608	5,350	2,999	501	6,656
4	8,003	3,753	4,250	5,047	2,60	353	6,002
5	8,137	3,815	4,322	5,159	2,645	333	6,102
ค่าเฉลี่ย	8454.00	4006.75	4447.25	5232.00	2810.75	411.25	6344.75

4.2 การพัฒนาแบบจำลอง

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรเบื้องต้น

ลักษณะของตัวแปรที่ได้จากการเก็บและรวบรวมข้อมูล ในการศึกษานี้ตัวแปรตามจะใช้ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ของแต่ละโซน ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง และใช้ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษาที่ได้จากฐานข้อมูลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดค่าตัวแปรอิสระ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ แสดงดังตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิตเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Y_A	0	67	10.61	15.73
Y_B	0	70	12.88	15.78
X_{1A}	0	1	0.10	0.29

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X_{1B}	0	1	0.20	0.39
X_{1C}	0	1	0.17	0.37
X_{1D}	0	1	0.33	0.47
X_{2A}	0	1	0.11	0.31
X_{2B}	0	1	0.22	0.41
X_{2C}	0	1	0.13	0.33
X_{2D}	0	1	0.26	0.44
X_{3A}	0	5609	3274.78	1824.28
X_{3B}	0	2732	1541.92	851.87
X_{3C}	0	3139	1732.86	985.32
X_{3D}	0	3752	2087.71	1219.01
X_{3E}	0	1854	1052.94	589.56
X_{3F}	0	284	134.14	76.83
X_{3G}	0	4599	2512.92	1401.03
X_{3H}	0	3702	2153.20	1171.09
X_{4A}	0	4871	1403.96	1533.18
X_{4B}	0	2345	664.69	744.48
X_{4C}	0	2552	739.27	798.75
X_{4D}	0	3238	884.25	1036.52
X_{4E}	0	1897	465.31	481.36
X_{4F}	0	246	54.40	66.89
X_{4G}	0	4213	1131.18	1246.85
X_{4H}	0	3284	914.18	1039.52
X_{5A}	0	4650	138.60	616.50
X_{5B}	0	4650	277.51	849.34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X_{5C}	0	2365	67.67	307.57
X_{5D}	0	2365	135.33	424.25
X_{5E}	0	2285	71.09	309.95
X_{5F}	0	2285	142.18	426.58
X_{5G}	0	3454	93.05	422.76
X_{5H}	0	3454	186.09	583.14
X_{5I}	0	1067	40.68	177.20
X_{5J}	0	1067	81.36	243.87
X_{5K}	0	184	5.03	25.10
X_{5L}	0	184	10.05	34.78
X_{5M}	0	3720	111.76	497.60
X_{5N}	0	3720	223.51	685.64
X_{5O}	0	3603	95.70	440.95
X_{5P}	0	3603	191.41	608.65
X_{6A}	0	4650	138.34	572.10
X_{6B}	0	4650	276.69	784.94
X_{6C}	0	2365	72.03	293.97
X_{6D}	0	2365	140.25	399.43
X_{6E}	0	2285	68.06	281.57
X_{6F}	0	2285	136.44	386.51
X_{6G}	0	3454	94.37	402.16
X_{6H}	0	3454	189.05	552.89
X_{6I}	0	1067	37.49	149.89
X_{6J}	0	1067	73.59	203.47
X_{6K}	0	231	7.84	31.32

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X_{6L}	0	184	14.03	37.21
X_{6M}	0	3720	108.53	457.98
X_{6N}	0	3720	221.76	629.73
X_{6O}	0	3603	101.33	427.70
X_{6P}	0	3603	202.44	587.42
X_{7A}	0	2734	63.55	326.04
X_{7B}	0	2734	127.09	452.20
X_{7C}	0	1351	29.52	152.37
X_{7D}	0	1351	59.04	211.39
X_{7E}	0	1383	34.03	174.47
X_{7F}	0	1383	68.05	241.97
X_{7G}	0	1855	41.36	211.21
X_{7H}	0	1855	82.72	292.89
X_{7I}	0	959	20.55	113.07
X_{7J}	0	959	41.10	157.23
X_{7K}	0	74	1.64	9.22
X_{7L}	0	74	3.27	12.84
X_{7M}	0	2159	50.29	258.78
X_{7N}	0	2159	100.57	358.95
X_{7O}	0	1723	40.15	198.46
X_{7P}	0	1723	80.29	274.83
X_{8A}	0	1494	65.03	252.37
X_{8B}	0	1494	130.06	344.79
X_{8C}	0	799	33.05	127.32
X_{8D}	0	799	66.10	173.85

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X_{8E}	0	798	31.98	126.26
X_{8F}	0	798	63.96	172.70
X_{8G}	0	1115	44.37	182.71
X_{8H}	0	1115	88.74	250.61
X_{8I}	0	353	17.73	61.40
X_{8J}	0	353	35.47	83.11
X_{8K}	0	142	2.93	13.47
X_{8L}	0	142	5.85	18.60
X_{8M}	0	1240	52.03	202.81
X_{8N}	0	1240	104.06	277.17
X_{8O}	0	1216	48.41	189.95
X_{8P}	0	1216	96.82	259.72

จากตารางที่ 4.5 พบว่าจำนวนผู้มาใช้บริการขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในโซน A และโซน B มีจำนวนมากสุด 67 คน และ 70 คน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการทุกๆ 15 นาที ตั้งแต่เวลา 7.30น.-19.30น. มีจำนวน 10.61 คน และ 12.88 คน ตามลำดับ จากค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการทุกๆ 15 นาที ที่มีค่าใกล้เคียงกันของโซน A และ โซน B ทำให้ทราบถึงความสอดคล้องของจำนวนผู้ใช้รถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัย เนื่องจากจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน A แทนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วกำลังจะเดินทางกลับที่พัก และจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน B แทนนักศึกษาที่เดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียน

4.2.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก ค และ ง ตามลำดับ แต่ผู้ศึกษาได้สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร แสดงดังตาราง 4.6 และ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม / ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน
Y_A	X_{2A} ,X_{2B}
	X_{4A} , X_{4B} , $X4_C$, X_{4D} , X_{4E} , X_{4F} , X_{4G} , X_{4H}
	X_{7A} , X_{7B} , X_{7C} ,X_{7D} ,X_{7E}, X_{7F} ,X_{7G} ,X_{7H} , X_{7I}, X_{7J} , X_{7K} , X_{7L} , X_{7M} , X_{7N} , X_{7O} , X_{8P}
	X_{8A} , X_{8B} , X_{8C} , X_{8D} , X_{8E} , X_{8F} , X_{8G} , X_{8H} , X_{8I} , X_{8J} , X_{8K} , X_{8L} , X_{8M} , X_{8N} X_{8O} , X_{8P}
Y_B	X_{1A},X_{1B},X_{1C},X_{1D}
	X_{3A} , X_{3B} , X_{3C} , X_{3D} , X_{3E} , X_{3F} , X_{3G} , X_{3H}
	X_{5A} , X_{5B} , X_{5C} ,X_{5D} ,X_{5E}, X_{5F} ,X_{5G} ,X_{5H} , X_{5I}, X_{5J} , X_{5K} , X_{5L} , X_{5M} , X_{5N} , X_{5O} , X_{8P}
	X_{6A} , X_{6B} , X_{6C} , X_{6D} , X_{6E} , X_{6F} , X_{6G} , X_{6H} , X_{6I} , X_{6J} , X_{6K} , X_{6L} , X_{6M} , X_{6N} X_{6O} , X_{6P}

จากตารางที่ 4.6 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90% และ 95% มีรายละเอียดดังนี้

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ที่โซน A (Y_A) สามารถแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระได้ดังนี้ กลุ่มตัวแปร X_2 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง ช่วงเวลา 15-30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียน กลุ่มตัวแปร X_4 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง กลุ่มตัวแปร X_7 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. กลุ่มตัวแปร X_8 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. จากกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กล่าวไว้นั้น บ่งบอกถึงจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จและมีแนวโน้มที่จะเดินทางออกจากโซน A เนื่องจากโซน A เป็นโซนกลุ่มอาคารเรียนรวม กลุ่มอาคารเครื่องมือ ทำให้มีแนวโน้มเกิดการเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อไปทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อหรือกลับหอพัก

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ที่โซน B (Y_B) สามารถแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระได้ดังนี้ กลุ่มตัวแปร X_1 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง ช่วงเวลา 15-30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียน กลุ่มตัวแปร X_3 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง กลุ่มตัวแปร X_5 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. กลุ่มตัวแปร X_6 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม. จากกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กล่าวไว้นั้น บ่งบอกถึงจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนและมีแนวโน้มที่จะเดินทางออกจากโซน B เนื่องจากโซน B เป็นโซนกลุ่มอาคารหอพักนักศึกษาทำให้มีแนวโน้มเกิดการเดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

ตารางที่ 4.7 แสดงตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กัน
X_1	X_{1A},X_{1B},X_{1C},X_{1D}
X_2	X_{2A},X_{2B},X_{2C},X_{2D}
X_3	X_{3A} , X_{3B} , X_{3C} , X_{3D} , X_{3E} , X_{3F} , X_{3G} , X_{3H}
X_4	X_{4A} , X_{4B} , $X4_C$, X_{4D} , X_{4E} , X_{4F} , X_{4G} , X_{4H}
X_5	X_{5A} , X_{5B} , X_{5C} ,X_{5D} ,X_{5E}, X_{5F} ,X_{5G} ,X_{5H} , X_{5I}, X_{5J} , X_{5K} , X_{5L} , X_{5M} , X_{5N} , X_{5O} , X_{8P}
X_6	X_{6A} , X_{6B} , X_{6C} , X_{6D} , X_{6E} , X_{6F} , X_{6G} , X_{6H} , X_{6I} , X_{6J} , X_{6K} , X_{6L} , X_{6M} , X_{6N} X_{6O} , X_{6P}
X_7	X_{7A} , X_{7B} , X_{7C} ,X_{7D} ,X_{7E}, X_{7F} ,X_{7G} ,X_{7H} , X_{7I}, X_{7J} , X_{7K} , X_{7L} , X_{7M} , X_{7N} , X_{7O} , X_{8P}
X_8	X_{8A} , X_{8B} , X_{8C} , X_{8D} , X_{8E} , X_{8F} , X_{8G} , X_{8H} , X_{8I} , X_{8J} , X_{8K} , X_{8L} , X_{8M} , X_{8N} X_{8O} , X_{8P}

จากตารางที่ 4.7 แสดงถึงผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับ ตัวแปรอิสระพบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นำมาพิจารณาพร้อมกันโดยจะเลือกพิจารณาเพียงตัวแปรที่มีผลทำให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากที่สุด

4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โดยใช้ Multiple linear regression

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที เมื่อนำปัจจัย

ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ในรูปแบบจำลองการถดถอยพหุคูณได้ผลการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Multiple linear regression

Model / Variable	Multiple linear regression
Constant	4.963(0.000)
X_{4A}	0.002(0.000)
X_{7B}	0.009(0.000)
X_{8B}	0.015(0.009)
R^2	0.388
F	39.666
Sum of Squares	18563.607

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Multiple linear regression พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อ จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ของโซน A ได้แก่ จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง(X_{4A}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.(X_{7B}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.(X_{8B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของโซน A ไปในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ เนื่องจากโซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือหลังจากที่นักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.388 ซึ่งมีค่าค่อนข้างน้อยอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที โซน A แสดงดังสมการที่ 4.1

$$Y_A = 4.963 + 0.002X_{4A} + 0.009X_{7B} + 0.015X_{8B} + 0.304\ X_{7J} \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่ง มวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Multiple linear regression

Model / Variable	Multiple linear regression
Constant	7.252(0.000)
X_{1B}	14.057(0.000)
X_{6B}	0.008(0.000)
R^2	0.502
F	95.077
Sum of Squares	21402.354

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Multiple linear regression พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อ จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ของโซน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.(X_{6B}) ตัวแปรทั้งหมดนี้ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนในเชิงบวก

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.502 ซึ่งมีค่ากลางๆอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที โซน B แสดงดังสมการที่ 4.2

$$Y_B = 7.252 + 14.057X_{1B} + 0.008\ X_{6B} \qquad (4.2)$$

4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที เมื่อนำปัจจัย

ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ ในรูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองและในรูปแบบจำลองการถดถอยทวินมเชิงลบ ได้ผลการพัฒนาแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Poisson regression

Model / Variable	Poisson Regression Model
Intercept	0.959(0.000)
X_{1B}	0.286(0.001)
X_{1D}	0.274(0.000)
X_{2B}	2.456(0.000)
X_{2D}	0.767(0.000)
X_{8B}	0.0002(0.028)
Deviance	1004.000
Degree of Freedom (DF)	118
Deviance/ Degree of Freedom (DF)	5.547

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Poisson regression พบว่า ปัจจัยที่มีจำนวนผู้มาใช้บริการ ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน(X_{1D}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{2B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน(X_{2D}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.(X_{8B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A ในเชิงบวก

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพัวซอง พบว่าค่าสถิติ Deviance/DF เท่ากับ 5.547 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองไม่มีความเหมาะสมกับข้อมูล คือ เกิดปัญหาเนื่องจากการกระจายของตัวแปร

ตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้อาจเกิดการคลาดเคลื่อน ดังนั้นแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A จึงเลือกใช้รูปแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อทำนายจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ15 นาที ของโซน A มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Negative binomial regression

Model / Variable	Negative Binomial Regression Model
Intercept	0.549(0.000)
X_{1B}	0.286(0.001)
X_{1D}	0.274(0.000)
X_{2B}	2.456(0.000)
X_{2D}	0.767(0.000)
X_{8B}	0.000315(0.028)
Deviance	95.284
Pearson Chi-Square	92.119
Log-Likelihood	-112.739
Akaike's Information Criterion (AIC)	197.778

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A โดยใช้ Negative binomial regression พบว่า ปัจจัยที่มีจำนวนผู้มาใช้บริการ ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน(X_{1D}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{2B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน(X_{2D}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.(X_{8B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผล

ต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A ในเชิงบวก แสดงดังสมการที่ 4.3

$$Y_A = EXP\ (0.549 + 0.286X_{1B} + 0.274X_{1D} + 2.456\ X_{2B} + 0.767X_{2D} + 0.000315X8_B) \qquad (4.3)$$

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Poisson regression

Variable \ Model	Poisson Regression Model
Intercept	2.141(0.000)
(Intercept)	0.506(0.000)
X_{1B}	1.664(0.000)
X_{1D}	0.515(0.000)
X_{3A}	0.0002(0.000)
X_{5B}	0.001(0.000)
X_{6B}	0.001(0.008)
Deviance	1226.36
Degree of Freedom (DF)	184
Deviance/ Degree of Freedom (DF)	6.665

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Poisson regression พบว่า ปัจจัยที่มีช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน (X_{1D}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง(X_{3A}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. (X_{5B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของ โซน B ในเชิงบวก จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบ

เรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.(X_{6B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B ในเชิงลบ

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพัวซอง พบว่าค่าสถิติ Deviance/DF เท่ากับ 6.665 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองไม่มีความเหมาะสมกับข้อมูล คือ เกิดปัญหาเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้อาจเกิดการคลาดเคลื่อน ดังนั้นแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B จึงเลือกใช้รูปแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อทำนายจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Negative binomial regression

Variable \ Model	Negative Binomial Regression Model
(Intercept)	-0.148(0.539)
X_{1B}	1.585(0.000)
X_{1D}	0.407(0.032)
X_{3A}	0.0003(0.000)
X_{5B}	0.001(0.005)
Deviance	85.126
Pearson Chi-Square	82.429
Log-Likelihood	-99.887
Akaike's Information Criterion (AIC)	212.615

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B โดยใช้ Negative binomial regression พบว่า ปัจจัยที่มีจำนวนผู้มาใช้บริการ ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน(X_{1D}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่

ละชั่วโมง(X_{3A}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.(X_{5B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B ในเชิงบวก แสดงดังสมการที่ 4.4

$$Y_B = EXP(-0.148 + 1.585X_{1B} + 0.407X_{1D} + 0.0003X_{3A} + 0.001X_{5B}) \quad (4.4)$$

4.3 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากที่ผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง โดยนำค่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
7:30:00-7:44:59	1	4.96	1.95
7:45:00-7:59:59	1	4.96	1.95
8:00:00-8:14:59	1	4.96	4.33
8:15:00-8:29:59	2	4.96	4.33
8:30:00-8:44:59	1	4.96	4.43
8:45:00-8:59:59	0	4.96	4.43
9:00:00-9:14:59	3	5.33	13.64
9:15:00-9:29:59	2	5.33	13.64
9:30:00-9:44:59	1	5.35	5.20
9:45:00-9:59:59	0	4.96	1.00
9:45:00-9:59:59	0	5.35	5.20
10:00:00-10:14:59	51	9.34	41.74
10:15:00-10:29:59	14	9.34	41.74

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative binomial regression
10:30:00-10:44:59	3	9.34	3.92
10:45:00-10:59:59	1	9.34	3.92
11:00:00-11:14:59	2	5.54	13.03
11:15:00-11:29:59	1	5.54	13.03
11:30:00-11:44:59	1	5.54	4.97
11:45:00-11:59:59	1	5.54	4.97
12:00:00-12:14:59	52	9.48	13.58
12:15:00-12:29:59	37	9.48	13.58
12:30:00-12:44:59	10	9.51	3.30
12:45:00-12:59:59	2	9.51	3.30
13:00:00-13:14:59	4	5.39	9.70
13:15:00-13:29:59	1	5.39	9.70
13:30:00-13:44:59	2	5.39	3.70
13:45:00-13:59:59	3	5.39	3.70
14:00:00-14:14:59	15	5.09	9.95
14:15:00-14:29:59	2	5.09	9.95
14:30:00-14:44:59	3	5.09	3.79
14:45:00-14:59:59	1	5.35	5.20
15:00:00-15:14:59	0	5.35	5.20
15:15:00-15:29:59	51	9.34	41.74
15:30:00-15:44:59	14	9.34	41.74
15:45:00-15:59:59	1	5.09	3.79
16:00:00-16:14:59	42	6.74	46.51
16:15:00-16:29:59	26	6.74	46.51

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative binomial regression
16:30:00-16:44:59	12	6.74	4.36
16:45:00-16:59:59	2	6.74	4.36
17:00:00-17:14:59	25	6.47	29.40
17:15:00-17:29:59	20	6.47	29.40
17:30:00-17:44:59	5	6.47	2.76
17:45:00-17:59:59	4	6.47	2.76
18:00:00-18:14:59	47	7.98	15.87
18:15:00-18:29:59	13	7.98	15.87
18:30:00-18:44:59	2	7.98	1.49
18:45:00-18:59:59	5	7.98	1.49
19:00:00-19:14:59	34	5.13	3.68
19:15:00-19:29:59	2	5.13	3.68
ค่าเฉลี่ย	10.87	6.38	10.13

จากตารางที่ 4.14 แสดงผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกๆ 15 นาที ในโซน A พบว่า จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของข้อมูลจริงมีค่าเฉลี่ย 10.87 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Negative Binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 คนต่อ 15 นาที จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression

ตารางที่ 4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
7:30:00-7:44:59	58	47.00	41.00
7:45:00-7:59:59	66	53.00	35.00
8:00:00-8:14:59	50	7.25	40.00
8:15:00-8:29:59	21	2.00	20.00
8:30:00-8:44:59	22	7.25	18.00
8:45:00-8:59:59	35	7.25	32.00
9:00:00-9:14:59	4	2.00	7.15
9:15:00-9:29:59	5	7.25	7.15
9:30:00-9:44:59	46	21.31	44.00
9:45:00-9:59:59	34	21.31	40.11
10:00:00-10:14:59	7	7.25	1.00
10:15:00-10:29:59	4	7.25	0.00
10:30:00-10:44:59	10	10.00	35.00
10:45:00-10:59:59	25	21.33	37.00
11:00:00-11:14:59	8	7.25	6.78
11:15:00-11:29:59	9	7.25	6.78
11:30:00-11:44:59	7	7.47	10.94
11:45:00-11:59:59	8	7.47	10.94
12:00:00-12:14:59	18	7.25	11.00
12:15:00-12:29:59	21	7.25	20.00
12:30:00-12:44:59	21	31.34	22.00
12:45:00-12:59:59	26	31.34	25.00
13:00:00-13:14:59	6	7.25	4.76
13:15:00-13:29:59	1	7.25	4.76
13:30:00-13:44:59	2	10.21	7.18

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
13:45:00-13:59:59	36	34.49	27.46
14:00:00-14:14:59	2	7.25	5.80
14:15:00-14:29:59	2	7.25	5.80
14:30:00-14:44:59	7	8.34	9.12
14:45:00-14:59:59	11	8.34	9.12
15:00:00-15:14:59	5	7.25	3.36
15:15:00-15:29:59	2	7.25	3.36
15:30:00-15:44:59	12	11.78	11.00
15:45:00-15:59:59	16	11.78	14.00
16:00:00-16:14:59	3	7.25	1.61
16:15:00-16:29:59	1	7.25	1.61
16:30:00-16:44:59	1	7.83	2.42
16:45:00-16:59:59	0	7.83	1.00
17:00:00-17:14:59	0	7.25	1.50
17:15:00-17:29:59	0	7.25	1.00
17:30:00-17:44:59	0	7.56	2.19
17:45:00-17:59:59	1	7.56	0.00
18:00:00-18:14:59	0	7.25	1.32
18:15:00-18:29:59	0	7.25	1.32
18:30:00-18:44:59	36	34.49	27.46
18:45:00-18:59:59	2	7.25	5.80
19:00:00-19:14:59	2	7.25	5.80
19:15:00-19:29:59	7	8.34	9.12
ค่าเฉลี่ย	13.75	12.18	13.23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกๆ 15 นาที ในโซน B พบว่า จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของข้อมูลจริงมีค่าเฉลี่ย 13.75 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.18 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Negative Binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.23 คนต่อ 15 นาที จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในแต่ละโซน รวมถึงพัฒนาเป็นแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โดยอาศัยข้อมูลที่ทำการสำรวจและข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15-30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15-30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม. จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. ในการศึกษานี้ใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพัวซองซึ่งการถดถอยแบบพัวซองได้ทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Test) พบว่า ตัวแปรตอบสนองมีการกระจายที่สูง (Overdispersion Effect) ส่งผลให้ไม่เหมาะสมกับวิธีการวิเคราะห์ดังนั้นจึงใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ มาพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลอง มีขั้นตอนในการพัฒนาแบบจำลอง ดังนี้ คือ ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ หาแนวโน้มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยังถูกทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระใดๆมีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นำตัวแปรนั้นมาพิจารณาพร้อมกันเนื่องจากถ้านำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงอาจส่งผลให้แบบจำลองมีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือเครื่องหมายหน้าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับความเป็นจริงผล

5.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง

5.1.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง ความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาทีโดยใช้ Multiple linear regression

แบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาทีได้พัฒนาขึ้นด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธี Multiple linear regression โดยพิจารณาจำนวนคนมาใช้บริการขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที เป็นตัวแปรตาม ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาตัวแปรที่ดีที่สุดเข้าแบบจำลอง ผลการสร้างแบบจำลองพบว่า

ปัจจัยที่มีผลต่อ จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ของโซน A ได้แก่ จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง(X_{4A}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.(X_{7B}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.(X_{8B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของโซน A ไปในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ว่าเนื่องจาก โซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ หลังจากที่นักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.388 ซึ่งมีค่าค่อนข้างน้อยอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีความแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A แสดงดังสมการที่ 5.1

$$Y_A = 4.963 + 0.002X_{4A} + 0.009X_{7B} + 0.015X_{8B} + 0.304\,X_{7J} \quad (5.1)$$

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที ของโซน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน(X_{1B}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.(X_{6B}) ตัวแปรทั้งหมดนี้ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนในเชิงบวก

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R2) เท่ากับ 0.502 ซึ่งมีค่ากลางๆอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ทุกๆ 15 นาที โซน B แสดงดังสมการที่ 5.2

$$Y_B = 7.252 + 14.057X_{1B} + 0.008\,X_{6B} \quad (5.2)$$

5.1.2 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง ความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาทีโดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression

แบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ของทั้ง 2 โซน เริ่มจากสร้างแบบจำลองโดยใช้รูปแบบการถดถอยแบบพัวซองและทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนองมี (Overdispersion Test) พบว่า การกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) รูปแบบการถดถอยแบบพัวซองไม่เหมาะสมต่อการนำมาคาดการณ์อุบัติเหตุและความรุนแรงผลการทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Test) แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Test)

ข้อมูล	โซน	
	A	B
Deviance	1004.001	1226.364
Degree of Freedom(DF)	118	184
Deviance/ Degree of Freedom (DF)	5.547	6.6650

จากตารางที่ 5.1 พบว่า ค่าทดสอบ Deviance/ Degree of Freedom (DF) มีค่ามากกว่า 1 ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองไม่เหมาะสมต่อการนำมาพัฒนาแบบจำลอง เนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) แนวทางแก้ปัญหา คือ นำรูปแบบทวินามเชิงลบมาพัฒนาแบบจำลองแทน

การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้รูปแบบการถดถอยแบบทวินามเชิงลบและวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดสอบ Goodness of Fit แสดงดังตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ

ข้อมูล	โซน	
	A	B
Intercept	0.549(0.000)	-0.148(0.539)
X_{1B}	0.286(0.001)	1.585(0.000)
X_{1D}	0.274(0.000)	0.407(0.032)
X_{2B}	2.456(0.000)	-
X_{2D}	0.767(0.000)	-

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ (ต่อ)

ข้อมูล	โซน	
	A	B
X_{3A}	-	0.0003(0.000)
X_{5B}	-	
X_{8B}	0.000315(0.028)	0.001(0.005)

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit

ข้อมูล	โซน	
	A	B
Deviance	95.284	85.126
Pearson Chi-Square	92.119	82.429
Log-Likelihood	-112.739	-99.887
AIC	197.778	212.615

จากตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit) พบว่า

- ค่า Deviance และ ค่า Person Chi-Square คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวแปรตอบสนองมาก ทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากค่าความเป็นจริงมาก จากตารางที่ 5.3 พบว่าค่า Deviance และ ค่า Person Chi-Square ของแบบจำลองโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง
- ค่า Log Likelihood ค่าแสดงที่ให้ทราบว่า แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้ดีเพียงใด ถ้าค่า Log Likelihood มีค่าสูง แสดงว่าแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี จากตารางที่ 5.3 พบว่าค่า Log Likelihood แบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง
- ค่า Akaike's Information Criterion (AIC) คือ ค่าการพิจารณาแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้ในการทำนาย ถ้าแบบจำลองมีค่า AIC น้อย ๆ แบบจำลองนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด จากการเปรียบเทียบแบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit ของแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A และโซน B สรุปผลได้ว่า แบบจำลองทั้งสองแบบจำลองสามารถใช้พยากรณ์ความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ซึ่งจะมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน

5.2 สรุปผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากที่ผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง โดยผลจะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน A	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
ค่าเฉลี่ย	9.53	6.38	10.13
	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที โซน B	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
ค่าเฉลี่ย	13.65	12.18	13.23

จากการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองพบว่า แบบจำลอง โซน A และโซน B ที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลอง มีความแม่นยำ มากกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression ในการพัฒนาแบบจำลอง ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำ เพื่อใช้พยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน แสดงในรูปสมการ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ ดังนี้

สมการพยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกๆ 15 นาที โซน A แสดงดังสมการที่ 5.3

$$Y_A = EXP(0.549 + 0.286X_{1B} + 0.274X_{1D} + 2.456\,X_{2B} + 0.767X_{2D} + 0.000315X_{8B}) \quad (5.3)$$

สมการพยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกๆ 15 นาที โซน B แสดงดังสมการที่ 5.4

$$Y_B = EXP(-0.148 + 1.585X_{1B} + 0.407X_{1D} + 0.0003X_{3A} + 0.001X_{5B}) \quad (5.4)$$

5.3 สรุปผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษา สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลจำนวนคนใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถสรุปได้ดังนี้

- ช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ โซน B เป็นที่ตั้งของหอพักนักศึกษา ทำให้เกิดการเดินทางของนักศึกษาที่ต้องเดินทางออกมาเรียน ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางมาเรียนของนักศึกษา
- ช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที นาที มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A โซน A เป็นที่ตั้งของกลุ่มอาคารเรียนรวม อาคารปฏิบัติการเครื่องมือ หลังจากนักศึกษาเรียนเสร็จจะเกิดการเดินทางออกจากโซน A เพื่อไปทำธุระอื่นๆ หรือกลับหอพัก(โซน B) ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที เป็นช่วงเวลาที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางออกจาก โซน A ไปยังที่อื่น
- จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ โซน B เป็นที่ตั้งของ หอพักนักศึกษา เมื่อนักศึกษามีวิชาเรียนจึงต้องเดินทางจากโซน B ไปยัง โซน A เพื่อไปเรียน
- จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่จะเดินทางในช่วงเวลา 15-30 นาที เพื่อมาเรียนหนังสือ
- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จ มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุกๆ 15 นาที ของโซน A อธิบายได้ดังนี้ ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่จะเดินทางในช่วงเวลา 15-30 นาที หลังที่เรียนเสร็จ เพื่อเดินทางออกจากโซน A

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

การพัฒนาแบบจำลองในการศึกษานี้ ยังคงประกอบไปด้วยข้อจำกัดหลายประการที่ยังต้องการการศึกษาต่อไป ดังนี้

1. การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนนักศึกษาที่ใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพียงปัจจัยที่เกี่ยวกับช่วงเวลาเรียน และจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภายในมหาวิทยาลัย เช่น ปัจจัยที่ส่งผลให้เลือกใช้รูปแบบการเดินทางอื่นๆ ปัจจัยด้านกิจกรรมต่างๆ ของประชากรในมหาวิทยาลัยที่ทำให้เกิดการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเป็นต้น

2. การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาแบบจำลองคาดการณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพียงอย่างเดียวในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการศึกษารูปแบบการเดินทางภายในมหาลัยในรูปแบบอื่นๆเพิ่มเติม

3. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อประยุกต์ใช้ผลจากแบบจำลองจัดตารางการเดินรถขนส่งมวลชนให้เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา, (2546), **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล.** กรุงเทพฯ : สำนักงานพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรพันธ์ ทัพขวา, (2550), **อัตราการเกิดการเดินทางสำหรับโรงเรียนอนุบาลและโรงเรียนประถมศึกษา**. ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, (2551), **การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

ธีรยสถ์ ปานกลาง, (2548), **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้รถโดยสารประจำทางภายใต้การกำกับดูแลขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ในกรุงเทพมหานคร**.ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นันท์ธวัช เสถียรนาม, (2551), **การคัดเลือกปัจจัยที่อธิบายตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์การเกิดการเดินทาง : กรณีศึกษาเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น.** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด, (2547), **วิธีการทางสถิติสาหรับการวิจัย เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ปฏิวัติ ฤทธิเดช, (2550), **แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนนบนถนน 2 ช่องจราจรในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ภัทริณี คงชู, (2551), **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมษา ทิพเวช, (2555), **แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุสำหรับทางหลวงบนภูเขา.** ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศิริชัย พงษ์วิชัย, (2551), **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : วีพรินทร์ (1991).

ศรัญญา แก้วศรี, (2554), **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี**.หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี

อนุภาค เสาร์เสาวภาคย**, (2554), ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์การใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) กรณีศึกษา : กลุ่มวัยรุ่นในจังหวัดเชียงใหม่.**วารสารวิทยาการจัดการ ปีที่ 28 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2554.

Caliendo, Ciro, Guida, Maurizio, and Parisi, Alessandra. (2007). **A crash-prediction model for multilane roads.** Accident Analysis & Prevention**,** 39(4), 657-670. doi: 10.1016/j.aap.2006.10.012

Lalita, Thakali. (2008). Development of accident prediction models for the highway of Thailand. Asian Institute of Technology

Mark P. De Guzman and Crispin Emmanuel Diaz. (2005). **Analysis of Mode Choice Behavior of Students in Exclusive Schools in Metro Manila: The Case of Ateneo De Manila University & Miriam College**. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1116 – 1131.

Poul, Greibe. (2003). **Accident prediction models for urban roads.** Accident Analysis & Prevention, 35(2), 273-285. doi: 10.1016/s0001-4575(02)00005-2

Thirayoot L. Tanissara B. & Chutima C., (2010), Travel behavior of university student who live on campus : A case study of a rural university in Asia , Transport Policy 18 (2011) 163–171

Wang, Chao, Quddus, Mohammed A., and Ison, Stephen G. (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. Accident Analysis & Prevention, 41(4), 798-808. doi: 10.1016/j.aap.2009.04.002

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการ รถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกๆ 15 นาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก 1 แสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน A

เวลา	จำนวน(คน)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
7:30:00-7:44:59	1	0	1	1	0
7:45:00-7:59:59	0	2	0	1	0
8:00:00-8:14:59	1	2	3	2	1
8:15:00-8:29:59	2	0	1	0	3
8:30:00-8:44:59	1	1	0	0	2
8:45:00-8:59:59	0	3	1	1	1
9:00:00-9:14:59	3	4	1	7	8
9:15:00-9:29:59	2	2	2	2	6
9:30:00-9:44:59	1	2	1	2	0
9:45:00-9:59:59	0	2	1	2	1
10:00:00-10:14:59	51	53	60	65	61
10:15:00-10:29:59	14	13	13	19	16
10:30:00-10:44:59	3	1	2	6	8
10:45:00-10:59:59	1	0	0	1	1
11:00:00-11:14:59	2	9	7	12	8
11:15:00-11:29:59	1	7	2	5	2
11:30:00-11:44:59	1	1	0	1	3
11:45:00-11:59:59	1	2	1	2	2
12:00:00-12:14:59	52	43	43	55	51
12:15:00-12:29:59	37	41	37	48	31
12:30:00-12:44:59	10	11	12	17	15
12:45:00-12:59:59	2	2	1	2	2
13:00:00-13:14:59	4	10	6	12	5
13:15:00-13:29:59	1	1	2	4	5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก 1 แสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน A (ต่อ)

เวลา	จำนวน(คน)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
13:30:00-13:44:59	2	3	2	5	3
13:45:00-13:59:59	3	1	3	3	7
14:00:00-14:14:59	15	12	11	12	21
14:15:00-14:29:59	2	1	1	5	4
14:30:00-14:44:59	3	1	1	4	4
14:45:00-14:59:59	1	6	2	6	4
15:00:00-15:14:59	42	41	32	64	42
15:15:00-15:29:59	26	36	27	34	27
15:30:00-15:44:59	12	16	15	19	16
15:45:00-15:59:59	2	4	3	2	3
16:00:00-16:14:59	25	52	12	58	59
16:15:00-16:29:59	20	14	21	23	12
16:30:00-16:44:59	5	2	4	3	4
16:45:00-16:59:59	4	5	2	2	3
17:00:00-17:14:59	47	44	39	67	35
17:15:00-17:29:59	13	14	18	19	13
17:30:00-17:44:59	2	0	0	3	1
17:45:00-17:59:59	5	2	1	2	2
18:00:00-18:14:59	34	26	30	25	19
18:15:00-18:29:59	2	2	1	2	3
18:30:00-18:44:59	3	4	2	3	5
18:45:00-18:59:59	0	0	0	0	0
19:00:00-19:14:59	8	11	4	6	5
19:15:00-19:29:59	0	0	0	0	0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก 2 แสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน B

เวลา	จำนวน(คน)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
7:30:00-7:44:59	58	52	51	41	32
7:45:00-7:59:59	66	66	70	61	42
8:00:00-8:14:59	50	37	46	32	51
8:15:00-8:29:59	21	20	22	22	23
8:30:00-8:44:59	22	23	15	43	43
8:45:00-8:59:59	35	35	30	31	39
9:00:00-9:14:59	11	10	9	8	15
9:15:00-9:29:59	5	7	8	4	7
9:30:00-9:44:59	46	30	48	34	28
9:45:00-9:59:59	34	31	51	32	44
10:00:00-10:14:59	7	8	10	8	10
10:15:00-10:29:59	8	10	6	7	7
10:30:00-10:44:59	10	4	11	9	4
10:45:00-10:59:59	25	12	18	7	4
11:00:00-11:14:59	8	2	8	0	0
11:15:00-11:29:59	9	5	10	6	3
11:30:00-11:44:59	7	6	4	2	1
11:45:00-11:59:59	8	8	7	2	6
12:00:00-12:14:59	18	15	20	15	11
12:15:00-12:29:59	21	29	23	27	19
12:30:00-12:44:59	21	37	29	16	28
12:45:00-12:59:59	26	18	19	31	24
13:00:00-13:14:59	6	11	5	12	8
13:15:00-13:29:59	7	6	8	7	9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก 2 แสดงผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โซน B (ต่อ)

เวลา	จำนวน(คน)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
13:30:00-13:44:59	2	3	7	1	2
13:45:00-13:59:59	10	2	6	11	10
14:00:00-14:14:59	4	0	2	2	2
14:15:00-14:29:59	6	4	6	4	3
14:30:00-14:44:59	22	18	11	10	14
14:45:00-14:59:59	36	21	27	22	29
15:00:00-15:14:59	11	7	9	4	2
15:15:00-15:29:59	4	4	6	0	2
15:30:00-15:44:59	0	3	3	5	6
15:45:00-15:59:59	0	5	7	2	2
16:00:00-16:14:59	3	6	3	2	6
16:15:00-16:29:59	2	3	4	4	4
16:30:00-16:44:59	12	16	17	15	15
16:45:00-16:59:59	16	18	8	9	18
17:00:00-17:14:59	3	2	0	0	4
17:15:00-17:29:59	1	0	0	1	0
17:30:00-17:44:59	1	2	0	1	2
17:45:00-17:59:59	0	11	0	3	0
18:00:00-18:14:59	0	0	0	4	3
18:15:00-18:29:59	0	0	0	0	0
18:30:00-18:44:59	0	0	0	0	0
18:45:00-18:59:59	1	3	0	0	2
19:00:00-19:14:59	0	0	0	0	0
19:15:00-19:29:59	0	0	0	0	0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คนที่	รหัสนักศึกษา	เพศ		สำนักวิชา						ชั้นปี					หักอยู่หอหักของมหาลัย		7.00	7.30	8.00	8.30
		ชาย = 0	หญิง = 1	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยีสังคม	เทคโนโลยีการเกษตร	เภทยศาสตร์	พยาบาลศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	1	2	3	4	มากกว่าปี 4	ไม่หัก = 0	หัก = 1				
1	B4900832	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
2	B4901488	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
3	B4909392		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
4	B4919766	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
5	B4951605	0		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
6	B4951728		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1			1	1
7	B4953029	0		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
8	B5004102	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
9	B5006748	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
10	B5009534	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
11	B5010424		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
12	B5011278	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
13	B5012824	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
14	B5013357		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
15	B5014361	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
16	B5014392	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
17	B5014422		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
18	B5015146	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
19	B5018741	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
20	B5020751	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
21	B5023523	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
22	B5023752	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1			1	1
23	B5025749	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
24	B5026548	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
25	B5028504	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
26	B5028726	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
27	B5044146		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				
28	B5044474	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1				

รูปที่ ข 1 แสดงตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีแบบรายบุคคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม / ตัวแปรอิสระ	Y_A	Y_B
X_{1A}	0.085 (0.239)	0.375** (0.000)
X_{1B}	0.097 (0.181)	0.533** (0.000)
X_{1C}	-0.004 (0.956)	-0.173* (0.017)
X_{1D}	-0.074 (0.309)	-0.229* (0.001)
X_{2A}	0.574** (0.000)	-0.126 (0.081)
X_{2B}	0.406** (0.000)	-0.192** (0.008)
X_{2C}	-0.106 (0.142)	-0.164* (0.023)
X_{2D}	-0.278** (0.000)	-0.227** (0.002)
X_{3A}	-0.104 (0.149)	-0.153* (0.035)
X_{3B}	-0.115 (0.113)	-0.154* (0.033)
X_{3C}	-0.94 (0.193)	-0.150* (0.038)
X_{3D}	-0.109 (0.134)	-0.146* (0.044)
X_{3E}	-0.089 (0.219)	-0.157* (0.029)
X_{3F}	-0.075 (0.304)	-0.106 (0.142)
X_{3G}	-0.101 (0.164)	-0.159* (0.028)
X_{3H}	-0.126 (0.083)	-0.186* (0.010)
X_{4A}	0.0331** (0.000)	-0.101 (0.165)
X_{4B}	0.313** (0.000)	-0.095 (0.190)
X_{4C}	0.344** (0.000)	-0.105 (0.149)
X_{4D}	0.317** (0.000)	-0.099 (0.172)
X_{4E}	0.335** (0.000)	-0.101 (0.162)
X_{4F}	0.262** (0.000)	-0.041 (0.569)
X_{4G}	0.335** (0.000)	-0.106 (0.142)
X_{4H}	0.286** (0.000)	-0.106 (0.144)
X_{5A}	-0.038 (0.601)	0.520** (0.000)
X_{5B}	-0.010 (0.894)	0.663** (0.000)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรตาม / ตัวแปรอิสระ	Y_A	Y_B
X_{5C}	-0.040 (0.582)	0.524** (0.000)
X_{5D}	-0.015 (0.832)	0.665** (0.000)
X_{5E}	-0.036 (0.617)	0.514** (0.000)
X_{5F}	-0.004 (0.956)	0.660** (0.000)
X_{5G}	-0.032 (0.656)	0.518** (0.000)
X_{5H}	-0.007 (0.925)	0.657** (0.000)
X_{5I}	-0.049 (0.502)	0.492** (0.000)
X_{5J}	-0.012 (0.873)	0.642** (0.000)
X_{5K}	-0.048 (0.505)	0.556** (0.000)
X_{5L}	-0.041 (0.571)	0.687** (0.000)
X_{5M}	-0.039 (0.596)	0.515** (0.000)
X_{5N}	-0.010 (0.896)	0.657** (0.000)
X_{5O}	-0.037 (0.609)	0.530** (0.000)
X_{5P}	-0.017 (0.820)	0.666** (0.000)
X_{6A}	-0.004 (0.958)	0.551** (0.000)
X_{6B}	0.001 (0.987)	0.689** (0.000)
X_{6C}	-0.002 (0.983)	0.544** (0.000)
X_{6D}	0.007 (0.924)	0.625** (0.000)
X_{6E}	-0.010 (0.887)	0.550** (0.000)
X_{6F}	-0.005 (0.948)	0.691** (0.000)
X_{6G}	-0.006 (0.930)	0.544** (0.000)
X_{6H}	-0.002 (0.977)	0.689** (0.000)
X_{6I}	-0.008 (0.913)	0.542** (0.000)
X_{6J}	0.002 (0.980)	0.666** (0.000)
X_{6K}	0.017 (0.810)	0.459** (0.000)
X_{6L}	0.047 (0.522)	0.654** (0.000)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรตาม / ตัวแปรอิสระ	Y_A	Y_B
X_{6M}	0.001 (0.988)	0.554** (0.000)
X_{6N}	0.003 (0.970)	0.689** (0.000)
X_{6O}	0.010 (0.891)	0.547** (0.000)
X_{6P}	0.011 (0.880)	0.681** (0.000)
X_{7A}	0.507** (0.000)	-0.009 (0.897)
X_{7B}	0.402** (0.000)	0.002 (0.973)
X_{7C}	0.503** (0.000)	-0.008 (0.917)
X_{7D}	0.397** (0.000)	0.001 (0.993)
X_{7E}	0.508** (0.000)	-0.011 (0.881)
X_{7F}	0.404** (0.000)	0.004 (0.956)
X_{7G}	0.503** (0.000)	-0.011 (0.875)
X_{7H}	0.397** (0.000)	-0.006 (0.931)
X_{7I}	0.486** (0.000)	-0.006 (0.935)
X_{7J}	0.388** (0.000)	0.017 (0.814)
X_{7K}	0.440** (0.000)	0.003 (0.971)
X_{7L}	0.345** (0.000)	0.020 (0.785)
X_{7M}	0.511** (0.000)	-0.009 (0.898)
X_{7N}	0.406** (0.000)	0.002 (0.982)
X_{7O}	0.506** (0.000)	-0.011 (0.876)
X_{7P}	0.398** (0.000)	-0.009 (0.906)
X_{8A}	0.507** (0.000)	-0.006 (0.938)
X_{8B}	0.328** (0.000)	-0.035 (0.627)
X_{8C}	0.517** (0.000)	-0.007 (0.926)
X_{8D}	0.338** (0.000)	-0.033 (0.645)
X_{8E}	0.492** (0.000)	-0.004 (0.952)
X_{8F}	0.314** (0.000)	-0.037 (0.613)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรตาม / ตัวแปรอิสระ	Y_A	Y_B
X_{8G}	0.498** (0.000)	0.001 (0.988)
X_{8H}	0.321** (0.000)	-0.031 (0.670)
X_{8I}	0.493** (0.000)	-0.022 (0.763)
X_{8J}	0.320** (0.000)	-0.043 (0.558)
X_{8K}	0.503** (0.000)	-0.020 (0.783)
X_{8L}	0.325** (0.000)	-0.046 (0.523)
X_{8M}	0.508** (0.000)	-0.005 (0.943)
X_{8N}	0.329** (0.000)	-0.037 (0.614)
X_{8O}	0.526** (0.000)	-0.004 (0.961)
X_{8P}	0.348** (0.000)	-0.029 (0.686)

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{1A}	1	0.667**	-0.148*	-0.234**	-0.004	-0.091	-0.128	-0.117	-0.115	-0.125	-0.104	-0.119	-0.098	-0.095	-0.118	-0.142*
X_{1B}	0.667**	1	-0.222**	-0.351**	-0.090	-0.200**	-0.115	-0.176*	-0.207**	-0.221**	-0.192**	-0.210**	-0.183*	-0.164*	-0.210**	-0.252**
X_{1C}	-0.148*	-0.222**	1	0.632**	-0.022	-0.101	-0.048	-0.042	0.110	0.117	0.103	0.124	0.077	0.059	0.107	0.135
X_{1D}	-0.234**	-0.351**	0.632**	1	-0.106	-0.214**	-0.044	-0.143*	0.227**	0.236**	0.216**	0.245**	0.177*	0.136	0.221**	0.267**
X_{2A}	-0.004	-0.090	-0.022	-0.106	1	0.662**	-0.136	-0.208**	-0.084	-0.094	-0.074	-0.084	-0.082	-0.037	-0.079	-0.068
X_{2B}	-0.091	-0.200**	-0.101	-0.214**	0.662**	1	-0.205**	-0.314**	-0.127	-0.142*	-0.112	-0.127	-0.124	-0.056	-0.119	-0.103
X_{2C}	-0.128	-0.115	-0.048	-0.044	-0.136	-0.205**	1	0.652**	-0.026	-0.030	-0.022	-0.029	-0.012	-0.070	-0.025	-0.054
X_{2D}	-0.117	-0.176*	-0.042	-0.143*	-0.208**	-0.314**	0.652**	1	-0.009	-0.011	-0.006	-0.015	0.015	-0.084	-0.008	-0.050
X_{3A}	-0.115	-0.207**	0.110	0.227**	-0.084	-0.127	-0.026	-0.009	1	0.992**	0.994**	0.986**	0.955**	0.766**	0.995**	0.961**
X_{3B}	-0.125	-0.221**	0.117	0.236**	-0.094	-0.142*	-0.030	-0.011	0.992**	1	0.972**	0.983**	0.935**	0.784**	0.986**	0.970**
X_{3C}	-0.104	-0.192**	0.103	0.216**	-0.074	-0.112	-0.022	-0.006	0.994**	0.972**	1	0.977**	0.960**	0.740**	0.989**	0.940**
X_{3D}	-0.119	-0.210**	0.124	0.245**	-0.084	-0.127	-0.029	-0.015	0.986**	0.983**	0.977**	1	0.894**	0.694**	0.980**	0.967**
X_{3E}	-0.098	-0.183*	0.077	0.177*	-0.082	-0.124	-0.012	0.015	0.955**	0.935**	0.960**	0.894**	1	0.805**	0.952**	0.877**
X_{3F}	-0.095	-0.164*	0.059	0.136	-0.037	-0.056	-0.070	-0.084	0.766**	0.784**	0.740**	0.694**	0.805**	1	0.768**	0.746**
X_{3G}	-0.118	-0.210**	0.107	0.221**	-0.079	-0.119	-0.025	-0.008	0.995**	0.986**	0.989**	0.980**	0.952**	0.768**	1	0.953**
X_{3H}	-0.142*	-0.252**	0.135	0.267**	-0.068	-0.103	-0.054	-0.050	0.961**	0.970**	0.940**	0.967**	0.877**	0.746**	0.953**	1
X_{4A}	0.022	0.047	-0.046	-0.086	0.336**	0.507**	-0.169*	-0.291**	-0.234**	-0.270**	-0.200**	-0.270**	-0.159*	-0.053	-.211**	-0.227**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{1A}	0.022	0.026	0.017	0.025	0.012	0.029	0.021	0.027	0.576**	0.364**	0.568**	0.359**	0.582**	0.368**	0.579**	0.367**
X_{1B}	0.047	0.047	0.047	0.050	0.035	0.053	0.045	0.037	0.426**	0.582**	0.418**	0.572**	0.433**	0.590**	0.420**	0.579**
X_{1C}	-0.046	-0.044	-0.047	-0.060	-0.014	-0.028	-0.046	-0.047	-0.078	-0.126	-0.079	-0.124	-0.078	-0.128	-0.079	-0.126
X_{1D}	-0.086	-0.078	-0.093	-0.104	-0.043	-0.054	-0.085	-0.073	-0.136	-0.199**	-0.134	-0.195**	-0.138	-0.201**	-0.135	-0.198**
X_{2A}	0.336**	0.332**	0.335**	0.319**	0.339**	0.315**	0.336**	0.330**	-0.079	-0.114	-0.077	-0.111	-0.081	-0.116	-0.077	-0.111
X_{2B}	0.507**	0.501**	0.506**	0.482**	0.512**	0.475**	0.507**	0.498**	-0.118	-0.172*	-0.116	-0.168*	-0.120	-0.175*	-0.116	-0.168*
X_{2C}	-0.169*	-0.171*	-0.165*	-0.174*	-0.144*	-0.139	-0.171*	-0.172*	-0.031	-0.050	-0.034	-0.056	-0.029	-0.044	-0.042	-0.060
X_{2D}	-0.291**	-0.294**	-0.284**	-0.290**	-0.265**	-0.255**	-0.292**	-0.294**	-0.052	-0.107	-0.059	-0.114	-0.046	-0.100	-0.063	-0.116
X_{3A}	-0.234**	-0.205**	-0.259**	-0.210**	-0.271**	-0.157*	-0.241**	-0.193**	-0.319**	-0.462**	-0.314**	-0.455**	-0.322**	-0.468**	-0.310**	-0.449**
X_{3B}	-0.270**	-0.246**	-0.290**	-0.244**	-0.308**	-0.201**	-0.274**	-0.235**	-0.328**	-0.476**	-0.323**	-0.468**	-0.332**	-0.482**	-0.318**	-0.462**
X_{3C}	-0.200**	-0.166*	-0.229**	-0.179*	-0.236**	-0.117	-0.210**	-0.155*	-0.306**	-0.444**	-0.302**	-0.437**	-0.309**	-0.448**	-0.298**	-0.433**
X_{3D}	-0.270**	-0.238**	-0.297**	-0.257**	-0.283**	-0.178*	-0.278**	-0.229**	-0.311**	-0.451**	-0.305**	-0.443**	-0.315**	-0.457**	-0.304**	-0.441**
X_{3E}	-0.159*	-0.133	-0.181*	-0.119	-0.236**	-0.105	-0.164*	-0.116	-0.305**	-0.442**	-0.302**	-0.438**	-0.307**	-0.446**	-0.293**	-0.425**
X_{3F}	-0.053	-0.066	-0.041	-0.008	-0.138	-0.104	-0.064	-0.071	-0.292**	-0.423**	-0.289**	-0.419**	-0.293**	-0.426**	-0.279**	-0.404**
X_{3G}	-0.211**	-0.181*	-0.236**	-0.186**	-0.251**	-0.142*	-0.218**	-0.170*	-0.318**	-0.462**	-0.313**	-0.454**	-0.321**	-0.467**	-0.310**	-0.449**
X_{3H}	-0.227**	-0.206**	-0.244**	-0.206**	-0.255**	-0.168*	-0.233**	-0.199**	-0.330**	-0.479**	-0.324**	-0.470**	-0.335**	-0.487**	-0.322**	-0.467**
X_{4A}	1	0.993**	0.994**	0.985**	0.942**	0.883**	0.997**	0.978**	0.061	0.089	0.050	0.072	0.072	0.105	0.056	0.081

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{1A}	0.548**	0.342**	0.535**	0.338**	0.576**	0.364**	0.570**	0.361**	0.561**	0.350**	0.575**	0.351**	0.558**	0.349**	0.550**	0.344**
X_{1B}	0.426**	0.566**	0.389**	0.534**	0.425**	0.581**	0.412**	0.569**	0.404**	0.557**	0.411**	0.556**	0.403**	0.556**	0.399**	0.549**
X_{1C}	-0.073	-0.121	-0.081	-0.119	-0.078	-0.126	-0.076	-0.123	-0.038	-0.106	-0.041	-0.106	-0.036	-0.105	-0.043	-0.107
X_{1D}	-0.131	-0.191**	-0.130	-0.188**	-0.135	-0.198**	-0.132	-0.192**	-0.101	-0.157*	-0.104	-0.157*	-0.100	-0.156*	-0.103	-0.160*
X_{2A}	-0.081	-0.116	-0.070	-0.100	-0.079	-0.113	-0.076	-0.109	-0.085	-0.123	-0.086	-0.123	-0.085	-0.124	-0.082	-0.120
X_{2B}	-0.121	-0.176*	-0.104	-0.150*	-0.118	-0.171*	-0.114	-0.165*	-0.128	-0.186**	-0.129	-0.185*	-0.128	-0.187**	-0.124	-0.180*
X_{2C}	-0.005	-0.022	-0.032	-0.058	-0.032	-0.052	-0.043	-0.065	-0.058	-0.086	-0.066	-0.089	-0.053	-0.083	-0.051	-0.083
X_{2D}	-0.023	-0.080	-0.061	-0.114	-0.055	-0.110	-0.069	-0.123	-0.091	-0.152*	-0.097	-0.153*	-0.088	-0.151*	-0.087	-0.149*
X_{3A}	-0.325**	-0.473**	-.0.302**	-0.436**	-0.319**	-0.463**	-0.304**	-0.440**	-0.277**	-0.404**	-0.267**	-0.401**	-0.279**	-0.406**	-0.273**	-0.397**
X_{3B}	-0.337**	-0.490**	-0.310**	-0.447**	-0.328**	-0.477**	-0.312**	-0.453**	-0.284**	-0.414**	-0.275**	-0.411**	-0.287**	-0.417**	-0.281**	-0.408**
X_{3C}	-0.310**	-0.451**	-0.291**	-0.421**	-0.306**	-0.445**	-0.292**	-0.424**	-0.267**	-0.390**	-0.257**	-0.387**	-0.269**	-0.391**	-0.263**	-0.382**
X_{3D}	-0.313**	-0.455**	-0.287**	-0.414**	-0.311**	-0.451**	-0.296**	-0.429**	-0.271**	-0.396**	-0.260**	-0.393**	-0.273**	-0.397**	-0.270**	-0.392**
X_{3E}	-0.318**	-0.462**	-0.303**	-0.437**	-0.306**	-0.444**	-0.291**	-0.422**	-0.264**	-0.385**	-0.258**	-0.381**	-0.266**	-0.387**	-0.256**	-0.372**
X_{3F}	-0.308**	-0.447**	-0.297**	-0.429**	-0.291**	-0.423**	-0.281**	-0.407**	-0.249**	-0.363**	-0.244**	-0.355**	-0.253**	-0.370**	-0.241**	-0.350**
X_{3G}	-0.324**	-0.472**	-0.301**	-0.435**	-0.318**	-0.462**	-0.303**	-0.439**	-0.277**	-0.404**	-0.267**	-0.401**	-0.280**	-0.407**	-0.274**	-0.397**
X_{3H}	-0.336**	-0.489**	-0.310**	-0.448**	-0.331**	-0.480**	-0.314**	-0.455**	-0.302**	-0.440**	-0.293**	-0.438**	-0.304**	-0.442**	-0.301**	-0.437**
X_{4A}	0.083	0.120	-0.027	-0.039	0.064	0.093	0.037	0.053	-0.038	-0.056	-0.042	-0.060	-0.035	-0.051	-0.034	-0.050

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{1A}	0.569**	0.348**	0.592**	0.369**	0.548**	0.351**	0.551**	0.343**	-0.064	-0.093	-0.064	-0.093	-0.064	-0.093	-0.065	-0.094
X_{1B}	0.403**	0.551**	0.410**	0.577**	0.394**	0.558**	0.394**	0.544**	-0.097	-0.140	-0.096	-0.139	-0.097	-0.140	-0.097	-0.141
X_{1C}	-0.028	-0.100	-0.027	-0.096	-0.034	-0.104	-0.037	-0.104	0.026	-0.038	0.027	-0.036	0.025	-0.039	0.007	-0.056
X_{1D}	-0.092	-0.145*	-0.098	-0.143*	-0.098	-0.156*	-0.098	-0.153*	-0.041	-0.118	-0.039	-0.114	-0.043	-0.120	-0.061	-0.138
X_{2A}	-0.088	-0.127	-0.088	-0.132	-0.083	-0.123	-0.083	-0.120	0.529**	0.332**	0.533**	0.335**	0.522**	0.327**	0.531**	0.333**
X_{2B}	-0.132	-0.191**	-0.133	-.0200**	-0.125	-0.186**	-0.125	-0.182*	0.347**	0.501**	0.351**	0.506**	0.342**	0.494**	0.349**	0.503**
X_{2C}	-0.073	-0.087	-0.083	0-.116	-0.057	-0.088	-0.064	-0.095	-0.049	-0.090	-0.056	-0.094	-0.043	-0.085	-0.049	-0.090
X_{2D}	-0.094	-0.148*	-0.122	-0.187**	-0.090	-0.155*	-0.100	-0.161*	-0.095	-0.138	-0.100	-0.145*	-0.091	-0.131	-0.096	-0.138
X_{3A}	-0.276**	-0.415**	-0.191**	-0.355**	-0.282**	-0.404**	-0.264**	-0.385**	-0.188**	-0.271**	-0.184*	-0.265**	-0.190**	-0.274**	-0.182*	-0.263**
X_{3B}	-0.283**	-0.424**	-0.200**	-0.365**	-0.288**	-0.415**	-0.270**	-0.394**	-0.202**	-0.292**	-0.198**	-0.286**	-0.205**	-0.295**	-0.195**	-0.282**
X_{3C}	-0.267**	-0.402**	-0.181*	-0.343**	-0.273**	-0.390**	-0.255**	-0.372**	-0.173*	-0.249**	-0.169*	-0.244**	-0.175*	-0.252**	-0.168*	-0.243**
X_{3D}	-0.263**	-0.398**	-0.178*	-0.347**	-0.278**	-0.397**	-0.259**	-0.377**	-0.193**	-0.278**	-0.188**	-0.271**	-0.196**	-0.282**	-0.192**	-0.276**
X_{3E}	-0.277**	-0.411**	-0.196**	-0.340**	-0.265**	-0.384**	-0.252**	-0.367**	-0.164*	-0.236**	-0.162*	-0.233**	-0.165*	-0.237**	-0.150*	-0.217**
X_{3F}	-0.265**	-0.388**	-0.206**	-0.326**	-0.245**	-0.360**	-0.233**	-0.339**	-0.147*	-0.213**	-0.146*	-0.210**	-0.148*	-0.214**	-0.130	-0.188**
X_{3G}	-0.275**	-0.415**	-0.187**	-0.355**	-0.283**	-0.405**	-0.264**	-0.385**	-0.188**	-0.271**	-0.184*	-0.266**	-0.191**	-0.275**	-0.182*	-0.263**
X_{3H}	-0.292**	-0.437**	-0.221**	-0.404**	-0.308**	-0.442**	-0.291**	-0.424**	-0.201**	-0.290**	-0.195**	-0.282**	-0.205**	-0.296**	-0.197**	-0.284**
X_{4A}	-0.045	-0.064	-.053	-.085	-0.037	-0.055	-0.051	-0.074	0.324**	0.468**	0.327**	0.471**	0.321**	0.462**	0.333**	0.480**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{1A}	-0.060	-0.087	-0.057	-0.083	-0.064	-0.093	-0.067	-0.097	0.021	-0.047	0.019	-0.049	0.023	-0.045	0.029	-0.037
X_{1B}	-0.090	-0.130	-0.087	-0.126	-0.097	-0.140	-0.101	-0.145*	-0.049	-0.129	-0.051	-0.132	-0.046	-0.126	-0.038	-0.116
X_{1C}	0.057	-0.006	0.050	0.023	0.021	-0.040	0.012	-0.046	-0.051	-0.114	-0.045	-0.108	-0.057	-0.118	-0.060	-0.118
X_{1D}	-0.007	-0.080	0.026	-0.027	-0.044	-0.120	-0.050	-0.126	-0.123	-0.210**	-0.116	-0.204**	-0.128	-0.214**	-0.128	-0.211**
X_{2A}	0.493**	0.308**	0.480**	0.300**	0.527**	0.331**	0.555**	0.350**	0.602**	0.374**	0.612**	0.381**	0.586**	0.363**	0.577**	0.358**
X_{2B}	0.324**	0.466**	0.315**	0.453**	0.346**	0.499**	0.366**	0.528**	0.386**	0.565**	0.393**	0.576**	0.375**	0.548**	0.371**	0.541**
X_{2C}	-0.045	-0.083	-0.044	-0.081	-0.049	-0.089	-0.057	-0.098	0.014	-0.063	0.007	-0.068	0.020	-0.057	0.004	-0.066
X_{2D}	-0.089	-0.128	-0.086	-0.124	-0.095	-0.137	-0.104	-0.150*	-0.062	-0.094	-0.068	-0.102	-0.057	-0.085	-0.066	-0.099
X_{3A}	-0.188**	-0.270**	-0.161*	-0.231**	-0.189**	-0.272**	-0.174*	-0.251**	0.037	0.055	0.030	0.044	0.044	0.064	0.038	0.055
X_{3B}	-0.204**	-0.294**	-0.177*	-0.254**	-0.203**	-0.293**	-0.188**	-0.271**	0.018	0.026	0.009	0.014	0.026	0.038	0.019	0.027
X_{3C}	-0.171*	-0.246**	-0.145*	-0.209**	-0.174*	-0.250**	-0.159*	-0.230**	0.054	0.079	0.048	0.070	0.059	0.087	0.054	0.079
X_{3D}	-0.185*	-0.266**	-0.151*	-0.217**	-0.193**	-0.279**	-0.180*	-0.260**	0.011	0.016	0.007	0.010	0.015	0.022	0.010	0.015
X_{3E}	-0.178*	-0.255**	-0.165*	-0.238**	-0.164*	-0.237**	-0.148*	-0.214**	0.085	0.124	0.074	0.108	0.096	0.140	0.088	0.128
X_{3F}	-0.168*	-0.242**	-0.163*	-0.235**	-0.149*	-0.215**	-0.135	-0.196**	0.063	0.092	0.047	0.069	0.078	0.114	0.067	0.098
X_{3G}	-0.189**	-0.271**	-0.165*	-0.237**	-0.189**	-0.273**	-0.174*	-0.251**	0.049	0.071	0.041	0.061	0.056	0.081	0.049	0.071
X_{3H}	-0.198**	-0.285**	-0.169*	-0.243**	-0.202**	-0.291**	-0.185*	-0.268**	0.019	0.027	0.011	0.015	0.027	0.039	0.019	0.028
X_{4A}	0.292**	0.420**	0.263**	0.377**	0.323**	0.466**	0.335**	0.483**	0.331**	0.485**	0.334**	0.489**	0.325**	0.476**	0.326**	0.475**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{1A}	0.001	-0.070	-0.015	-0.063	0.023	-0.046	0.020	-0.047								
X_{1B}	-0.071	-0.159*	-0.065	-0.126	-0.047	-0.128	-0.048	-0.128								
X_{1C}	-0.024	-0.098	-0.027	-0.082	-0.055	-0.116	-0.044	-0.106								
X_{1D}	-0.104	-0.201**	-0.089	-0.158*	-0.125	-0.212**	-0.114	-0.199**								
X_{2A}	0.636**	0.395**	0.551**	0.344**	0.600**	0.373**	0.616**	0.385**								
X_{2B}	0.403**	0.596**	0.358**	0.519**	0.385**	0.564**	0.398**	0.581**								
X_{2C}	0.054	-0.043	-0.034	-0.085	0.012	-0.064	-0.008	-0.078								
X_{2D}	-0.042	-0.064	-0.088	-0.129	-0.063	-0.096	-0.078	-0.117								
X_{3A}	0.032	0.047	0.037	0.054	0.037	0.053	0.025	0.037								
X_{3B}	0.012	0.017	0.026	0.038	0.017	0.026	0.004	0.006								
X_{3C}	0.049	0.073	0.047	0.068	0.053	0.077	0.043	0.062								
X_{3D}	0.010	0.015	0.019	0.027	0.010	0.015	0.002	0.003								
X_{3E}	0.072	0.106	0.071	0.103	0.084	0.123	0.068	0.099								
X_{3F}	0.049	0.073	0.041	0.059	0.063	0.093	0.041	0.061								
X_{3G}	0.043	0.063	0.055	0.080	0.048	0.071	0.036	0.052								
X_{3H}	0.015	0.022	0.024	0.034	0.019	0.027	0.006	0.008								
X_{4A}	0.330**	0.487**	0.281**	0.407**	0.332**	0.486**	0.340**	0.497**								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{4B}	0.026	0.047	-0.044	-0.078	0.332**	0.501**	-0.171*	-0.294**	-0.205**	-0.246**	-0.166*	-0.238**	-0.133	-0.066	-0.181*	-0.206**
X_{4C}	0.017	0.047	-0.047	-0.093	0.335**	0.506**	-0.165*	-0.284**	-0.259**	-0.290**	-0.229**	-0.297**	-0.181*	-0.041	-0.236**	-0.244**
X_{4D}	0.025	0.050	-0.060	-0.104	0.319**	0.482**	-0.174*	-0.290**	-0.210**	-0.244**	-0.179*	-0.257**	-0.119	-0.008	-0.186**	-0.206**
X_{4E}	0.012	0.035	-0.014	-0.043	0.339**	0.512**	-0.144*	-0.265**	-0.271**	-0.308**	-0.236**	-0.283**	-0.236**	-0.138	-0.251**	-0.255**
X_{4F}	0.029	0.053	-0.028	-0.054	0.315**	0.475**	-0.139	-0.255**	-0.157*	-.201**	-0.117	-0.178*	-0.105	-0.104	0-.142*	-0.168*
X_{4G}	0.021	0.045	-0.046	-0.085	0.336**	0.507**	-0.171*	-0.292**	-0.241**	-.274**	-0.210**	-0.278**	-0.164*	-0.064	-0.218**	-0.233**
X_{4H}	0.027	0.037	-0.047	-0.073	0.330**	0.498**	-0.172*	-0.294**	-0.193**	-.235**	-0.155*	-0.229**	-0.116	-0.071	-0.170*	-0.199**
X_{5A}	0.576**	0.426**	-0.078	-0.136	-0.079	-0.118	-0.031	-0.052	-0.319**	-0.328**	-0.306**	-0.311**	-0.305**	-0.292**	-0.318**	-0.330**
X_{5B}	0.364**	0.582**	-0.126	-0.199**	-0.114	-0.172*	-0.050	-0.107	-0.462**	-0.476**	-0.444**	-0.451**	-0.442**	-0.423**	-0.462**	-0.479**
X_{5C}	0.568**	0.418**	-0.079	-0.134	-0.077	-0.116	-0.034	-0.059	-0.314**	-0.323**	-0.302**	-0.305**	-0.302**	-0.289**	-0.313**	-0.324**
X_{5D}	0.359**	0.572**	-0.124	-0.195**	-0.111	-0.168*	-0.056	-0.114	-0.455**	-0.468**	-0.437**	-0.443**	-0.438**	-0.419**	-0.454**	-0.470**
X_{5E}	0.582**	0.433**	-0.078	-0.138	-0.081	-0.120	-0.029	-0.046	-0.322**	-0.332**	-0.309**	-0.315**	-0.307**	-0.293**	-0.321**	-0.335**
X_{5F}	0.368**	0.590**	-0.128	-0.201**	-0.116	-0.175*	-0.044	-0.100	-0.468**	-.482**	-0.448**	-0.457**	-0.446**	-0.426**	-0.467**	-0.487**
X_{5G}	0.579**	0.420**	-0.079	-0.135	-0.077	-0.116	-0.042	-0.063	-0.310**	-0.318**	-0.298**	-0.304**	-0.293**	-0.279**	-0.310**	-0.322**
X_{5H}	0.367**	0.579**	-0.126	-0.198**	-0.111	-0.168*	-0.060	-0.116	-0.449**	-0.462**	-0.433**	-0.441**	-0.425**	-0.404**	-0.449**	-0.467**
X_{5I}	0.548**	0.426**	-0.073	-0.131	-0.081	-0.121	-0.005	-0.023	-0.325**	-0.337**	-0.310**	-0.313**	-0.318**	-0.308**	-0.324**	-0.336**
X_{5J}	0.342**	0.566**	-0.121	-0.191**	-0.116	-0.176*	-0.022	-0.080	-0.473**	-0.490**	-0.451**	-0.455**	-0.462**	-0.447**	-0.472**	-0.489**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{4B}	0.993**	1	0.974**	0.975**	0.937**	0.909**	0.990**	0.993**	0.062	0.091	0.052	0.075	0.073	0.106	0.057	0.082
X_{4C}	0.994**	0.974**	1	0.981**	0.935**	0.848**	0.990**	0.952**	0.059	0.085	0.047	0.068	0.070	0.102	0.054	0.079
X_{4D}	0.985**	0.975**	0.981**	1	0.870**	0.817**	0.984**	0.964**	0.052	0.076	0.042	0.062	0.062	0.089	0.052	0.076
X_{4E}	0.942**	0.937**	0.935**	0.870**	1	0.916**	0.933**	0.913**	0.071	0.103	0.057	0.083	0.085	0.123	0.056	0.081
X_{4F}	0.883**	0.909**	0.848**	0.817**	0.916**	1	0.877**	0.909**	0.080	0.117	0.070	0.101	0.091	0.133	0.068	0.098
X_{4G}	0.997**	0.990**	0.990**	0.984**	0.933**	0.877**	1	0.978**	0.063	0.092	0.052	0.076	0.074	0.108	0.059	0.086
X_{4H}	0.978**	0.993**	0.952**	0.964**	0.913**	0.909**	0.978**	1	0.056	0.082	0.046	0.067	0.066	0.096	0.052	0.075
X_{5A}	0.061	0.062	0.059	0.052	0.071	0.080	0.063	0.056	1	0.689**	0.998**	0.688**	0.998**	0.688**	0.994**	0.685**
X_{5B}	0.089	0.091	0.085	0.076	0.103	0.117	0.092	0.082	0.689**	1	0.688**	0.998**	0.687**	0.998**	0.686**	0.994**
X_{5C}	0.050	0.052	0.047	0.042	0.057	0.070	0.052	0.046	0.998**	0.688**	1	0.690**	0.993**	0.685**	0.996**	0.687**
X_{5D}	0.072	0.075	0.068	0.062	0.083	0.101	0.076	0.067	0.688**	0.998**	0.690**	1	0.683**	0.993**	0.687**	0.996**
X_{5E}	0.072	0.073	0.070	0.062	0.085	0.091	0.074	0.066	0.998**	0.687**	0.993**	0.683**	1	0.688**	0.989**	0.680**
X_{5F}	0.105	0.106	0.102	0.089	0.123	0.133	0.108	0.096	0.688**	0.998**	0.685**	0.993**	0.688**	1	0.682**	0.989**
X_{5G}	0.056	0.057	0.054	0.052	0.056	0.068	0.059	0.052	0.994**	0.686**	0.996**	0.687**	0.989**	0.682**	1	0.690**
X_{5H}	0.081	0.082	0.079	0.076	0.081	0.098	0.086	0.075	0.685**	0.994**	0.687**	0.996**	0.680**	0.989**	0.690**	1
X_{5I}	0.083	0.085	0.080	0.062	0.115	0.117	0.083	0.076	0.970**	0.666**	0.959**	0.658**	0.978**	0.672**	0.939**	0.644**
X_{5J}	0.120	0.124	0.116	0.089	.0167*	.0171*	.120	0.110	0.667**	0.968**	0.660**	0.957**	0.672**	0.976**	0.646**	0.936**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{4B}	0.085	0.124	-0.022	-0.032	0.066	0.095	0.039	0.057	-0.040	-0.058	-0.043	-0.064	-0.036	-0.052	-0.036	-0.052
X_{4C}	0.080	0.116	-0.031	-0.045	0.062	0.090	0.034	0.050	-0.036	-0.053	-0.040	-0.056	-0.034	-0.050	-0.033	-0.048
X_{4D}	0.062	0.089	-0.037	-0.053	0.055	0.079	0.034	0.049	-0.043	-0.062	-0.046	-0.064	-0.041	-0.060	-0.039	-0.057
X_{4E}	0.115	.0167*	-0.008	-0.012	0.075	0.108	0.037	0.053	-0.027	-0.040	-0.030	-0.049	-0.021	-0.031	-0.023	-0.033
X_{4F}	0.117	0.171*	0.010	0.015	0.085	0.123	0.051	0.075	-0.020	-0.030	-0.024	-0.042	-0.012	-0.017	-0.014	-0.020
X_{4G}	0.083	0.120	-0.026	-0.037	0.067	0.097	0.040	0.058	-0.037	-0.054	-0.041	-0.059	-0.034	-0.050	-0.034	-0.049
X_{4H}	0.076	0.110	-0.026	-0.037	0.059	0.086	0.035	0.051	-0.047	-0.069	-.051	-0.076	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062
X_{5A}	0.970**	0.667**	0.962**	0.662**	0.999**	0.688**	0.991**	0.682**	0.948**	0.651**	0.931**	0.645**	0.954**	0.655**	0.946**	0.650**
X_{5B}	0.666**	0.968**	0.666**	0.961**	0.688**	0.999**	0.684**	0.991**	0.648**	0.945**	0.636**	0.937**	0.653**	0.951**	0.648**	0.943**
X_{5C}	0.959**	0.660**	0.968**	0.666**	0.998**	0.688**	0.996**	0.687**	0.951**	0.654**	0.935**	0.649**	0.956**	0.657**	0.949**	0.653**
X_{5D}	0.658**	0.957**	0.669**	0.966**	0.687**	0.998**	0.687**	0.996**	0.651**	0.948**	0.639**	0.941**	0.654**	0.953**	0.651**	0.946**
X_{5E}	0.978**	0.672**	0.954**	0.655**	0.997**	0.686**	0.983**	0.676**	0.941**	0.646**	0.924**	0.639**	0.948**	0.650**	0.940**	0.644**
X_{5F}	0.672**	0.976**	0.660**	0.952**	0.687**	0.997**	0.678**	0.982**	0.644**	0.938**	0.630**	0.929**	0.649**	0.945**	0.644**	0.936**
X_{5G}	0.939**	0.646**	0.950**	0.654**	0.994**	0.685**	0.997**	0.687**	0.947**	0.651**	0.932**	0.648**	0.950**	0.653**	0.949**	0.652**
X_{5H}	0.644**	0.936**	0.657**	0.948**	0.684**	0.993**	0.688**	0.997**	0.648**	0.944**	0.636**	0.939**	0.650**	0.947**	0.650**	0.946**
X_{5I}	1	0.688**	0.939**	0.645**	0.970**	0.666**	0.933**	0.640**	0.901**	0.616**	0.881**	0.606**	0.914**	0.625**	0.894**	0.611**
X_{5J}	0.688**	1	0.649**	0.937**	0.667**	0.968**	0.642**	0.930**	0.614**	0.895**	0.599**	0.880**	0.623**	0.908**	0.610**	0.887**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{4B}	-0.046	-0.066	-0.051	-0.090	-0.040	-.058	-.054	-0.078	.0322**	0.464**	0.325**	0.469**	0.317**	0.457**	0.329**	0.474**
X_{4C}	-0.044	-0.060	-0.054	-0.079	-0.034	-0.052	-0.048	-0.069	.0323**	0.465**	0.324**	0.467**	0.320**	0.461**	0.332**	0.479**
X_{4D}	-0.048	-0.066	-0.066	-0.093	-0.040	-0.061	-0.052	-0.076	.0294**	0.423**	0.297**	0.428**	0.289**	0.417**	0.311**	0.448**
X_{4E}	-0.035	-0.053	-0.023	-0.061	-0.030	-0.040	-0.044	-0.065	.0354**	0.510**	0.354**	0.510**	0.352**	0.508**	0.344**	0.497**
X_{4F}	-0.030	-0.048	-0.022	-0.066	-0.023	-0.029	-0.038	-0.056	.0336**	0.484**	0.340**	0.490**	0.331**	0.477**	0.329**	0.475**
X_{4G}	-0.043	-0.061	-0.051	-0.082	-0.036	-0.053	-0.050	-0.073	.0327**	0.471**	0.330**	0.476**	0.322**	0.465**	0.337**	0.487**
X_{4H}	-0.054	-0.078	-0.063	-0.107	-0.048	-0.069	-0.062	-0.090	.0308**	0.443**	0.312**	0.450**	0.302**	0.436**	0.316**	0.456**
X_{5A}	0.921**	0.640**	0.742**	0.581**	0.949**	0.650**	0.926**	0.636**	-0.044	-0.063	-0.044	-0.063	-0.044	-0.063	-0.044	-0.064
X_{5B}	0.628**	0.929**	0.497**	0.843**	0.650**	0.944**	0.634**	0.923**	-0.064	-0.092	-0.063	-0.091	-0.064	-0.092	-0.064	-0.093
X_{5C}	0.925**	0.643**	0.743**	0.583**	0.952**	0.654**	0.933**	0.641**	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062
X_{5D}	0.630**	0.932**	0.499**	0.845**	0.652**	0.948**	0.638**	0.930**	-0.062	-0.090	-0.062	-0.089	-0.062	-0.090	-0.063	-0.090
X_{5E}	0.915**	0.634**	0.738**	0.577**	0.942**	0.645**	0.917**	0.628**	-0.045	-0.065	-0.045	-0.064	-0.045	-0.065	-0.045	-0.065
X_{5F}	0.623**	0.922**	0.494**	0.839**	0.645**	0.937**	0.627**	0.912**	-0.065	-0.094	-0.065	-0.093	-0.065	-0.094	-0.066	-0.094
X_{5G}	0.912**	0.635**	0.734**	0.580**	0.950**	0.651**	0.933**	0.641**	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062	-0.043	-0.062
X_{5H}	0.621**	0.920**	0.492**	0.841**	0.651**	0.944**	0.638**	0.930**	-0.062	-0.090	-0.062	-0.089	-0.062	-0.090	-0.063	-0.090
X_{5I}	0.893**	0.617**	0.717**	0.550**	0.899**	0.615**	0.864**	0.589**	-0.045	-0.065	-0.045	-0.064	-0.045	-0.065	-0.045	-0.065
X_{5J}	0.607**	0.896**	0.479**	0.800**	0.613**	0.893**	0.588**	0.856**	-0.065	-0.094	-0.065	-0.093	-0.065	-0.094	-0.066	-0.095

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{4B}	0.292**	0.420**	0.268**	0.385**	0.321**	0.462**	0.333**	0.481**	0.347**	0.507**	0.350**	0.512**	0.340**	0.497**	0.341**	0.496**
X_{4C}	0.289**	0.415**	0.254**	0.365**	0.322**	0.464**	0.332**	0.479**	0.313**	0.458**	0.315**	0.461**	0.308**	0.450**	0.309**	0.450**
X_{4D}	0.248**	0.357**	0.214**	0.307**	0.293**	0.423**	0.311**	0.450**	0.331**	0.485**	0.332**	0.486**	0.327**	0.478**	0.330**	0.481**
X_{4E}	0.351**	0.504**	0.332**	0.477**	0.353**	0.508**	0.349**	0.504**	0.295**	0.432**	0.301**	0.441**	0.286**	0.418**	0.282**	0.412**
X_{4F}	0.327**	0.470**	0.324**	0.466**	0.333**	0.480**	0.337**	0.486**	0.341**	0.499**	0.341**	0.500**	0.337**	0.493**	0.329**	0.480**
X_{4G}	0.291**	0.418**	0.263**	0.378**	0.326**	0.470**	0.339**	0.490**	0.325**	0.475**	0.326**	0.478**	0.320**	0.468**	0.319**	0.466**
X_{4H}	0.276**	0.397**	0.253**	0.364**	0.306**	0.442**	0.321**	0.464**	0.352**	0.515**	0.354**	0.519**	.346**	0.506**	0.347**	0.505**
X_{5A}	-.041	-0.059	-0.040	-0.056	-0.044	-0.063	-0.046	-0.066	-0.058	-0.085	-0.059	-0.086	-0.057	-0.084	-0.055	-0.080
X_{5B}	-0.059	-0.085	-0.057	-0.081	-0.064	-0.092	-0.066	-0.095	-0.085	-0.124	-0.085	-0.125	-0.083	-0.122	-0.080	-0.116
X_{5C}	-0.040	-0.057	-0.039	-0.055	-0.043	-0.062	-0.045	-0.064	-0.057	-0.083	-0.057	-0.084	-0.056	-0.082	-0.054	-0.078
X_{5D}	-0.058	-0.083	-0.055	-0.080	-0.062	-0.090	-0.065	-0.093	-0.083	-0.121	-0.083	-0.122	-0.081	-0.119	-0.078	-0.113
X_{5E}	-0.042	-0.060	-0.041	-0.057	-0.045	-0.064	-0.047	-0.067	-0.059	-0.087	-0.060	-0.087	-0.058	-0.085	-0.056	-0.082
X_{5F}	-0.060	-0.087	-0.058	-0.083	-0.065	-0.094	-0.067	-0.097	-0.086	-0.126	-0.087	-0.127	-0.085	-0.124	-0.081	-0.119
X_{5G}	-0.040	-0.057	-0.039	-0.055	-0.043	-0.062	-0.045	-0.064	-0.057	-0.083	-0.057	-0.084	-0.056	-0.082	-0.054	-0.078
X_{5H}	-0.058	-0.083	-0.055	-0.079	-0.062	-0.090	-0.065	-0.093	-0.083	-0.121	-0.083	-0.122	-0.081	-0.119	-0.078	-0.114
X_{5I}	-0.042	-0.060	-0.041	-0.058	-0.045	-0.064	-0.047	-0.067	-0.059	-0.087	-0.060	-0.088	-0.058	-0.085	-0.056	-0.082
X_{5J}	-0.061	-0.087	-0.058	-0.084	-0.065	-0.094	-0.068	-0.098	-0.086	-0.126	-0.087	-0.127	-0.085	-0.124	-0.081	-0.119

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{4B}	0.347**	0.513**	0.294**	0.427**	0.347**	0.508**	0.356**	0.520**								
X_{4C}	0.310**	0.458**	0.264**	0.383**	0.314**	0.459**	0.320**	0.469**								
X_{4D}	0.317**	0.469**	0.280**	0.405**	0.332**	0.486**	0.336**	0.492**								
X_{4E}	0.317**	0.469**	0.252**	0.365**	0.295**	0.432**	0.309**	0.452**								
X_{4F}	0.359**	0.530**	0.288**	0.418**	0.341**	0.499**	0.350**	0.512**								
X_{4G}	0.323**	0.478**	0.276**	0.401**	0.326**	.477**	0.332**	0.486**								
X_{4H}	0.349**	0.516**	0.301**	0.435**	0.353**	0.516**	0.361**	0.528**								
X_{5A}	-.065	-0.096	-0.049	-0.071	-0.058	-0.085	-0.058	-0.084								
X_{5B}	-0.095	-0.140	-0.071	-0.103	-0.084	-0.123	-0.084	-0.122								
X_{5C}	-0.064	-0.094	-0.048	-0.070	-0.057	-0.083	-0.056	-0.082								
X_{5D}	-0.092	-0.136	-0.070	-0.101	-0.082	-0.120	-0.082	-0.119								
X_{5E}	-0.067	-0.098	-0.050	-0.073	-0.059	-0.086	-0.059	-0.086								
X_{5F}	-0.096	-0.142*	-0.073	-0.105	-0.086	-0.126	-0.085	-0.125								
X_{5G}	-0.064	-0.094	-0.048	-0.070	-0.057	-0.083	-0.056	-0.082								
X_{5H}	-0.092	-0.136	-0.070	-0.101	-0.082	-0.120	-0.082	-0.119								
X_{5I}	-0.067	-0.098	-0.050	-0.073	-0.059	-0.087	-0.059	-0.086								
X_{5J}	-0.097	-0.143*	-0.073	-0.106	-0.086	-0.126	-0.085	-0.125								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{5K}	0.535**	0.389**	-0.081	-0.130	-0.070	-0.104	-0.032	-0.061	-0.302**	-0.310**	-0.291**	-0.287**	-0.303**	-0.297**	-0.301**	-0.310**
X_{5L}	0.338**	0.534**	-0.119	-0.188**	-0.100	-0.150*	-0.058	-0.114	-0.436**	-0.447**	-0.421**	-0.414**	-0.437**	-0.429**	-0.435**	-0.448**
X_{5M}	0.576**	0.425**	-0.078	-0.135	-0.079	-0.118	-0.032	-0.055	-0.319**	-0.328**	-0.306**	-0.311**	-0.306**	-0.291**	-0.318**	-0.331**
X_{5N}	0.364**	0.581**	-0.126	-0.198**	-0.113	-0.171*	-0.052	-0.110	-0.463**	-0.477**	-0.445**	-0.451**	-0.444**	-0.423**	-0.462**	-0.480**
X_{5O}	0.570**	0.412**	-0.076	-0.132	-0.076	-0.114	-0.043	-0.069	-0.304**	-0.312**	-0.292**	-0.296**	-0.291**	-0.281**	-0.303**	-0.314**
X_{5P}	0.361**	0.569**	-0.123	-0.192**	-0.109	-0.165*	-0.065	-0.123	-0.440**	-0.453**	-0.424**	-0.429**	-0.422**	-0.407**	-0.439**	-0.455**
X_{6A}	0.561**	0.404**	-0.038	-0.101	-0.085	-0.128	-0.058	-0.091	-0.277**	-0.284**	-0.267**	-0.271**	-0.264**	-0.249**	-0.277**	-0.302**
X_{6B}	0.350**	0.557**	-0.106	-0.157*	-0.123	-0.186**	-0.086	-0.152*	-0.404**	-0.414**	-0.390**	-0.396**	-0.385**	-0.363**	-0.404**	-0.440**
X_{6C}	0.575**	0.411**	-0.041	-0.104	-0.086	-0.129	-0.066	-0.097	-0.267**	-0.275**	-0.257**	-0.260**	-0.258**	-0.244**	-0.267**	-0.293**
X_{6D}	0.351**	0.556**	-0.106	-0.157*	-0.123	-0.185*	-0.089	-0.153*	-0.401**	-0.411**	-0.387**	-0.393**	-0.381**	-0.355**	-0.401**	-0.438**
X_{6E}	0.558**	0.403**	-0.036	-0.100	-0.085	-0.128	-0.053	-0.088	-0.279**	-0.287**	-0.269**	-0.273**	-0.266**	-0.253**	-0.280**	-0.304**
X_{6F}	0.349**	0.556**	-0.105	-0.156*	-0.124	-0.187**	-0.083	-0.151*	-0.406**	-0.417**	-0.391**	-0.397**	-0.387**	-0.370**	-0.407**	-0.442**
X_{6G}	0.550**	0.399**	-0.043	-0.103	-0.082	-0.124	-0.051	-0.087	-0.273**	-0.281**	-0.263**	-0.270**	-0.256**	-0.241**	-0.274**	-0.301**
X_{6H}	0.344**	0.549**	-0.107	-0.160*	-0.120	-0.180*	-0.083	-0.149*	-0.397**	-0.408**	-0.382**	-0.392**	-0.372**	-0.350**	-0.397**	-0.437**
X_{6I}	0.569**	0.403**	-0.028	-0.092	-0.088	-0.132	-0.073	-0.094	-0.276**	-0.283**	-0.267**	-0.263**	-0.277**	-0.265**	-0.275**	-0.292**
X_{6J}	0.348**	0.551**	-0.100	-0.145*	-0.127	-0.191**	-0.087	-0.148*	-0.415**	-0.424**	-0.402**	-0.398**	-0.411**	-0.388**	-0.415**	-0.437**
X_{6K}	0.592**	0.410**	-0.027	-0.098	-0.088	-0.133	-0.083	-0.122	-0.191**	-0.200**	-0.181*	-0.178*	-0.196**	-0.206**	-0.187**	-0.221**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{5K}	-0.027	-0.022	-0.031	-0.037	-0.008	0.010	-0.026	-0.026	0.962**	0.666**	0.968**	0.669**	0.954**	0.660**	0.950**	0.657**
X_{5L}	-0.039	-0.032	-0.045	-0.053	-0.012	0.015	-0.037	-0.037	0.662**	0.961**	0.666**	0.966**	0.655**	0.952**	0.654**	0.948**
X_{5M}	0.064	0.066	0.062	0.055	0.075	0.085	0.067	0.059	0.999**	0.688**	0.998**	0.687**	0.997**	0.687**	0.994**	0.684**
X_{5N}	0.093	0.095	0.090	0.079	0.108	0.123	0.097	0.086	0.688**	0.999**	0.688**	0.998**	0.686**	0.997**	0.685**	0.993**
X_{5O}	0.037	0.039	0.034	0.034	0.037	0.051	0.040	0.035	0.991**	0.684**	0.996**	0.687**	0.983**	0.678**	0.997**	0.688**
X_{5P}	0.053	0.057	0.050	0.049	0.053	0.075	0.058	0.051	0.682**	0.991**	0.687**	0.996**	0.676**	0.982**	0.687**	0.997**
X_{6A}	-0.038	-0.040	-0.036	-0.043	-0.027	-0.020	-0.037	-0.047	0.948**	0.648**	0.951**	0.651**	0.941**	0.644**	0.947**	0.648**
X_{6B}	-0.056	-0.058	-0.053	-0.062	-0.040	-0.030	-0.054	-0.069	0.651**	0.945**	0.654**	0.948**	0.646**	0.938**	0.651**	0.944**
X_{6C}	-0.042	-0.043	-0.040	-0.046	-0.030	-0.024	-0.041	-0.051	0.931**	0.636**	0.935**	0.639**	0.924**	0.630**	0.932**	0.636**
X_{6D}	-0.060	-0.064	-0.056	-0.064	-0.049	-0.042	-0.059	-0.076	0.645**	0.937**	0.649**	0.941**	0.639**	0.929**	0.648**	0.939**
X_{6E}	-0.035	-0.036	-0.034	-0.041	-0.021	-0.012	-0.034	-0.043	0.954**	0.653**	0.956**	0.654**	0.948**	0.649**	0.950**	0.650**
X_{6F}	-0.051	-0.052	-0.050	-0.060	-0.031	-0.017	-0.050	-0.062	0.655**	0.951**	0.657**	0.953**	0.650**	0.945**	0.653**	0.947**
X_{6G}	-0.034	-0.036	-0.033	-0.039	-0.023	-0.014	-0.034	-0.043	0.946**	0.648**	0.949**	0.651**	0.940**	0.644**	0.949**	0.650**
X_{6H}	-0.050	-0.052	-0.048	-0.057	-0.033	-0.020	-0.049	-0.062	0.650**	0.943**	0.653**	0.946**	0.644**	0.936**	0.652**	0.946**
X_{6I}	-0.045	-0.046	-0.044	-0.048	-0.035	-0.030	-0.043	-0.054	0.921**	0.628**	0.925**	0.630**	0.915**	0.623**	0.912**	0.621**
X_{6J}	-0.064	-0.066	-0.060	-0.066	-0.053	-0.048	-0.061	-0.078	0.640**	0.929**	0.643**	0.932**	0.634**	0.922**	0.635**	0.920**
X_{6K}	-0.053	-0.051	-0.054	-0.066	-0.023	-0.022	-0.051	-0.063	0.742**	0.497**	0.743**	0.499**	0.738**	0.494**	0.734**	0.492**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{5K}	0.939**	0.649**	1	0.693**	0.960**	0.664**	0.964**	0.667**	0.961**	0.665**	0.952**	0.659**	0.967**	0.670**	0.950**	0.657**
X_{5L}	0.645**	0.937**	0.693**	1	0.660**	0.958**	0.665**	0.963**	0.659**	0.960**	0.652**	0.952**	0.663**	0.967**	0.652**	0.949**
X_{5M}	0.970**	0.667**	0.960**	0.660**	1	0.689**	0.989**	0.681**	0.944**	0.649**	0.928**	0.643**	0.951**	0.653**	0.943**	0.647**
X_{5N}	0.666**	0.968**	0.664**	0.958**	0.689**	1	0.683**	0.989**	0.646**	0.941**	0.633**	0.933**	0.650**	0.948**	0.646**	0.940**
X_{5O}	0.933**	0.642**	0.964**	0.665**	0.989**	0.683**	1	0.690**	0.954**	0.657**	0.941**	0.653**	0.956**	0.658**	0.953**	0.656**
X_{5P}	0.640**	0.930**	0.667**	0.963**	0.681**	0.989**	0.690**	1	0.653**	0.951**	0.643**	0.947**	0.655**	0.954**	0.653**	0.950**
X_{6A}	0.901**	0.614**	0.961**	0.659**	0.944**	0.646**	0.954**	0.653**	1	0.686**	0.995**	0.685**	0.999**	0.685**	0.996**	0.683**
X_{6B}	0.616**	0.895**	0.665**	0.960**	0.649**	0.941**	0.657**	0.951**	0.686**	1	0.682**	0.999**	0.685**	0.999**	0.685**	0.996**
X_{6C}	0.881**	0.599**	0.952**	0.652**	0.928**	0.633**	0.941**	0.643**	0.995**	0.682**	1	0.683**	0.992**	0.680**	0.989**	0.678**
X_{6D}	0.606**	0.880**	0.659**	0.952**	0.643**	0.933**	0.653**	0.947**	0.685**	0.999**	0.683**	1	0.683**	0.995**	0.684**	0.995**
X_{6E}	0.914**	0.623**	0.967**	0.663**	0.951**	0.650**	0.956**	0.655**	0.999**	0.685**	0.992**	0.683**	1	0.686**	0.996**	0.683**
X_{6F}	0.625**	0.908**	0.670**	0.967**	0.653**	0.948**	0.658**	0.954**	0.685**	0.999**	0.680**	0.995**	0.686**	1	0.684**	0.995**
X_{6G}	0.894**	0.610**	0.950**	0.652**	0.943**	0.646**	0.953**	0.653**	0.996**	0.685**	0.989**	0.684**	0.996**	0.684**	1	0.687**
X_{6H}	0.611**	0.887**	0.657**	0.949**	0.647**	0.940**	0.656**	0.950**	0.683**	0.996**	0.678**	0.995**	0.683**	0.995**	0.687**	1
X_{6I}	0.893**	0.607**	0.964**	0.659**	0.918**	0.625**	0.926**	0.631**	0.973**	0.665**	0.977**	0.664**	0.971**	0.664**	0.950**	0.649**
X_{6J}	0.617**	0.896**	0.669**	0.966**	0.637**	0.924**	0.643**	0.932**	0.670**	0.977**	0.668**	0.976**	0.669**	0.975**	0.656**	0.955**
X_{6K}	0.717**	0.479**	0.802**	0.542**	0.739**	0.495**	0.750**	0.504**	0.855**	0.579**	0.894**	0.580**	0.849**	0.577**	0.834**	0.565**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{5K}	0.964**	.669**	0.802**	0.608**	0.955**	0.664**	0.942**	0.651**	-0.039	-0.056	-0.039	-0.056	-0.039	-0.056	-0.039	-0.057
X_{5L}	0.659**	0.966**	0.542**	0.878**	0.655**	0.958**	0.646**	0.940**	-0.056	-0.081	-0.056	-0.081	-0.056	-0.081	-0.057	-0.082
X_{5M}	0.918**	0.637**	0.739**	0.578**	0.946**	0.648**	0.924**	0.634**	-0.044	-0.063	-0.044	-0.063	-0.044	-0.063	-0.044	-0.064
X_{5N}	0.625**	0.924**	0.495**	0.839**	0.648**	0.941**	0.632**	0.920**	-0.064	-0.092	-0.063	-0.091	-0.064	-0.092	-0.064	-0.092
X_{5O}	0.926**	0.643**	0.750**	0.587**	0.954**	0.656**	0.941**	0.648**	-0.043	-0.061	-0.042	-0.061	-0.043	-0.061	-0.043	-0.062
X_{5P}	0.631**	0.932**	0.504**	0.850**	0.654**	0.950**	0.644**	0.938**	-0.061	-0.088	-0.061	-0.088	-0.061	-0.089	-0.062	-0.089
X_{6A}	0.973**	0.670**	0.855**	0.652**	0.997**	0.686**	0.995**	0.682**	-0.047	-0.068	-0.047	-0.068	-0.047	-0.068	-0.048	-0.069
X_{6B}	0.665**	0.977**	0.579**	0.951**	0.685**	1.000**	0.683**	0.995**	-0.069	-0.099	-0.069	-0.099	-0.069	-0.100	-0.069	-0.100
X_{6C}	0.977**	0.668**	0.894**	0.659**	0.986**	0.681**	0.994**	0.681**	-0.048	-0.069	-0.048	-0.069	-0.048	-0.069	-0.048	-0.069
X_{6D}	0.664**	0.976**	0.580**	0.954**	0.684**	0.998**	0.685**	0.997**	-0.069	-0.099	-0.068	-0.098	-0.069	-0.099	-0.069	-0.100
X_{6E}	0.971**	0.669**	0.849**	0.647**	0.996**	0.685**	0.990**	0.679**	-0.047	-0.068	-0.047	-0.068	-0.047	-0.068	-0.048	-0.069
X_{6F}	0.664**	0.975**	0.577**	0.945**	0.683**	0.998**	0.680**	0.990**	-0.069	-0.100	-0.069	-0.099	-0.069	-0.100	-0.069	-0.100
X_{6G}	0.950**	0.656**	0.834**	0.642**	0.995**	0.685**	0.993**	0.682**	-0.046	-0.066	-0.046	-0.066	-0.046	-0.066	-0.046	-0.067
X_{6H}	0.649**	0.955**	0.565**	0.935**	0.683**	0.996**	0.682**	0.993**	-0.067	-0.096	-0.066	-0.096	-0.067	-0.096	-0.067	-0.097
X_{6I}	1	0.682**	0.889**	0.648**	0.960**	0.663**	0.962**	0.657**	-0.049	-0.071	-0.049	-0.070	-0.049	-0.071	-0.049	-0.071
X_{6J}	0.682**	1	0.581**	0.944**	0.666**	0.975**	0.663**	0.965**	-0.071	-0.102	-0.070	-0.101	-0.071	-0.102	-0.071	-0.103
X_{6K}	0.889**	0.581**	1	0.636**	0.819**	0.578**	0.858**	0.580**	-0.049	-0.071	-0.049	-0.070	-0.049	-0.071	-0.049	-0.071

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{5K}	-0.037	-0.052	-0.036	-0.049	-0.039	-0.056	-0.041	-0.058	-0.052	-0.076	-0.052	-0.076	-0.051	-0.074	-0.049	-0.071
X_{5L}	-0.052	-0.075	-0.049	-0.070	-0.056	-0.081	-0.058	-0.084	-0.075	-0.109	-0.075	-0.110	-0.073	-0.107	-0.070	-0.103
X_{5M}	-0.041	-0.059	-0.040	-0.056	-0.044	-0.063	-0.046	-0.066	-0.058	-0.085	-0.059	-0.086	-0.057	-0.084	-0.055	-0.080
X_{5N}	-0.059	-0.085	-0.056	-0.081	-0.063	-0.091	-0.066	-0.095	-0.084	-0.123	-0.085	-0.124	-0.083	-0.121	-0.080	-0.116
X_{5O}	-0.040	-0.057	-0.039	-0.054	-0.042	-0.061	-0.044	-0.063	-0.056	-0.082	-0.057	-0.083	-0.055	-0.081	-0.053	-0.077
X_{5P}	-0.057	-0.082	-0.054	-0.078	-0.061	-0.088	-0.063	-0.092	-0.081	-0.119	-0.082	-0.120	-0.080	-0.117	-0.077	-0.112
X_{6A}	-0.044	-0.063	-0.043	-0.061	-0.047	-0.068	-0.049	-0.071	-0.063	-0.092	-0.063	-0.092	-0.062	-0.090	-0.059	-0.086
X_{6B}	-0.064	-0.092	-0.062	-0.089	-0.069	-0.099	-0.071	-0.103	-0.091	-0.134	-0.092	-0.135	-0.090	-0.131	-0.086	-0.125
X_{6C}	-0.045	-0.064	-0.044	-0.062	-0.048	-0.069	-0.050	-0.072	-0.063	-0.093	-0.064	-0.094	-0.062	-0.091	-0.060	-0.087
X_{6D}	-0.064	-0.092	-0.062	-0.089	-0.068	-0.099	-0.071	-0.103	-0.091	-0.133	-0.092	-0.134	-0.089	-0.131	-0.086	-0.125
X_{6E}	-0.044	-0.063	-0.043	-0.061	-0.047	-0.068	-0.049	-0.071	-0.063	-0.092	-0.063	-0.092	-0.062	-0.090	-0.059	-0.086
X_{6F}	-0.064	-0.093	-0.062	-0.090	-0.069	-0.099	-0.072	-0.103	-0.091	-0.134	-0.092	-0.135	-0.090	-0.131	-0.086	-0.126
X_{6G}	-0.043	-0.061	-0.042	-0.059	-0.046	-0.066	-0.048	-0.069	-0.061	-0.089	-0.061	-0.090	-0.060	-0.087	-0.057	-0.083
X_{6H}	-0.062	-0.090	-0.060	-0.086	-0.067	-0.096	-0.069	-0.100	-0.088	-0.130	-0.089	-0.131	-0.087	-0.127	-0.083	-0.122
X_{6I}	-0.046	-0.066	-0.045	-0.064	-0.049	-0.070	-0.051	-0.073	-0.065	-0.095	-0.065	-0.096	-0.064	-0.093	-0.061	-0.089
X_{6J}	-0.066	-0.095	-0.064	-0.092	-0.071	-0.102	-0.073	-0.106	-0.094	-0.137	-0.094	-0.138	-0.092	-0.135	-0.088	-0.129
X_{6K}	-0.046	-0.066	-0.045	-0.064	-0.049	-0.070	-0.051	-0.073	-0.065	-0.095	-0.065	-0.096	-0.064	-0.093	-0.061	-0.089

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{5K}	-0.058	-0.085	-0.044	-0.063	-0.052	-0.075	-0.051	-0.075								
X_{5L}	-0.083	-0.123	-0.063	-0.091	-0.074	-0.109	-0.074	-0.108								
X_{5M}	-0.065	-0.096	-0.049	-0.071	-0.058	-0.085	-0.058	-0.084								
X_{5N}	-0.094	-0.139	-0.071	-0.103	-0.084	-0.123	-0.083	-0.122								
X_{5O}	-0.063	-0.093	-0.047	-0.069	-0.056	-0.082	-0.056	-0.081								
X_{5P}	-0.091	-0.134	-0.069	-0.099	-0.081	-0.118	-0.080	-0.118								
X_{6A}	-0.070	-0.104	-0.053	-0.076	-0.062	-0.091	-0.062	-0.091								
X_{6B}	-0.102	-0.151*	-0.077	-0.111	-0.091	-0.133	-0.090	-0.132								
X_{6C}	-0.071	-0.105	-0.053	-0.077	-0.063	-0.092	-0.063	-0.092								
X_{6D}	-0.102	-0.150*	-.077	-0.111	-0.090	-0.132	-0.090	-0.131								
X_{6E}	-0.070	-0.104	-0.053	-0.076	-0.062	-0.091	-0.062	-0.091								
X_{6F}	-0.102	-0.151*	-0.077	-0.112	-0.091	-0.133	-0.090	-0.132								
X_{6G}	-0.068	-0.100	-0.051	-0.074	-0.061	-0.088	-0.060	-0.088								
X_{6H}	-0.099	-0.146*	-0.075	-0.108	-0.088	-0.129	-0.088	-0.128								
X_{6I}	-0.073	-0.107	-0.055	-0.079	-0.065	-0.094	-0.064	-0.094								
X_{6J}	-0.105	-0.155*	-0.079	-0.114	-0.093	-0.136	-0.093	-0.135								
X_{6K}	-0.073	-0.107	-0.055	-0.079	-0.065	-0.094	-0.064	-0.094								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{6L}	0.369**	0.577**	-0.096	-.0143*	-0.132	-0.200**	-0.116	-0.187**	-0.355**	-0.365**	-0.343**	-0.347**	-0.340**	-0.326**	-0.355**	-0.404**
X_{6M}	0.548**	0.394**	-0.034	-0.098	-0.083	-0.125	-0.057	-0.090	-0.282**	-0.288**	-0.273**	-0.278**	-0.265**	-0.245**	-0.283**	-0.308**
X_{6N}	0.351**	0.558**	-0.104	-.0156*	-0.123	-0.186**	-0.088	-0.155*	-0.404**	-0.415**	-0.390**	-0.397**	-0.384**	-0.360**	-0.405**	-0.442**
X_{6O}	0.551**	0.394**	-0.037	-0.098	-0.083	-0.125	-0.064	-0.100	-0.264**	-0.270**	-0.255**	-0.259**	-0.252**	-0.233**	-0.264**	-0.291**
X_{6P}	0.343**	0.544**	-0.104	-.0153*	-0.120	-0.182*	-0.095	-0.161*	-0.385**	-0.394**	-0.372**	-0.377**	-0.367**	-0.339**	-0.385**	-0.424**
X_{7A}	-0.064	-0.097	0.026	-0.041	0.529**	0.347**	-0.049	-0.095	-0.188**	-0.202**	-0.173*	-0.193**	-0.164*	-0.147*	-0.188**	-0.201**
X_{7B}	-0.093	-0.140	-0.038	-0.118	0.332**	0.501**	-0.090	-0.138	-0.271**	-0.292**	-0.249**	-0.278**	-0.236**	-0.213**	-0.271**	-0.290**
X_{7C}	-0.064	-0.096	0.027	-0.039	0.533**	0.351**	-0.056	-0.100	-0.184*	-0.198**	-0.169*	-0.188**	-0.162*	-0.146*	-0.184*	-0.195**
X_{7D}	-0.093	-0.139	-0.036	-0.114	0.335**	0.506**	-0.094	-0.145*	-0.265**	-0.286**	-0.244**	-0.271**	-0.233**	-0.210**	-0.266**	-0.282**
X_{7E}	-0.064	-0.097	0.025	-0.043	0.522**	0.342**	-0.043	-0.091	-0.190**	-0.205**	-0.175*	-0.196**	-0.165*	-0.148*	-0.191**	-0.205**
X_{7F}	-0.093	-0.140	-0.039	-0.120	0.327**	0.494**	-0.085	-0.131	-0.274**	-0.295**	-0.252**	-0.282**	-0.237**	-0.214**	-0.275**	-0.296**
X_{7G}	-0.065	-0.097	0.007	-0.061	0.531**	0.349**	-0.049	-0.096	-0.182*	-0.195**	-0.168*	-0.192**	-0.150*	-0.130	-0.182*	-0.197**
X_{7H}	-0.094	-0.141	-0.056	-0.138	0.333**	0.503**	-0.090	-0.138	-0.263**	-0.282**	-0.243**	-0.276**	-0.217**	-0.188**	-0.263**	-0.284**
X_{7I}	-0.060	-0.090	0.057	-0.007	0.493**	0.324**	-0.045	-0.089	-0.188**	-0.204**	-0.171*	-0.185*	-0.178*	-0.168*	-0.189**	-0.198**
X_{7J}	-0.087	-0.130	-0.006	-0.080	0.308**	0.466**	-0.083	-0.128	-0.270**	-0.294**	-0.246**	-0.266**	-0.255**	-0.242**	-0.271**	-0.285**
X_{7K}	-0.057	-0.087	0.050	0.026	0.480**	0.315**	-0.044	-0.086	-0.161*	-0.177*	-0.145*	-0.151*	-0.165*	-0.163*	-0.165*	-0.169*
X_{7L}	-0.083	-0.126	0.023	-0.027	0.300**	0.453**	-0.081	-0.124	-0.231**	-0.254**	-0.209**	-0.217**	-0.238**	-0.235**	-0.237**	-0.243**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{6L}	-0.085	-0.090	-0.079	-0.093	-0.061	-0.066	-0.082	-0.107	0.581**	0.843**	0.583**	0.845**	0.577**	0.839**	0.580**	0.841**
X_{6M}	-0.037	-0.040	-0.034	-0.040	-0.030	-0.023	-0.036	-0.048	0.949**	0.650**	0.952**	0.652**	0.942**	0.645**	0.950**	0.651**
X_{6N}	-0.055	-0.058	-0.052	-0.061	-0.040	-0.029	-0.053	-0.069	0.650**	0.944**	0.654**	0.948**	0.645**	0.937**	0.651**	0.944**
X_{6O}	-0.051	-0.054	-0.048	-0.052	-0.044	-0.038	-0.050	-0.062	0.926**	0.634**	0.933**	0.638**	0.917**	0.627**	0.933**	0.638**
X_{6P}	-0.074	-0.078	-0.069	-0.076	-0.065	0-.056	-0.073	-0.090	0.636**	0.923**	0.641**	0.930**	0.628**	0.912**	0.641**	0.930**
X_{7A}	0.324**	0.322**	0.323**	0.294**	0.354**	0.336**	0.327**	0.308**	-0.044	-0.064	-0.043	-0.062	-0.045	-0.065	-0.043	-0.062
X_{7B}	0.468**	0.464**	0.465**	0.423**	0.510**	0.484**	0.471**	0.443**	-0.063	-0.092	-0.062	-0.090	-0.065	-0.094	-0.062	-0.090
X_{7C}	0.327**	0.325**	0.324**	0.297**	0.354**	0.340**	0.330**	0.312**	-0.044	-0.063	-0.043	-0.062	-0.045	-0.065	-0.043	-0.062
X_{7D}	0.471**	0.469**	0.467**	0.428**	0.510**	0.490**	0.476**	0.450**	-0.063	-0.091	-0.062	-0.089	-0.064	-0.093	-0.062	-0.089
X_{7E}	0.321**	0.317**	0.320**	0.289**	0.352**	0.331**	0.322**	0.302**	-0.044	-0.064	-0.043	-0.062	-0.045	-0.065	-0.043	-0.062
X_{7F}	0.462**	0.457**	0.461**	0.417**	0.508**	0.477**	0.465**	0.436**	-0.063	-0.092	-0.062	-0.090	-0.065	-0.094	-0.062	-0.090
X_{7G}	0.333**	0.329**	0.332**	0.311**	0.344**	0.329**	0.337**	0.316**	-0.044	-0.064	-0.043	-0.063	-0.045	-0.066	-0.043	-0.063
X_{7H}	0.480**	0.474**	0.479**	0.448**	0.497**	0.475**	0.487**	0.456**	-0.064	-0.093	-0.062	-0.090	-0.065	-0.094	-0.062	-0.090
X_{7I}	0.292**	0.292**	0.289**	0.248**	0.351**	0.327**	0.291**	0.276**	-0.041	-0.059	-0.040	-0.058	-0.042	-0.060	-0.040	-0.058
X_{7J}	0.420**	0.420**	0.415**	0.357**	0.504**	0.470**	0.418**	0.397**	-0.059	-0.085	-0.057	-0.083	-0.060	-0.087	-0.057	-0.083
X_{7K}	0.263**	0.268**	0.254**	0.214**	0.332**	0.324**	0.263**	0.253**	-0.040	-0.057	-0.039	-0.055	-0.041	-0.058	-0.039	-0.055
X_{7L}	0.377**	0.385**	0.365**	0.307**	0.477**	0.466**	0.378**	0.364**	-0.056	-0.081	-0.055	-0.080	-0.057	-0.083	-0.055	-0.079

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{6L}	0.550**	0.800**	0.608**	0.878**	0.578**	0.839**	0.587**	0.850**	0.652**	0.951**	0.659**	0.954**	0.647**	0.945**	0.642**	0.935**
X_{6M}	0.899**	0.613**	0.955**	0.655**	0.946**	0.648**	0.954**	0.654**	0.997**	0.685**	0.986**	0.684**	0.996**	0.683**	0.995**	0.683**
X_{6N}	0.615**	0.893**	0.664**	0.958**	0.648**	0.941**	0.656**	0.950**	0.686**	1.000**	0.681**	0.998**	0.685**	0.998**	0.685**	0.996**
X_{6O}	0.864**	0.588**	0.942**	0.646**	0.924**	0.632**	0.941**	0.644**	0.995**	0.683**	0.994**	0.685**	0.990**	0.680**	0.993**	0.682**
X_{6P}	0.589**	0.856**	0.651**	0.940**	0.634**	0.920**	0.648**	0.938**	0.682**	0.995**	0.681**	0.997**	0.679**	0.990**	0.682**	0.993**
X_{7A}	-0.045	-0.065	-0.039	-0.056	-0.044	-0.064	-0.043	-0.061	-0.047	-0.069	-0.048	-0.069	0-.047	-0.069	-0.046	-0.067
X_{7B}	-0.065	-0.094	-0.056	-0.081	-0.063	-0.092	-0.061	-0.088	-0.068	-0.099	-0.069	-0.099	-0.068	-0.100	-0.066	-0.096
X_{7C}	-0.045	-0.065	-0.039	-0.056	-0.044	-0.063	-0.042	-0.061	-0.047	-0.069	-0.048	-0.068	-0.047	-0.069	-0.046	-0.066
X_{7D}	-0.064	-0.093	-0.056	-0.081	-0.063	-0.091	-0.061	-0.088	-0.068	-0.099	-0.069	-0.098	-0.068	-0.099	-0.066	-0.096
X_{7E}	-0.045	-0.065	-0.039	-0.056	-0.044	-0.064	-0.043	-0.061	-0.047	-0.069	-0.048	-0.069	-0.047	-0.069	-0.046	-0.067
X_{7F}	-0.065	-0.094	-0.056	-0.081	-0.063	-0.092	-0.061	-0.089	-0.068	-0.100	-0.069	-0.099	-0.068	-0.100	-0.066	-0.096
X_{7G}	-0.045	-0.066	-0.039	-0.057	-0.044	-0.064	-0.043	-0.062	-0.048	-0.069	-0.048	-0.069	-0.048	-0.069	-0.046	-0.067
X_{7H}	-0.065	-0.095	-0.057	-0.082	-0.064	-0.092	-0.062	-0.089	-0.069	-0.100	-0.069	-0.100	-0.069	-0.100	-0.067	-0.097
X_{7I}	-0.042	-0.061	-0.037	-0.052	-0.041	-0.059	-0.040	-0.057	-0.044	-0.064	-0.045	-0.064	-0.044	-0.064	-0.043	-0.062
X_{7J}	-0.060	-0.087	-0.052	-0.075	-0.059	-0.085	-0.057	-0.082	-0.063	-0.092	-0.064	-0.092	-0.063	-0.093	-0.061	-0.090
X_{7K}	-0.041	-0.058	-0.036	-0.049	-0.040	-0.056	-0.039	-0.054	-0.043	-0.062	-0.044	-0.062	-0.043	-0.062	-0.042	-0.060
X_{7L}	-0.058	-0.084	-0.049	-0.070	-0.056	-0.081	-0.054	-0.078	-0.061	-0.089	-.062	-0.089	-0.061	-0.090	-0.059	-0.086

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{6L}	0.648**	0.944**	0.636**	1	0.647**	0.952**	0.655**	0.953**	-0.074	-0.107	-0.073	-0.106	-0.074	-0.107	-0.074	-0.107
X_{6M}	0.960**	0.666**	0.819**	0.647**	1	0.685**	0.993**	0.682**	-0.046	-0.067	-0.046	-0.066	-0.046	-0.067	-0.047	-0.067
X_{6N}	0.663**	0.975**	0.578**	0.952**	0.685**	1	0.684**	0.995**	-0.069	-0.099	-0.068	-0.099	-0.069	-0.099	-0.069	-0.100
X_{6O}	0.962**	0.663**	0.858**	0.655**	0.993**	0.684**	1	0.687**	-0.046	-0.067	-0.046	-0.066	-0.046	-0.067	-0.047	-0.067
X_{6P}	0.657**	0.965**	0.580**	0.953**	0.682**	0.995**	0.687**	1	-0.067	-0.097	-0.067	-0.097	-0.067	-0.097	-0.068	-0.098
X_{7A}	-0.049	-0.071	-0.049	-0.074	-0.046	-0.069	-0.046	-0.067	1	0.693**	0.997**	0.691**	0.998**	0.692**	0.988**	0.685**
X_{7B}	-0.071	-0.102	-0.071	-0.107	-0.067	-0.099	-0.067	-0.097	0.693**	1	0.692**	0.997**	0.692**	0.998**	0.685**	0.987**
X_{7C}	-0.049	-0.070	-0.049	-0.073	-0.046	-0.068	-0.046	-0.067	0.997**	0.692**	1	0.694**	0.990**	0.686**	0.991**	0.687**
X_{7D}	-0.070	-0.101	-0.070	-0.106	-0.066	-0.099	-0.066	-0.097	0.691**	0.997**	0.694**	1	0.686**	0.990**	0.687**	0.990**
X_{7E}	-0.049	-0.071	-0.049	-0.074	-0.046	-0.069	-0.046	-0.067	0.998**	0.692**	0.990**	0.686**	1	0.693**	0.981**	0.680**
X_{7F}	-0.071	-0.102	-0.071	-0.107	-0.067	-0.099	-0.067	-0.097	0.692**	0.998**	0.686**	0.990**	0.693**	1	0.679**	0.980**
X_{7G}	-0.049	-0.071	-0.049	-0.074	-0.047	-0.069	-0.047	-0.068	0.988**	0.685**	0.991**	0.687**	0.981**	0.679**	1	0.693**
X_{7H}	-0.071	-0.103	-0.071	-0.107	-0.067	-0.100	-0.067	-0.098	0.685**	0.987**	0.687**	0.990**	0.680**	0.980**	0.693**	1
X_{7I}	-0.046	-0.066	-0.046	-0.069	-0.043	-0.064	-0.043	-0.063	0.964**	0.669**	0.950**	0.660**	0.970**	0.674**	0.910**	0.631**
X_{7J}	-0.066	-0.095	-0.066	-0.099	-0.062	-0.092	-0.062	-0.090	0.667**	0.962**	0.658**	0.949**	0.672**	0.969**	0.629**	0.907**
X_{7K}	-0.045	-0.064	-0.045	-0.067	-0.042	-0.062	-0.042	-0.060	0.916**	0.635**	0.911**	0.632**	0.915**	0.635**	0.858**	0.594**
X_{7L}	-0.064	-0.092	-0.064	-0.097	-0.060	-0.089	-0.060	-0.087	0.633**	0.913**	0.630**	0.908**	0.632**	0.912**	0.592**	0.853**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{6L}	-0.069	-0.099	-0.067	-0.097	-0.074	-0.106	-0.077	-0.111	-0.098	-0.143*	-0.098	-0.144*	-0.096	-0.140	-0.092	-0.134
X_{6M}	-0.043	-0.062	-0.042	-0.060	-0.046	-0.067	-0.048	-0.069	-0.061	-0.090	-0.062	-0.091	-0.060	-0.088	-0.058	-0.084
X_{6N}	-0.064	-0.092	-0.062	-0.089	-0.069	-0.099	-0.071	-0.103	-0.091	-0.133	-0.092	-0.134	-0.090	-0.131	-0.086	-0.125
X_{6O}	-0.043	-0.062	-0.042	-0.060	-0.046	-0.067	-0.048	-0.069	-0.061	-0.090	-0.062	-0.090	-0.060	-0.088	-0.058	-0.084
X_{6P}	-0.063	-0.090	-0.060	-0.087	-0.067	-0.097	-0.070	-0.101	-0.089	-0.131	-0.090	-0.132	-0.088	-0.128	-0.084	-0.123
X_{7A}	0.964**	0.667**	0.916**	0.633**	0.999**	0.693**	0.985**	0.683**	0.560**	0.373**	0.577**	0.386**	0.536**	0.356**	0.525**	0.348**
X_{7B}	0.669**	0.962**	0.635**	0.913**	0.693**	0.999**	0.682**	0.985**	0.367**	0.537**	0.380**	0.556**	0.351**	0.513**	0.344**	0.502**
X_{7C}	0.950**	0.658**	0.911**	0.630**	0.995**	0.690**	0.992**	0.688**	0.560**	0.373**	0.575**	0.384**	0.541**	0.359**	0.524**	0.348**
X_{7D}	0.660**	0.949**	0.632**	0.908**	0.690**	0.995**	0.687**	0.992**	0.368**	0.538**	0.378**	0.554**	0.354**	0.518**	0.344**	0.501**
X_{7E}	0.970**	0.672**	0.915**	0.632**	0.999**	0.692**	0.975**	0.675**	0.556**	0.370**	0.577**	0.385**	0.530**	0.351**	0.523**	0.347**
X_{7F}	0.674**	0.969**	0.635**	0.912**	0.693**	0.998**	0.674**	0.974**	0.365**	0.534**	0.379**	0.555**	0.346**	0.506**	0.343**	0.500**
X_{7G}	0.910**	0.629**	0.858**	0.592**	0.987**	0.684**	0.995**	0.690**	0.572**	0.381**	0.583**	0.390**	0.555**	0.369**	0.541**	0.360**
X_{7H}	0.631**	0.907**	0.594**	0.853**	0.684**	0.986**	0.689**	0.995**	0.376**	0.550**	0.384**	0.562**	0.364**	0.532**	0.356**	0.519**
X_{7I}	1	0.695**	0.955**	0.663**	0.964**	0.669**	0.911**	0.631**	0.507**	0.337**	0.535**	0.357**	0.474**	0.313**	0.469**	0.310**
X_{7J}	0.695**	1	0.664**	0.954**	0.667**	0.962**	0.628**	0.908**	0.331**	0.485**	0.351**	0.514**	0.308**	0.450**	0.305**	0.445**
X_{7K}	0.955**	0.664**	1	0.696**	0.914**	0.634**	0.875**	0.606**	0.465**	0.306**	0.485**	0.322**	0.439**	0.288**	0.423**	0.276**
X_{7L}	0.663**	0.954**	0.696**	1	0.632**	0.911**	0.603**	0.870**	0.301**	0.440**	0.316**	0.462**	0.283**	0.414**	0.273**	0.397**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{6L}	-0.109	-0.162*	-.082	-0.119	-0.097	-0.142*	-0.097	-0.141								
X_{6M}	-0.069	-0.102	-.052	-0.075	-0.061	-0.089	-0.061	-0.089								
X_{6N}	-0.102	-0.151*	-.077	-0.111	-0.091	-0.133	-0.090	-0.132								
X_{6O}	-0.069	-0.101	-.052	-0.075	-0.061	-0.089	-0.061	-0.089								
X_{6P}	-0.100	-0.147*	-.075	-0.109	-0.089	-0.130	-0.088	-0.129								
X_{7A}	0.646**	0.435**	.416**	0.270**	0.560**	0.373**	0.591**	0.396**								
X_{7B}	0.425**	0.628**	.269**	0.390**	0.367**	0.538**	0.390**	0.570**								
X_{7C}	0.650**	0.439**	.426**	0.278**	0.562**	0.374**	0.587**	0.393**								
X_{7D}	0.428**	0.632**	.277**	0.401**	0.369**	0.540**	0.388**	0.567**								
X_{7E}	0.639**	0.431**	.405**	0.262**	0.556**	0.370**	0.591**	0.396**								
X_{7F}	0.420**	0.621**	.261**	0.378**	0.364**	0.533**	0.390**	0.571**								
X_{7G}	0.647**	0.436**	.424**	0.276**	0.573**	0.383**	0.596**	0.399**								
X_{7H}	0.426**	0.629**	.275**	0.398**	0.377**	0.552**	0.394**	0.576**								
X_{7I}	0.607**	0.409**	.377**	0.245**	0.505**	0.335**	0.549**	0.368**								
X_{7J}	0.398**	0.589**	.243**	0.352**	0.330**	0.482**	0.362**	0.529**								
X_{7K}	0.573**	0.385**	.358**	0.231**	0.465**	0.307**	0.497**	0.330**								
X_{7L}	0.375**	0.554**	.229**	0.332**	0.301**	0.441**	0.324**	0.475**								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{7M}	-0.064	-0.097	0.021	-0.044	0.527**	0.346**	-0.049	-0.095	-0.189**	-0.203**	-0.174*	-0.193**	-0.164*	-0.149*	-0.189**	-0.202**
X_{7N}	-0.064	-0.097	0.021	-0.044	0.527**	0.346**	-0.049	-0.095	-0.189**	-0.203**	-0.174*	-0.193**	-0.164*	-0.149*	-0.189**	-0.202**
X_{7O}	-0.067	-0.101	0.012	-0.050	0.555**	0.366**	-0.057	-0.104	-0.174*	-0.188**	-0.159*	-0.180*	-0.148*	-0.135	-0.174*	-0.185*
X_{7P}	-0.097	-.0145*	-0.046	-0.126	0.350**	0.528**	-0.098	-0.150*	-0.251**	-0.271**	-0.230**	-0.260**	-0.214**	-0.196**	-0.251**	-0.268**
X_{8A}	0.021	-0.049	-0.051	-0.123	0.602**	0.386**	0.014	-0.062	0.037	0.018	0.054	0.011	0.085	0.063	0.049	0.019
X_{8B}	-0.047	-0.129	-0.114	-0.210**	0.374**	0.565**	-0.063	-0.094	0.055	0.026	0.079	0.016	0.124	0.092	0.071	0.027
X_{8C}	0.019	-0.051	-0.045	-0.116	0.612**	0.393**	0.007	-0.068	0.030	0.009	0.048	0.007	0.074	0.047	0.041	0.011
X_{8D}	-0.049	-0.132	-0.108	-0.204**	0.381**	0.576**	-0.068	-0.102	0.044	0.014	0.070	0.010	0.108	0.069	0.061	0.015
X_{8E}	0.023	-0.046	-0.057	-0.128	0.586**	0.375**	0.020	-0.057	0.044	0.026	0.059	0.015	0.096	0.078	0.056	0.027
X_{8F}	-0.045	-0.126	-0.118	-0.214**	0.363**	0.548**	-0.057	-0.085	0.064	0.038	0.087	0.022	0.140	0.114	0.081	0.039
X_{8G}	0.029	-0.038	-0.060	-0.128	0.577**	0.371**	0.004	-0.066	0.038	0.019	0.054	0.010	0.088	0.067	0.049	0.019
X_{8H}	-0.037	-0.116	-0.118	-0.211**	0.358**	0.541**	-0.066	-0.099	0.055	0.027	0.079	0.015	0.128	0.098	0.071	0.028
X_{8I}	0.001	-0.071	-0.024	-0.104	0.636**	0.403**	0.054	-0.042	0.032	0.012	0.049	0.010	0.072	0.049	0.043	0.015
X_{8J}	-0.070	-.0159*	-0.098	-0.201**	0.395**	0.596**	-0.043	-0.064	0.047	0.017	0.073	0.015	0.106	0.073	0.063	0.022
X_{8K}	-0.015	-0.065	-0.027	-0.089	0.551**	0.358**	-0.034	-0.088	0.037	0.026	0.047	0.019	0.071	0.041	0.055	0.024
X_{8L}	-0.063	-0.126	-0.082	-0.158*	0.344**	0.519**	-0.085	-0.129	0.054	0.038	0.068	0.027	0.103	0.059	0.080	0.034
X_{8M}	0.023	-0.047	-0.055	-0.125	0.600**	0.385**	0.012	-0.063	0.037	0.017	0.053	0.010	0.084	0.063	0.048	0.019

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{7M}	0.323**	0.321**	0.322**	0.293**	0.353**	0.333**	0.326**	0.306**	-0.044	-0.064	-0.043	-0.062	-0.045	-0.065	-0.043	-0.062
X_{7N}	0.466**	0.462**	0.464**	0.423**	0.508**	0.480**	0.470**	0.442**	-0.063	-0.092	-0.062	-0.090	-0.064	-0.094	-0.062	-0.090
X_{7O}	0.335**	0.333**	0.332**	0.311**	0.349**	0.337**	0.339**	0.321**	-0.046	-0.066	-0.045	-0.065	-0.047	-0.067	-0.045	-0.065
X_{7P}	0.483**	0.481**	0.479**	0.450**	0.504**	0.486**	0.490**	0.464**	-0.066	-0.095	-0.064	-0.093	-0.067	-0.097	-0.064	-0.093
X_{8A}	0.331**	0.347**	0.313**	0.331**	0.295**	0.341**	0.325**	0.352**	-0.058	-0.085	-0.057	-0.083	-0.059	-0.086	-0.057	-0.083
X_{8B}	0.485**	0.507**	0.458**	0.485**	0.432**	0.499**	0.475**	0.515**	-0.085	-0.124	-0.083	-0.121	-0.087	-0.126	-0.083	-0.121
X_{8C}	0.334**	0.350**	0.315**	0.332**	0.301**	0.341**	0.326**	0.354**	-0.059	-0.085	-0.057	-0.083	-0.060	-0.087	-0.057	-0.083
X_{8D}	0.489**	0.512**	0.461**	0.486**	0.441**	0.500**	0.478**	0.519**	-0.086	-0.125	-0.084	-0.122	-0.087	-0.127	-0.084	-0.122
X_{8E}	0.325**	0.340**	0.308**	0.327**	0.286**	0.337**	0.320**	0.346**	-0.057	-0.083	-0.056	-0.081	-0.058	-0.085	-0.056	-0.081
X_{8F}	0.476**	0.497**	0.450**	0.478**	0.418**	0.493**	0.468**	0.506**	-0.084	-0.122	-0.082	-0.119	-0.085	-0.124	-0.082	-0.119
X_{8G}	0.326**	0.341**	0.309**	0.330**	0.282**	0.329**	0.319**	0.347**	-0.055	-0.080	-0.054	-0.078	-0.056	-0.081	-0.054	-0.078
X_{8H}	0.475**	0.496**	0.450**	0.481**	0.412**	0.480**	0.466**	0.505**	-0.080	-0.116	-0.078	-0.113	-0.082	-0.119	-0.078	-0.114
X_{8I}	0.330**	0.347**	0.310**	0.317**	0.317**	0.359**	0.323**	0.349**	-0.065	-0.095	-0.064	-0.092	-0.067	-0.096	-0.064	-0.092
X_{8J}	0.487**	0.513**	0.458**	0.469**	0.469**	0.530**	0.478**	0.516**	-0.096	-0.140	-0.094	-0.136	-0.098	-.0142*	-0.094	-0.136
X_{8K}	0.281**	0.294**	0.264**	0.280**	0.252**	0.288**	0.276**	0.301**	-0.049	-0.071	-0.048	-0.070	-0.050	-0.073	-0.048	-0.070
X_{8L}	0.407**	0.427**	0.383**	0.405**	0.365**	0.418**	0.401**	0.435**	-0.071	-0.103	-0.070	-0.101	-0.073	-0.105	-0.070	-0.101
X_{8M}	0.332**	0.347**	0.314**	0.332**	0.295**	0.341**	0.326**	0.353**	-0.058	-0.084	-0.057	-0.082	-0.059	-0.086	-0.057	-0.082

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{7M}	-0.045	-0.065	-0.039	-0.056	-0.044	-0.063	-0.042	-0.061	-0.047	-0.069	-0.048	-0.068	-0.047	-0.069	-0.046	-0.067
X_{7N}	-0.064	-0.094	-0.056	-0.081	-0.063	-0.091	-0.061	-0.088	-0.068	-0.099	-0.069	-0.099	-0.068	-0.099	-0.066	-0.096
X_{7O}	-0.047	-0.068	-0.041	-0.058	-0.046	-0.066	-0.044	-0.063	-0.049	-0.071	-0.050	-0.071	-0.049	-0.072	-0.048	-0.069
X_{7P}	-0.067	-0.098	-0.058	-0.084	-0.066	-0.095	-0.063	-0.092	-0.071	-0.103	-0.072	-0.103	-0.071	-0.103	-0.069	-0.100
X_{8A}	-0.059	-0.086	-0.052	-0.075	-0.058	-0.084	-0.056	-0.081	-0.063	-0.091	-0.063	-0.091	-0.063	-0.091	-0.061	-0.088
X_{8B}	-0.087	-0.126	-0.076	-0.109	-0.085	-0.123	-0.082	-0.119	-0.092	-0.134	-0.093	-0.133	-0.092	-0.134	-0.089	-0.130
X_{8C}	-0.060	-0.087	-0.052	-0.075	-0.059	-0.085	-0.057	-0.082	-0.063	-0.092	-0.064	-0.092	-0.063	-0.092	-0.061	-0.089
X_{8D}	-0.088	-0.127	-0.076	-0.110	-0.086	-0.124	-0.083	-0.120	-0.092	-0.135	-0.094	-0.134	-0.092	-0.135	-0.090	-0.131
X_{8E}	-0.058	-0.085	-0.051	-0.073	-0.057	-0.083	-00.055	-0.080	-0.062	-0.090	-0.062	-0.089	-0.062	-0.090	-0.060	-0.087
X_{8F}	-0.085	-0.124	-0.074	-0.107	-0.084	-0.121	-0.081	-0.117	-0.090	-0.131	-0.091	-0.131	-0.090	-0.131	-0.087	-0.127
X_{8G}	-0.056	-0.081	-0.049	-0.070	-0.055	-0.080	-0.053	-0.077	-0.059	-0.086	-0.060	-0.086	-0.059	-0.086	-0.057	-0.083
X_{8H}	-0.082	-0.119	-0.071	-0.103	-0.080	-0.116	-0.077	-0.112	-0.086	-0.125	-0.087	-0.125	-0.086	-0.126	-0.083	-0.122
X_{8I}	-0.067	-0.097	-0.058	-0.083	-0.065	-0.094	-0.063	-0.091	-0.070	-0.102	-0.071	-0.102	-0.070	-0.102	-0.068	-0.099
X_{8J}	-0.098	-.0143*	-0.085	-0.123	-0.096	-0.139	-0.093	-0.134	-0.104	-.0151*	-0.105	-0.150*	-0.104	-.0151*	-0.100	-0.146*
X_{8K}	-0.050	-0.073	-0.044	-0.063	-0.049	-0.071	-0.047	-0.069	-0.053	-0.077	-0.053	-0.077	-0.053	-0.077	-0.051	-0.075
X_{8L}	-0.073	-0.106	-0.063	-0.091	-0.071	-0.103	-0.069	-0.099	-0.076	-0.111	-0.077	-0.111	-0.076	-0.112	-0.074	-0.108
X_{8M}	-0.059	-0.086	-0.052	-0.074	-0.058	-0.084	-.056	-.081	-.062	-0.091	-0.063	-0.090	-0.062	-0.091	-0.061	-0.088

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{7M}	-0.049	-0.071	-0.049	-0.074	-0.046	-0.069	-0.046	-0.067	0.999**	0.693**	0.995**	0.690**	0.999**	0.693**	0.987**	0.684**
X_{7N}	-0.070	-0.102	-0.070	-0.106	-0.067	-0.099	-0.067	-0.097	0.693**	0.999**	0.690**	0.995**	0.692**	0.998**	0.684**	0.986**
X_{7O}	-0.051	-0.073	-0.051	-0.077	-0.048	-0.071	-0.048	-0.070	0.985**	0.682**	0.992**	0.687**	0.975**	0.674**	0.995**	0.689**
X_{7P}	-0.073	-0.106	-0.073	-0.111	-0.069	-0.103	-0.069	-0.101	0.683**	0.985**	0.688**	0.992**	0.675**	0.974**	0.690**	0.995**
X_{8A}	-0.065	-0.094	-0.065	-0.098	-0.061	-0.091	-0.061	-0.089	0.560**	0.367**	0.560**	0.368**	0.556**	0.365**	0.572**	0.376**
X_{8B}	-0.095	-0.137	-0.095	-0.143*	-0.090	-0.133	-0.090	-0.131	0.373**	0.537**	0.373**	0.538**	0.370**	0.534**	0.381**	0.550**
X_{8C}	-0.065	-0.094	-0.065	-0.098	-0.062	-0.092	-0.062	-0.090	0.577**	0.380**	0.575**	0.378**	0.577**	0.379**	0.583**	0.384**
X_{8D}	-0.096	-0.138	-0.096	-0.144*	-0.091	-0.134	-0.090	-0.132	0.386**	0.556**	0.384**	0.554**	0.385**	0.555**	0.390**	0.562**
X_{8E}	-0.064	-0.092	-0.064	-0.096	-0.060	-0.090	-0.060	-0.088	0.536**	0.351**	0.541**	0.354**	0.530**	0.346**	0.555**	0.364**
X_{8F}	-0.093	-0.135	-0.093	-0.140	-0.088	-0.131	-0.088	-0.128	0.356**	0.513**	0.359**	0.518**	0.351**	0.506**	0.369**	0.532**
X_{8G}	-0.061	-0.088	-0.061	-0.092	-0.058	-0.086	-0.058	-0.084	0.525**	0.344**	0.524**	0.344**	0.523**	0.343**	0.541**	0.356**
X_{8H}	-0.089	-0.129	-0.089	-0.134	-0.084	-0.125	-0.084	-0.123	0.348**	0.502**	0.348**	0.501**	0.347**	0.500**	0.360**	0.519**
X_{8I}	-0.073	-0.105	-0.073	-0.109	-0.069	-0.102	-0.069	-0.100	0.646**	0.425**	0.650**	0.428**	0.639**	0.420**	0.647**	0.426**
X_{8J}	-0.107	-0.155*	-0.107	-0.162*	-0.102	-.0151*	-0.101	-.0147*	0.435**	0.628**	0.439**	0.632**	0.431**	0.621**	0.436**	0.629**
X_{8K}	-0.055	-0.079	-0.055	-0.082	-0.052	-0.077	-0.052	-0.075	0.416**	0.269**	0.426**	0.277**	0.405**	0.261**	0.424**	0.275**
X_{8L}	-0.079	-0.114	-0.079	-0.119	-0.075	-0.111	-0.075	-0.109	0.270**	0.390**	0.278**	0.401**	0.262**	0.378**	0.276**	0.398**
X_{8M}	-0.065	-0.093	-0.065	-0.097	-0.061	-0.091	-0.061	-0.089	0.560**	0.367**	0.562**	0.369**	0.556**	0.364**	0.573**	0.377**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{7M}	0.964**	0.667**	0.914**	0.632**	1	0.694**	0.983**	0.681**	0.560**	0.373**	0.578**	0.386**	0.536**	0.356**	0.528**	0.350**
X_{7N}	0.669**	0.962**	0.634**	0.911**	0.694**	1	0.680**	0.982**	0.368**	0.538**	0.380**	0.557**	0.351**	0.513**	0.346**	0.505**
X_{7O}	0.911**	0.628**	0.875**	0.603**	0.983**	0.680**	1	0.692**	0.576**	0.383**	0.589**	0.392**	0.558**	0.370**	0.542**	0.359**
X_{7P}	0.631**	0.908**	0.606**	0.870**	0.681**	0.982**	0.692**	1	0.378**	0.554**	0.387**	0.567**	0.366**	0.535**	0.355**	0.518**
X_{8A}	0.507**	0.331**	0.465**	0.301**	0.560**	0.368**	0.576**	0.378**	1	0.683**	0.995**	0.680**	0.995**	0.680**	0.996**	0.680**
X_{8B}	0.337**	0.485**	0.306**	0.440**	0.373**	0.538**	0.383**	0.554**	0.683**	1	0.679**	0.995**	0.680**	0.995**	0.683**	0.995**
X_{8C}	0.535**	0.351**	0.485**	0.316**	0.578**	0.380**	0.589**	0.387**	0.995**	0.679**	1	0.683**	0.981**	0.669**	0.989**	0.675**
X_{8D}	0.357**	0.514**	0.322**	0.462**	0.386**	0.557**	0.392**	0.567**	0.680**	0.995**	0.683**	1	0.670**	0.980**	0.678**	0.989**
X_{8E}	0.474**	0.308**	0.439**	0.283**	0.536**	0.351**	0.558**	0.366**	0.995**	0.680**	0.981**	0.670**	1	0.684**	0.992**	0.678**
X_{8F}	0.313**	0.450**	0.288**	0.414**	0.356**	0.513**	0.370**	0.535**	0.680**	0.995**	0.669**	0.980**	0.684**	1	0.680**	0.992**
X_{8G}	0.469**	0.305**	0.423**	0.273**	0.528**	0.346**	0.542**	0.355**	0.996**	0.683**	0.989**	0.678**	0.992**	0.680**	1	0.686**
X_{8H}	0.310**	0.445**	0.276**	0.397**	0.350**	0.505**	0.359**	0.518**	0.680**	0.995**	0.675**	0.989**	0.678**	0.992**	0.686**	1
X_{8I}	0.607**	0.398**	0.573**	0.375**	0.642**	0.422**	0.661**	0.435**	0.959**	0.647**	0.961**	0.648**	0.948**	0.639**	0.930**	0.627**
X_{8J}	0.409**	0.589**	0.385**	0.554**	0.432**	0.623**	0.445**	0.643**	0.653**	0.956**	0.654**	0.958**	0.646**	0.945**	0.635**	0.926**
X_{8K}	0.377**	0.243**	0.358**	0.229**	0.412**	0.267**	0.435**	0.282**	0.859**	0.588**	0.845**	0.577**	0.866**	0.592**	0.847**	0.579**
X_{8L}	0.245**	0.352**	0.231**	0.332**	0.268**	0.386**	0.283**	0.409**	0.582**	0.852**	0.571**	0.837**	0.587**	0.858**	0.575**	0.839**
X_{8M}	0.505**	0.330**	.465**	0.301**	0.561**	0.368**	0.577**	0.379**	0.999**	0.683**	0.993**	0.678**	0.996**	0.681**	0.995**	0.680**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{7M}	0.642**	0.432**	0.412**	0.268**	0.561**	0.374**	0.592**	0.397**								
X_{7N}	0.422**	0.623**	0.267**	0.386**	0.368**	0.539**	0.391**	0.572**								
X_{7O}	0.661**	0.445**	0.435**	0.283**	0.577**	0.384**	0.600**	0.401**								
X_{7P}	0.435**	0.643**	0.282**	0.409**	0.379**	0.554**	0.396**	0.579**								
X_{8A}	0.959**	0.653**	0.859**	0.582**	0.999**	0.683**	0.992**	0.678**								
X_{8B}	0.647**	0.956**	0.588**	0.852**	0.683**	0.999**	0.678**	0.992**								
X_{8C}	0.961**	0.654**	0.845**	0.571**	0.993**	0.677**	0.998**	0.681**								
X_{8D}	0.648**	0.958**	0.577**	0.837**	0.678**	0.992**	0.682**	0.998**								
X_{8E}	0.948**	0.646**	0.866**	0.587**	0.996**	0.681**	0.978**	0.667**								
X_{8F}	0.639**	0.945**	0.592**	0.858**	0.681**	0.996**	0.667**	0.976**								
X_{8G}	0.930**	0.635**	0.847**	0.575**	0.995**	0.682**	0.987**	0.676**								
X_{8H}	0.627**	0.926**	0.579**	0.839**	0.680**	0.995**	0.674**	0.986**								
X_{8I}	1	0.677**	0.792**	0.528**	0.957**	0.646**	0.959**	0.648**								
X_{8J}	0.677**	1	0.538**	0.780**	0.652**	0.954**	0.654**	0.957**								
X_{8K}	0.792**	0.538**	1	0.690**	0.861**	0.589**	0.833**	0.568**								
X_{8L}	0.528**	0.780**	0.690**	1	0.583**	0.853**	0.563**	0.824**								
X_{8M}	0.957**	0.652**	0.861**	0.583**	1	0.683**	0.990**	0.676**								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}	X_{1D}	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}	X_{2D}	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}	X_{3D}	X_{3E}	X_{3F}	X_{3G}	X_{3H}
X_{8N}	-0.046	-0.128	-0.116	-0.212**	0.373**	0.564**	-0.064	-0.096	0.053	0.026	0.077	0.015	0.123	0.093	0.071	0.027
X_{8O}	0.020	-0.048	-0.044	-0.114	0.616**	0.398**	-0.008	-0.078	0.025	0.004	0.043	0.002	0.068	0.041	0.036	0.006
X_{8P}	-0.047	-0.128	-0.106	-0.199**	0.385**	0.581**	-0.078	-0.117	0.037	0.006	0.062	0.003	0.099	0.061	0.052	0.008

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}	X_{4D}	X_{4E}	X_{4F}	X_{4G}	X_{4H}	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}	X_{5D}	X_{5E}	X_{5F}	X_{5G}	X_{5H}
X_{8N}	0.486**	0.508**	0.459**	0.486**	0.432**	0.499**	0.477**	0.516**	-0.085	-0.123	-0.083	-0.120	-0.086	-0.126	-0.083	-0.120
X_{8O}	0.340**	0.356**	0.320**	0.336**	0.309**	0.350**	0.332**	0.361**	-0.058	-0.084	-0.056	-0.082	-0.059	-0.085	-0.056	-0.082
X_{8P}	0.497**	0.520**	0.469**	0.492**	0.452**	0.512**	0.486**	0.528**	-0.084	-0.122	-0.082	-0.119	-0.086	-0.125	-0.082	-0.119

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{5I}	X_{5J}	X_{5K}	X_{5L}	X_{5M}	X_{5N}	X_{5O}	X_{5P}	X_{6A}	X_{6B}	X_{6C}	X_{6D}	X_{6E}	X_{6F}	X_{6G}	X_{6H}
X_{8N}	-0.087	-0.126	-0.075	-0.109	-0.085	-0.123	-0.082	-0.118	-0.091	-0.133	-0.092	-0.132	-0.091	-0.133	-0.088	-0.129
X_{8O}	-0.059	-0.085	-0.051	-0.074	-0.058	-0.083	-0.056	-0.080	-0.062	-0.090	-0.063	-0.090	-0.062	-0.090	-0.060	-0.088
X_{8P}	-0.086	-0.125	-0.075	-0.108	-0.084	-0.122	-0.081	-0.118	-0.091	-0.132	-0.092	-0.131	-0.091	-0.132	-0.088	-0.128

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{6I}	X_{6J}	X_{6K}	X_{6L}	X_{6M}	X_{6N}	X_{6O}	X_{6P}	X_{7A}	X_{7B}	X_{7C}	X_{7D}	X_{7E}	X_{7F}	X_{7G}	X_{7H}
X_{8N}	-0.094	-0.136	-0.094	-.0142*	-0.089	-0.133	-0.089	-0.130	0.373**	0.538**	0.374**	0.540**	0.370**	0.533**	0.383**	0.552**
X_{8O}	-0.064	-0.093	-0.064	-0.097	-0.061	-0.090	-0.061	-0.088	0.591**	0.390**	0.587**	0.388**	0.591**	0.390**	0.596**	0.394**
X_{8P}	-0.094	-0.135	-0.094	-0.141	-0.089	-0.132	-0.089	-0.129	0.396**	0.570**	0.393**	0.567**	0.396**	0.571**	0.399**	0.576**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{7I}	X_{7J}	X_{7K}	X_{7L}	X_{7M}	X_{7N}	X_{7O}	X_{7P}	X_{8A}	X_{8B}	X_{8C}	X_{8D}	X_{8E}	X_{8F}	X_{8G}	X_{8H}
X_{8N}	0.335**	0.482**	0.307**	0.441**	0.374**	0.539**	0.384**	0.554**	0.683**	0.999**	0.677**	0.992**	0.681**	0.996**	0.682**	0.995**
X_{8O}	0.549**	0.362**	0.497**	0.324**	0.592**	0.391**	0.600**	0.396**	0.992**	0.678**	0.998**	0.682**	0.978**	0.667**	0.987**	0.674**
X_{8P}	0.368**	0.529**	0.330**	0.475**	0.397**	0.572**	0.401**	0.579**	0.678**	0.992**	0.681**	0.998**	0.667**	0.976**	0.676**	0.986**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

	X_{8I}	X_{8J}	X_{8K}	X_{8L}	X_{8M}	X_{8N}	X_{8O}	X_{8P}								
X_{8N}	0.646**	0.954**	0.589**	0.853**	0.683**	1	0.676**	0.989**								
X_{8O}	0.959**	0.654**	0.833**	0.563**	0.990**	0.676**	1	0.684**								
X_{8P}	0.648**	0.957**	0.568**	0.824**	0.676**	0.989**	0.684**	1								

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายเมธาวุฒิ สีหามาตย์ เกิดเมื่อวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2532 เริ่มเข้าศึกษาในระดับประถมศึกษาที่ชั้นปีที่ 1 ถึง 6 ที่โรงเรียนมหาไถ่ศึกษาเมืองพล และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1ถึง 6 ที่โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2554

ปี พ.ศ.2554 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยขณะศึกษาได้ทำหน้าที่ผู้ช่วยสอนรายวิชา (Teaching Assistant) และผู้ช่วยสอนปฏิบัติการ วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมจราจร (Traffic Engineer) เป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี