

รหัสโครงการ SUT7-704-60-12-19



รายงานการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองแบบแปรผันตามเวลาสำหรับความต้องการ
เดินทางด้วยรถรับส่งสำหรับชุมชนขนาดเล็ก
(Development of Time-varying Demand Model for
Shuttle Bus Service for Small Community)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รายงานการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองแบบแปรผันตามเวลาสำหรับความต้องการ
เดินทางด้วยรถรับส่งสำหรับชุมชนขนาดเล็ก
(Development of Time-varying Demand Model for
Shuttle Bus Service for Small Community)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล ภูบุบผาพันธ์

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2561

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัยโครงการเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองแบบแปรผันตามเวลาสำหรับความต้องการเดินทางด้วยรถรับส่งสำหรับชุมชนขนาดเล็ก ประจำปีงบประมาณ 2560 และขอขอบคุณคุณคุณณิชาภัทร สิทธิคุณ ที่ช่วยดำเนินการติดต่อประสานงานให้โครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพื่อใช้พยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยทำการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาและตารางเรียนของนักศึกษา มาพิจารณาว่ามีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางมากน้อยเพียงใด โดยอาศัยข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง โดยแบ่งพื้นที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 โซน ดังนี้ โซน A เป็นโซนกลุ่มอาคารเรียนและกลุ่มอาคารหน่วยงานต่าง ๆ โซน B เป็นโซนกลุ่มอาคารหอพักของนักศึกษาและข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา รายบุคคลที่ลงทะเบียนเรียนในวันที่ทำการสำรวจซึ่งมหาวิทยาลัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตจะใช้การถดถอยพหุคูณและการถดถอยพัวของในการพัฒนาแบบจำลองแต่เนื่องจากการถดถอยพัวของเกิดปัญหา Overdispersion Effect ดังนั้นจึงใช้การถดถอยทวินามเชิงลบ ในการพัฒนาแบบจำลองแทนการใช้การถดถอยพัวของ แล้วนำผลที่ได้จากแบบจำลองมาสอบทานความแม่นยำเพื่อหาแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

ผลการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตของโซน A และ โซน B พบว่า จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลอง Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยผู้มาใช้บริการทั้งวัน เท่ากับ 9.60 คนต่อ 15 นาที และ 11.86 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลอง Negative binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยผู้มาใช้บริการทั้งวันเท่ากับ 10.43 คนต่อ 15 นาที และ 13.23 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากข้อมูลที่สำรวจจริงมีค่าเฉลี่ยผู้มาใช้บริการทั้งวันเท่ากับ 10.92 คนต่อ 15 นาที และ 13.75 คนต่อ 15 นาที ตามลำดับ จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้พยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที แสดงในรูปสมการดังนี้

$$\text{โซน A } Y_A = \text{EXP}(0.549 + 0.286X_{2A} + 2.456X_{2B} + 0.274 X_{2C} + 0.767X_{2D} + 0.000315X_{8B})$$

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

Abstract

This study aimed to present the development of desirable model of 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 10.92 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 9.60 people per 15 minutes and 11.86 people per 15 minutes, respectively. The numbers of bus transportation customers obtained from the negative binomial regression model were an average of 10.43 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.

$$\text{Zone A } Y_A = \text{EXP}(0.549 + 0.286X_{2A} + 2.456X_{2B} + 0.274 X_{2C} + 0.767X_{2D} + 0.000315X_{8B})$$

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

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง.....	4
2.1.1 การนิยามปัญหาและขอบเขตการวิเคราะห์.....	5
2.1.2 การเลือกเทคนิควิเคราะห์.....	6
2.1.3 การรวบรวมข้อมูล	6
2.1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง.....	6
2.1.5 การสร้างแบบจำลอง.....	8
2.1.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	9
2.2 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ.....	9
2.2.1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอย.....	9
2.2.2 จุดประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	10
2.2.3 ระดับข้อมูลของตัวแปร.....	10
2.2.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ.....	10
2.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.6 สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนดิบ	13
2.2.7 สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนมาตรฐาน.....	13
2.2.8 การคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์	14
2.2.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ.....	15
2.2.10 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย	15
2.3 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์การถดถอยทวินาม เชิงลบ.....	16
2.3.1 แบบจำลองการถดถอยแบบพหุคูณ (Poisson Regression Model).....	16
2.3.2 แบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)	17
2.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์	18
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย	24
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	25
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
3.4 การพัฒนาแบบจำลอง.....	27
3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	27
3.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร.....	36
3.4.3 การพัฒนาแบบจำลอง	36
3.5 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง.....	40
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล.....	41
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	41
4.1.1 ข้อมูลสำรวจจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี.....	41
4.1.2 ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาามมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การพัฒนาแบบจำลอง	46
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรเบื้องต้น	46
4.2.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์	50
4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยใช้ Multiple linear regression.....	51
4.2.4 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression.....	53
4.3 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง.....	57
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง.....	63
5.1.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยใช้ Multiple linear regression	63
5.1.2 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression	64
5.2 สรุปผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง	66
5.3 สรุปผลการศึกษา.....	67
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป	67
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง	71
ภาคผนวก ข ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ภายในมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที.....	73
ภาคผนวก ค ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	78
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ	80
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ	85

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง.....	29
4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง.....	41
4.2 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง.....	42
4.3 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B ที่ใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง.....	43
4.4 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา.....	46
4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ.....	47
4.6 สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ.....	51
4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ.....	52
4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชน ทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Multiple linear regression.....	53
4.9 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Multiple linear regression.....	54
4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Poisson regression.....	55
4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Negative binomial regression.....	56
4.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Poisson regression.....	57
4.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Negative binomial regression.....	58
4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสาร ประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A.....	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B.....	60
5.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Test).....	64
5.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ.....	65
5.3 ค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit.....	65
5.4 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง.....	66



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง.....	5
2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ (Y) กับตัวแปรพยากรณ์ (X).....	9
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	25
3.2 เส้นทางการให้บริการโดยสารประจำทางเส้นทางบริการนักศึกษาและจุดสำรวจและ จุดสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการรถโดยสารประจำทางในแต่ละโซน.....	26
4.1 ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน A.....	44
4.2 ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน B.....	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในแต่ละปี ผสมกับความเจริญทางเศรษฐกิจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้เกิดความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้นและมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นทุกปี ซึ่งหากไม่มีการศึกษาลักษณะความต้องการเดินทางและจัดการโครงสร้างพื้นฐานให้เหมาะสมกับความต้องการดังกล่าวแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง คุณภาพชีวิตของประชาชนแย่งลง และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสิ้นเปลือง เป็นต้น ดังนั้นเมื่อเมืองเจริญเติบโตและมีจำนวนประชากรมากในระดับหนึ่ง การศึกษาความต้องการเดินทางเพื่อวางแผนจัดการกับความต้องการเดินทาง ทำให้สามารถจัดโครงสร้างพื้นฐานและระบบการจราจรที่เหมาะสมในอนาคตรองรับความต้องการเดินทางที่จะเกิดขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยให้การดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และการดำเนินชีวิตในสังคมเมือง เป็นไปอย่างราบรื่นและยั่งยืนต่อไป

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ประชากรในเขตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในกลุ่มนักศึกษาและบุคลากรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปัจจุบันมีการเดินทางของประชากรภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพิ่มมากขึ้น เช่น การเดินทางไปเรียน การเดินทางไปทำธุระ การเดินทางไปทำงาน การเดินทางไปพบปะสังสรรค์ เป็นต้น ซึ่งการเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล กล่าวคือ เป็นการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ ส่งผลให้เกิดปัญหาตามมา เช่น ปัญหาจราจรคับคั่งในช่วงเร่งด่วน ปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง ปัญหาอุบัติเหตุจราจร ปัญหามลพิษทางอากาศ เป็นต้น ระบบขนส่งสาธารณะจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของปี พ.ศ. 2556 ระบบขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีให้บริการภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งดำเนินงานโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยรถทั้งหมดเป็นรถโดยสารขนาดเล็ก มีจำนวนทั้งหมด 13 คัน ทำการวิ่งบริการโดยไม่คิดค่าใช้บริการ โดยมีเส้นทางให้บริการจำนวน 3 เส้นทาง คือ เส้นทางบริการสายนักศึกษา เส้นทางบริการสายบุคลากร และเส้นทางบริการบุตรหลานบุคลากรในการเดินทางไปโรงเรียน โดยจะวิ่งให้บริการตั้งแต่เวลา 07.00 - 21.30 น. ไม่เว้นวันหยุดราชการ โดยความถี่การให้บริการจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละเส้นทางบริการ และแต่ละช่วงเวลา เช่น สำหรับวันธรรมดาในช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีความถี่ทุก ๆ 5 นาที ในขณะที่นอกช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีความถี่ทุก 10 นาที เป็นต้น อย่างไรก็ตามพบว่าในบางช่วงเวลาคความถี่การให้บริการไม่มีความเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้บริการ โดยเฉพาะเส้นทางบริการสายนักศึกษาที่วิ่งให้บริการวันจันทร์ - วันศุกร์ ในบางช่วงเวลาคจะมีความถี่การให้บริการสูงเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้บริการ ทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวมีจำนวนผู้ใช้บริการน้อยหรือไม่มีผู้ใช้บริการเลย ในขณะที่บางช่วงเวลาคมีความถี่การให้บริการต่ำเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้บริการ ทำให้มีผู้โดยสารแน่นรถ

จนตกค้างไม่สามารถขึ้นโดยสารได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการจัดตารางรถโดยสารที่อาจจะตอบสนองต่อความต้องการเดินทางได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้เกิดปัญหาที่ตามมาคือ ปัญหาการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ปัญหาการสึกหลอของเครื่องยนต์ ปัญหามลพิษทางอากาศ มูลค่าการรอคอยของผู้โดยสาร เป็นต้น

โดยทั่วไป หน่วยงานเดินรถจะอาศัยข้อมูลความต้องการเดินทางในแต่ละชั่วโมงมาใช้ในการวางแผนจัดตารางเดินรถขนส่งสาธารณะ อย่างไรก็ตาม ปริมาณความต้องการเดินทางหรือจำนวนผู้โดยสารในกรณีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนั้นมีความแตกต่างจากกรณีทั่ว ๆ ไป ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการเดินทางที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นการเดินทางระหว่างหอพักกับอาคารเรียน ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมีความแปรผันต่อเวลาค่อนข้างมาก โดยจะมีความต้องการเดินทางสูงในช่วงที่มีการเรียนการสอน ในขณะที่ช่วงกลางชั่วโมงจะมีความต้องการเดินทางน้อยกว่า จากลักษณะดังกล่าวทำให้การวางแผนจัดตารางเดินรถต้องพิจารณาปริมาณความต้องการเดินทางในช่วงระยะเวลาที่สั้นขึ้น เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่มีความแปรผันต่อเวลาค่อนข้างมากได้

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาหาความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาย่อย ๆ ที่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง เช่น ทุก ๆ 5 นาที เพื่อนำผลที่ได้นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในการให้บริการและจัดทำตารางการเดินรถให้มีความสอดคล้องกับจำนวนผู้โดยสารในแต่ละช่วงเวลาดังกล่าว โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) แบบปัวซองหรือแบบทวินาม (Poisson or Binomial Regression) ในการสร้างแบบจำลอง โดยตัวแปรตาม คือ จำนวนความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง ในช่วงเวลาย่อย ๆ และตัวแปรต้นต้องเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความแปรผันของความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ เช่น จำนวนนักศึกษาแยกชาย - หญิง และแยกตามชั้นปีที่จะเข้าชั้นเรียนในแต่ละชั่วโมง จำนวนนักศึกษาที่เรียนในชั่วโมงที่พิจารณาและมีการเรียนในชั่วโมงก่อนหน้าด้วย เป็นต้น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการศึกษาหรือปีการศึกษา ซึ่งจะมีจำนวนนักศึกษาที่เรียนในแต่ละช่วงเวลาและรายละเอียดอื่น ๆ แตกต่างกันไป ทำให้สามารถคาดการณ์ความต้องการใช้งานรถโดยสารประจำทาง และจัดตารางเดินรถที่เหมาะสมกับความต้องการได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลต่อการแปรผันของความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2. พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบแปรผันตามเวลา ในกรอบระยะเวลาที่สั้นกว่า 1 ชั่วโมง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

- พื้นที่การศึกษาสำรวจปริมาณผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในวันทำการ วันจันทร์ – วันศุกร์ ในเส้นทางบริการนักศึกษาเท่านั้น
- ช่วงเวลาการเข้าใช้บริการรถโดยสารในพื้นที่การศึกษาจะแตกต่างจากกรณีในการใช้บริการรถโดยสารทั่ว ๆ ไป เนื่องจากการศึกษาจำกัดอยู่ในพื้นที่มหาวิทยาลัย จึงทำให้จำนวนการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง จะถูกกำหนดจากกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น อาทิเช่นการเดินทางไปเรียน จำนวนผู้ใช้บริการจะขึ้นอยู่กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนในช่วงชั่วโมงนั้น ๆ ด้วย เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย

1. จากการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. จากการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต สามารถนำมาพยากรณ์จำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานต่อความต้องการการเดินทางในอนาคต การจัดระบบขนส่งมวลชนให้เพียงพอต่อความต้องการการเดินทางเพื่อลดปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล เป็นต้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทบทวนแนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญและมีส่วนช่วยให้ผู้ทำการศึกษาได้รับความรู้เพื่อที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในหัวข้อหรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้อย่างมากขึ้น โดยมีลำดับหัวข้อการนำเสนอเรียงตามลำดับต่อไปนี้

- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง
- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ
- ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามลบ
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

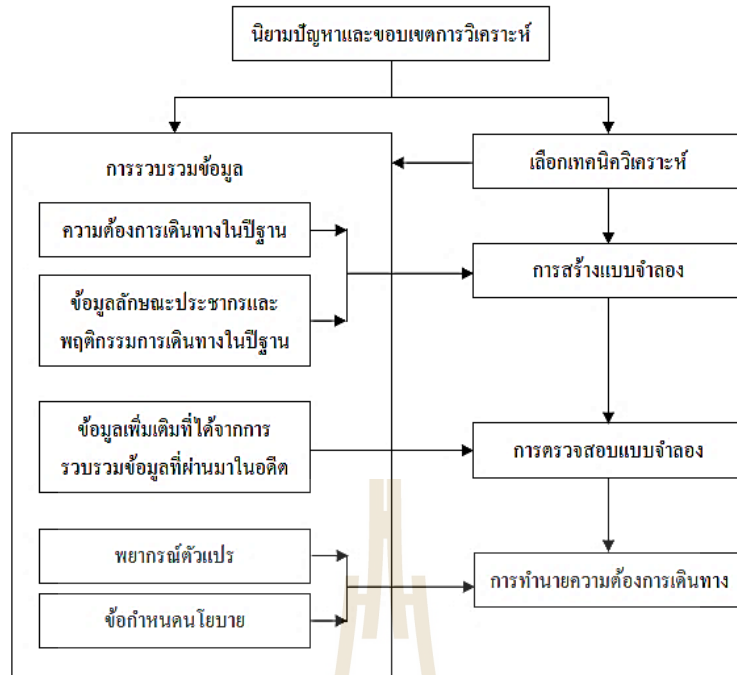
2.1 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง

การวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง (Travel demand analysis) เป็นขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับกระบวนการวางแผนการขนส่ง การวิเคราะห์ความต้องการการเดินทางทำให้ผู้วางแผนการขนส่งทราบถึงปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์นั้น และปริมาณการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งได้จากการนำข้อมูลปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมาวิเคราะห์และคาดการณ์ไปในอนาคต ด้วยเหตุนี้จากกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางนั้น เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ได้แก่

- การวิเคราะห์ความต้องการการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ กำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและความต้องการเดินทาง รวมถึงการนำปัจจัยเหล่านั้นมาพัฒนาแบบจำลองที่จะนำไปใช้พยากรณ์ความต้องการเดินทาง

- การพยากรณ์ความต้องการเดินทาง เป็นการนำแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาจากขั้นตอนแรก มาใช้วิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในอนาคต โดยพิจารณาถึงบริบทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน นโยบายด้านขนส่ง จำนวนประชากร และโครงข่ายถนนในปีอนาคต

ในทางปฏิบัติ ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางไม่ได้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการสร้างแบบจำลองแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการให้ความสำคัญกับรายละเอียดของบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ไม่ว่าจะเป็น แผนพัฒนาเมือง นโยบายด้านขนส่ง รวมถึงสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการเดินทางของผู้คนในพื้นที่ เป็นต้น โดยทั่วไปกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน แสดงในรูปที่ 2.1 และมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้



รูปที่ 2.1 กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการเดินทาง

2.1.1 การนิยามปัญหาและขอบเขตการวิเคราะห์

ก่อนการวิเคราะห์จะต้องกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา และขอบเขตของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ให้ชัดเจน

- ช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์ โดยทั่วไปจะต้องกำหนดปีฐาน (Base year) และช่วงเวลาที่ทำกรวิเคราะห์ (Horizontal year) เช่น 5 ปี หรือ 10 ปี นับจากปี ฐาน เป็นต้น การกำหนดช่วงเวลาวิเคราะห์เป็นสิ่งที่จะต้องกำหนดให้ชัดเจน เนื่องจากจะส่งผลถึงลักษณะของข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์ และเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

- พื้นที่ศึกษาและโครงสร้างของพื้นที่ย่อย ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ย่อย เป็นสิ่งที่กำหนดประเภทของการเดินทางว่า การเดินทางที่พิจารณานั้น เป็นการเดินทางที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ หรือระหว่างพื้นที่

- หน่วยของปริมาณการเดินทาง ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าปริมาณการเดินทางที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น เทียบกับหน่วยระยะเวลาใด เช่น เป็นปริมาณการเดินทางในช่วงเร่งด่วนต่อวัน หรือต่อปี เป็นต้น

- ตัวแปรเชิงนโยบาย ผู้วางแผนต้องตรวจสอบว่า พื้นที่ที่จะทำการศึกษานั้น มีกรอบนโยบายใดที่ควบคุมอยู่หรือไม่ และจะอย่างไรจึงจะแปลงนโยบายเหล่านั้นให้อยู่ในภาพของตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้

- ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่จำเป็นสำหรับการประเมิน ควรกำหนดให้ชัดเจนว่าจะพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวใดเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพนี้จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อเลือกแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่มีแนวทางให้เลือกดำเนินการได้หลายแนวทาง

2.1.2 การเลือกเทคนิควิเคราะห์

โดยมากแล้วการเลือกเทคนิคการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับปัญหาที่จะวิเคราะห์ และได้รับอิทธิพลอย่างมากจากขอบเขตของการวิเคราะห์ตามที่ได้กล่าวข้างต้น

2.1.3 การรวบรวมข้อมูล

เมื่อนิยามปัญหาและขอบเขตของการวิเคราะห์ และเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำให้ทราบลักษณะและประเภทของข้อมูลที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์ โดยทั่วไปข้อมูลที่ต้องการแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ข้อมูลในอดีต (Historical data) ได้แก่ ข้อมูลในอดีตที่มีการเก็บรวบรวมไว้แล้ว ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการเดินทาง สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (โครงสร้างรายได้ อายุ เพศของประชากร เป็นต้น) กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และระบบขนส่ง เป็นต้น

- ข้อมูลทำนาย (Forecasts data) ได้แก่ ข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และระบบขนส่ง ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้เป็นตัวแปรในแบบจำลองสำหรับวิเคราะห์ความต้องการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคตตามกรอบของเวลาที่ทำกรวิเคราะห์

2.1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง

ความต้องการเดินทางหรือปริมาณการเดินทางจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยมากมักจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

1. การใช้พื้นที่

ลักษณะการใช้พื้นที่ที่ต่างกันส่งผลให้ลักษณะการเดินทางที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความต้องการเดินทางด้วยแบบจำลอง จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความละเอียดแม่นยำของข้อมูลการใช้พื้นที่ นอกจากลักษณะการใช้พื้นที่ที่ส่งผลต่อลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกันแล้ว ความหนาแน่นของการใช้พื้นที่เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ก็ส่งผลให้เกิดลักษณะการเดินทางที่แตกต่างไปได้เช่นกัน โดยทั่วไป การวิเคราะห์ความต้องการเดินทางจะให้ความสำคัญกับสถานที่ที่จัดว่าเป็นจุดกำเนิดและดึงดูดการเดินทางหลัก ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นจุดต้นทางหรือปลายทางก็ตามดังต่อไปนี้

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

ในการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางจำเป็นต้องกำหนดลักษณะการใช้พื้นที่ของพื้นที่ศึกษาให้ชัดเจน เนื่องจากจะส่งผลต่อประเภทของตัวแปรที่ต้องการ และวิธีการสำรวจข้อมูลโดยทั่วไป ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ ได้แก่

- ขนาดของพื้นที่พักอาศัยหน่วยเป็นตารางเมตร
- จำนวนครอบครัวในเขตพื้นที่ หรือจำนวนครอบครัวต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนประชากรในเขตพื้นที่ หรือพื้นที่ย่อย หรือจำนวนประชากรต่อหน่วยพื้นที่ ธุรกิจและอุตสาหกรรม
- จำนวนการจ้างงานในเขตพื้นที่ หรือจำนวนการจ้างงานต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนการจ้างงานด้านการค้าขายในพื้นที่ หรือต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนพื้นที่ที่สอดคล้องกับกิจกรรมแต่ละประเภท อาทิ พื้นที่เพื่อการศึกษา และ สันทนาการ เป็นต้น
- จำนวนสถานที่ประกอบการ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน ฯลฯ ในเขตพื้นที่ หรือต่อหน่วยพื้นที่
- จำนวนศูนย์สันทนาการในเขตพื้นที่
- จำนวนนักศึกษา หรือนักเรียนในเขตพื้นที่

2) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม

ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เดินทาง ครอบครัวของผู้เดินทางหรือผู้ประกอบการต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปตัวแปรลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อการเดินทาง ได้แก่

- ขนาดครอบครัว ขนาดครอบครัวที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณและอัตราการเดินทางในแต่ละพื้นที่ โดยจำนวนการเดินทางเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้น
- จำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลที่มีในครอบครอง โดยทั่วไปเมื่อครอบครัวใดมียานพาหนะส่วนบุคคลไว้ในครอบครอง ก็มีโอกาสดังกล่าวจะเดินทางมากขึ้นเนื่องจากสามารถเดินทางได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้ ถ้าครอบครัวใดที่มียานพาหนะส่วนบุคคลไว้ในครอบครองมากขึ้นโอกาสดังกล่าวจะเดินทางก็จะมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการเดินทางหรือปริมาณการเดินทางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตัวแปรดังกล่าวนี้สมควรเป็นจำนวนยานพาหนะทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ อาทิ จำนวนยานพาหนะเฉลี่ยต่อคน หรือเฉลี่ยต่อครอบครัว เป็นต้น
- ประเภทที่พักอาศัย ที่ตั้งของที่พักอาศัยมีความสัมพันธ์กับปริมาณการเดินทาง โดยประชากรในครอบครัวที่มีที่อยู่อาศัยถาวร มีบ้านหรือที่พักเป็นของตนเอง มักมีแนวโน้มที่จะเดินทางไปมาหาสู่กันระหว่างคนรู้จัก หรือพักผ่อนหย่อนใจ มากกว่าประชากรในครอบครัวที่เพิ่งย้ายมาอยู่ในบริเวณนั้น ๆ หรือไม่มีที่พักอาศัยเป็นของตนเอง

- อาชีพหัวหน้าครอบครัว เป็นตัวแปรที่สามารถระบุสถานะทางสังคม สถานภาพทางการเงินและฐานะของครอบครัวได้ทางอ้อม ส่วนมากแล้ว ถ้าหัวหน้าครอบครัวมีอาชีพและตำแหน่งหน้าที่การงานดี ก็มักทำให้ครอบครัวมีสถานะทางสังคมและสถานภาพทางการเงินดีตามไปด้วย ส่งผลให้ความต้องการเดินทางเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สัดส่วนการเดินทางไปทำงานจะลดลงเมื่อฐานะความเป็นอยู่ของครอบครัวต่ำลง
- รายของได้ครอบครัว ครอบครัวใดที่มีรายได้สูง โอกาสที่จะเดินทางไปตามสถานที่ต่าง ๆ จะมากกว่าครอบครัวที่มีรายได้ต่ำ ส่งผลให้ความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเดินทางน้อยกว่านั่นเอง

3) ปัจจัยอื่น ๆ

- นอกจากปัจจัยต่าง ๆ ตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทางดังต่อไปนี้
- อัตราการเสียภาษี การจ่ายค่าเช่า หรือการชำระดอกเบี้ยเพื่อการลงทุน ฯลฯ เป็นปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถของกำลังทรัพย์ที่เพียงพอสำหรับใช้จ่ายเพื่อการเดินทาง
- โครงสร้างอายุของประชากรในพื้นที่ศึกษา กลุ่มคนที่มีอายุแตกต่างกันจะมีลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกันด้วย เช่น กลุ่มคนอายุน้อยมีโอกาที่จะเดินทางไปพบปะเพื่อนฝูงตามสถานที่ต่าง ๆ มากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุมากกว่า เป็นต้น
- อาชีพของประชากร อาชีพที่ทำให้มีรายได้ดีย่อมทำให้ฐานะและสถานภาพทางสังคมของผู้นั้นดีตามไปด้วย โอกาสที่จะเดินทางไปตามสถานที่ต่าง ๆ ก็จะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการเดินทางสูงขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน
- ความเจริญของพื้นที่ ถ้าพื้นที่ใดมีความเจริญทั่วถึง มีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกที่สนับสนุนการเดินทางที่สมบูรณ์ ก็จะเป็นสิ่งกระตุ้นให้คนในพื้นที่นั้นเกิดความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้น ความเจริญของพื้นที่นี้ อาจนำตัวแปรระยะห่างจากศูนย์กลางเมืองมาพิจารณาประกอบด้วยก็ได้ ยิ่งพื้นที่ศึกษาห่างจากศูนย์กลางเมืองหรือย่านธุรกิจมากขึ้นเท่าใด โอกาสที่จะเกิดการเดินทางเพื่อเข้าสู่ตัวเมืองและความเจริญของพื้นที่ก็จะลดลงมากขึ้นเท่านั้น

2.1.5 การสร้างแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเดินทางที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทางนั้น ความต้องการเดินทาง หรือปริมาณการเดินทางจะถูกกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent variables) และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความต้องการเดินทาง ซึ่งจะถูกใช้ในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับปริมาณการเดินทาง อาทิ จำนวนประชากร รายได้ การจ้างงาน ฯลฯ จะถูกกำหนดเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอธิบาย (Independent variables or Explanatory variables)

2.1.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

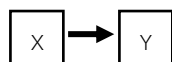
ก่อนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจากขั้นตอนก่อนหน้าไปใช้พยากรณ์ปริมาณการเดินทางหรือความต้องการเดินทางในอนาคต จะต้องนำแบบจำลองมาตรวจสอบความถูกต้องเสียก่อน การตรวจสอบนี้ ได้แก่ การตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Reasonableness) ของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรและค่าคงที่ในแบบจำลอง การตรวจสอบนัยสำคัญของตัวแปรตั้งแต่ละตัวที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง และการทดสอบความอ่อนไหว (Sensitivity test) ของแบบจำลอง ด้วยการแปรผันค่าตัวแปรตั้งแต่ละตัวในแบบจำลองในช่วงค่าข้อมูลของตัวแปรนั้น ๆ ขณะที่ตัวแปรต้นตัวอื่น ๆ ในแบบจำลองมีค่าคงที่ จากนั้นตรวจสอบช่วงของค่าตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงไป

2.2 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

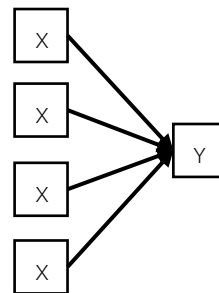
การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression Analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรพยากรณ์ หรือตัวแปรทำนาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรมาใช้ในการทำนาย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

2.2.1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นหลัก และคำตอบที่ต้องการคือ มีตัวแปรใดบ้างที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ที่เราสนใจจะศึกษา และตัวแปรใดพยากรณ์ได้มากน้อยกว่ากัน รวมทั้งส่งผลในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งการวิจัยในลักษณะนี้จะต้องอาศัยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review Literature) มาเป็นอย่างดี และสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการทำวิจัย และนำไปสร้างเครื่องมือตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้ สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิด แสดงดังรูปที่ 2.2



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



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

รูปที่ 2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ (Y) กับตัวแปรพยากรณ์ (X)

2.2.2 จุดประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยมีจุดประสงค์ คือ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ ด้วยกลุ่มตัวแปรพยากรณ์

2.2.3 ระดับข้อมูลของตัวแปร

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

2.2.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

- Normality ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ตรวจสอบได้โดยการดูกราฟหรือวิธีการทางสถิติ เช่น ใช้ Kolmogorov-Smirnov Test ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร จะใช้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน หรือใช้ Shapiro-Wilk Test ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรก็ได้ แต่กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 50 ตัวอย่าง หรือ Lilliefors Test ซึ่งเป็นวิธีการที่ปรับปรุงมาจากวิธีของ Kolmogorov-Smirnov แต่จะให้ค่าความน่าจะเป็นในการ ทดสอบน้อยกว่าวิธีของ Kolmogorov-Smirnov

- Linearity 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

- ตัวแปรที่นำมาใช้พยากรณ์ต้องไม่มีปัญหาเรื่อง Multicollinearity หมายถึง ตัวแปรที่นำมาใช้พยากรณ์ไม่ควรมีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป ตรวจสอบได้ด้วยการดูกราฟ หรือด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น ดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{xy} หรือดูจากค่า variance inflation factors (VIF)

2.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

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

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2] [n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.1)$$

2. ค่า b หาจากสูตร แสดงดังสมการที่ 2

$$b_j = \beta_j \frac{S_Y}{S_j} \quad (2.2)$$

เมื่อ	b_j	แทน	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j ที่ต้องการหาค่าน้ำหนักคะแนน
	β_j	แทน	ค่าน้ำหนักเบต้าของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j
	S_Y	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)
	S_j	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j

3. ค่า β หาจากสูตร แสดงดังสมการที่ 2.3

$$\beta_j = b_j \frac{S_j}{S_Y} \quad (2.3)$$

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

$$R = \sqrt{\beta_1 r_{1y} + \beta_2 r_{2y} + \dots + \beta_p r_{py}} \quad (2.4)$$

5. การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือ สัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสูตร แสดงดังสมการที่ 2.5

$$F = \frac{(R_{Y,12\dots l}^2 - R_{Y,12\dots k}^2)(1-k)}{(1-R_{Y,12\dots l}^2)(N-1-1)} \quad (2.5)$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบเพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R
	R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
	N	แทน	จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง
	K	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

6. การทดสอบนัยสำคัญของตัวแปรที่เพิ่มเข้ามาในสมการการถดถอย มีสูตรการทดสอบนัยสำคัญ แสดงดังสมการที่ 2.6

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

เมื่อ	F	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	R_{Yk}	แทน	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอยของ Y บนตัวแปร k ตัว
	R_{Yl}	แทน	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอยของ Y บนตัวแปร l ตัว
	K	แทน	จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจำนวนน้อยกว่า
	l	แทน	จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจำนวนมากกว่า

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	ผลรวมของกำลังสอง (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
	SE_{est}^2	แทน	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	SS_{xj}	แทน	ผลรวมกำลังสองของความเบี่ยงเบน (Sum of Squares) ของตัวพยากรณ์ตัวที่ j
	R_j^2	แทน	กำลังสองสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ ตัวที่ j

9. การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อทดสอบว่าตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวส่งผลต่อการทำนายตัวเกณฑ์หรือไม่ ทดสอบโดยใช้สูตร แสดงดังสมการที่ 2.9

$$t_j = \frac{b_j}{SE_{b_j}} \quad (2.9)$$

เมื่อ t_j แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
 b_j แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ที่ j ที่ต้องการทดสอบนัยสำคัญ
 SE_{b_j} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย

2.2.6 สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนดิบ

สมการเชิงเส้นตรงในภาพคะแนนดิบ แสดงดังสมการที่ 2.10

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_k x_k \quad (2.10)$$

เมื่อ \hat{Y} แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)
 a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในภาพแบบคะแนนดิบ
 b_1, b_2 แทน น้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลำดับ
 x_1, x_2 แทน คะแนนของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k
 $b_k x_k$ แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

2.2.7 สมการพยากรณ์ในภาพคะแนนมาตรฐาน

ถ้าต้องการพยากรณ์เกณฑ์ในภาพของคะแนนมาตรฐาน เขียนสมการพยากรณ์แสดงดังสมการที่ 2.11

$$\hat{Z} = \beta_1z_1 + \beta_2z_2 + \dots + \beta_kz_k \quad (2.11)$$

เมื่อ Z_y แทน คะแนนพยากรณ์ในภาพของคะแนนมาตรฐานของตัวเกณฑ์
 β_1, β_2 แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยในภาพของคะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลำดับ
 Z_1, Z_2 แทน คะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลำดับ
 K แทน จำนวนตัวพยากรณ์

2.2.8 การคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์

วิธีคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสู่สมการถดถอยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น

1. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (Enter Regression) การคัดเลือกเข้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการด้วยการวิเคราะห์ขั้นตอนเดียว โดยใช้วิจารณ์ญาณของผู้พัฒนาสมการเองว่าจะเลือกตัวแปรอิสระตัวใดเข้าสู่สมการบ้างโดยใช้ค่าสถิติทดสอบ เช่น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อน ค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ในการเลือกควรเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีค่าสูง ๆ และมีนัยสำคัญ เมื่อคัดเลือกได้แล้วจะใช้ตัวแปรอิสระทุกตัวที่เลือก วิเคราะห์พร้อมกันทุกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทั้งหมด

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

3. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเดินหน้า (Forward Regression) การคัดเลือกเพิ่มแบบเดินหน้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอย โดยการเริ่มนำตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการครั้งละ 1 ตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญที่ทดสอบด้วย t หรือ F เข้าสู่สมการก่อน จากนั้นคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสู่สมการ โดยคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือ และทดสอบนัยสำคัญ ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสู่สมการ 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_1 ที่มีค่า $|r_{xy}|$ สูงสุด สมมติว่าตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ x_2 จึงได้ตัวแปร x_2 เข้าสู่สมการเป็นตัวแรก จากนั้นนำตัวแปรอิสระที่เหลือคือ x_1, x_3, x_4, x_5 หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปร y ตัวแปรใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสู่สมการ สมมติว่าตัวแปรที่มีนัยสำคัญได้แก่ 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) การคัดเลือกถอยหลังเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวิธีการคัดเลือกเพิ่มวิธีนี้จะนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสู่สมการก่อน แล้วคัดเลือกออกครั้งละตัว เริ่มจากสมการแรกจะตัดตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ทดสอบด้วย t หรือ Partial F -test แล้วไม่มีนัยสำคัญออกก่อน จากนั้นตรวจสอบว่าควรตัดตัวแปรใดออกจากสมการอีกหรือไม่ โดยอาจจะไม่มีการตัดตัวแปรออกก็เป็นไปได้ หาตัวแปรอิสระทั้งหมดที่อยู่ในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรืออาจจะตัดออก 1 ตัวถ้าหากพบว่าตัวแปรนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการได้ จะได้สมการถดถอยที่เหมาะสมและให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจพหุคูณสูงสุดแต่วิธีนี้มีข้อเสียที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการคัดเลือกเพิ่ม

5. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได (Stepwise Regression) การคัดเลือกแบบขั้นตอนเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยด้วยกระบวนการที่ผสมกันระหว่างวิธีแบบเพิ่มไปข้างหน้า (Forward) และแบบถอยหลัง (Backward) เพื่อเป็นการแก้จุดอ่อนทั้งสองวิธีข้างต้น เป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเริ่มต้นใช้หลักการของวิธี Forward นำตัวแปรอิสระเข้าสมการครั้งละตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญทดสอบด้วย t หรือ F เข้าสมการก่อน จากนั้นทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 2 เข้าสมการ โดยวิธี Forward เช่นเดิมซึ่งจะหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือเพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดและมีนัยสำคัญเข้าสมการ จากนั้นเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 3 ด้วยวิธี Forward 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 หรือทั้งสองอย่างเพื่อนำมาใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์ และเปรียบเทียบว่าตัวแปรพยากรณ์ตัวใดพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้ดีกว่า
6. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรพยากรณ์สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้หรือไม่ ด้วยสถิติ t
7. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าสมการ (SE_b) และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})
8. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรเกณฑ์รองลงมาเข้าสมการ และทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลง (R^2 change) ด้วยสถิติ F ถ้า R^2 change ไม่มีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ไม่สามารถอยู่ในสมการพยากรณ์ได้ แต่ถ้ามีนัยสำคัญก็ดำเนินการตามข้อ 4, 5, 6 และ 7 และดำเนินการต่อไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรพยากรณ์ใดเข้าในสมการ (การดำเนินการตามข้อ 8 เป็นวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได)

2.2.10 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย

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

2.3 ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยพัวของและการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ

การเลือกใช้ตัวแปรในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระก่อน ถ้าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูง จะไม่นำตัวแปรนั้นมาใช้ในแบบจำลอง

● การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) หรือบางครั้งเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยใช้สัญลักษณ์ r ข้อมูลหรือระดับการวัดของตัวแปรแต่มาตราอันตรภาคถึงมาตราอัตราส่วน 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 X หรือ Y)
- ถ้า r มีการแจกแจงแบบเดียวกันกับที่ (Student t distribution) ทิศทางของความสัมพันธ์ได้มีลักษณะความสัมพันธ์ 3 แบบ คือ
 1. สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) ซึ่งหมายความว่าเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย
 2. สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ
 3. สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึง ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะอื่น ๆ

2.3.1 แบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ (Poisson Regression Model)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบพัวของ เป็นการแจกแจงที่อธิบายถึงจำนวนครั้งของเหตุการณ์ หรือจำนวนสิ่งที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนดหรือขอบเขตที่กำหนด เช่น จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน แบบจำลองการถดถอยพัวของตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานที่ว่าความน่าจะเป็นของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน (Y_i) จะอยู่ในรูปการกระจายแบบพัวของที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ($E(y)$) เท่ากับค่าความแปรปรวน ($VAR(Y)$)

คือ λ_i ในกรณีนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน ณ ช่วงเวลา i และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้คนมาใช้บริการเท่ากับ n ตัวแปร รูปแบบจำลองการถดถอยแบบพหุของ ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน สามารถเขียนได้ดังนี้

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

$$E(y) = \lambda$$

$$\text{VAR}(y) = \lambda$$

เมื่อ $\lambda_i = \text{EXP}(\beta X_i)$

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n)$ สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood แสดงดังสมการที่ 2.13

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

เมื่อ $L(\beta)$ แทน Likelihood function

2.3.2 แบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)

เนื่องจากจำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนที่เกิดขึ้นอาจมีค่าเฉลี่ย ($E(Y)$) และความแปรปรวน ($\text{VAR}(Y)$) ไม่เท่ากัน โดยที่ค่าเฉลี่ยนั้นอาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าความแปรปรวนก็ได้ ดังนั้น การใช้ แบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแสดงรูปแบบแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงดังสมการที่ 2.14

$$P(Y_i) = \frac{\Gamma((1/\alpha) + y_i)}{\Gamma(\frac{1}{\alpha}) y_i!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\lambda_i) + \lambda_i} \right)^{y_i} \quad (2.14)$$

เมื่อ α แทน ตัวแปรทางสถิติเนื่องจากการกระจายมากเกินไป

Y_i แทน จำนวนคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชน มีการกระจายแบบทวินามเชิงลบ โดยที่เป็นค่าเฉลี่ยของคนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนในช่วงเวลาที่พิจารณา i และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้คนมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนเท่ากับ n ตัวแปร ดังนั้นความสัมพันธ์ของ สามารถเขียนได้ดังรูปแบบเช่นเดียวกับการกระจายตัวแบบพหุของ ดังนี้

α แทน ตัวแปรทางด้านสถิติเนื่องจากการกระจายตัวมากเกินไปโดยมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวน ดังสมการที่ 2.15

$$\text{VAR}(y) = E[y_i] + \alpha E[y_i]^2 \quad (2.15)$$

เมื่อ $\text{VAR}(Y)$ แทน ความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n)$ สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood แสดงดังสมการที่ 2.16

$$L(\lambda_i) = \prod_i \frac{\Gamma((1/\alpha) + y_i)}{\Gamma(\frac{1}{\alpha}) y_i!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\lambda_i) + \lambda_i} \right)^{y_i} \quad (2.16)$$

เมื่อ $L(\lambda_i)$ แทน Likelihood function

2.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

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

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

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

เมื่อ D^m แทน ค่า Deviance ของแบบจำลอง
 L^f แทน ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น
 L^m แทน ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป

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

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

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

- Pearson Chi-Square ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยที่

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

การบ่งบอกตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำโดยการนำค่า Pearson Chi-Square ทหารด้วย Degree of Freedom (DF) ถ้าพบว่ามีค่ามากกว่า 1 หมายถึงตัวแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect)

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

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

- Log Likelihood (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; Miaou and Lum, 1993) พบว่า ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนในการพิจารณาค่า Log Likelihood ของตัวแปรเชิงเส้นแบบวางนัยทั่วไป (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 แบบจำลองยังมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด การหาค่า AIC สามารถหาได้จาก แสดงดังสมการที่ 2.21

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

เมื่อ ML แทน ค่า log [Maximum Likelihood]
K แทน จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

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

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีรยสส์ ปานกลาง (2548) ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้รถโดยสารประจำทางภายใต้การกำกับดูแลขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ในกรุงเทพมหานครผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 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 และการครอบครองรถยนต์ ของครอบครัว ด้านของช่วงเวลาในการใช้บริการมีความสัมพันธ์กับอายุ ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ การครอบครองรถยนต์ การให้อันดับความสำคัญส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ และด้านสถานที่

จักรพันธ์ ทัพขวา (2550) ได้ทำการศึกษา อัตราการเกิดการเดินทางสำหรับโรงเรียนอนุบาล และโรงเรียนประถมศึกษา จากการศึกษาพบว่า อัตราการเกิดการเดินทางในช่วงเช้าจะมีค่าสูงกว่าอัตราการเกิดการเดินทางในช่วงบ่าย สำหรับโรงเรียนทั้ง 2 ประเภท การศึกษานี้ยังพบปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดการเดินทางของโรงเรียนทั้ง 2 ประเภทก็คือ จำนวนนักเรียน สมการถดถอยเชิงเส้นตรงสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดการเดินทางและจำนวนนักเรียนสำหรับโรงเรียนทั้งสองประเภทดังกล่าวได้ โดยพบว่าปริมาณจราจรเข้าและออกจากโรงเรียนอนุบาลในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า และช่วงโมงเร่งด่วนบ่ายจะมีค่า 0.748 และ 0.427 ค้นต่อนักเรียนหนึ่งคนต่อชั่วโมงตามลำดับ

นันทวัช เสถียรนาม (2551) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการเดินทาง : กรณีศึกษาเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอย โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามด้านการจราจรและการขนส่งของการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและการขนส่งเมืองภูมิภาค : จังหวัดขอนแก่น แข่งตามวัตถุประสงค์การเดินทางจากบ้านไปทำงาน จากบ้านไปโรงเรียน และจากบ้านไปสถานที่อื่น ๆ เพื่อทำการประเมินว่าปัจจัยที่เลือกมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์การเกิดการเดินทางมากน้อยเพียงใด

ภัทริณี คงชู (2551) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก 3 ประเภทในกรุงเทพมหานคร คือน้ำมันดีเซล (Y_1) น้ำมันเบนซิน 91 (Y_2) และน้ำมันเบนซิน 95 (Y_3) และศึกษาภาพแบบความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมันขายปลีกกับปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันขายปลีก 3 ประเภทนี้ วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติคือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์การวิเคราะห์แคนนอนคอลล การวิเคราะห์ปัจจัย และการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ประกอบโดยตัวแปรตาม 3 ตัวแปร และตัวแปรอิสระ 74 ตัวแปร

ถิรยุทธ ลิมานนท์ ธนีสรา บุตรสิงขรณ์ และ ชุติมา เจริญขุนทด (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักภายในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จากตัวอย่างนักศึกษา 130 คน โดยให้นักศึกษานันทักข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลการเดินทางของตนเองอย่างละเอียด เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และนำผลจากแบบบันทึกการเดินทางมาวิเคราะห์ได้ ผลการศึกษาครั้งนี้ อัตราการเดินทางของนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เท่ากับ 7.50 เที่ยว/วัน ในวันธรรมดา และ 6.30 เที่ยว/วัน ในวันหยุด ขณะที่ระยะทางการเดินทางโดยรวมเท่ากับ 13.8 กม. / วันในวันธรรมดาและ 16.4 กม. / วันในวันหยุดสุดสัปดาห์ รูปแบบการเดินทางผู้ที่เป็นเจ้าของยานพาหนะ จะอาศัยการขับขี่ยานพาหนะของตนเองคิดเป็น 65-75% ของการเดินทางแต่จะใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ บางเป็นบางครั้ง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10% ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของรถ อาศัย 3 รูปแบบในการเดินทางได้แก่ ขี่กับเพื่อนเท่ากับ 40-50% ยืมรถของเพื่อนเท่ากับ 20%, และใช้รถบัสเท่ากับ 20%

ศรัณญา แก้วศรี (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-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) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลทางบวกต่อการใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) ประกอบไปด้วย พบว่าปัจจัยด้านระยะเวลาการเดินทาง ความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยในการเดินทาง ความจำเป็นในการเดินทางและปัจจัยด้านการขับรถสี่ล้อแดงมีความปลอดภัย นั้นหมายความว่าปัจจัยที่กล่าว มาแล้วข้างต้นเมื่อเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้นโอกาสความน่าจะเป็นที่กลุ่มวัยรุ่นในจังหวัด เชียงใหม่จะใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) จะมีเพิ่มมากขึ้น ส่วนปัจจัยที่มีผลทางลบต่อการใช้บริการรถสาธารณะ(สี่ล้อแดง)ประกอบไปด้วยปัจจัยด้านรายได้และปัจจัยด้านการมีรถส่วนตัว นั้นหมายความว่าปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเมื่อเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้น โอกาสความน่าจะเป็นที่กลุ่มวัยรุ่นในจังหวัดเชียงใหม่จะใช้บริการรถสาธารณะ (สี่ล้อแดง) จะลดลง

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

Poul (2003) พัฒนาแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุ โดยอาศัยการวิเคราะห์ในรูปแบบการถดถอยแบบพัวซอง เพื่อคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงในเมืองประเทศอิตาลี ใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 10 ปี กำหนดตัวแปรอิสระมาพัฒนาแบบจำลอง ดังนี้คือ ปริมาณการจราจร ความเร็วจำกัด ความกว้างถนน จำนวนช่องจราจร ฯลฯ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณจราจร มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดรองลงมาเป็นความเร็วจำกัด การใช้ประโยชน์พื้นที่และจำนวนทางเชื่อม ตามลำดับ

Mark P. De Guzman (2005) ศึกษาพฤติกรรมการเลือกยานพาหนะในการเดินทางมามหาวิทยาลัยของนักศึกษาในกรุงมนิลา (Manila) ทำการศึกษาใน Ateneo Manila University และ Manila College วิธีการสำรวจใช้การสัมภาษณ์นักศึกษาจำนวน 683 คน จากการศึกษาพบว่ารถยนต์ 29 เปอร์เซ็นต์ รถจักรยาน 20 เปอร์เซ็นต์ รถสามล้อ 15 เปอร์เซ็นต์ รถประจำทาง 2 เปอร์เซ็นต์ Fx 12 เปอร์เซ็นต์ รถแท็กซี่ 2 เปอร์เซ็นต์ เดิน 11 เปอร์เซ็นต์ อาศัยมาที่รถคนอื่น 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 ความยาวช่วงถนน การมีทางแยกและปริมาณจราจรในบริเวณทางโค้ง จำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวโค้งแคบลง จำนวนทางโค้งต่อกิโลเมตรและปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่า Negative Multinomial Regression Model เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ในการพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสของทั้งทางตรงและทางโค้ง

Lalita (2008) พัฒนาแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทย ใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 7 ปี ข้อมูลทางจราจรและข้อมูลทางกายภาพ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือปริมาณจราจร เปอร์เซ็นต์รถบรรทุก ข้อมูลทางเรขาคณิต (จำนวนช่องจราจร ชนิดเกาะกลาง ไหล่ทาง (มี/ไม่มี) จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร จำนวนทางแยกต่อกิโลเมตร จำนวนทางโค้งต่อกิโลเมตร ปริมาณ

น้ำฝน) เดือนเกิดเหตุ (เดือนเมษายน/อื่น ๆ) ในการวิเคราะห์ที่ได้ใช้รูปแบบจำลองการถดถอยพัวของและแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อคาดการณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้บาดเจ็บและมูลค่าการเสียหาย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบจำลองการถดถอยพัวของเหมาะสมกับการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและมูลค่าการเสียหาย 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 การศึกษานี้ได้อาศัยแบบจำลองพัวของ ผลการศึกษาพบว่า ความยาวช่วงถนน จำนวนช่องจราจร รัศมีโค้งต่ำสุดและความลาดชัน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้เสียชีวิตหรือจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส และจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย

Sajjakaj, Vatanavongs, Onanong, Buratin, and Siradol (2016) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของการให้บริการและความต้องการการใช้ขนส่งสาธารณะของนักศึกษา ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้กำหนดนโยบายส่งเสริมการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการให้บริการรถบัส คือ ความสะดวกสบาย, การวางแผนการให้บริการและโครงข่ายการให้บริการ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการใช้รถบัสภายในมหาวิทยาลัย คือ ทัศนคติส่วนบุคคลของนักศึกษา การไม่ได้ครอบครองรถส่วนบุคคลของนักศึกษา ปัจจัยทั้งหมดส่งผลในเชิงบวกต่อการเพิ่มปริมาณการใช้รถบัสภายในมหาวิทยาลัย ปัจจัยที่ส่งผลเชิงลบต่อการเพิ่มปริมาณการใช้รถบัสภายในมหาวิทยาลัย คือ ปัจจัยภูมิลำเนา, เพศ และปีการศึกษา

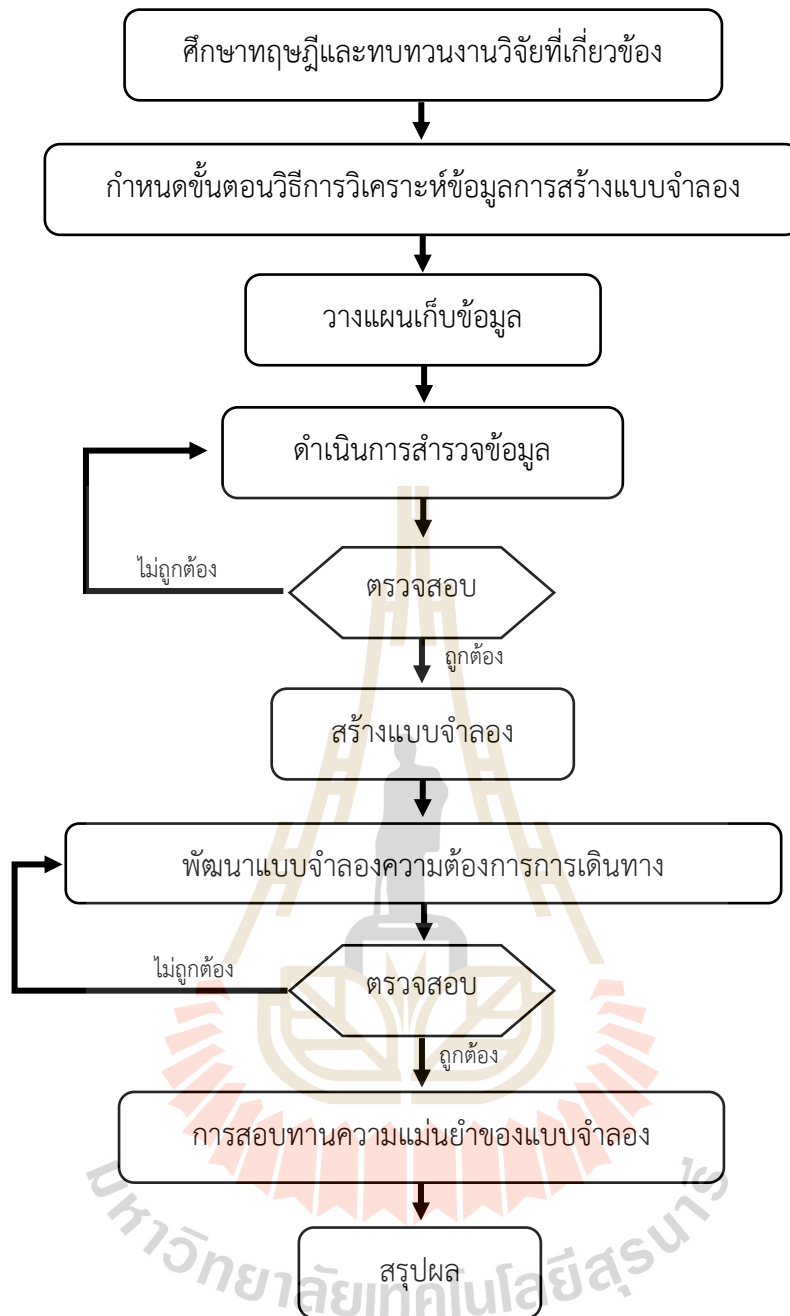
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 4 หัวข้อ ดังนี้ ขั้นตอนการทำวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการพัฒนาแบบจำลอง

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทาง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิธีการต่าง ๆ ในการสำรวจข้อมูล
- 2) รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจากหน่วยงานต่าง ๆ และวางแผนการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่มีข้อมูล
- 3) ดำเนินการสำรวจข้อมูลปริมาณผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้วิธีการสำรวจแบบ Point Check พร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องเบื้องต้นและบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้นโดยการใช้วิธีทางทางสถิติเชิงพรรณนา ซึ่งใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทาง โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพหุช่องและการถดถอยทวินามเชิงลบ
- 6) การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง
- 7) สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

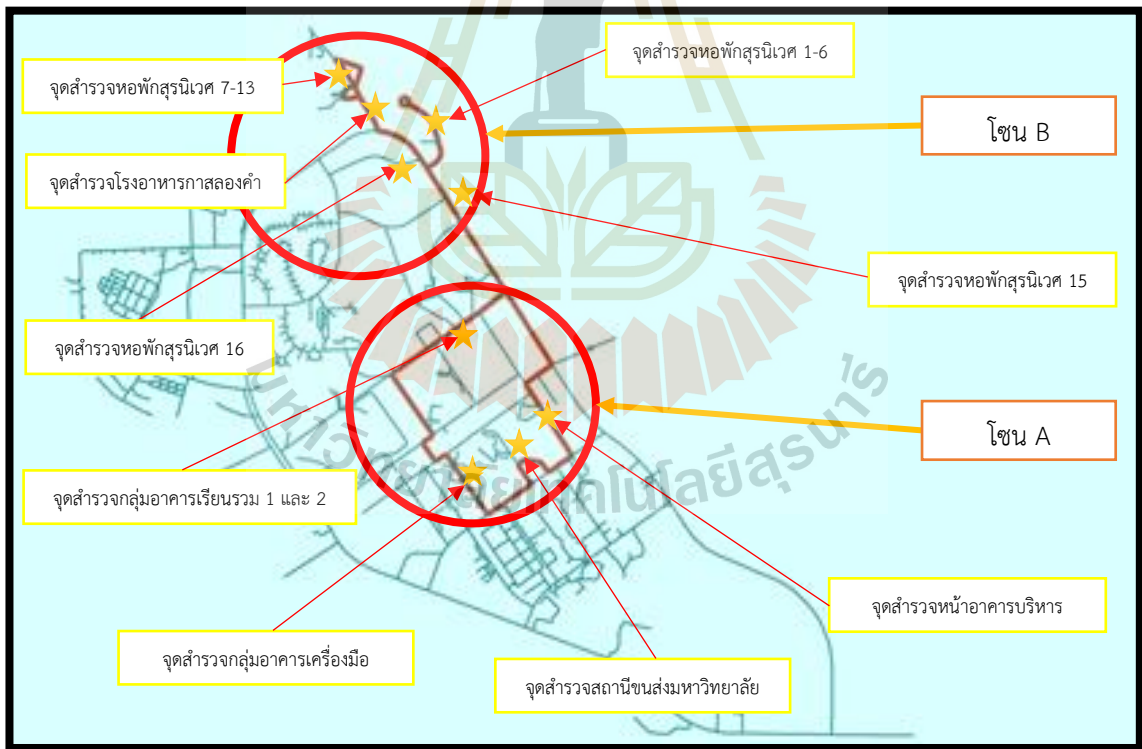
การวิจัยครั้งนี้จะใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูง เหมาะกับการพัฒนาแบบจำลองด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพหุช่องและการถดถอยทวินามเชิงลบ ใช้โปรแกรม Microsoft office excel ในการจัดการกับชุดข้อมูลและใช้แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง เป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลการสำรวจ แสดงไว้ในภาคผนวก ก

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่แล้วและทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 5 นาที ทั้งหมด 5 วัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ สำรวจข้อมูลปีการศึกษา 2/2556 จำนวน 3 วัน คือ วันจันทร์ วันอังคาร วันพฤหัสบดี สำรวจข้อมูลปีการศึกษา 3/2556 จำนวน 2 วัน คือ วันอังคาร วันพฤหัสบดี โดยการสำรวจทั้งหมดจะทำการสำรวจตั้งแต่เวลา 7.30 – 19.30 น. เฉพาะเส้นทางบริการสำหรับนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยจุดสำรวจจะถูกแบ่งออกเป็น 2 โซน เนื่องจากลักษณะการเข้าใช้บริการรถโดยสารของผู้ใช้บริการแต่ละโซนจะมีลักษณะเฉพาะในแต่ละโซน ดังนี้ โซน A เป็นโซนอาคารเรียน อาคารเครื่องมือและอาคารหน่วยงานและศูนย์บริการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย โซน B เป็นโซนอาคารหอพักของนักศึกษา โดยทั้ง 2 โซนมีจุดสำรวจข้อมูลทั้งหมด 9 จุด แสดงดังรูปที่ 3.2 สามารถแยกได้ดังนี้

โซน A มีจุดสำรวจดังนี้ จุดสำรวจสถานีขนส่งมหาวิทยาลัย จุดสำรวจหน้าอาคารบริหาร จุดสำรวจกลุ่มอาคารเรียนรวม 1 และ 2 จุดสำรวจกลุ่มอาคารเครื่องมือ

โซน B มีจุดสำรวจดังนี้จุดสำรวจกลุ่มหอพักสุรนีเวศ 15 จุดสำรวจหอพักสุรนีเวศ 16 จุดสำรวจกลุ่มหอพักสุรนีเวศ 1-6 จุดสำรวจกลุ่มหอพักสุรนีเวศ 7-13 จุดสำรวจโรงอาหารกาสลอง



รูปที่ 3.2 เส้นทางให้บริการรถโดยสารประจำทางเส้นทางบริการนักศึกษาและจุดสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการรถโดยสารประจำทางในแต่ละโซน

3.4 การพัฒนาแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
- การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร
- การออกแบบแบบจำลอง
- การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่นำมาพิจารณาในการพัฒนาแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 3.1 โดยตัวแปรที่เป็นตัวแปรตามจะมีจำนวน 2 ตัวแปร และตัวแปรที่เป็นตัวแปรอิสระ (Input) จะมีจำนวน 88 ตัวแปร ซึ่งสามารถแยกเป็นกลุ่มตัวแปรและมีรายละเอียดของแต่ละกลุ่มตัวแปรดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรตาม(Dependent Variable)

- จำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทาง หมายถึง จำนวนผู้ที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ซึ่งตัวแปรนี้ทั้งหมด 2 ตัวแปรดังนี้

- Y_A แทนตัวแปรจำนวนผู้ที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาทีของโซน A

- Y_B แทนตัวแปรจำนวนผู้ที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาทีของโซน B

2. กลุ่มตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

ตัวแปรอิสระที่กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวแปรได้ดังนี้

- กลุ่มตัวแปร X_1 เป็นกลุ่มของตัวแปรหุนหากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน อธิบายความหมายได้ดังนี้ ช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนใช้แทนช่วงเวลาที่เกิดการเดินทางเพื่อไปเรียนหนังสือของนักศึกษาในปริมาณสูง (Peak hour) ช่วงเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนใช้แทนช่วงเวลาที่เกิดการเดินทางเพื่อไปเรียนหนังสือของนักศึกษาที่เบาบางลงเนื่องจากผ่านช่วงเวลา 15 นาทีแรกไปแล้วซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 4 ตัวแปร ดังนี้

- X_{1A} แทนตัวแปรหุนหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ให้เป็น 0

- X_{1B} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 30 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- X_{1C} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- X_{1D} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

● กลุ่มตัวแปร X_2 เป็นกลุ่มตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน อธิบายความหมายได้ดังนี้ ช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนใช้แทนช่วงเวลาที่เกิดการเดินทางเพื่อเดินทางออกจากโซนอาคารเรียนเพื่อกลับหอพักหรือไปทำกิจกรรมอื่น ๆ ของนักศึกษาในปริมาณสูง (Peak hour) ช่วงเวลา 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนใช้แทนช่วงเวลาที่เกิดการเดินทางออกจากโซนอาคารเรียนเพื่อกลับหอพักหรือไปทำกิจกรรมอื่น ๆ ของนักศึกษาที่เบาบางลงเนื่องจากผ่านช่วงเวลา 15 นาทีแรกไปแล้ว ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 4 ตัวแปร ดังนี้

- X_{2A} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- X_{2B} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 30 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- X_{2C} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลาในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- X_{2D} แทนตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังการเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน หมายถึง ถ้าเวลา

ในขณะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่เป็น 0

- กลุ่มตัวแปร X_3 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น วันจันทร์ เวลา 10.00น. มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียน ทั้งหมด 3,200 คน วันอังคาร เวลา 9.00น. มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียน ทั้งหมด 900 คน เป็นต้น ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 8 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

- กลุ่มตัวแปร X_4 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น วันอังคาร เวลา 12.00น. มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียน ทั้งหมด 2,500 คน เป็นต้น ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 8 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

- กลุ่มตัวแปร X_5 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 -30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 16 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

- กลุ่มตัวแปร X_6 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 -30 นาทีและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม. ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 16 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

- กลุ่มตัวแปร X_7 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 16 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

- กลุ่มตัวแปร X_8 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. ซึ่งตัวแปรในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 16 ตัวแปรแสดงดังตารางที่3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง

ตัวแปรตาม(Dependent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนผู้มาใช้รถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โซน A	สเกลตัวเลข	Y_A
จำนวนผู้มาใช้รถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โซน B	สเกลตัวเลข	Y_B
แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X_{1A}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X_{1B}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X _{1C}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X _{1D}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X _{2A}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X _{2B}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่	สเกลนาม	X _{2C}
ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่	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}
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5A}
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป 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}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5I}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5J}
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5K}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป 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}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{5P}
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}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
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}
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 ที่เรียนเสร็จ และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{7A}

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่พิจารณาในแบบจำลอง (ต่อ)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{7B}
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{7C}
จำนวนนักศึกษาชายในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{7D}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.	สเกลตัวเลข	X _{7E}
จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 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)

แปรต้น (Independent Variable)		
ตัวแปร	ประเภทข้อมูล	สัญลักษณ์ที่ใช้แทน
จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8N}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8O}
จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม.	สเกลตัวเลข	X_{8P}

3.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร

กัลยา (2545) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ และเป็นการทดสอบว่าตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันหรือไม่โดยการทดสอบจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาพิจารณาว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย

ในการศึกษานี้จึงอาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที กับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มีนัยสำคัญทางสถิติจะถือว่าตัวแปรนั้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าอยู่ระหว่าง - 1 ถึง 1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 1 และ -1 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันสูงในทางเชิงบวกและเชิงลบ ตามลำดับ แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็น 0 นั่นคือตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยังสามารถใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูงจะส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรในแบบจำลอง ทำให้ตัวแปรไม่มีนัยสำคัญหรือเครื่องหมายพารามิเตอร์ของตัวแปรตรงข้ามกับความเป็นจริง

3.4.3 การพัฒนาแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบแบบจำลองจาก 3 วิธี ได้แก่ 1.การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) 2. การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และ 3. การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ(Negative binomial regression) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Multiple linear regression

● โครงสร้างแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ แสดงดังสมการที่ 3.1

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (3.1)$$

เมื่อ	Y	แทนค่าตัวแปรตาม (Dependent Variable)
	X	แทนค่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
	β_0	แทนเป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย
	$\beta_1 - \beta_n$	แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

● ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดตัวแปรตามที่น่าสนใจซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ คือ จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที และตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที
2. ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม
3. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรเกณฑ์
4. กำหนดชุดข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามในโปรแกรม SPSS
5. ใช้โปรแกรม SPSS พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบกึ่งพลวัต
6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยรวม

2) การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression

● โครงสร้างแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตโดยใช้ Poisson regression และ Negative Binomial Regression จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ แสดงดังสมการที่ 3.2

$$Y = \text{Exp}(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n) \quad (3.2)$$

เมื่อ	Y	แทนค่าตัวแปรตาม (Dependent Variable)
	X	แทนค่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
	β_0	แทนเป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย
	$\beta_1 - \beta_n$	แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

● ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์

ในการคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 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 โดยพิจารณาค่า 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 ๆ จนทำให้แบบจำลองเหมาะสมที่สุด คือมีค่า Log-Likelihood มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ

1.4 พิจารณาเครื่องหมายของพารามิเตอร์ว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่ เช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์พบว่า จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนแต่ละชั่วโมงติดลบ หมายถึง ถ้ามีจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนแต่ละชั่วโมงน้อยจะทำให้จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที มากขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง โดยทำการตัดตัวแปรอิสระที่มีเครื่องหมายไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงออกแล้วทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่อีกครั้ง

2. การทดสอบ Goodness of Fit

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

2.1 Deviance ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกระจายตัวแปรตอบสนอง มีค่าสูงทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี เมื่อค่า Deviance มีค่าสูงและหารด้วย Degree of Freedom มีค่ามากกว่า 1 หมายถึง แบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect)

$$\frac{D^m}{DF} = \frac{D^m}{N-K} \quad (3.3)$$

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

2.2 Pearson Chi-Square ค่าที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง แสดงให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนของการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต่างจากความ เป็นจริงมากหรือน้อยทดสอบได้โดยการนำค่า Pearson Chi-Square หารด้วย Degree of Freedom หากพบว่ามีค่ามากกว่า 1 หมายถึง รูปแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect) หรือรูปแบบจำลองไม่เหมาะสมต่อการนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

$$\frac{x^2}{DF} = \frac{x^2}{N-K} \quad (3.4)$$

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

2.3 Log-Likelihood ค่าที่แสดงให้ทราบว่า แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากหรือน้อยเพียงใด ถ้าค่า Log-Likelihood มีค่าสูง หมายถึง แบบจำลองมีความสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี (ปฏิวัติ, 2550) ได้อ้างอิงงานวิจัยของ (Miau et. Al, 1992) ว่าไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนว่าค่า 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 ดังนั้นวิธีการหาจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจะทำให้การคำนวณค่าตัวแปรตามมีความแม่นยำและในขณะเดียวกันจะไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนของตัวแปรตามเนื่องจากแบบจำลองมีตัวแปรอิสระมากเกินไปแบบจำลองยังมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด

3.5 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลในระหว่างวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 ในการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำค่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลวันที่ 5 เพื่อใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยเฉพาะ



บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และ 2. การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง โดยใช้ Multiple linear regression, Poisson regression และ Negative binomial regression

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้ ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษา

4.1.1 ข้อมูลสำรวจจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นเวลา 5 วัน ตั้งแต่เวลา 7.30 น. – 19.30 น. แบ่งโซนการสำรวจออกเป็น 2 โซน ได้แก่ โซน A และ โซน B โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง 4 วัน เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ปีการศึกษา 2/2556 และ ปีการศึกษา 3/2556 ได้แก่

- วันสำรวจที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 28 พฤศจิกายน 2556
- วันสำรวจที่ 2 วันจันทร์ที่ 2 ธันวาคม 2556
- วันสำรวจที่ 3 วันอังคารที่ 3 ธันวาคม 2556
- วันสำรวจที่ 4 วันอังคารที่ 28 มกราคม 2557

และทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง เพื่อใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลองเป็นเวลา 1 วัน คือวันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2557 ข้อมูลทั้งหมดแสดงไว้ในภาคผนวก ข

● ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โซน A และโซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.1,4.2 และรูปที่ 4.1,4.2 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน 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 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน 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 ค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของการใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังนี้ จำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน A แทนจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วกำลังจะเดินทางกลับหอพักด้วยรถโดยสารประจำทาง มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 10.61 คนต่อ 15 นาที และจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน B แทนจำนวนนักศึกษาที่เดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือด้วยรถโดยสารประจำทาง มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 12.88 คนต่อ 15 นาที จากค่าเฉลี่ยจำนวนการเข้าใช้บริการรถโดยสารประจำทางของทั้งสองโซนมีค่าส่วนต่างเท่ากับ 2.27 จากค่าส่วนต่างอธิบายได้ว่านักศึกษาเดินทางจากโซน B มาโซน A โดยใช้รถโดยสารประจำทางเมื่อเรียนเสร็จจะมีนักศึกษาบางคน que เลือกใช้รูปแบบการเดินทางรูปแบบอื่นในการเดินทางออกจากโซน B ตัวอย่างเช่น ให้เพื่อนที่ขับรถยนต์มาเรียนหนังสือไปส่งที่หอพัก เป็นต้น

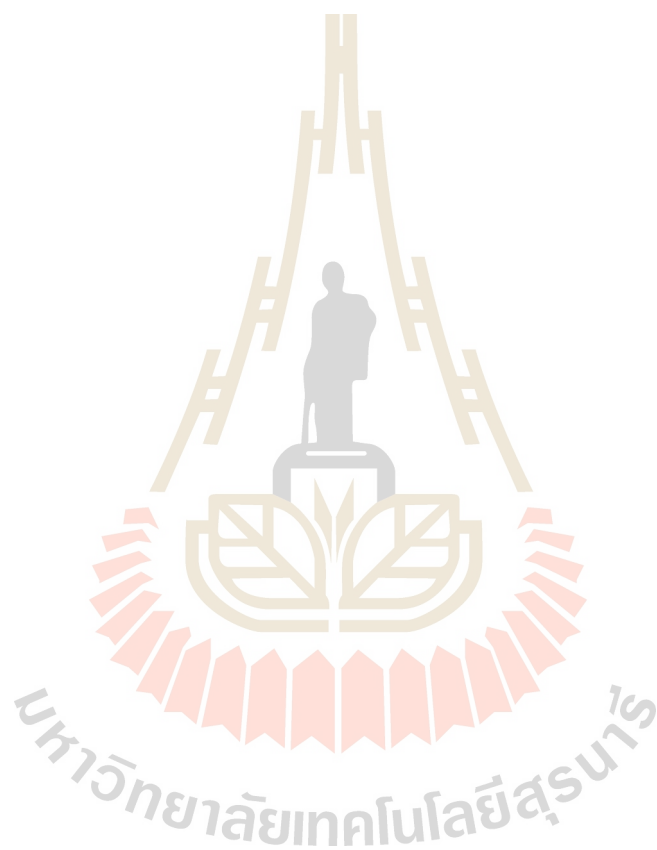
จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน A ซึ่งครอบคลุมกลุ่มอาคารเรียนรวม กลุ่มอาคารเครื่องมือ F1-F7 อาคารสถานีขนส่ง(มทส) อาคารบริหาร จากแผนภูมิแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้ามาใช้บริการรถโดยสารประจำทางแบบมีนัยสำคัญ คือ ช่วงเวลา 15-30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน เช่น ในช่วงเวลา 10.00น. – 10.30น. เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้บริการรถโดยสารประจำทางสูง เป็นต้น

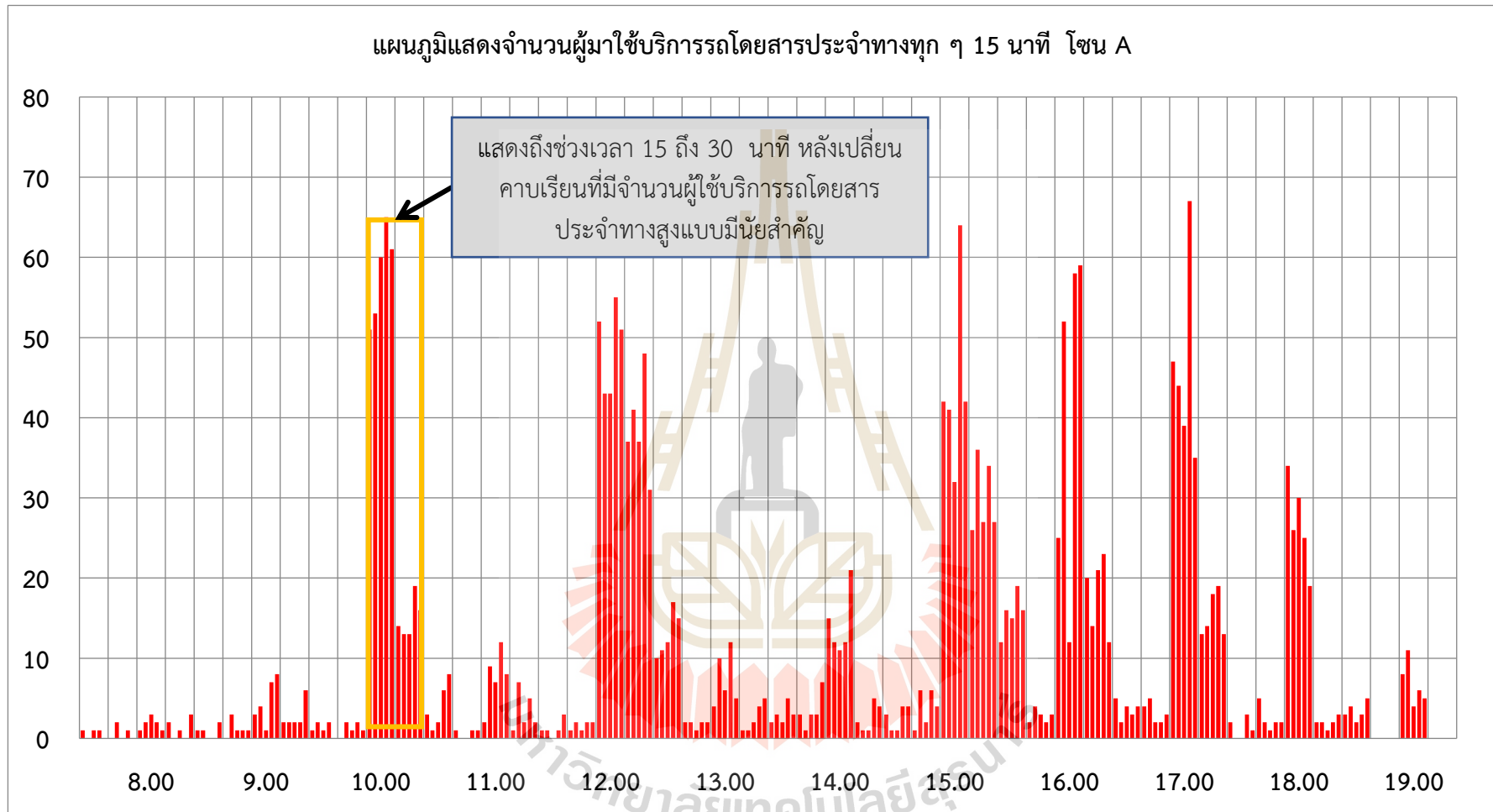
จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน B ซึ่งครอบคลุมอาคารหอพักสุรนินเวศ S1-S16 จากแผนภูมิแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้ามาใช้บริการรถโดยสารประจำทางแบบมีนัยสำคัญ คือช่วงเวลา 15-30 นาที ก่อนเริ่มคาบเรียน เช่น ในช่วงเวลา 09.30น. – 09.59 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้บริการรถโดยสารประจำทางสูง เป็นต้น

● ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โซน A และโซน B ที่ใช้สอบถามความแม่นยำของแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.3

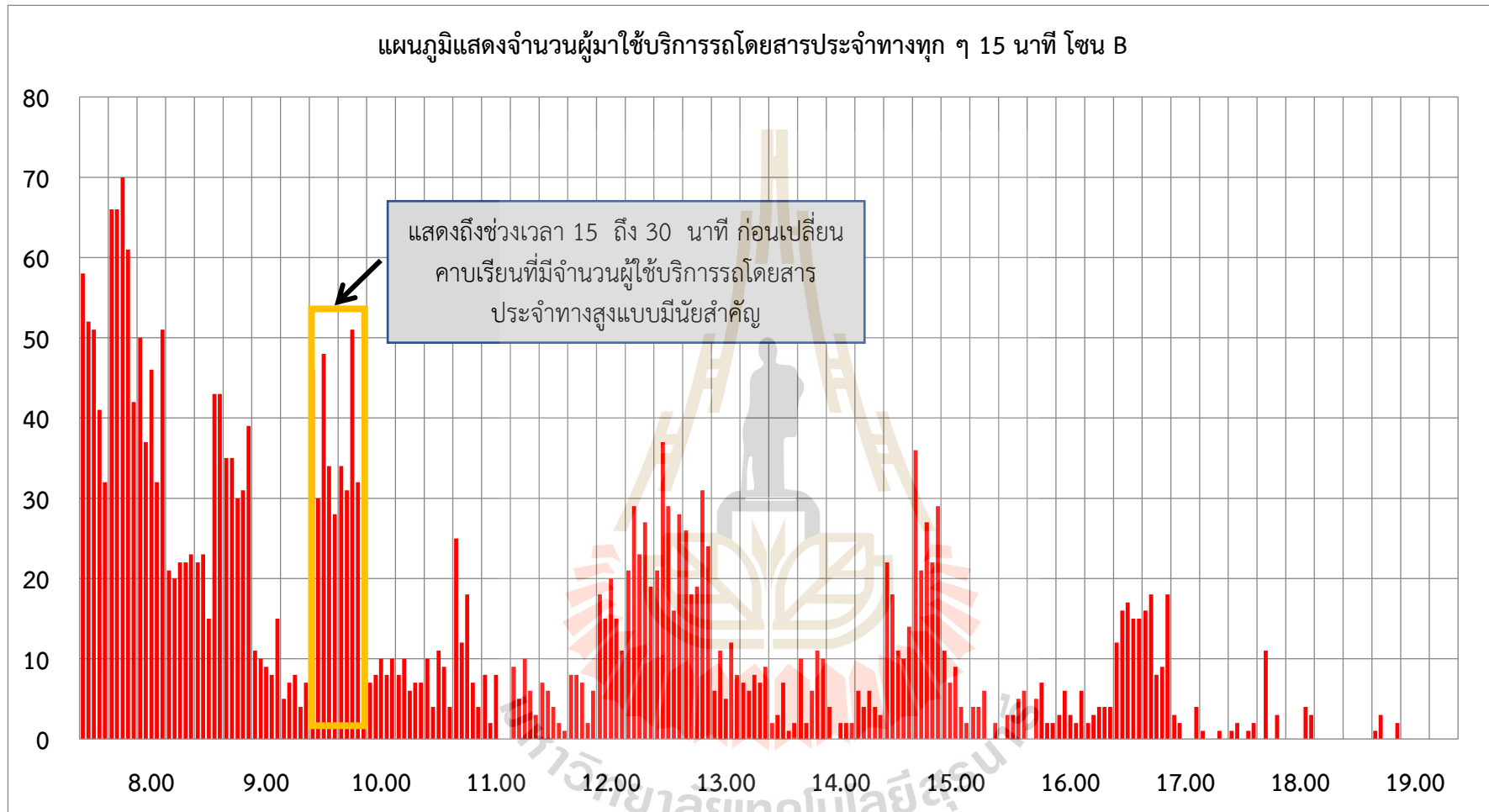
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง
ทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B ที่ใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

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





รูปที่ 4.1 ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน A



รูปที่ 4.2 แสดงข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ของโซน B

4.1.2 ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลแสดงตารางเรียนรายบุคคลของนักศึกษา ซึ่งได้จัดเรียงข้อมูลออกเป็น 5 ชุด โดยแต่ละชุดข้อมูลจะจัดเรียงข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาทั้งหมดในแต่ละวันให้ตรงกับวันที่สำรวจจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทั้ง 5 วัน เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองและสอบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองในขั้นตอนต่อไป เช่น ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางในวันอังคาร ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาต้องเป็นวันอังคาร ดังนั้นข้อมูลทั้ง 5 ชุดจะมีข้อมูลที่แตกต่างกัน ตัวอย่างการจัดเรียงข้อมูลจะแสดงไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา

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	8,454.00	4,006.75	4,447.25	5,232.00	2,810.75	411.25	6,344.75

4.2 การพัฒนาแบบจำลอง

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรเบื้องต้น

ลักษณะของตัวแปรที่ได้จากการเก็บและรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้ ตัวแปรตามจะใช้ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ของแต่ละโซน ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง และใช้ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษาที่ได้จากฐานข้อมูลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดค่าตัวแปรอิสระ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ แสดงดังตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

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
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	5,609	3,274.78	1,824.28
X _{3B}	0	2,732	1,541.92	851.87
X _{3C}	0	3,139	1,732.86	985.32
X _{3D}	0	3,752	2,087.71	1,219.01
X _{3E}	0	1,854	1,052.94	589.56
X _{3F}	0	284	134.14	76.83
X _{3G}	0	4,599	2,512.92	1,401.03
X _{3H}	0	3702	2,153.20	1,171.09
X _{4A}	0	4,871	1,403.96	1,533.18
X _{4B}	0	2,345	664.69	744.48
X _{4C}	0	2,552	739.27	798.75
X _{4D}	0	3,238	884.25	1,036.52
X _{4E}	0	1897	465.31	481.36
X _{4F}	0	246	54.40	66.89
X _{4G}	0	4,213	1,131.18	1,246.85
X _{4H}	0	3,284	914.18	1,039.52
X _{5A}	0	4,650	138.60	616.50
X _{5B}	0	4,650	277.51	849.34
X _{5C}	0	2,365	67.67	307.57
X _{5D}	0	2,365	135.33	424.25
X _{5E}	0	2,285	71.09	309.95
X _{5F}	0	2,285	142.18	426.58
X _{5G}	0	3,454	93.05	422.76
X _{5H}	0	3,454	186.09	583.14

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X _{5I}	0	1,067	40.68	177.20
X _{5J}	0	1,067	81.36	243.87
X _{5K}	0	184	5.03	25.10
X _{5L}	0	184	10.05	34.78
X _{5M}	0	3,720	111.76	497.60
X _{5N}	0	3,720	223.51	685.64
X _{5O}	0	3,603	95.70	440.95
X _{5P}	0	3,603	191.41	608.65
X _{6A}	0	4,650	138.34	572.10
X _{6B}	0	4,650	276.69	784.94
X _{6C}	0	2,365	72.03	293.97
X _{6D}	0	2,365	140.25	399.43
X _{6E}	0	2,285	68.06	281.57
X _{6F}	0	2,285	136.44	386.51
X _{6G}	0	3,454	94.37	402.16
X _{6H}	0	3,454	189.05	552.89
X _{6I}	0	1,067	37.49	149.89
X _{6J}	0	1,067	73.59	203.47
X _{6K}	0	231	7.84	31.32
X _{6L}	0	184	14.03	37.21
X _{6M}	0	3,720	108.53	457.98
X _{6N}	0	3,720	221.76	629.73
X _{6O}	0	3,603	101.33	427.70
X _{6P}	0	3,603	202.44	587.42
X _{7A}	0	2,734	63.55	326.04
X _{7B}	0	2,734	127.09	452.20
X _{7C}	0	1,351	29.52	152.37
X _{7D}	0	1,351	59.04	211.39
X _{7E}	0	1,383	34.03	174.47
X _{7F}	0	1,383	68.05	241.97
X _{7G}	0	1,855	41.36	211.21
X _{7H}	0	1,855	82.72	292.89
X _{7I}	0	959	20.55	113.07
X _{7J}	0	959	41.10	157.23

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X _{7K}	0	74	1.64	9.22
X _{7L}	0	74	3.27	12.84
X _{7M}	0	2,159	50.29	258.78
X _{7N}	0	2,159	100.57	358.95
X _{7O}	0	1,723	40.15	198.46
X _{7P}	0	1,723	80.29	274.83
X _{8A}	0	1,494	65.03	252.37
X _{8B}	0	1,494	130.06	344.79
X _{8C}	0	799	33.05	127.32
X _{8D}	0	799	66.10	173.85
X _{8E}	0	798	31.98	126.26
X _{8F}	0	798	63.96	172.70
X _{8G}	0	1,115	44.37	182.71
X _{8H}	0	1,115	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	1,240	52.03	202.81
X _{8N}	0	1,240	104.06	277.17
X _{8O}	0	1,216	48.41	189.95
X _{8P}	0	1,216	96.82	259.72

จากตารางที่ 4.5 พบว่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในโซน A และโซน B มีจำนวนมากที่สุด 67 คน และ 70 คน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการทุก ๆ 15 นาที ตั้งแต่เวลา 7.30น.-19.30น. มีจำนวน 10.61 คน และ 12.88 คน ตามลำดับ จากค่าเฉลี่ยผู้ให้บริการทุก ๆ 15 นาที ที่มีค่าใกล้เคียงกันของโซน A และ โซน B ทำให้ทราบถึงความสอดคล้องของจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัย เนื่องจากจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน A แทนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วกำลังจะเดินทางกลับหอพัก และจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน B แทนนักศึกษาที่เดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

4.2.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง และ ช ตามลำดับ แต่ผู้ศึกษาได้สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร แสดงดังตาราง 4.6 และ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน
Y _A	X _{2A} , X _{2B}
	X _{4A} , X _{4B} , X _{4C} , 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 _{7P}
	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 _{5P}
	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

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A (Y_A) สามารถแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระได้ดังนี้ กลุ่มตัวแปร X₂ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง ช่วงเวลา 15-30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียน กลุ่มตัวแปร X₄ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึงจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง กลุ่มตัวแปร X₇ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึงจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. กลุ่มตัวแปร X₈ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. จากกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กล่าวไว้นั้น บ่งบอกถึงจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จและมีแนวโน้มที่จะเดินทางออกจากโซน A เนื่องจากโซน A เป็นโซนกลุ่มอาคารเรียนรวม กลุ่มอาคารเครื่องมือ ทำให้มีแนวโน้มเกิดการเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อไปทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อหรือกลับหอพัก

ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B (Y_B) สามารถแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระได้ดังนี้ กลุ่มตัวแปร X₁ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง ช่วงเวลา 15-30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียน กลุ่มตัวแปร X₃ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึงจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง กลุ่มตัวแปร X₅ เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึงจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปในอีก 15-30 นาที และมีเวลาพัก

ระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. กลุ่มตัวแปร X_6 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระที่แสดงถึง จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปในอีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านามากกว่า 2 ชม. จากกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กล่าวไว้นั้น บ่งบอกถึงจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนและมีแนวโน้มที่จะเดินทางออกจากโซน B เนื่องจากโซน B เป็นโซนกลุ่มอาคารหอพักนักศึกษาทำให้มีแนวโน้มเกิดการเดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

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	$X_{4A}, X_{4B}, X_{4C}, X_{4D}, X_{4E}, X_{4F}, X_{4G}, X_{4H}$
X_5	$X_{5A}, X_{5B}, X_{5C}, X_{5D}, X_{5E}, X_{5F}, X_{5G}, X_{5H}, X_{5I}, X_{5J}, X_{5K}, X_{5L}, X_{5M}, X_{5N}, X_{5O}, X_{5P}$
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	$X_{7A}, X_{7B}, X_{7C}, X_{7D}, X_{7E}, X_{7F}, X_{7G}, X_{7H}, X_{7I}, X_{7J}, X_{7K}, X_{7L}, X_{7M}, X_{7N}, X_{7O}, X_{7P}$
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 แสดงถึงผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระพบว่าตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง จะส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรในแบบจำลอง ทำให้ตัวแปรไม่มีนัยสำคัญหรือเครื่องหมายพารามิเตอร์ของตัวแปรตรงข้ามกับความเป็นจริง ดังนั้นในขั้นตอนเลือกตัวแปรเข้าไปพัฒนาแบบจำลองจะเลือกพิจารณาตัวแปรที่มีผลทำให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากที่สุด

4.2.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ

15 นาที โดยใช้ Multiple linear regression

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที เมื่อนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ในรูปแบบจำลองการถดถอยพหุคูณได้ผลการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Multiple linear regression

Variable	Model	Multiple linear regression
Constant		2.315(0.000)
X _{2A}		22.892(0.000)
X _{2B}		15.924(0.000)
X _{2C}		7.506(0.000)
X _{7F}		0.017(0.000)
X _{8G}		0.009(0.006)
R ²		0.843
F		165.037
Sum of Squares		37127.131

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Multiple linear regression พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2A}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2C}) จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาทีที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. (X_{7F}) จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาทีที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม. (X_{8G}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของโซน A ไปในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ หลังจากที่นักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R²) เท่ากับ 0.843 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลค่อนข้างแม่นยำ โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ของโซน A แสดงดังสมการที่ 4.1

$$Y_A = 2.315 + 22.892X_{2A} + 15.924X_{2B} + 7.506X_{2C} + 0.017X_{7F} + 0.009X_{8G} \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.9 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Multiple linear regression

Variable	Model	Multiple linear regression
X _{1B}		12.463(0.000)
X _{3H}		0.002(0.000)
X _{5L}		0.283(0.000)
R ²		0.441
F		33.990
Sum of Squares		16069.022

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Multiple linear regression พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{1B}) จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง (X_{3H}) จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. (X_{5L}) ตัวแปรทั้งหมดนี้ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน B เป็นโซนของอาคารหอพักนักศึกษา จากตัวแปรทั้งหมดที่เข้ามายังสมการ เป็นตัวแปรที่แสดงถึงการเดินทางออกจากโซนอาคารหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสิ้นใจ (R²) เท่ากับ 0.441 ซึ่งมีค่ากลางๆอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ของโซน B แสดงดังสมการที่ 4.2

$$Y_B = 0 + 12.463X_{1B} + 0.002X_{3H} + 0.283X_{5L} \quad (4.2)$$

4.2.4 ผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีโดยใช้ Poisson regression และ Negative binomial regression

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที เมื่อนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ในรูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองและในรูปแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ได้ผลการพัฒนาแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Poisson regression

Variable	Model	Poisson Regression Model
Intercept		0.694(0.000)
X _{2A}		0.803(0.000)
X _{2B}		2.109(0.000)
X _{2C}		1.231(0.000)
X _{2D}		0.351(0.010)
X _{7N}		0.010(0.007)
X _{8B}		0.009(0.018)
X _{8G}		0.005(0.033)
X _{8M}		0.010(0.029)
Deviance		698.403
Degree of Freedom (DF)		166
Deviance/ Degree of Freedom (DF)		4.207

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า P-value

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Poisson regression พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2A}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2C}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2D}) จำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. (X_{7N}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. (X_{8B}) จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม. (X_{8G}) จำนวนนักศึกษาที่พักในหอพักของมหาวิทยาลัย ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม. (X_{8M}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ในเชิงบวกเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ หลังจากที่นักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพัวของพบว่าค่าสถิติ Deviance/DF เท่ากับ 4.207 ซึ่งมีความมากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบจำลอง

การถดถอยแบบพัวซองไม่มีความเหมาะสมกับข้อมูล คือ เกิดปัญหาเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้อาจเกิดการคลาดเคลื่อน ดังนั้นแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A จึงเลือกใช้รูปแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อทำนายจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ทุก ๆ 15 นาที ของโซน A มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Negative binomial regression

Variable	Model	Negative Binomial Regression Model
Intercept		0.549(0.000)
X _{2A}		0.286(0.001)
X _{2B}		2.456(0.000)
X _{2C}		0.274(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 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A โดยใช้ Negative binomial regression พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โซน A ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2A}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2C}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2D}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.(X_{8B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของโซน A ไปในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ หลังจากที่มีนักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A แสดงดังสมการที่ 4.3

$$Y_A = \text{EXP} (0.549 + 0.286X_{2A} + 2.456X_{2B} + 0.274 X_{2C} + 0.767X_{2D} + 0.000315X_{8B}) \quad (4.3)$$

ตารางที่ 4.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Poisson regression

Variable	Model	Poisson Regression Model
Intercept		2.141(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 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Poisson regression พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน (X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน (X_{1D}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง (X_{3A}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปในอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. (X_{5B}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปในอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม. (X_{6B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน B เป็นโซนของอาคารหอพักนักศึกษา จากตัวแปรทั้งหมดที่เข้ามาอย่างสมการ เป็นตัวแปรที่แสดงถึงการเดินทางออกจากโซนอาคารหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพัวของพบว่า ค่าสถิติ Deviance/DF เท่ากับ 6.665 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของไม่มีความเหมาะสมกับข้อมูล คือ เกิดปัญหาเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้ อาจเกิดการคลาดเคลื่อน ดังนั้นแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B จึงเลือกใช้รูปแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ เพื่อทำนายจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Negative binomial regression

Variable	Model	Negative Binomial Regression Model
(Intercept)		-0.148(0.039)
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 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B โดยใช้ Negative binomial regression พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน (X_{1B}) ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน (X_{1D}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง (X_{3A}) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปในอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. (X_{5B}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน B เป็นโซนของอาคารหอพักนักศึกษา จากตัวแปรทั้งหมดที่เข้ามายังสมการ เป็นตัวแปรที่แสดงถึงการเดินทางออกจากโซนอาคารหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ แสดงดังสมการที่ 4.4

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

4.3 การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากที่ผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง โดยนำค่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
7:30:00-7:44:59	1	2.32	1.73
7:45:00-7:59:59	1	2.32	1.73
8:00:00-8:14:59	2	2.32	1.73
8:15:00-8:29:59	1	2.32	1.73
8:30:00-8:44:59	0	2.32	1.73
8:45:00-8:59:59	3	2.32	1.73
9:00:00-9:14:59	2	2.32	1.73
9:15:00-9:29:59	1	2.32	3.81
9:30:00-9:44:59	0	2.32	1.73
9:45:00-9:59:59	0	2.32	1.73
9:45:00-9:59:59	51	57.29	42.75
10:00:00-10:14:59	14	25.02	32.11
10:15:00-10:29:59	3	2.32	1.73
10:30:00-10:44:59	1	2.32	1.73
10:45:00-10:59:59	1	2.32	1.73
11:00:00-11:14:59	2	2.32	4.15
11:15:00-11:29:59	1	2.32	1.73
11:30:00-11:44:59	1	2.32	1.73
11:45:00-11:59:59	1	70.75	1.73
12:00:00-12:14:59	52	37.82	42.19
12:15:00-12:29:59	37	9.82	31.70
12:30:00-12:44:59	10	2.32	14.44
12:45:00-12:59:59	2	2.35	3.73
13:00:00-13:14:59	4	2.35	15.53
13:15:00-13:29:59	1	2.32	4.01
13:30:00-13:44:59	2	2.32	1.73
13:45:00-13:59:59	3	12.00	1.73
14:00:00-14:14:59	15	4.47	14.50
14:15:00-14:29:59	2	2.32	3.75
14:30:00-14:44:59	3	2.32	1.73
14:45:00-14:59:59	1	42.46	1.73

ตารางที่ 4.14 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative binomial regression
15:00:00-15:14:59	51	18.70	45.27
15:15:00-15:29:59	14	2.32	21.24
15:30:00-15:44:59	2	2.32	1.73
15:45:00-15:59:59	1	42.82	1.73
16:00:00-16:14:59	42	19.89	27.07
16:15:00-16:29:59	26	2.32	20.34
16:30:00-16:44:59	12	2.32	1.73
16:45:00-16:59:59	2	2.32	1.73
17:00:00-17:14:59	25	20.23	26.90
17:15:00-17:29:59	20	18.24	20.21
17:30:00-17:44:59	5	2.32	1.73
17:45:00-17:59:59	4	2.32	1.73
18:00:00-18:14:59	47	2.32	42.23
18:15:00-18:29:59	13	2.38	3.73
18:30:00-18:44:59	2	2.32	3.73
18:45:00-18:59:59	5	2.32	3.73
19:00:00-19:14:59	34	2.32	28.46
19:15:00-19:29:59	2	2.32	3.73
ค่าเฉลี่ย	10.92	9.60	10.43

จากตารางที่ 4.14 แสดงผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุก ๆ 15 นาที ของโซน A พบว่า จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของข้อมูลจริงมีค่าเฉลี่ย 10.92 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.60 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Negative binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.43 คนต่อ 15 นาที จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression

ตารางที่ 4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
7:30:00-7:44:59	58	64.48	41.00
7:45:00-7:59:59	66	64.48	35.00
8:00:00-8:14:59	50	13.88	40.00
8:15:00-8:29:59	21	13.88	20.00
8:30:00-8:44:59	22	13.33	18.00
8:45:00-8:59:59	35	13.33	32.00
9:00:00-9:14:59	4	7.13	7.15
9:15:00-9:29:59	5	7.13	7.15
9:30:00-9:44:59	46	21.85	44.00
9:45:00-9:59:59	34	21.85	40.11
10:00:00-10:14:59	7	5.02	1.00
10:15:00-10:29:59	4	5.02	0.00
10:30:00-10:44:59	10	17.48	35.00
10:45:00-10:59:59	25	17.48	37.00
11:00:00-11:14:59	8	6.69	6.78
11:15:00-11:29:59	9	6.69	6.78
11:30:00-11:44:59	7	6.69	10.94
11:45:00-11:59:59	8	6.69	10.94
12:00:00-12:14:59	18	0.60	11.00
12:15:00-12:29:59	21	0.60	20.00
12:30:00-12:44:59	21	26.63	22.00
12:45:00-12:59:59	26	26.63	25.00
13:00:00-13:14:59	6	4.78	4.76
13:15:00-13:29:59	1	4.78	4.76
13:30:00-13:44:59	2	24.00	7.18
13:45:00-13:59:59	36	24.00	27.46
14:00:00-14:14:59	2	2.45	5.80
14:15:00-14:29:59	2	2.45	5.80
14:30:00-14:44:59	7	14.91	9.12
14:45:00-14:59:59	11	14.91	9.12

ตารางที่ 4.15 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
15:00:00-15:14:59	5	6.15	3.36
15:15:00-15:29:59	2	6.15	3.36
15:30:00-15:44:59	12	8.00	11.00
15:45:00-15:59:59	16	8.00	14.00
16:00:00-16:14:59	3	5.24	1.61
16:15:00-16:29:59	1	5.24	1.61
16:30:00-16:44:59	1	6.09	2.42
16:45:00-16:59:59	0	6.09	1.00
17:00:00-17:14:59	0	1.79	1.50
17:15:00-17:29:59	0	1.79	1.00
17:30:00-17:44:59	0	1.79	2.19
17:45:00-17:59:59	1	24.00	0.00
18:00:00-18:14:59	36	24.00	27.46
18:15:00-18:29:59	0	0.00	1.32
18:30:00-18:44:59	1	1.47	1.32
18:45:00-18:59:59	2	1.47	5.80
19:00:00-19:14:59	2	1.02	5.80
19:15:00-19:29:59	7	1.02	9.12
ค่าเฉลี่ย	13.75	11.86	13.23

จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ของโซน B พบว่า จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของข้อมูลจริงมีค่าเฉลี่ย 13.75 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Multiple linear regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.86 คนต่อ 15 นาที จำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ Negative binomial regression ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.23 คนต่อ 15 นาที จากผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง สรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ Negative binomial regression สามารถพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อจำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในแต่ละโซน รวมถึงพัฒนาเป็นแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที โดยอาศัยข้อมูลที่ทำ การสำรวจและข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 8 กลุ่มตัวแปรดังนี้

- กลุ่มตัวแปร X_1 เป็นกลุ่มตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน
- กลุ่มตัวแปร X_2 เป็นกลุ่มตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน
- กลุ่มตัวแปร X_3 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่ ลงทะเบียนเรียนในแต่ละช่วงเวลา
- กลุ่มตัวแปร X_4 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง หมายถึง ผลรวมจำนวนนักศึกษาที่เรียน เสร็จในแต่ละช่วงเวลา
- กลุ่มตัวแปร X_5 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.
- กลุ่มตัวแปร X_6 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.
- กลุ่มตัวแปร X_7 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.
- กลุ่มตัวแปร X_8 เป็นกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.

ในการศึกษานี้ใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ การถดถอยพัวของซึ่งการถดถอยแบบพัวของได้ทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Test)พบว่า ตัวแปรตอบสนองมีการกระจายที่สูง (Overdispersion Effect) ส่งผลให้ไม่เหมาะสมกับวิธีการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบทวินามเชิงลบ มาพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้ คือ ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระหาแนวโน้มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยังถูกทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นำตัวแปรนั้นมาพิจารณาพร้อมกัน เนื่องจากถ้านำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงอาจส่งผลให้แบบจำลองมีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือเครื่องหมายพารามิเตอร์ไม่ตรงกับความเป็นจริงผล

5.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง

5.1.1 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีโดยใช้ Multiple linear regression

แบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ได้พัฒนาขึ้นด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธี Multiple linear regression โดยพิจารณาจำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีเป็นตัวแปรตาม ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาตัวแปรที่ดีที่สุดเข้าแบบจำลองผลการสร้างแบบจำลองพบว่า

ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2A}), ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2B}), ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาทีหลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{2C}), จำนวนนักศึกษาหญิงในช่วงเวลาหลังเรียน 30 นาทีที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม. (X_{7F}), จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในช่วงเวลาหลังเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักมากกว่า 2 ชม. (X_{8G}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของโซน A ไปในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โซน A เป็นโซนของอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ หลังจากที่นักศึกษาเรียนเสร็จก็จะเดินทางออกจาก โซน A

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.843 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลค่อนข้างแม่นยำ โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A แสดงดังสมการที่ 5.1

$$Y_A = 2.315 + 22.892X_{2A} + 15.924X_{2B} + 7.506X_{2C} + 0.017X_{7F} + 0.009X_{8G} \quad (4.1)$$

ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของ โชน B ได้แก่ ช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คนหรือไม่ (X_{1B}), จำนวนนักศึกษาสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง (X_{3H}), จำนวนนักศึกษาชั้นปีมากกว่าปี 4 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม. (X_{5L}) ตัวแปรทั้งหมดนี้ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางในเชิงบวก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจาก โชน B เป็นโชนของอาคารหอพักนักศึกษา จากตัวแปรทั้งหมดที่เข้ามายังสมการ เป็นตัวแปรที่แสดงถึงการเดินทางออกจากโชนอาคารหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือ

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสิ้นใจ (R^2) เท่ากับ 0.441 ซึ่งมีค่ากลางๆอาจส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลที่มีแม่นยำไม่มากนัก โดยแบบจำลองคาดการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโชน B แสดงดังสมการที่ 4.2

$$Y_B = 0 + 12.463X_{1B} + 0.002X_{3H} + 0.283X_{5L} \quad (4.2)$$

5.1.2 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีโดยใช้Poisson regression และ Negative binomial regression

แบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีของทั้ง 2 โชน เริ่มจากสร้างแบบจำลองโดยใช้รูปแบบการถดถอยแบบพัวซองและทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนองมี (Overdispersion Test) พบว่าการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) รูปแบบการถดถอยแบบพัวซองไม่เหมาะสมต่อการนำมาคาดการณ์อุบัติเหตุและความรุนแรงผลการทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Test) แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง(Overdispersion Test)

ข้อมูล	โชน	
	A	B
Deviance	698.403	1226.36
Degree of Freedom (DF)	166	184
Deviance/ Degree of Freedom (DF)	4.207	6.665

จากตารางที่ 5.1 พบว่า ค่าทดสอบ Deviance/ Degree of Freedom (DF) มีค่ามากกว่า 1 ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองไม่เหมาะสมต่อการนำมาพัฒนาแบบจำลอง เนื่องจากมีการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) แนวทางแก้ปัญหาคือ นำรูปแบบทวินามเชิงลบมาพัฒนาแบบจำลองแทน

การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้รูปแบบการถดถอยแบบพหุนามเชิงลบและวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดสอบ Goodness of Fit แสดงดังตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามเชิงลบ

ข้อมูล	โซน	
	A	B
Intercept	0.549(0.000)	-0.148(0.039)
X _{1B}	-	1.585(0.000)
X _{1D}	-	0.407(0.032)
X _{2A}	0.286(0.001)	-
X _{2B}	2.456(0.000)	-
X _{2C}	0.274(0.000)	-
X _{2D}	0.767(0.000)	-
X _{3A}	-	0.0002(0.000)
X _{5B}	-	0.001(0.005)
X _{8B}	0.000315(0.028)	

ตารางที่ 5.3 ค่าสถิติทดสอบ 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 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit) พบว่า

- ค่า Deviance และ ค่า Pearson Chi-Square คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวแปรตอบสนองมาก ทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากค่าความเป็นจริงมาก จากตารางที่ 5.3 พบว่าค่า Deviance และ ค่า Person Chi-Square ของแบบจำลองโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง

- ค่า Log Likelihood คือ ค่าที่ทำให้ทราบว่า แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้ดีเพียงใด ถ้าค่า Log Likelihood มีค่าสูง แสดงว่าแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี จากตารางที่ 5.3 พบว่าค่า Log Likelihood ของแบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง

• ค่า Akaike's Information Criterion (AIC) คือ ค่าการพิจารณาแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้ในการทำนาย ถ้าแบบจำลองมีค่า AIC น้อย ๆ แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด จากการเปรียบเทียบแบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit ของแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และโซน B สรุปผลได้ว่า แบบจำลองทั้งสองแบบจำลองสามารถใช้พยากรณ์ความต้องการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ซึ่งจะมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน

5.2 สรุปผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากที่ผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริงโดยผลจะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีโซน A	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
ค่าเฉลี่ย	10.92	9.60	10.43
	ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาทีโซน B	
		Multiple linear regression	Negative Binomial regression
ค่าเฉลี่ย	13.75	11.86	13.23

จากการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองพบว่า แบบจำลอง โซน A และโซน B ที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลอง มีความแม่นยำมากกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression ในการพัฒนาแบบจำลอง ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อใช้พยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และโซน B แสดงในรูปสมการ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ ดังนี้

สมการพยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ของโซน A แสดงดังสมการที่ 5.3

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

สมการพยากรณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที โซน B แสดงดังสมการที่ 5.4

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

5.3 สรุปผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษา สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้
ปัจจัยที่มีอิทธิพลจำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถสรุปได้ดังนี้

- หากช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีที่จะส่งผลในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ โซน B เป็นที่ตั้งของหอพักนักศึกษา ทำให้เกิดการเดินทางของนักศึกษาที่ต้องเดินทางออกมาเรียน ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางมาเรียนของนักศึกษา
- หากช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีที่จะส่งผลในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A อธิบายได้ดังนี้ โซน A เป็นที่ตั้งของกลุ่มอาคารเรียนรวม อาคารปฏิบัติการเครื่องมือ หลังจากนักศึกษาเรียนเสร็จ จะเกิดการเดินทางออกจากโซน A เพื่อไปทำธุระอื่น ๆ หรือกลับหอพัก (โซน B) ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีเป็นช่วงเวลาที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางออกจาก โซน A ไปยังที่อื่น
- จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ โซน B เป็นที่ตั้งของหอพักนักศึกษา เมื่อนักศึกษามีวิชาเรียนจึงต้องเดินทางจากโซน B ไปยัง โซน A เพื่อไปเรียน
- จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15-30 นาที มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่จะเดินทางในช่วงเวลา 15-30 นาที เพื่อมาเรียนหนังสือ
- จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที ของโซน A อธิบายได้ดังนี้ ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่จะเดินทางในช่วงเวลา 15-30 นาที หลังเรียนเสร็จ เพื่อเดินทางออกจากโซน A

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

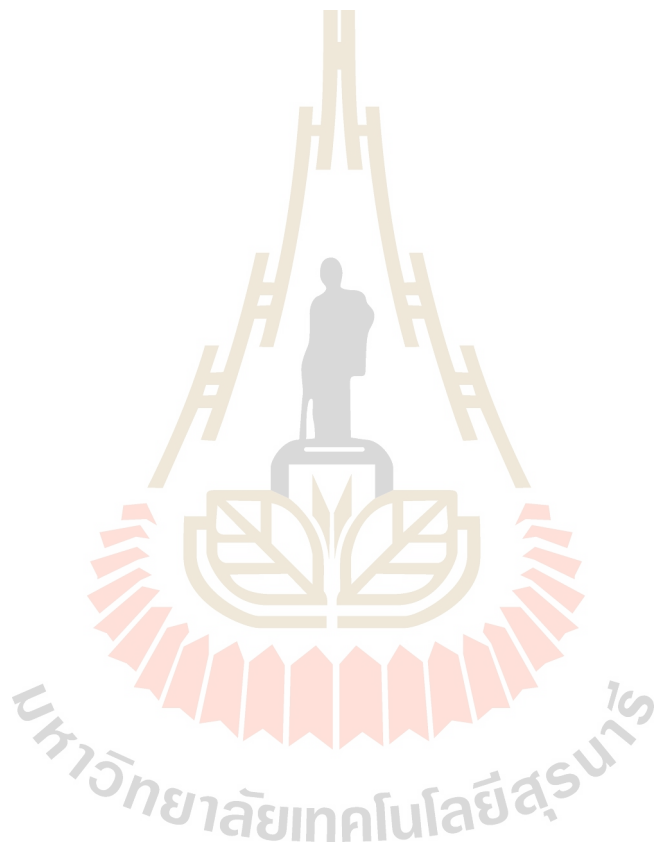
การพัฒนาแบบจำลองในการศึกษานี้ ยังคงประกอบไปด้วยข้อจำกัดหลายประการที่ยังต้องการการศึกษาต่อไป ดังนี้

- 1) การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนนักศึกษาที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพียงปัจจัยที่เกี่ยวกับช่วงเวลาเรียนและจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินทางด้วยรถโดยสาร

ประจำทางภายในมหาวิทยาลัย เช่น ปัจจัยที่ส่งผลให้เลือกใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ปัจจัยด้านกิจกรรมต่าง ๆ ของประชากรในมหาวิทยาลัยที่ทำให้เกิดการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้น

2) การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาแบบจำลองคาดการณ์จำนวนคนมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพียงอย่างเดียวในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการศึกษารูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยในรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

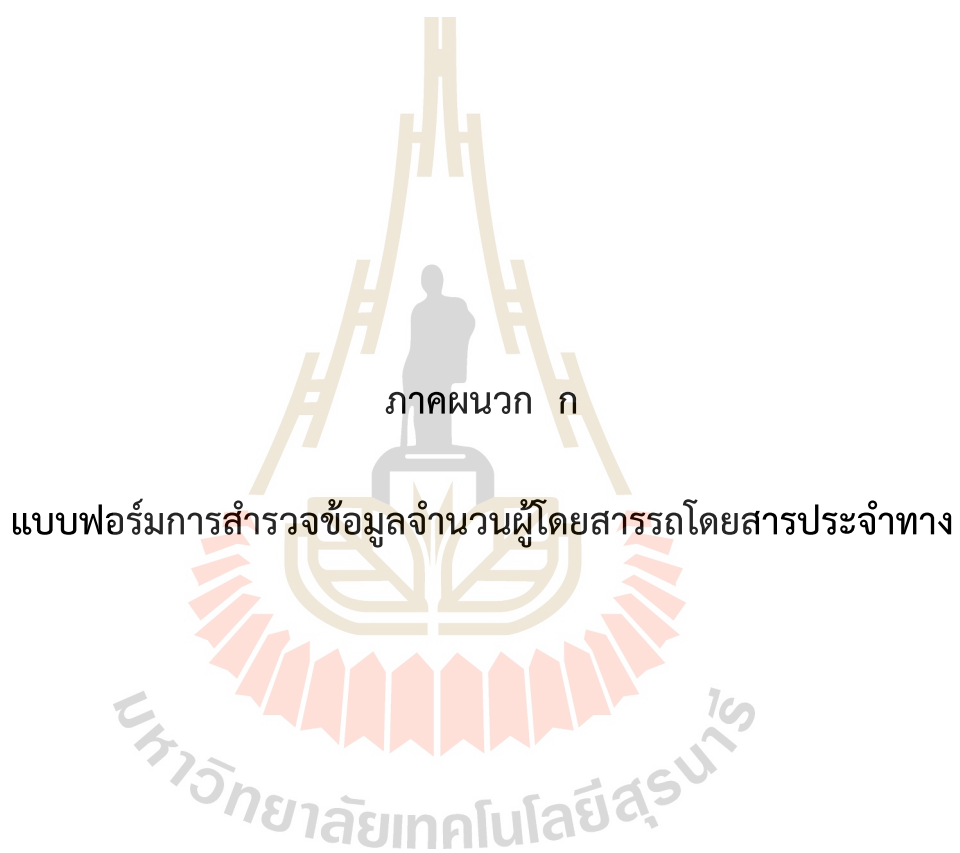
3) ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อประยุกต์ใช้ผลจากแบบจำลองจัดตารางการเดินทางโดยโดยสารประจำทางให้เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา



บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา, (2546), การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. กรุงเทพฯ : สำนักงานพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จักรพันธ์ ทัพขวา, (2550), อัตราการเกิดการเดินทางสำหรับโรงเรียนอนุบาลและโรงเรียนประถมศึกษา. ปรินญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, (2551), การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กภาพสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- ธีรยสภ์ ปานกลาง, (2548), ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้รถโดยสารประจำทางภายใต้การกำกับดูแลขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ในกรุงเทพมหานคร. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- นันทธวัช เสถียรนาม, (2551), การคัดเลือกปัจจัยที่อธิบายตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์การเกิดการเดินทาง : กรณีศึกษาเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด, (2547), วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปฎิวัติ ฤทธิเดช, (2550), แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนนบนถนน 2 ช่องจราจรในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ภัทริณี คงชู, (2551), ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาน้ำมันขายปลีก โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร. วิทยานิพนธ์ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เมษา ทิพเวช, (2555), แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุสำหรับทางหลวงบนภูเขา. ปรินญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย, (2551), การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : วีพริ้นท์ (1991).
- ศรัณญา แก้วศรี, (2554), ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศเส้นทางสุราษฎร์-กรุงเทพฯ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี
- อนุภาค เสาร์เสาวภาคย์, (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: 0.1016/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
- Sajjakaj, Vatanavongs, Onanong, Buratin, and Siradol. (2016). Public transport promotion policy on campus: evidence from Suranaree University in Thailand. Public Transp (2016) 8:185–203. doi 10.1007/s12469-016-0122-2
- 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



แบบฟอร์มสำรวจจำนวนผู้โดยสารบนรถโดยสารประจำทาง
(POINT CHECK METHOD)

วันที่สำรวจ _____ สิ้นสุดเวลา _____
 สภาพอากาศ _____ ผู้สำรวจ _____
 ตำแหน่งที่สำรวจ _____ ผู้ควบคุม/ผู้ตรวจสอบ _____
 เริ่มสำรวจเวลา _____

หมายเลขรถ	เวลาถึง (xx:xx)	เวลาออก (xx:xx)	จำนวนผู้โดยสารขึ้น - ลง		ผู้โดยสาร บนรถ (คน)	ผู้โดยสาร ที่ไม่ได้ขึ้นรถ(คน)	หมายเหตุ
			ขึ้น	ลง			



ภาคผนวก ข

ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง
ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ของโซน 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

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ของโซน A (ต่อ)

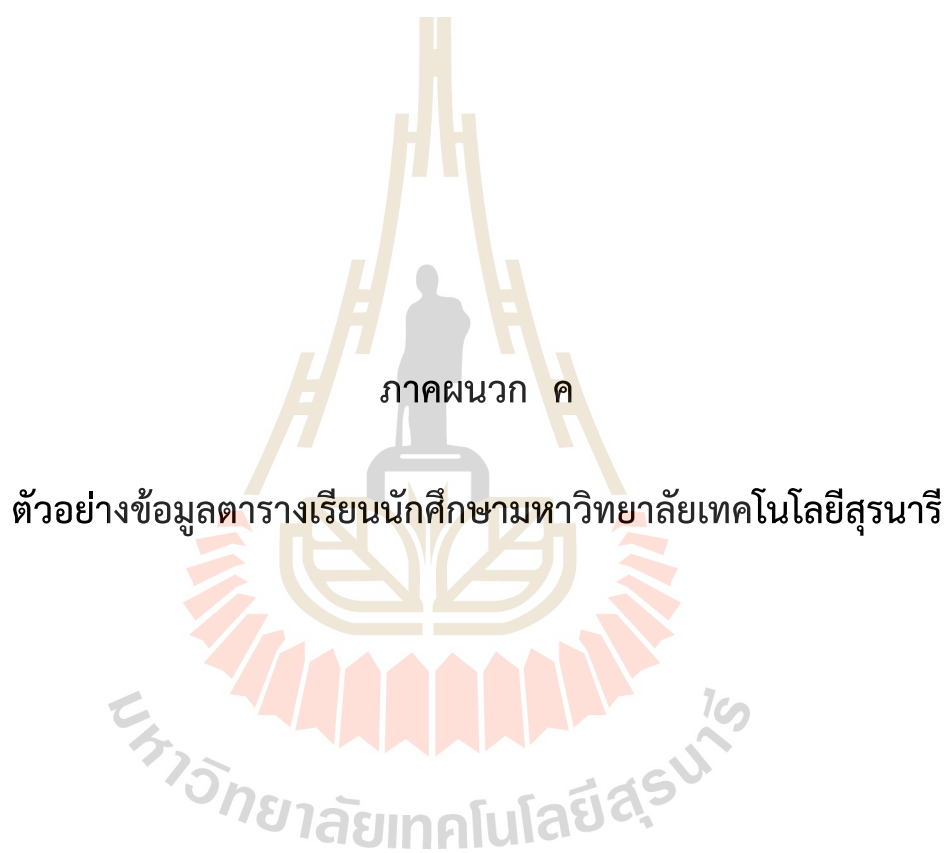
เวลา	จำนวน (คน)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
13:30:00-13:44:59	2	3	2	5	3
13:45:00-13:59:59	3	1	3	3	7
14:00:00-14:14:59	15	12	11	12	21
14:15:00-14:29:59	2	1	1	5	4
14:30:00-14:44:59	3	1	1	4	4
14:45:00-14:59:59	1	6	2	6	4
15:00:00-15:14:59	42	41	32	64	42
15:15:00-15:29:59	26	36	27	34	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

ตารางที่ ข 2 ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ของโซน 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

ตารางที่ ข 2 ผลการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ของโซน 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



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คนที่	รหัสนักศึกษา	เพศ		สำนักวิชา					ชั้นปี					พักอยู่หอพักของมหาวิทยาลัย		7.00	7.30	8.00	8.30	
		ชาย = 0	หญิง = 1	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยีสังคม	เทคโนโลยีการเกษตร	เกษตรศาสตร์	พยาบาลศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	1	2	3	4	มากกว่าปี 4	ไม่พัก = 0					พัก = 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 ค 1 ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีแบบรายบุคคล



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

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)

ตารางที่ ง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (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)

ตารางที่ ง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (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)

ตารางที่ ง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (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%



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

	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	-0.211**	-0.227**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.200**	-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	-0.053	-0.085	-0.037	-0.055	-0.051	-0.074	0.324**	0.468**	0.327**	0.471**	0.321**	0.462**	0.333**	0.480**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**							

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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*	-0.201**	-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**	-0.274**	-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**	-0.235**	-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**	-0.482**	-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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	0.167*	-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	-0.051	-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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**	0.346**	0.506**	0.347**	0.505**
X _{5A}	-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 _{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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**	0.477**	0.332**	0.486**							
X _{4H}	0.349**	0.516**	0.301**	0.435**	0.353**	0.516**	0.361**	0.528**							
X _{5A}	-0.065	-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							

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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*	-0.077	-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								

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.143*	-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	-0.156*	-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	-0.153*	-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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.062	-0.089	-0.061	-0.090	-0.059	-0.086

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**								

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.145*	-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	-0.159*	-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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.142*	-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

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.055	-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	-0.143*	-0.085	-0.123	-0.096	-0.139	-0.093	-0.134	-0.104	-0.151*	-0.105	-0.150*	-0.104	-0.151*	-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	-0.056	-0.081	-0.062	-0.091	-0.063	-0.090	-0.062	-0.091	-0.061	-0.088

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.151*	-0.101	-0.147*	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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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**								

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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



ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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	-0.142*	-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**

ตารางที่ จ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (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								