

การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกสัญญาณไฟ
จราจรจากข้อมูลฐานกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่การศึกษา



นางสาวพลาพร ไชยเมือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ขนส่ง และทรัพยากรธรณี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2562

**DEVELOPING MODELS FOR PREDICTING TRAFFIC
VOLUMES AT SIGNALIZED INTERSECTION IN
EDUCATION AREA BY USING ACADEMIC
ACTIVITY DATA**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil, Transportation
and Geo-resources Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2019**

การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร
จากข้อมูลฐานกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่การศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รศ. ดร.ชเนศ เสงี่ยมนาม)

ประธานกรรมการ



(ผศ. ดร.รัฐพล ภูบุบผาพันธ์)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(อ. ดร.ณัฐกรณ์ เจริญธรรม)

กรรมการ



(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล



(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

พลาพร ไชยเมือง : การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรจากข้อมูลฐานกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่การศึกษา (DEVELOPING MODELS FOR PREDICTING TRAFFIC VOLUMES AT SIGNALIZED INTERSECTION IN EDUCATION AREA BY USING ACADEMIC ACTIVITY DATA) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ภูบวบผาพันธ์, 241 หน้า.

ทางแยกส่วนใหญ่ในประเทศไทยมักใช้งานระบบสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่เพื่อช่วยในการควบคุมการจราจร แต่เนื่องจากปริมาณจราจรบริเวณทางแยกมีการแปรผันเกิดขึ้นตลอดทั้งวัน ซึ่งระบบสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่นั้นอาจจะไม่สามารถตอบสนองต่อการแปรผันของปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นจริงได้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีการแปรผันในระหว่างวัน รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละภาคการศึกษาซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ โดยในการพัฒนาแบบจำลองโดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซองและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงลบมาทำการการพัฒนาแบบจำลองจึงทำให้ทราบว่าเกิดปัญหา Overdispersion Effect ส่วนวิธีค่าเฉลี่ยนั้นไม่เหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองเนื่องจากไม่สามารถเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรที่แปรผันตลอดทั้งวันได้ นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณในการพัฒนาแบบจำลอง จากนั้นนำผลที่ได้จากแบบจำลองมาทดสอบความแม่นยำโดยใช้ค่า Root mean square error : RMSE เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลอง ผลการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองและการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด และเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งให้เห็นว่าข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณหาปริมาณจราจรที่แปรผันตามเวลาภายในพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะตัวได้

สาขาวิชา วิศวกรรมขนส่ง
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา พลาพร ไชยเมือง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา jr

PALAPORN CHAIMUANG : DEVELOPING MODELS FOR
PREDICTING TRAFFIC VOLUMES AT SIGNALIZED INTERSECTION
IN EDUCATION AREA BY USING ACADEMIC ACTIVITY DATA.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. RATTAPHOL PUEBOOBPAPHAN,
Ph.D., 241 PP.

QUASI-POISSON REGRESSION/NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION/
MULTIPLE LINEAR REGRESSION/AVERAGE METHOD/TRAFFIC VOLUME/
TRAFFIC VOLUME PREDICTION/ACADEMIC ACTIVITY DATA

Most intersections in Thailand use fixed-time traffic signal to help control traffic. However, the amount of traffic at the intersection fluctuates throughout the day and the fixed-time traffic signal may not be able to respond to such fluctuations. In this study, the development of a predictive models of traffic at the intersection at Suranaree University of Technology were proposed. Variations within the day and changes in each semester resulting from academic activity in the area were considered. The development of models based on Quasi-Poisson Regression and Negative Binomial Regression revealed the problem of overdispersion effect. The Average Method was not suitable for model development as it was unable to capture the variation of traffic volume within the day. In addition, Multiple Linear Regression was also used to develop the model. Then the developed models were tested for their accuracy by using Root mean square error: RMSE as well as the comparison between the models.

The results showed that the models based on Multiple Linear Regression provide the highest forecasting accuracy and are the most suitable model. This

suggests that academic activity data can be used to estimate time-varying traffic volumes within the unique education area.



School of Transportation Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature พลาพร ไชยสิทธิ์

Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ภูบุบผาพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์และชี้แนะแนวทางจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณวันเพ็ญ สืบสาย เลขานุการสาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานด้านเอกสารต่าง ๆ ในระหว่างการศึกษา

ขอขอบคุณ เงินทุนสนับสนุนการวิจัยฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ หน่วยงานรักษาความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่อนุเคราะห์ข้อมูลด้านปริมาณจราจร

ขอขอบคุณ ฝ่ายทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่อนุเคราะห์ข้อมูลด้านตารางเรียนนักศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ ครู คณาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จในวันนี้

ขอขอบคุณเจ้าของเอกสารทางวิชาการ บทความวิชาการ ตำรา และหนังสือทุกท่านที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่บิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนจนครุอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

พลาพร ไชยเมือง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ค
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 คำถามงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณจรรยา	5
2.1.1 ปริมาณจรรยา	5
2.1.2 ชนิดของปริมาณจรรยา	6
2.1.3 ระยะเวลาในการนับรถ	7
2.1.4 เทคนิคในการนับรถ	8
2.1.5 องค์ประกอบของยานพาหนะ	8
2.2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญญาณไฟจราจร	10
2.2.1 ลักษณะหน้าที่ของสัญญาณไฟจราจร	10
2.2.2 ชนิดของสัญญาณไฟจราจร	11
2.3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทางแยก	12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1	ทางแยก (Intersection)	12
2.3.2	องค์ประกอบของกระแสการจราจรที่ทางแยก	12
2.3.3	ชนิดของทางแยกระดับเดียวกัน	14
2.4	ทฤษฎีและแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้น บริเวณทางแยก	16
2.4.1	การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ	16
2.4.2	แบบจำลองการถดถอยแบบพัวซอง (Poisson Regression Model)	17
2.4.3	แบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression Model)	18
2.4.4	แบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)	18
2.4.5	แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple linear Regression Model)	19
2.4.6	แบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย (Average Method)	23
2.4.7	การประมาณค่าพารามิเตอร์	23
2.5	เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง	26
2.5.1	ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error: MSE)	27
2.5.2	ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error: RMSE)	27
2.5.3	ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute error: MAE)	27
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
2.6.1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณจราจร	28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์และการตรวจสอบ ความแม่นยำแบบของจำลอง.....	31
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	37
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	37
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	39
3.3	พื้นที่ศึกษา	39
3.4	การสำรวจและเก็บข้อมูล	40
3.4.1	การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร.....	40
3.4.2	การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่.....	40
3.5	การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง	41
3.5.1	ตัวแปรตาม (Dependent Variable).....	41
3.5.2	ตัวแปรอิสระ (Independent Variable).....	42
3.6	แนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง.....	46
3.6.1	การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การถดถอยแบบกึ่งพัวของ (Quasi-Poisson Regression) และการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression)	46
3.6.2	การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression)	47
3.6.3	การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย (Average Method)	48
3.7	การพัฒนาแบบจำลองและการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง	48
4	การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	50
4.1	การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	50
4.1.1	ข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟ	50
4.1.2	ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2	การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlations)	53
4.2.1	การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับ ตัวแปรอิสระ	53
4.2.2	การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัว แปรอิสระ	54
4.2.3	การวิเคราะห์ค่าคาดหวังของเครื่องหมายค่าสัมประสิทธิ์ ของตัวแปร X แต่ละตัวกับตัวแปร Y	55
4.3	กรณีที่ 1 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันอาทิตย์ ครอบคลุมวันทำงานและ วันหยุด ในช่วงชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน	56
4.3.1	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่ง หน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)	56
4.3.2	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยว ซ้ายสู่หอพัก (Y_2)	67
4.3.3	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3)	77
4.3.4	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)	87
4.3.5	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่ง หน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยว ขวาสู่เสาธง (Y_5)	97
4.3.6	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยว ซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6)	107
4.3.7	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7)	116

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4	การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองของกรณีที่ 1	127
4.5	กรณีที่ 2 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ ครอบคลุมเฉพาะวันทำงาน ในช่วงชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน	129
4.5.1	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธง มุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหา- วิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₁)	129
4.5.2	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธง เลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y ₂)	139
4.5.3	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y ₃)	149
4.5.4	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄)	160
4.5.5	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่ง หน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ เลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y ₅)	170
4.5.6	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพัก เลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y ₆)	180
4.5.7	แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y ₇)	189
4.6	การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองของกรณีที่ 2	200
4.7	อภิปรายผลจากการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง	202
4.8	ผลการวิเคราะห์	203
4.8.1	ทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₁)	204
4.8.2	ทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y ₂)	205

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.8.3	ทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y ₃)	206
4.8.4	ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄)	207
4.8.5	ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y ₅)	208
4.8.6	ทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y ₆)	209
4.8.7	ทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y ₇)	210
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	212
5.1	การรวบรวมข้อมูล	212
5.2	การเปรียบเทียบแบบจำลองและการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด	213
5.3	สรุปผลการศึกษา	213
5.4	ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป	215
รายการอ้างอิง	217
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก.	แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	221
ภาคผนวก ข.	ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาทีภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	223
ภาคผนวก ค.	ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	232
ภาคผนวก ง.	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระและตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ	234
ประวัติผู้เขียน	241

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถประเภทต่าง ๆ 10
3.1	แสดงรายละเอียดของตัวแปรตาม 42
3.2	แสดงรายละเอียดของตัวแปรอิสระ 43
4.1	ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยก ทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟ 51
4.2	ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลตารางเรียนนักศึกษา หลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 52
4.3	สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระ 53
4.4	สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรอิสระ 54
4.5	แสดงค่าคาดหวังความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม 56
4.6	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 57
4.7	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 60
4.8	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 63
4.9	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 67
4.11	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 70
4.12	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 73
4.13	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวขวาสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 75
4.14	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเขียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 77
4.15	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเขียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 80
4.16	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเขียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 83
4.17	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเขียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 85
4.18	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 87
4.19	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.20	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 93
4.21	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 95
4.22	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 97
4.23	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 100
4.24	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 103
4.25	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 106
4.26	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 107
4.27	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 110

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.28 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	112
4.29 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	115
4.30 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลีย่วซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง	116
4.31 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลีย่วซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ	119
4.32 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลีย่วซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	122
4.33 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลีย่วซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	125
4.34 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง กรณีที่ 1	127
4.35 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลีย่วขวาสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.36 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ	132
4.37 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	135
4.38 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	138
4.39 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง	139
4.40 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ	142
4.41 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	145
4.42 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	148
4.43 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.44 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาวสู่หอพัก (Y ₃) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ	153
4.45 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาวสู่หอพัก (Y ₃) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	156
4.46 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาวสู่หอพัก (Y ₃) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	158
4.47 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ	160
4.48 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ	163
4.49 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ	166
4.50 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y ₄) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย	168
4.51 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลียวขวาวสู่เสาธง (Y ₃) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ	170

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.52	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 173
4.53	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 176
4.54	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 178
4.55	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 180
4.56	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 183
4.57	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 185
4.58	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 188
4.59	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 189

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.60	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ 192
4.61	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ 195
4.62	ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย 198
4.63	ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง กรณีที่ 2 200
4.64	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ 203

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ชนิดของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบริเวณทางแยก.....	13
2.2	จุดขัดแย้งที่เกิดขึ้นบริเวณสี่แยกทั่ว ๆ ไป.....	14
2.3	กรอบแนวคิดการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	20
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	38
3.2	บริเวณแยกที่ทำการสำรวจปริมาณจราจร	39
3.3	ทิศทางและตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร	41
4.1	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Quasi-Poisson Regression)	59
4.2	Predictions and actual Y_1 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	59
4.3	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Negative Binomial regression)	62
4.4	Predictions and actual Y_1 by date/time (Negative Binomial regression)	62
4.5	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Multiple linear regression)	64
4.6	Predictions and actual Y_1 by date/time (Multiple linear regression)	65
4.7	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Average Method)	66
4.8	Predictions and actual Y_1 by date/time (Average Method)	66
4.9	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Quasi-Poisson Regression)	69
4.10	Predictions and actual Y_2 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	69
4.11	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Negative Binomial regression)	72
4.12	Predictions and actual Y_2 by date/time (Negative Binomial regression)	72
4.13	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Multiple linear regression)	74
4.14	Predictions and actual Y_2 by date/time (Multiple linear regression)	75
4.15	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Average Method)	76
4.16	Predictions and actual Y_2 by date/time (Average Method)	76
4.17	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Quasi-Poisson Regression)	79
4.18	Predictions and actual Y_3 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	79
4.19	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Negative Binomial regression)	82

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20	Predictions and actual Y_3 by date/time (Negative Binomial regression)82
4.21	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Multiple linear regression)84
4.22	Predictions and actual Y_3 by date/time (Multiple linear regression)85
4.23	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Average Method).....86
4.24	Predictions and actual Y_3 by date/time (Average Method)86
4.25	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Quasi-Poisson Regression).....89
4.26	Predictions and actual Y_4 by date/time (Quasi-Poisson Regression)89
4.27	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Negative Binomial regression).....92
4.28	Predictions and actual Y_4 by date/time (Negative Binomial regression)92
4.29	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Multiple linear regression)94
4.30	Predictions and actual Y_4 by date/time (Multiple linear regression).....95
4.31	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Average Method)96
4.32	Predictions and actual Y_4 by date/time (Average Method)96
4.33	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Quasi-Poisson Regression)99
4.34	Predictions and actual Y_5 by date/time (Quasi-Poisson Regression)99
4.35	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Negative Binomial regression)102
4.36	Predictions and actual Y_5 by date/time (Negative Binomial regression)102
4.37	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Multiple linear regression)105
4.38	Predictions and actual Y_5 by date/time (Multiple linear regression).....105
4.39	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Average Method).....106
4.40	Predictions and actual Y_5 by date/time (Average Method)107
4.41	Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Quasi-Poisson Regression).....109
4.42	Predictions and actual Y_6 by date/time (Quasi-Poisson Regression)109
4.43	Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Negative Binomial regression).....111
4.44	Predictions and actual Y_6 by date/time (Negative Binomial regression)112
4.45	Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Multiple linear regression)114

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.46	Predictions and actual Y_6 by date/time (Multiple linear regression)	114
4.47	Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Average Method).....	115
4.48	Predictions and actual Y_6 by date/time (Average Method)	116
4.49	Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Quasi-Poisson Regression).....	118
4.50	Predictions and actual Y_7 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	119
4.51	Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Negative Binomial regression).....	121
4.52	Predictions and actual Y_7 by date/time (Negative Binomial regression)	122
4.53	Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Multiple linear regression)	124
4.54	Predictions and actual Y_7 by date/time (Multiple linear regression).....	125
4.55	Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Average Method).....	126
4.56	Predictions and actual Y_7 by date/time (Average Method)	126
4.57	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Quasi-Poisson Regression).....	131
4.58	Predictions and actual Y_1 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	131
4.59	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Negative Binomial regression).....	134
4.60	Predictions and actual Y_1 by date/time (Negative Binomial regression)	134
4.61	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Multiple linear regression).....	137
4.62	Predictions and actual Y_1 by date/time (Multiple linear regression).....	137
4.63	Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Average Method).....	138
4.64	Predictions and actual Y_1 by date/time (Average Method)	139
4.65	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Quasi-Poisson Regression).....	141
4.66	Predictions and actual Y_2 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	142
4.67	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Negative Binomial regression).....	144
4.68	Predictions and actual Y_2 by date/time (Negative Binomial regression)	145
4.69	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Multiple linear regression)	147
4.70	Predictions and actual Y_2 by date/time (Multiple linear regression).....	147
4.71	Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Average Method).....	148

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.72	Predictions and actual Y_2 by date/time (Average Method)149
4.73	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Quasi-Poisson Regression)152
4.74	Predictions and actual Y_3 by date/time (Quasi-Poisson Regression)152
4.75	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Negative Binomial regression)155
4.76	Predictions and actual Y_3 by date/time (Negative Binomial regression)155
4.77	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Multiple linear regression)157
4.78	Predictions and actual Y_3 by date/time (Multiple linear regression)158
4.79	Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Average Method)159
4.80	Predictions and actual Y_3 by date/time (Average Method)159
4.81	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Quasi-Poisson Regression)162
4.82	Predictions and actual Y_4 by date/time (Quasi-Poisson Regression)162
4.83	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Negative Binomial regression)165
4.84	Predictions and actual Y_4 by date/time (Negative Binomial regression)165
4.85	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Multiple linear regression)167
4.86	Predictions and actual Y_4 by date/time (Multiple linear regression)168
4.87	Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Average Method)169
4.88	Predictions and actual Y_4 by date/time (Average Method)169
4.89	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Quasi-Poisson Regression)172
4.90	Predictions and actual Y_5 by date/time (Quasi-Poisson Regression)172
4.91	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Negative Binomial regression)175
4.92	Predictions and actual Y_5 by date/time (Negative Binomial regression)175
4.93	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Multiple linear regression)177
4.94	Predictions and actual Y_5 by date/time (Multiple linear regression).....178
4.95	Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Average Method)179
4.96	Predictions and actual Y_5 by date/time (Average Method)179
4.97	Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Quasi-Poisson Regression)182

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.98 Predictions and actual Y_6 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	182
4.99 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Negative Binomial regression)	184
4.100 Predictions and actual Y_6 by date/time (Negative Binomial regression)	185
4.101 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Multiple linear regression)	187
4.102 Predictions and actual Y_6 by date/time (Multiple linear regression)	187
4.103 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Average Method)	188
4.104 Predictions and actual Y_6 by date/time (Average Method)	189
4.105 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Quasi-Poisson Regression)	191
4.106 Predictions and actual Y_7 by date/time (Quasi-Poisson Regression)	192
4.107 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Negative Binomial regression).....	194
4.108 Predictions and actual Y_7 by date/time (Negative Binomial regression)	195
4.109 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Multiple linear regression)	197
4.110 Predictions and actual Y_7 by date/time (Multiple linear regression).....	198
4.111 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Average Method).....	199
4.112 Predictions and actual Y_7 by date/time (Average Method)	199
4.113 ทิศทางของตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร	202

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกในประเทศไทยส่วนใหญ่มักนำเอาระบบสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed Time) เป็นระบบที่ใช้ข้อมูลการจราจรที่ผ่านมาประมวลผลเพื่อตั้งค่าเวลาของผู้ควบคุม โดยสามารถตั้งเวลาได้เป็นวัน สัปดาห์ หรือตามเหตุการณ์ ซึ่งระบบดังกล่าวทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นบริเวณทางแยก ในกรณีที่มีปริมาณจราจรไม่สอดคล้องกับรอบของสัญญาณไฟที่ได้ตั้งระบบไว้ เช่น ในทิศทางที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว แต่ไม่มีรถเคลื่อนที่ผ่าน จึงทำให้รถด้านที่กำลังรอสัญญาณไฟแดงต้องหยุดรอแบบสูญเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ เป็นต้น ซึ่งในต่างประเทศและในประเทศไทยบางพื้นที่ได้นำเอาระบบตรวจจับปริมาณจราจร (Detector) เป็นระบบเพื่อเอาไว้ประมวลผลปริมาณจราจรที่ผ่านบริเวณทางแยก ซึ่งถ้ามีระบบตรวจจับปริมาณจราจรจะทำให้การปล่อยสัญญาณไฟเขียวจนกระทั่งรถหมด หรือถึงค่าสัญญาณไฟเขียวสูงสุดที่ตั้งไว้ในกรณีที่ไม่มีรถเดินทางเข้ามาในระบบตรวจจับปริมาณจราจรจะทำการตัดเวลาไฟเขียวดังกล่าวออกไป ซึ่งระบบดังกล่าวนี้นิยมใช้งานกับทางเชื่อมระหว่างเมือง ทางหลวง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีทางแยกที่สำคัญ คือ แยกถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 และคับคั่งไปด้วยยานพาหนะสัญจรไปมา โดยในอดีตไม่มีการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจร ทำให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดบริเวณทางแยกในช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งในแต่ละภาคการศึกษาจำนวนของนักศึกษามีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จำนวนของยานพาหนะที่ใช้ก็เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน โดยในปัจจุบันทางมหาวิทยาลัยได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจรเพื่อช่วยควบคุมและช่วยให้การจราจรเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ใช้ระบบสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed Time) แบบ Multiple Time Plan คือ เป็นระบบสัญญาณไฟจราจรคงที่ที่มีการตั้งระยะเวลาสัญญาณไฟเขียว เหลือง แดง ไว้ในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพจราจรในแต่ละช่วงเวลา จากการสำรวจพบว่ายานพาหนะมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละทิศทางและในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งปัญหาหลักที่พบในการศึกษาในครั้งนี้คือไม่ทราบปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ไม่สามารถ

ปรับตั้งค่าสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมได้ อย่างไรก็ตาม การจราจรที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวโดยจะขึ้นอยู่กับตารางเรียนของนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ การเดินทางมาเรียนของนักเรียน โรงเรียนสุรวิวัฒน์การเดินทางมาทำงานของบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย การเดินทางของบุคคลภายนอกที่เข้ามาเพื่อติดต่อประสานงานกับทางมหาวิทยาลัย การเดินทางมาเพื่อผ่านไปยังโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-สุรนารี และการเดินทางเพื่อมาทำกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การมาออกกำลังกาย การเดินทางเพื่อไปทานอาหาร เป็นต้น โดยกิจกรรมหลักที่เกิดขึ้นและมีการแปรผันตลอดวันได้แก่กิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนกิจกรรมอื่น ๆ จะเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น ดังนั้น หากสามารถคาดการณ์ปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลาในทางอ้อมโดยใช้ข้อมูลจากกิจกรรมหลักที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยได้ ก็จะสามารนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับตั้งค่าสัญญาณไฟให้เหมาะสมกับสภาพจราจรในแต่ละช่วงเวลาในอนาคตได้

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมหลักที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในพื้นที่ เพื่อมาช่วยคาดการณ์ถึงลักษณะการแปรผันของปริมาณจราจรในระหว่างวัน เพื่อที่จะนำผลของแบบจำลองที่ได้ไปวิเคราะห์และตั้งค่ารอบสัญญาณไฟให้รองรับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยการสร้างแบบจำลองจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัซซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรในอนาคตจากนั้นทำการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาไว้ ดังนี้

1.2.1 เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัซซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) ในการพัฒนาแบบจำลองและทำการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

1.2.2 เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแปรผันของปริมาณจราจรที่ทางแยกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งจะครอบคลุมถึงตัวแปรด้านข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่

1.3 คำถามงานวิจัย

1.3.1 ปัจจัยด้านช่วงเวลาเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรปกติ ส่งผลต่อปริมาณจราจรที่ทางแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรมากน้อยเพียงใด

1.3.2 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) แบบจำลองรูปแบบใดที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.3.3 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) แบบจำลองรูปแบบใดที่สามารถคาดการณ์ปริมาณจราจรที่ทางแยกได้อย่างแม่นยำที่สุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ศึกษาการแปรผันของปริมาณจราจรที่ทางแยกถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก 7 วัน ในแต่ละภาคการศึกษา และข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรปกติเท่านั้น ครอบคลุมทั้งวันทำงานปกติและวันหยุด ในช่วงเวลา 07.00-21.00 น.

1.4.2 การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกจากข้อมูลฐานกิจกรรมในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จะใช้โปรแกรมการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติที่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method)

1.4.3 ช่วงเวลาที่มีการเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจรเป็นช่วงเวลาที่มีการเดินทางของนักศึกษา อาจารย์ บุคลากร และบุคคลภายนอกเกิดขึ้น ดังนั้นการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์

ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยก จึงได้นำเอาปัจจัยหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เข้ามาช่วยในการพัฒนาแบบจำลอง

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 จากผลการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกจากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.5.2 จากการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกจากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ สามารถนำมาคาดการณ์ปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้หลายด้าน อาทิ เช่น นำไปวิเคราะห์และตั้งค่ารอบสัญญาณไฟจราจรเพื่อให้รองรับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เป็นต้น



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการศึกษาในส่วนนี้จะเป็นการทบทวนงานวิจัย ทฤษฎี และแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญและมีส่วนช่วยทำให้เกิดความเข้าใจในหัวข้อหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้อย่างยิ่งขึ้น โดยมีลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณจราจร
- แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญญาณไฟจราจร
- แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทางแยก
- ทฤษฎีและแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยก
- เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณจราจร

การศึกษาการปริมาณจราจรเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาทางด้านปริมาณจราจรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการช่วยพิจารณาตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เช่น การจัดการจราจร การเลือกวิธีการควบคุมทางแยก การลงทุนในการเพิ่มหรือขยายโครงข่ายถนน ปรับปรุงสัญญาณไฟจราจร การช่วยแก้ไขและลดปัญหาอุบัติเหตุ เป็นต้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความหมาย ชนิดของปริมาณจราจร ลักษณะของปริมาณจราจร การแบ่งประเภทของยานพาหนะ ความล่าช้า และความยาวแถวคอย เป็นต้น ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการศึกษา

2.1.1 ปริมาณจราจร

ปริมาณจราจร คือ จำนวนของยานพาหนะที่แล่นผ่านจุดหนึ่งหรือช่วงหนึ่งของถนนภายในช่วงเวลาหนึ่ง ปริมาณจราจรมีหน่วยเป็น คัน / เวลา เช่น คัน / ชั่วโมง เป็นต้น ค่าของปริมาณจราจรอาจแยกตามประเภทของยานพาหนะ เช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล

รถโดยสารประจำทาง รถบรรทุก รถจักรยาน หรือเป็นค่ารวมของยานพาหนะทุกประเภท (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547)

การวัดปริมาณจราจรเพื่อศึกษาความสำคัญของถนนแต่ละสาย หรือทางแยกแต่ละแยก ดูความเปลี่ยนแปลงหรือแปรผันตามเวลาของกระแสจราจร หรือเพื่อศึกษาว่าในถนนสายเดียวกัน การจราจรในแต่ละช่วงถนนจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้การศึกษปริมาณจราจรยังสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้อีกหลายอย่าง เช่น (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547)

- กำหนดแนวโน้มของการขยายตัวของจราจร
- กำหนดออกแบบความหนาของโครงสร้างถนน
- พิจารณาความจำเป็นในการนำเครื่องมือมาใช้ในการควบคุมการจราจร เช่น การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น
- เลือกความกว้างของถนน ใหญ่ทาง และสะพานในการออกแบบ
- วางผังทางแยกให้ดีขึ้น
- คาดการณ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ
- เปรียบเทียบหรือสนับสนุน โครงการต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลปริมาณจราจรเพื่อคำนวณผลทางด้านเศรษฐศาสตร์
- จัดระดับความสำคัญในการปรับปรุงการจราจร

2.1.2 ชนิดของปริมาณจราจร

การศึกษาปริมาณจราจรจะขึ้นอยู่กับความละเอียดและขนาดของข้อมูลที่ต้องการ ความละเอียดของข้อมูลหมายถึง ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะของผู้ใช้ถนน ทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นต้น ส่วนขนาดของข้อมูลจะหมายถึง เวลาที่ทำการนับปริมาณจราจร ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลไปใช้ โดยถ้าคิดถึงการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาที่นับจะได้ ชนิดของปริมาณจราจร ดังนี้ (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547)

1) ปริมาณจราจรในหนึ่งปี (Annual Traffic)

หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับในเวลาหนึ่งปี การเก็บข้อมูลนี้ต้องใช้เวลานานปี ซึ่งเป็นการใช้เวลาที่นานและสิ้นเปลืองงบประมาณมาก จุดประสงค์ของการหาข้อมูลประเภทนี้จึงต้องมีความสำคัญมาก เช่น การศึกษาการเดินทางในภูมิภาคต่าง ๆ การคาดการณ์รายได้ของด่านเก็บค่าธรรมเนียมรถ เป็นต้น

2) ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันหรือปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันทั้งปี (Average Daily Traffic or Annual Average Daily Traffic)

หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับ โดยเฉลี่ยในเวลาหนึ่งวัน (ของทั้ง สัปดาห์ ของเดือน หรือของปี) ข้อมูลประเภทนี้มักจะนำไปใช้ในการกำหนดพื้นที่สำหรับการขยาย เส้นทาง การปรับปรุงเส้นทาง การตั้งงบประมาณในการก่อสร้าง และการศึกษาพฤติกรรมของ การจราจรในปัจจุบัน เป็นต้น

3) ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง (Hourly Traffic)

หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับในเวลาหนึ่งชั่วโมง ข้อมูลประเภทนี้ มักนำไปใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิต วางผังของถนนและทางแยก ใช้ในการออกแบบติดตั้ง ป้ายเครื่องหมายจราจรและสัญญาณไฟจราจร การศึกษาลักษณะการจราจรใน ชั่วโมงเร่งด่วน เป็นต้น

4) ปริมาณจราจรต่อช่วงเวลาสั้น (Short Period Traffic)

หมายถึง ช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชนิดนี้ อาจเป็น 5 นาที 10 นาที หรือ 15 นาที แล้วขยายค่าที่ได้เป็นปริมาณการจราจรในหนึ่งชั่วโมง เหตุผลของการใช้เวลานี้ก็เพื่อ ศึกษาลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสูงสุด หรือปริมาณจราจรใน ชั่วโมงเร่งด่วน

2.1.3 ระยะเวลาในการนับรถ

ระยะเวลาที่ใช้ในการนับรถจะขึ้นอยู่กับงบประมาณและจุดมุ่งหมายของการนำ ข้อมูลที่ได้ไปใช้ สำหรับการจราจรปกติทั่วไปการนับรถอาจเลือกศึกษาได้หลายวิธี ดังนี้ (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547)

1) การนับรถ 24 ชั่วโมง

เพื่อหาปริมาณจราจรในหนึ่งวันจะทำที่วันหนึ่ง ๆ ของสัปดาห์ ตั้งแต่เที่ยงคืน ถึงเที่ยงคืนของอีกวัน แต่ถ้าจะดูลักษณะการจราจรของวันทำงานในสัปดาห์ก็มักจะเลือกนับตั้งแต่ เที่ยงคืนของวันจันทร์ถึงเที่ยงคืนของวันศุกร์ โดยกำหนดเลือกการจราจรในช่วง 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ เพราะในช่วงเช้าวันจันทร์และเย็นวันศุกร์ การจราจรจะไม่เหมือนกับปกติซึ่งมีอิทธิพลของวันหยุด เข้ามามีผลกระทบ

2) การนับรถ 16 ชั่วโมง

โดยเริ่มตั้งแต่ 06:00:00น. ถึง 22:00:00 น. ซึ่งกระแสจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระแวงเวลานับนี้

3) การนับรถ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการนับรถจะอยู่ในช่วง 07:00:00น. ถึง 19:00:00น. ซึ่งจะครอบคลุม การจราจรในช่วงทำงานทั้งหมด เหมาะสมสำหรับถนนในย่านชุมชน และแหล่งพาณิชยกรรม ถ้าพื้นที่

ไหนดมีร้านค้าหรือร้านสรรพสินค้าที่ปิดกิจการนั้บรถก็ควรที่จะขยายเวลาออกไปเพื่อให้ครอบคลุมช่วงเวลาเหล่านี้ด้วย

4) การนั้บรถในช่วงเวลาเร่งด่วน

ช่วงเวลาเร่งด่วนในแต่ละวันจะมีสองช่วง คือ ช่วงไปทำงานและช่วงกลับจากทำงาน การนั้บรถในช่วงโมงเร่งด่วนช่วงเช้าจะเริ่มนับตั้งแต่ 07:00:00 น. ถึง 09:00:00 น. หรือจนถึง 09:30:00 น. สำหรับการนั้บรถในช่วงเย็นของเวลาเร่งด่วนจะอยู่ระหว่าง 16:00:00 น. จนถึง 18:00:00 น. หรืออาจจะนับตั้งแต่เวลา 15:00:00 น. จนถึง 18:00:00 น. เป็นต้น

5) การนั้บรถในช่วงวันหยุด

ช่วงเวลาของการจราจรในวันหยุดปกติ เริ่มตั้งแต่ 18:00:00 น. ของเย็นวันศุกร์ จนถึงเวลา 07:00:00 น. ของเช้าวันจันทร์ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในหนึ่งเดือนหรือแตกต่างกันตามฤดูกาล

2.1.4 เทคนิคในการนั้บรถ

เทคนิคที่ใช้ในการนั้บรถมีหลายวิธี ได้แก่ (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547)

1) วิธีการใช้คนแจงนับ (Manual Counts)

วิธีการใช้คนแจงนับเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ผู้นับเพียงบันทึกจำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดสำรวจ โดยการทำเครื่องหมายลงในแบบฟอร์มนั้บรถ เมื่อหมดเวลาที่ต้องการนับแล้วจึงรวมจำนวนยานพาหนะทั้งหมด หรือแยกตามชนิดของยานพาหนะที่นับได้ นอกจากการนั้บรถด้วยการทำเครื่องหมายลงในแบบฟอร์มนั้บรถแล้วอาจใช้เครื่องกดนับ (Counters) ช่วยในการนั้บรถก็ได้ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้การนับโดยวิธีการใช้คนแจงนับ

2) เครื่องนั้บอัตโนมัติ (Automatic Counters)

การใช้เครื่องนั้บรถแบบอัตโนมัติที่ใช้ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ ๆ ดังนี้

- แบบสัมผัสโดยตรงกับยานพาหนะ (Contact Type) โดยเครื่องนั้บรถจะต่อเข้ากับตัวจับสัญญาณ (Detector) ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ใต้หรือบนผิวจราจรก็ได้ เมื่อรถวิ่งผ่าน Detector สัญญาณจะถูกส่งเข้าเครื่องนับและทำการบันทึกข้อมูลไว้

- แบบไม่สัมผัสกับยานพาหนะ (Non-Contact Type) สำหรับวิธีนี้ตัวจับสัญญาณจะไม่อยู่บนถนน แต่จะติดตั้งไว้บริเวณโคจรบริเวณหนึ่งภายนอกพื้นที่ของถนนที่สามารถมองเห็นสภาพการจราจรได้ดี ซึ่งตัวจับสัญญาณชนิดนี้มีราคาค่อนข้างสูง โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้เป็น กล้องวิดีโอ กล้องถ่ายภาพ หรือเรดาร์ เป็นต้น ดังนั้นการนำมาใช้งานก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเก็บข้อมูลอย่างละเอียดและเป็นเวลานาน

2.1.5 องค์ประกอบของยานพาหนะ

ยานพาหนะที่อยู่ในกระแสรถสาธารณะบนถนนประกอบด้วยยานพาหนะหลายประเภทซึ่งแตกต่างกันทั้งขนาด น้ำหนัก และมีความคล่องตัวที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดสภาพการจราจรที่แตกต่างกันจึงส่งผลกระทบต่อถนนไม่เหมือนกัน เช่น รถบรรทุก รถพ่วง มักจะมีความเร็วต่ำและใช้พื้นที่ของถนนมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ทำให้มีผลกระทบต่อถนนมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล เมื่อถนนมีรถหลายประเภท ถ้าจะแบ่งหรือจำแนกยานพาหนะอย่างละเอียดโดยการแยกออกทุกประเภทแล้วจะมีจำนวนประเภทมากเกินไปทำให้ลำบากต่อการบันทึกขณะทำการเก็บข้อมูล จึงมีการจัดรวบรวมกลุ่มยานพาหนะที่มีขนาดและความคล่องตัวใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะได้ยานพาหนะประเภทหลัก ๆ อ้างอิงจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.), 2559) ดังนี้

- รถจักรยานยนต์และรถสามล้อเครื่อง (Motorcycle and Motor tricycle)
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (Passenger Car \leq 7 person)
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน (Passenger Car $>$ 7 persons)
- รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก (Light Bus)
- รถยนต์โดยสารขนาดกลาง (Medium Bus)
- รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus)
- รถยนต์บรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ (Light Truck)
- รถยนต์บรรทุกขนาดกลาง 6 ล้อ (Medium Truck)
- รถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ (Heavy Truck)
- รถบรรทุกพ่วง (Full Trailer)
- รถบรรทุกกึ่งพ่วง (Semi Trailer)
- รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ (Bicycle and Tricycle)

และการวัดหรือคำนวณค่าปริมาณจราจรจะใช้ในหน่วยเดียวกัน คือ หน่วยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit : PCU) ซึ่งค่าเทียบเท่าของรถประเภทต่าง ๆ จะเป็นกี่เท่าของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) นั้น ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ค่าความลาดชัน สภาพของถนน สภาพของทางแยก เป็นต้น ค่าเทียบเท่าต่าง ๆ ในหน่วยรถยนต์นั่งนั้นมีมาตรฐานแตกต่างกันไปในหลาย ๆ หน่วยงาน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ การแปลงปริมาณจราจรของยานพาหนะในช่วงเวลาที่ศึกษา

เป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล อ้างอิงจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภทเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถประเภทต่าง ๆ

ชนิดของยานพาหนะ	ค่าในหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU)
รถจักรยานยนต์	0.25
รถสามล้อ	0.70
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	1.00
รถปิคอัพ	1.00
รถสองแถว 4 ล้อ	1.00
รถโดยสารขนาดเล็ก	1.50
รถโดยสารขนาดกลาง	2.00
รถโดยสารขนาดใหญ่	2.50
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1.00
รถบรรทุกขนาดกลาง (6 ล้อ)	2.00
รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10 ล้อขึ้นไปและรถพ่วง)	2.50

2.2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจร (Traffic Signals) เป็นอุปกรณ์ที่มีการควบคุมด้วยมือหรือทำงานเองโดยอัตโนมัติในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกระแสการจราจร โดยใช้การเปลี่ยนสีของไฟที่แสดงบนหน้าปัดสัญญาณไฟ ซึ่งในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรทำให้เกิดผลต่อไปนี้เป็นคือ เกิดความสะดวกในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะในกระแสการจราจรสายต่าง ๆ และควบคุมความขัดแย้งระหว่างยานพาหนะด้วยกันหรือระหว่างยานพาหนะกับคนเดินเท้า เพื่อควบคุมการเดินรถที่ทางแยก เป็นต้น

2.2.1 ลักษณะหน้าที่ของสัญญาณไฟจราจร

ตาม พรบ. การจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ลักษณะ 2 มาตรา 22 ได้กำหนดลักษณะหน้าที่ของสัญญาณไฟจราจรไว้ ดังนี้

- สัญญาณไฟจราจร สีเหลืองอำพัน หมายถึง ให้ผู้ขับขี่เตรียมหยุดรถหลังเส้นให้รถหยุดเพื่อให้เตรียมปฏิบัติตามสัญญาณไฟที่จะปรากฏต่อไป เว้นแต่ผู้ขับขี่ที่ได้เลยเส้นให้รถหยุดไปแล้วให้ขับรถเลยไปได้
- สัญญาณไฟจราจร สีแดง หมายถึง ให้ผู้ขับขี่หยุดรถหลังเส้นหยุด
- สัญญาณไฟจราจร สีเขียว หมายถึง ให้ผู้ขับขี่ขับรถต่อไปได้เว้นแต่มีเครื่องหมายบนพื้นทางกำหนดเป็นอย่างอื่น
- สัญญาณไฟจราจรสีแดงพร้อมลูกศรสีเขียวชี้ให้เลี้ยวหรือตรงไป หมายถึง ให้ผู้ขับขี่เลี้ยวรถหรือขับตรงไปได้ตามทิศทางที่ลูกศรชี้ ในการใช้ทางตามทีลูกศรชี้ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังและต้องให้สิทธิ์แก่คนเดินเท้าในทางข้ามหรือผู้ขับขี่ซึ่งมาจากทางขวาได้ไปก่อน
- สัญญาณไฟจราจรกระพริบสีแดง หมายถึง ให้ผู้ขับขี่ที่มาทางด้านนั้น หยุดรถหลังเส้นหยุดเมื่อเห็นว่าปลอดภัยและไม่เป็นที่กีดขวางการจราจรแล้วจึงให้ขับต่อไปด้วยความระมัดระวัง
- สัญญาณไฟจราจรกระพริบสีเหลืองอำพัน หมายถึง ถ้าติดตั้งอยู่ ณ ที่ใดให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วของรถลงและผ่านทางเดินรถนั้นไปด้วยความระมัดระวัง

2.2.2 ชนิดของสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้ (เฉลิมพล สมสุข, 2548)

- 1) สัญญาณไฟแบบตั้งเวลาล่วงหน้าหรือตั้งเวลาแน่นอน (Fixed Timed Signals)
สัญญาณนี้จะมีเครื่องควบคุมเวลา ซึ่งได้มีการตั้งไว้ก่อนใช้งาน โดยที่ลำดับของไฟเขียวในแต่ละทิศทางมีการกำหนดไว้ในตัวเครื่องและความยาวของไฟเขียวมีการคำนวณเป็นค่าคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาใช้งาน ข้อเสียของสัญญาณไฟจราจรชนิดนี้คือไม่สามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของยานพาหนะในกระแสการจราจร เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของเครื่องจึงต่ำ แต่ตัวเครื่องมีราคาถูกและรักษาซ่อมแซมได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันเมื่อสัญญาณไฟแบบนี้ถูกนำมาใช้ในทางแยกหลายแห่งบนถนนสายเดียวกันจะมีเครื่องปรับเวลาเริ่มของสัญญาณไฟเขียวติดไว้ในเครื่อง การปรับนี้อาจกระทำได้ด้วยคลื่นวิทยุหรือผ่านสายโทรศัพท์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของศูนย์ควบคุม ประโยชน์ที่ได้จากการปรับคือการประสานของสัญญาณไฟเขียวที่แยกต่าง ๆ เพื่อลดการจอร์อไฟเขียวทุกทางแยก

2) สัญญาณไฟแบบปรับตามพาหนะ (Vehicle Actuated Signals)

ในระบบสัญญาณไฟชนิดนี้พาหนะที่เข้าสู่ทางแยกในแต่ละด้านจะถูกรับรู้ด้วยตัวจับสัญญาณแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นสายยางพาดบนพื้นถนนหรือสนามแม่เหล็กตามร่องเจาะที่พื้นถนนจากข้อมูลบันทึกที่ผ่านมาและช่วงเวลาระหว่างรถที่ผ่านเครื่องสัญญาณไฟจะสามารถคำนวณและเปลี่ยนไฟเขียวให้แก่ด้านที่มีปริมาณรถมาก ๆ ระบบนี้จะสามารถปรับเข้ากับสภาพที่เปลี่ยนแปลงของการจราจรได้ จึงลดความติดขัดของรถแต่ละคันลง นอกจากนี้ยังสามารถปล่อยทิ้งไว้ให้ทำงานเองตลอด 24 ชั่วโมง และตัวเครื่องจะปรับปรุงสัญญาณเองให้เข้ากับการไหลของการจราจรในทุกช่วงเวลา

3) สัญญาณไฟสำหรับคนข้าม (Pedestrian Actuated Signals)

สัญญาณไฟชนิดนี้ควรติดตั้งบนถนนตรงจุดที่มีคนเดินข้ามมาก ซึ่งอาจเป็นโรงเรียน โรงพยาบาล ศูนย์การค้า นอกจากนี้ตำแหน่งที่กล่าวควรอยู่ระหว่างทางแยก โดยทั่วไปเวลาคนข้ามต้องการข้ามถนนก็เพียงกดปุ่มให้สัญญาณไปทำงาน

2.3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทางแยก

2.3.1 ทางแยก (Intersection)

หมายถึง บริเวณที่ถนนหลายสายมาตัดกันหรือบรรจบกันเป็นสามแยก สี่แยก ห้าแยก และวงเวียน เป็นจุดที่เกิดปัญหาการจราจรมากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณในเมืองหรือเขตชุมชนที่มีการจราจรคับคั่งในชั่วโมงเร่งด่วนของวัน

ทางแยกคือส่วนสำคัญของโครงข่ายถนนและการเดินทางที่ทำให้ผู้ใช้ถนนสามารถเดินทางถึงจุดต่าง ๆ ของพื้นที่ได้ เมื่อมีทางแยกจึงต้องมีการควบคุมการเดินรถและต้องมีการกำหนดและวางกฎเกณฑ์ในการบังคับรถให้ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพการจราจร เช่น ติดตั้งป้ายจราจรหรือสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น ทางแยกแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ทางแยกที่มีถนนตัดกันในระดับเดียวกัน (At-Grade Intersection) และทางแยกที่ถนนตัดกันในระดับต่างระดับ (Grade-Separation Intersection) ในเขตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้มีเฉพาะทางแยกในระดับเดียวกันเท่านั้น

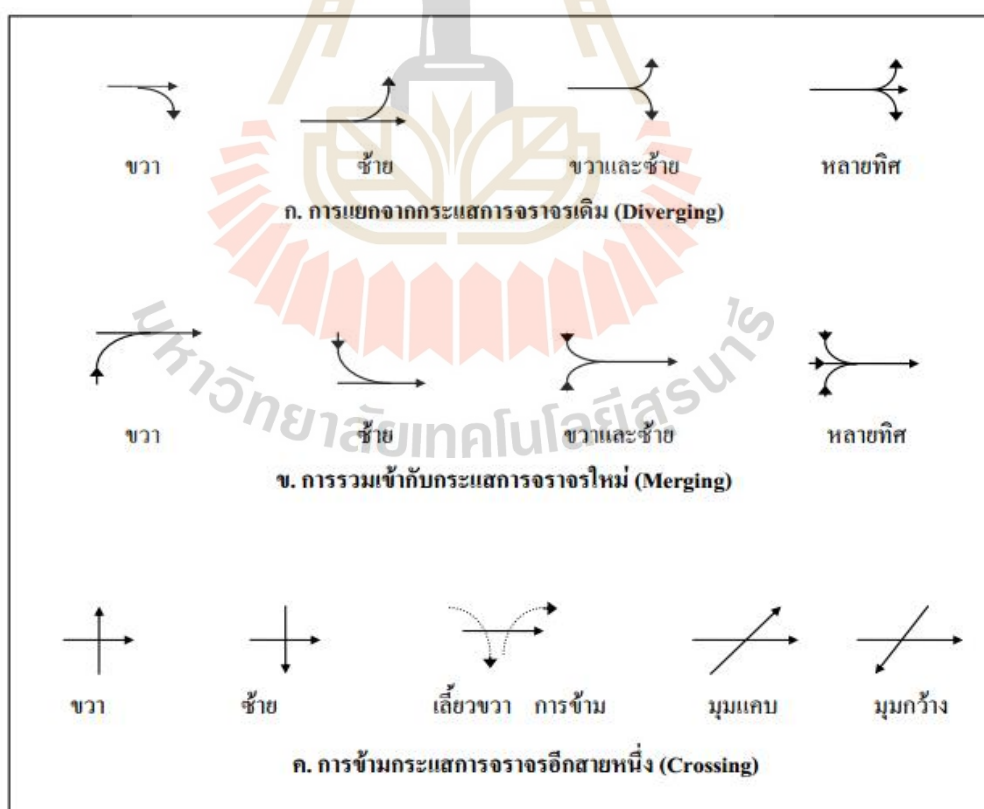
2.3.2 องค์ประกอบของกระแสการจราจรที่ทางแยก

องค์ประกอบของกระแสการจราจรที่ทางแยกแบ่งได้เป็น 2 ประเภท (เฉลิมพล สมสุข, 2548)

1) ชนิดการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ขณะที่ยานพาหนะจะแล่นข้ามทางแยกหรือเลี้ยวไปอีกทางหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยกัน 3 แบบ คือ การแยกจากกระแสการจราจรเดิม, การรวมเข้ากับกระแสการจราจรใหม่ และการข้ามกระแสการจราจรอีกสายหนึ่ง ลักษณะการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แบบนี้ แสดงดังรูปที่ 2.1

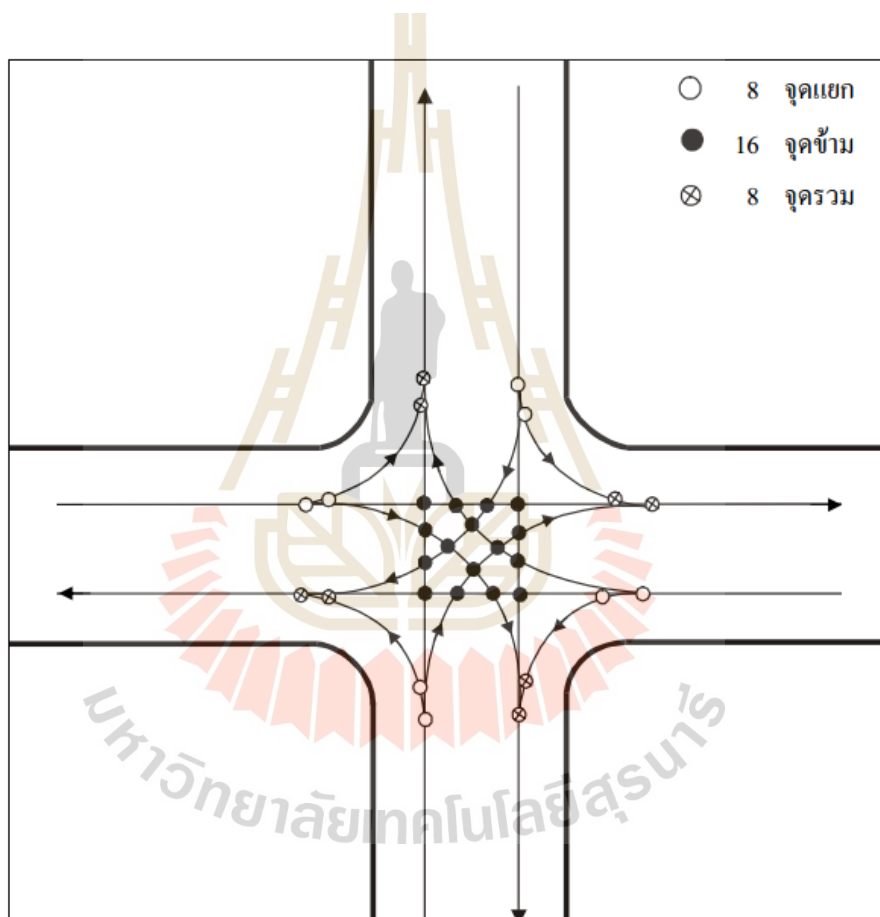
การแยกออกจากกระแสจราจรที่ทางแยกเป็นการเคลื่อนที่ที่จำเป็น เมื่อผู้ขับขี่ต้องการเปลี่ยนทิศทางการขับขี่การแยกอาจแยกไปซ้าย ขวา หรือไปทั้งซ้ายและขวาที่ทางแยก ส่วนการรวมเข้านั้นจะเกิดขึ้นเมื่อรถที่ทางแยกออกจากกระแสจราจรเดิมกำลังจะขับไปเข้าไปในกระแสจราจรใหม่ ซึ่งการรวมเข้าอาจเป็นการรวมไปกับการจราจรทางซ้าย, ทางขวาหรือทั้งสองทาง สำหรับการข้ามนั้นจะยุ่งยากกว่าการเคลื่อนที่แบบอื่น ๆ เพราะรถอาจข้ามกระแสการจราจรจากซ้ายหรือขวาดำงมมุมที่ใหญ่กว่า เล็กกว่าหรือเท่ากับมุมฉาก การข้ามที่เล็กมากอาจเรียกว่าการเปลี่ยนสลับและการเคลื่อนที่แบบหลังนี้อาจคิดในแง่ของการแยกออกจากกระแสจราจรเดิมบวกกับการรวมเข้าไปในกระแสจราจรที่สองแล้วแยกออกจากกระแสการจราจรเดิมบวกการรวมเข้าไปในกระแสจราจรที่สาม กล่าวคือเป็นการย้ายจากกระแสจราจรแรกไปกระแสจราจรที่สามนั่นเอง



รูปที่ 2.1 ชนิดของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบริเวณทางแยก

2) ความขัดแย้งที่เกิดจากการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ทั้งสามแบบที่ทางแยก หากขับไปพบรถในอีกกระแสการจราจรก็จะเกิดการขัดแย้งขึ้น ถ้าการขัดแย้งนี้แก้ไขไม่ทันจะทำให้เกิดการปะทะจนกลายเป็นอุบัติเหตุขึ้นได้ พื้นที่ของการขัดแย้งจะครอบคลุมทั้งพื้นที่ก่อนหน้าที่มีส่วนให้เกิดการปะทะและที่จุดปะทะ ในการออกแบบทางแยกนั้นจะต้องเข้าใจถึงลักษณะของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เพื่อจะได้ออกแบบถนนให้มีเนื้อที่สำหรับการเลี้ยวแยกออกหรือรวมเข้า เพื่อลดจุดปะทะและความรุนแรงของการปะทะ จุดปะทะที่อาจเกิดขึ้นได้ที่สี่แยกทั่ว ๆ ไปแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 จุดขัดแย้งที่เกิดขึ้นบริเวณสี่แยกทั่ว ๆ ไป

2.3.3 ชนิดของทางแยกระดับเดียวกัน

ทางแยกระดับเดียวกันสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้ (เฉลิมพล สมสุข, 2548)

1) ทางแยกธรรมดา (Unchannelized Intersections)

โดยทั่วไปทางแยกธรรมดาจะมีรูปร่างเหมือนอักษรภาษาอังกฤษตัว T, Y หรือรูปกากบาท ทั้งนี้ แล้วแต่จำนวนถนนและมุมที่ถนนมารวมกันที่ทางแยก จำนวนถนนที่ทางแยกนั้นไม่ควรเกิน 4 สาย เพื่อคงความเข้าใจง่ายของทางแยกแบบนี้ ถ้าทางแยกมีเกิน 4 สายมารวมกันสภาพทางแยกจะสับสนมาก อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ง่ายและจะเกิดปัญหาคือทำให้เกิดความล่าช้า ดังนั้น จึงควรตัดแปลงทางแยกให้เป็นวงเวียนหรือแบ่งออกเป็นทางแยกธรรมดาสองแห่ง

โดยทั่วไปทางแยกธรรมดาจะออกแบบให้บริการสำหรับการจราจรที่มีปริมาณจราจรและจำนวนรถที่เลี้ยวมีน้อย ดังนั้นจึงยังไม่มีควมจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมการจราจร การปักป้ายหยุดไว้ในทิศทางการจราจรน้อยกว่าจะมีผลให้ทางแยกมีทางเอกและทางโทเกิดขึ้นทันที ส่งผลให้รถในกระแสการจราจรสูงได้ไปก่อน ทำให้การเดินรถคล่องตัวขึ้น

2) ทางแยกขยาย (Flared Intersections)

ทางแยกขยายเป็นการปรับปรุงทางแยกธรรมดาให้ดีขึ้น โดยการขยายทางแยกให้มีช่องการจราจรเพิ่มขึ้น ทางแยกที่มีช่องการจราจรเพิ่มขึ้นจะมีพื้นที่ให้รถเลี้ยวซ้ายและชะลอความเร็ว เพื่อหลีกเลี่ยงการกระทบกระเทือนต่อรถที่ตามหลังมาหรือเป็นพื้นที่สำหรับให้รถเร่งความเร็วให้เท่ากับความเร็วของกระแสจราจรใหม่ นอกจากนี้ทางแยกขยายนี้ยังมีประโยชน์สำหรับรถคันหน้าที่จะเลี้ยวขวาที่ตามหลังมาแทนที่จะต้องหยุดรอสามารถขับผ่านขึ้นหน้าในช่องทางซ้ายมือได้โดยไม่ต้องหยุด

3) ทางแยกคั่นช่องทางจราจร (Channelized Intersections)

เมื่อการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ทางแยกธรรมดามีการขัดแย้งกันมาก ทางแยกธรรมดาจะถูกตกแต่งให้ดีขึ้น เพื่อแยกการเคลื่อนที่ของรถออกจากกันด้วยการสร้างเกาะกลางถนน ใช้ราวเหล็กหรือทาสีไม่ให้รถผ่าน ความจำเป็นของการตกแต่งทางแยกอาจมาจากสาเหตุอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังนี้ มีพื้นที่ทางแยกกว้างใหญ่มาก การเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ทางแยกไม่มีระเบียบ ความซับซ้อนของทางแยก มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อย ความล่าช้าและความติดขัดเกิดขึ้นบ่อย เกิดความขัดแย้งเวลาเลี้ยว ปริมาณการจราจรสูงชัน เป็นต้น เพื่อป้องกันคนข้ามถนน โดยให้ยืนบนเกาะกลางและติดตั้งป้ายการจราจรหรือสัญญาณจราจรบนเกาะกลางถนน

นอกจากนี้ ทางแยกคั่นช่องทางจราจรยังสามารถใช้ประโยชน์ในการบอกให้คนขับรถทราบถึงตำแหน่งของทางแยกก่อนถึงทางแยกนั้น ๆ เนื่องจากตัวเกาะกลางมีความสูงกว่าพื้นถนนทำให้เห็นได้ง่ายกว่าเกาะกลางที่สร้างขึ้นอาจออกแบบให้หลีกเลี่ยงความรุนแรงของมุมชนกันที่เกิน 90 องศา ลดลงเหลือเพียง 90 องศา นอกจากนี้การตกแต่งอาจกันเป็นที่ให้รถเลี้ยวขวาออกรถหรือถ้ามีการปะทะบ่อยครั้งมากเกาะกลางบนถนนสามารถสร้างขึ้นเพื่อบังคับไม่ให้มีการเคลื่อนที่แบบใดแบบหนึ่งได้

4) วงเวียน (Roundabouts)

วงเวียนอาจจัดเป็นทางแยกคอกวัวที่ติดตั้งสัญญาณจราจรไปพลแบบหนึ่ง โดยการบังคับทิศทางจราจรไหลตามเข็มนาฬิกาหรือรอบเกาะใหญ่ตรงกลางทางแยก เกาะใหญ่นี้จะเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของรถที่ทางแยก จากการขับข้ามกระแสจราจรมาเป็นแนวรวมเข้าและแยกออกจากกระแสจราจรจึงทำให้มุมปะทะแคบลงและความรุนแรงของการปะทะลดลง ประโยชน์ของวงเวียน คือ การบังคับให้รถแล่นไปในทิศทางเดียวและการหยุดรอช่องว่างระหว่างรถที่ทางแยก ดังนั้นคนขับจะสามารถขับเข้าวงเวียนได้โดยไม่ต้องมีการชะลอและเร่งความเร็วมาก เพราะฉะนั้นวงเวียนจึงช่วยป้องกันอุบัติเหตุที่มีรถหลายคันปะทะกันที่ทางแยก นอกจากนี้วงเวียนยังสามารถแทนทางแยกที่มีมากกว่า 4 แยก ทำให้ลดความสับสนในการขับขี่เพราะผู้ขับขี่เพียงระวังรถทางขวาทางเดียวไม่จำเป็นต้องมองไปทั่วถนนที่ทางแยก อย่างไรก็ตามวงเวียนก็ยังคงมีข้อเสียที่สำคัญ ดังนี้

- ความจุหรือความสามารถในการระบายรถของวงเวียนน้อย
- ทำให้คนเดินเท้าต้องเดินในระยะทางไกล
- วงเวียนใช้เนื้อที่มากในการระบายยานพาหนะเมื่อเทียบกับทางแยกอื่น
- การตัดแปลงวงเวียนทำได้ยากกว่าการปรับปรุงทางแยกแบบอื่น ๆ

2.4 ทฤษฎีและแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยก

2.4.1 การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

การเลือกใช้ตัวแปรในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระก่อน ถ้าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูง จะไม่นำตัวแปรนั้นมาใช้ในแบบจำลอง (เมฆาทิพเวช, 2555)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยใช้สัญลักษณ์ r ข้อมูลหรือระดับการวัดของตัวแปร โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมักจะใช้สัญลักษณ์ของตัวแปรเป็นตัวแปร X และ Y โดยค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r) สามารถหาได้จากสมการที่ 2.1

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}} \quad (2.1)$$

โดยจะมีคุณสมบัติ ดังนี้

- r เป็นการวัดความสัมพันธ์เชิงเส้น

- r จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
- r จะมีลักษณะเหมือนความชันของเส้นการถดถอย
- r จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) เปลี่ยนไปแบบเดียวกัน
- r จะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าค่าสเกล (Scale) ของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไป (ค่าของตัวแปร X หรือ Y)
- r มีการแจกแจงแบบเดียวกันกับ t (Student t distribution) ทิศทางของความสัมพันธ์ได้มี ลักษณะความสัมพันธ์ 3 แบบ คือ
 - (1) สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลง อีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย
 - (2) สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ
 - (3) สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึง ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่อาจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะอื่น ๆ

2.4.2 แบบจำลองการถดถอยแบบพัซซอง (Poisson Regression Model)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบพัซซอง เป็นการแจกแจงที่อธิบายถึงจำนวนครั้งของเหตุการณ์ หรือจำนวนสิ่งที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนดหรือขอบเขตที่กำหนด เช่น จำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก นอกจากนี้ แบบจำลองการถดถอยพัซซอง ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานที่ว่า ความน่าจะเป็นของปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก (Y_i) จะอยู่ในรูปการกระจายตัวแบบพัซซอง ที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก ($E(Y)$) เท่ากับค่าความแปรปรวน ($VAR(Y)$) คือ λ_i ในกรณีนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก ช่วงเวลา i และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้เกิดการจราจรเท่ากับ n ตัวแปร รูปแบบจำลองการถดถอยแบบพัซซอง ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.2 (เมธาวุฒิสีหามาตย์, 2559)

$$P(Y_i) = \frac{\exp(-\lambda_i) (\lambda_i)^{Y_i}}{Y_i!} \quad (2.2)$$

$$E(Y) = \square$$

$$VAR(Y) = \square$$

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

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood แสดงดังสมการที่ 2.3

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\text{EXP}[-\text{EXP}(\beta X_i)] \text{EXP}(\beta X_i)^{y_i}}{y_i!} \quad (2.3)$$

เมื่อ $L(\beta)$ แทน Likelihood function

2.4.3 แบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression Model)

เนื่องจากแบบจำลองการถดถอยพัวซองจะต้องมีค่าเฉลี่ย ($E(Y)$) และความแปรปรวน ($\text{VAR}(Y)$) เท่ากัน ซึ่งบ่อยครั้งมักพบว่าข้อกำหนดดังกล่าวไม่เป็นจริงในทางปฏิบัติ โดยจะพบว่าค่าความแปรปรวนอาจจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย หรือเกิดการกระจายของตัวแปรตอบสนองที่สูง (Overdispersion) แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการนำแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression) เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองที่สูง (Overdispersion) โดยแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซองจะกำหนดสมมติฐานให้ค่าความแปรปรวนมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าเฉลี่ยดังแสดงในสมการที่ 2.4 และ 2.5

$$E(Y) = \mu \quad (2.4)$$

$$\text{VAR}(Y) = \theta \mu \quad (2.5)$$

รูปแบบของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซองมีอยู่ทั่วไปในซอฟต์แวร์ SAS, S, S-plus หรือ R ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์โดยแบบจำลองทวินามเชิงลบ (Jay & Peter, 2007a)

2.4.4 แบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)

เนื่องจากจำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกที่เกิดขึ้นอาจมีค่าเฉลี่ย ($E(Y)$) และความแปรปรวน ($\text{VAR}(Y)$) ไม่เท่ากัน โดยที่ค่าเฉลี่ยนั้น อาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าความแปรปรวนก็ได้ ดังนั้น การใช้แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแสดงรูปแบบแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงดังสมการที่ 2.6 (เมธาวุฒิ สีหามาตย์, 2559)

$$P(Y_i) = \frac{\Gamma((1/\alpha) + y_i)}{\Gamma(\frac{1}{\alpha})y_i!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\lambda_i) + \lambda_i}\right)^{y_i} \quad (2.6)$$

เมื่อ Y_i แทน จำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก มีการกระจายตัวแบบทวินามเชิงลบ โดยที่ λ_i เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกในช่วงเวลาที่พิจารณา และมีตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลทำให้เกิดปริมาณจราจรที่ทางแยกเท่ากับ n ตัวแปร ดังนั้นความสัมพันธ์ของ λ_i สามารถเขียนได้ดังรูปแบบเช่นเดียวกับการกระจายตัวแบบพัวซอง ดังนี้

α แทน ตัวแปรทางด้านสถิติเนื่องจากการกระจายตัวมากเกินไป (Overdispersion Parameter) โดยมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวน ดังสมการที่ 2.7

$$VAR(y) = E[y_i] + \alpha E[y_i]^2 \quad (2.7)$$

เมื่อ $VAR(Y)$ แทน ความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูล

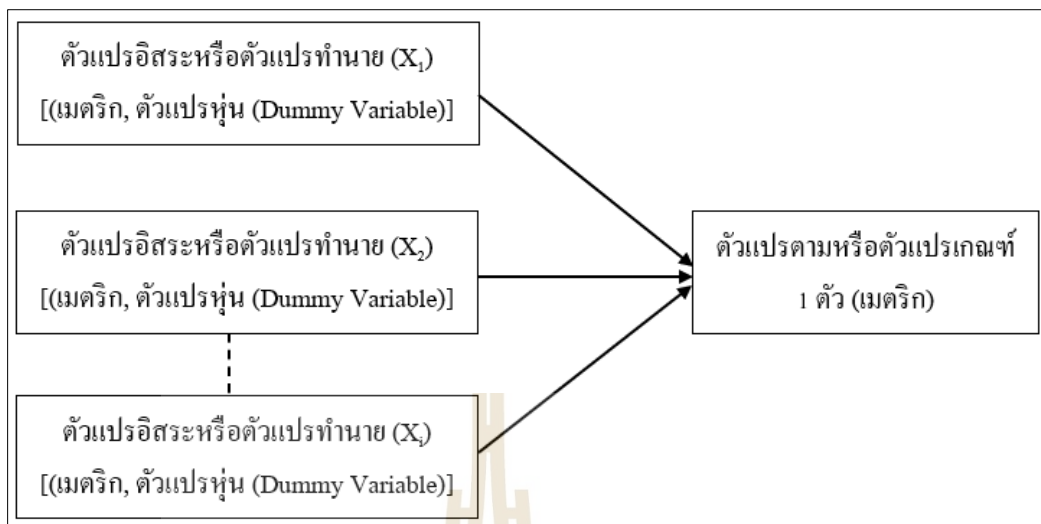
ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ($\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$) สามารถประมาณได้จากวิธี Maximum Likelihood แสดงดังสมการที่ 2.8

$$L(\lambda_i) = \prod_i \frac{\Gamma((1/\alpha) + y_i)}{\Gamma(\frac{1}{\alpha})y_i!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\lambda_i) + \lambda_i}\right)^{y_i} \quad (2.8)$$

เมื่อ $L(\lambda_i)$ แทน Likelihood function

2.4.5 แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple linear Regression Model)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear Regression Analysis) ซึ่งตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์ 1 ตัว มีระดับการวัดอัตราส่วน ส่วนตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทำนายมีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป มีระดับการวัดอัตราส่วน แต่ถ้ามีระดับการวัดนามบัญญัติต้องแปลงให้เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) แสดงดังรูปที่ 2.3 (ชัยวิชิต เขียรชนะ, 2560)



รูปที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1) สมการการถดถอยพหุคูณ

- สมการการถดถอยพหุคูณในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ 2.9 (ชัยวิชิต เขียรชนะ, 2560)

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \quad (2.9)$$

เมื่อ	\hat{Y}	แทน	ค่าตัวแปรตามที่ได้จากการทำนาย
	a	แทน	ค่าคงที่ หรือ ค่าตัดแกน Y (Y-intercept)
	b_1-b_k	แทน	ค่าความชัน (Slope) หรือค่า Unstandardized regression coefficient ตัวที่ 1- ตัวที่ k ตามลำดับ
	X_1-X_k	แทน	ค่าตัวแปรอิสระ ตัวที่ 1- ตัวที่ k ตามลำดับ
	k	แทน	จำนวนตัวทำนาย (ตัวแปรอิสระ)

- สมการการถดถอยพหุคูณในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังสมการที่ 2.10

$$\hat{Z}_Y = \beta_1Z_1 + \beta_2Z_2 + \dots + \beta_kZ_k \quad (2.10)$$

เมื่อ	\hat{Z}_y	แทน	คะแนนทำนายในภาพของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรตาม
	$\beta_1 - \beta_k$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized regression coefficient) ตัวที่ 1 - ตัวที่ k ตามลำดับ
	$Z_1 - Z_k$	แทน	คะแนนมาตรฐานของตัว ทำนาย ตัวที่ 1 - ตัวที่ k ตามลำดับ
	k	แทน	จำนวนตัวทำนาย (ตัวแปรอิสระ)

2) ข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุคูณ (Multi-collinearity) ซึ่งเป็นภาวะที่ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นในการวิเคราะห์การถดถอยมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเองในระดับสูง ใช้วิธีการตรวจสอบคือ ตรวจสอบอย่างง่ายพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีค่าสูงเกิน 0.600 (Sourachai & Lileekpal, 2011) ตรวจสอบค่า Tolerance มีค่าน้อยกว่า 0.190 และตรวจสอบจากค่า Variance inflation factor (VIF) มีค่าสูงกว่า 5.300 จะมีปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุคูณ (Multi-collinearity) อย่างรุนแรง (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 2006, 2010)

ในการตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุคูณ (Multi-collinearity) นั้น มีความสำคัญกับสถิติการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบก่อนทำการวิเคราะห์ หากพบปัญหานี้ควรหาแนวทางแก้ไขคือ (1) ตัดตัวแปรบางตัวที่สัมพันธ์กันเองจนทำให้เกิดปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุคูณบางตัวออกไป (2) นำตัวแปรที่สัมพันธ์กันมาวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบแล้วสร้างตัวแปรใหม่ หรือ (3) ใช้การวิเคราะห์แบบอื่น เช่น Bayesian regression เป็นต้น (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2552)

3) การคัดเลือกตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทำนายมีหลายวิธี ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550)

(1) วิธีนำเข้าทุกตัว (Enter) เป็นการคัดเลือกที่ตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสู่สมการทำนาย เหมาะกับการวิเคราะห์ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายทั้งหมดที่ได้คัดมา

(2) วิธีไปข้างหน้า (Forward) เป็นวิธีการคัดเลือกโดยนำตัวแปรใหม่ที่เข้าสมการจะต้องมีค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) กับตัวแปรเกณฑ์มากกว่าตัวแปรที่เหลืออื่นๆ และเมื่อเข้าสู่สมการจะต้องทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เพิ่มขึ้นจากค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเดิมอย่างมีนัยสำคัญ วิธีนี้จะหยุดเมื่อตัวแปรใหม่เข้าไปแล้วไม่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเพิ่มขึ้นจากเดิม

(3) วิธีถอยหลัง (Backward) เป็นวิธีการคัดเลือกโดยนำตัวแปรทั้งหมดเข้าสมการ แล้วคัดเลือกตัวแปรที่ไม่สามารถทำนายออกทีละตัว โดยตัวแปรใดที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย

ก่อนคัดเลือกกับหลังคัดเลือกไม่แตกต่างกัน ตัวแปรนั้นจะถูกคัดออก วิธีนี้จะหยุดก็ต่อเมื่อการคัดตัวแปรออกแล้วทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

(4) วิธีเป็นขั้นตอน (Stepwise) เป็นวิธีการคัดเลือกที่ผสมผสานทั้งวิธีไปข้างหน้า (Forward) และวิธีถอยหลัง (Backward) วิธีนี้จะหยุดก็ต่อเมื่อไม่มีตัวแปรใหม่เข้าสมการและไม่มีตัวแปรใดถูกคัดออก วิธีการนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่ง

4) ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

(1) สัมประสิทธิ์ถดถอย (Unstandardized regression coefficient: b) คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ซึ่งขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ออกแล้ว

(2) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ถดถอย (SE_b) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจง b เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง (คุษฎีโยธธา, 2543)

(3) สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized regression coefficient: β) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเมื่อคำนวณโดยการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็นคะแนนมาตรฐาน

(4) สถิติ t คือ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย

(5) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation: R) คือ ค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรอิสระ

(6) สัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination: R^2) คือ ค่าที่แสดงถึงสัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ

(7) สัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted coefficient of determination: Adjusted R^2) คือ ค่าที่แสดงถึงสัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระที่มีการปรับค่าแล้ว เนื่องจากลักษณะการแจกแจงของ R^2 มีลักษณะเบ้ซ้ายขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างและจำนวนของตัวแปรอิสระ ดังนั้น จึงมีการปรับค่า R^2 ให้มีความเหมาะสม ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็กและมีจำนวนตัวแปรอิสระหลายตัวหรืออาจใช้ในกรณีการนำสมการทำนายที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างหนึ่งไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ โดยปกติทั่วไปค่า Adjusted R^2 จะมีค่าต่ำกว่า R^2

(8) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimate) คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายโดยเฉลี่ยของค่าสังเกตแต่ละค่ารอบเส้นถดถอย

2.4.6 แบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย (Average Method)

วิธีการหาค่าเฉลี่ย คือ การนำกลุ่มของข้อมูลมารวมกันเป็นจำนวนเดียวกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลเพื่อแบ่งให้เท่ากันเพื่อหาสิ่งที่เป็นค่ากลางของข้อมูล หรือ ค่าเฉลี่ยในทางคณิตศาสตร์และทางสถิติการหาค่าเฉลี่ยที่ใช้กันบ่อยมีอยู่ 2 แบบ ได้แก่

- (1) ค่าเฉลี่ยประชากร คือ ค่าเฉลี่ยที่เฉลี่ยจากผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
- (2) ค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง คือ การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลบางส่วนจากข้อมูลทั้งหมดเป็นการนำข้อมูลบางส่วนมาคิด โดยจะเลือกออกมาบางส่วนหรือสุ่มออกมาก็ได้
- (3) สูตรการหาค่าเฉลี่ย แสดงดังสมการที่ 2.11

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{ข้อมูลทั้งหมด}}{\text{จำนวนของข้อมูล}} \quad (2.11)$$

โดยที่ ข้อมูลทั้งหมด คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการนำมาหาค่าเฉลี่ย
จำนวนของข้อมูล คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่เรานำค่าของข้อมูลเหล่านั้นมารวมกัน
(จำนวนประชากร)

2.4.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์

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

1) Deviance

ค่า Deviance ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองค่า Deviance เท่ากับ 2 เท่าของผลต่างระหว่างค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model) กับค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduce or Simple model) แสดงดังสมการที่ 2.12 (เมษา ทิพเวช, 2555)

$$D^m = 2(L^f - L^m) \quad (2.12)$$

โดยที่	D^m	แทน	ค่า Deviance ของแบบจำลอง
	L^f	แทน	ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model)
	L^m	แทน	ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduce or Simple model)

ถ้าค่า Deviance มีค่าสูง หมายถึง ความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง ทำให้ตัวแบบจำลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายข้อมูลได้ดี การบ่งบอกว่าตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำได้โดยการนำค่า Deviance หารด้วย Degree of Freedom ถ้าพบว่ามีค่าเกิน 1 หมายถึงตัวแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect) แสดงดังสมการที่ 2.13

$$\frac{D^m}{DF} = \frac{D^m}{N - K} \quad (2.13)$$

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

2) Pearson Chi-Square

ค่า Pearson Chi-Square ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยแสดงดังสมการที่ 2.14 (เมษา ทิพเวช, 2555)

$$x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - u_i)^2}{u_i} \quad (2.14)$$

การบ่งบอกตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำได้โดยการนำค่า Pearson Chi-Square หารด้วย Degree of Freedom (DF) ถ้าพบว่ามีค่ามากกว่า 1 หมายถึงตัวแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Effect) ดังสมการที่ 2.15

$$\frac{x^2}{DF} = \frac{x^2}{N - K} \quad (2.15)$$

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

3) Log Likelihood (LL)

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

จากงานวิจัยที่ผ่านมา (ปฐวิฑิต ฤทธิเดช, 2550) พบว่า ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนในการพิจารณาค่า Log Likelihood ของตัวแบบเชิงเส้นแบบวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model) ว่าค่าใดจึงเหมาะสมที่จะนำมาอ้างอิงเป็นมาตรฐาน แต่มีการสรุปโดยอ้างอิงค่า Log Likelihood กล่าวคือแบบจำลองที่สามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด คือแบบจำลองที่มีค่า Log Likelihood สูงสุดนั่นคือยิ่งค่า Log Likelihood มากยิ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

4) Akaike's Information Criterion (AIC)

การพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายมีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง Akaike's Information Criterion (AIC) เป็นเกณฑ์หนึ่งที่สามารถใช้ในการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด แบบจำลองยิ่งมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด การหาค่า AIC สามารถหาได้จาก แสดงดังสมการที่ 2.16 (เมษา ทิพเวช, 2555)

$$AIC = -2 \times ML + 2 \times K \quad (2.16)$$

เมื่อ ML แทน ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Function)

K แทน จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

AIC เป็นตัวสถิติที่ช่วยในการจัดอันดับความเหมาะสมของแบบจำลองโดยไม่มีการพิจารณาระดับนัยสำคัญ (Level of Significant) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการให้แบบจำลองการถดถอยมีตัวแปรอิสระน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากความแปรปรวนของตัวแปรตามจะมากขึ้นถ้าจำนวนตัวแปรอิสระมีมาก นอกจากนั้น การเพิ่มขึ้นของตัวแปรอิสระทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้น วิธีการหาจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมจะทำให้การคำนวณค่าตัวแปรตามมีความแม่นยำ และในขณะเดียวกันจะไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนของตัวแปรตามเนื่องจากแบบจำลองมีตัวแปรอิสระมากเกินไป

5) Bayesian Information Criteria (BIC) ในปี ค.ศ. 1978 Schwarz ได้เสนอเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศ คือ เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของ Schwarz (Schwarz's Information Criteria (SIC)) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางและใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกตัวแบบทางด้านสถิติ เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของ Schwarz สามารถนำไปพัฒนาโดยใช้แนวคิดของเบส์ หรือเรียกว่าเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของเบส์ (Bayesian Information Criteria (BIC)) ทั้งนี้ เกณฑ์ BIC จะเลือกตัวแบบที่ให้ค่า BIC ต่ำที่สุดเป็นตัวแบบที่ถูกต้อง การหาค่า BIC สามารถหาได้จากสมการที่ 2.17 (มนตรี สังข์ทอง, 2562)

$$BIC = -2\log ML + \log(n)p \quad (2.17)$$

เมื่อ	ML แทน	ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Function) ของแต่ละตัวแบบ
	p แทน	จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง
	n แทน	ขนาดตัวอย่าง

6) Likelihood Ratio Test

การทดสอบอัตราส่วนภาวะความน่าจะเป็น เป็นการพิจารณาค่า Log-Likelihood (LL) ของแบบจำลองโลจิสติกกรณีที่ไม่มีตัวแปรอิสระกับกรณีที่มีตัวแปรอิสระ โดยการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่า $-2LLs$ ที่มีการแจกแจงแบบ Chi-square หรืออาจเรียกว่า ค่าพฤติกรรมเบียงเบน (Deviance) หากมีค่าสูงแสดงว่าการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในแบบจำลองมีส่วนช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ จะทำการทดสอบไคสแคว์เพื่อประเมินว่าค่า $-2LLs$ ระหว่างโมเดลฐานกับโมเดลที่มีตัวแปรอิสระมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ (กาญจน์เขจร ชูชีพ, 2018)

2.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง

จากการศึกษาจะทำการพิจารณาว่าตัวแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองที่เหมาะสมมากที่สุด โดยการพิจารณาคัดเลือกตัวแบบจำลองที่มีค่าคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า ด้วยการพิจารณาค่าวัดดังต่อไปนี้ (ชญาสิน บุญมานะ และ นัท กุลวานิช, 2560)

2.5.1 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error: MSE) เป็นค่าที่ใช้วัดความแม่นยำของตัวประมาณที่วัดจากกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ มีสูตรในการคำนวณ ดังสมการที่ 2.18

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n-p} \quad (2.18)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของอนุกรมเวลา
 p แทน จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

2.5.2 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error: RMSE) เป็นค่าที่ใช้วัดความแม่นยำของตัวประมาณที่วัดจากรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง ซึ่งมีหน่วยวัดเดียวกับค่าสังเกต มีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ 2.19

$$\text{RMSE} = \sqrt{\text{MSE}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n-p}} \quad (2.19)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของอนุกรมเวลา
 p แทน จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

2.5.3 ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute error: MAE) เป็นค่าที่ใช้วัดความแม่นยำของตัวประมาณที่วัดจากขนาดของค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของค่าคลาดเคลื่อน ซึ่งมีหน่วยวัดเดียวกับค่าสังเกต สูตรในการคำนวณดังสมการที่ 2.20

$$\text{MAE} = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n-p} \quad (2.20)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของอนุกรมเวลา

p แทน จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

โดยทั้ง 3 เกณฑ์ นั้น ตัวแบบใดที่มีค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด

หมายเหตุ : เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองมีด้วยกันหลายค่าและยังไม่มีผลวิจัยใครระบุได้แน่ชัดว่าค่าวัดใดมีความถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้ จึงเลือกใช้ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error :RMSE) เป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบแบบจำลอง เนื่องจากเป็นค่าวัดที่มีหน่วยวัดเดียวกับค่าสังเกต ซึ่งจะทำให้สามารถเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้สะดวกและมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณจราจร

สมศักดิ์ เอื้อสุกิจวัฒนา (2544) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการวางแผน และการออกแบบทางหลวง เนื่องจากผลการพยากรณ์ปริมาณการจราจรที่ถูกต้องแม่นยำจะช่วยให้นักวางแผนสามารถพัฒนาโครงข่ายทางหลวงที่เหมาะสมกับความต้องการเดินทางและการขนส่งที่แท้จริงได้ การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาคูณลักษณะของปริมาณการจราจรและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการจราจรบนทางหลวง รวมทั้งตรวจสอบระดับความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวง ในปัจจุบัน การศึกษาเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลสถิติปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจที่สถานีหลักบนทางหลวงทั่วประเทศ จำนวน 47 สถานี ศึกษาถึง คูณลักษณะด้านต่าง ๆ ของการจราจร โดยแยกตามประเภทยานพาหนะ พร้อมทั้งทำการตรวจสอบถึงปัจจัยที่มีผลต่อ คูณลักษณะของการจราจรบนทางหลวง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการตรวจสอบถึงระดับความผิดพลาดในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงของแบบจำลอง โดยใช้ดัชนีวัดระดับความผิดพลาดรวม 3 ตัว คือ ค่ารากที่สองของความ ผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย ผลจากการศึกษาพบว่า ปริมาณการจราจรของยานพาหนะต่าง ๆ บนทางหลวงที่ศึกษา นั้น ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี สำหรับผลการวิเคราะห์ ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการจราจรบนทางหลวงพบว่า ปัจจัยที่มีผลมากที่สุด คือ จำนวนประชากร มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม จำนวนรถที่จดทะเบียน และมูลค่าการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวง โดยแบบจำลองพบว่าในภาพรวมทั่วประเทศค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ระดับร้อยละ 28 ร้อยละ 65 และร้อยละ 86 ผลการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดแยกตามภูมิภาค และประเภทถนนมีลักษณะ เดียวกัน คือ ค่าความผิดพลาดมีค่ามากขึ้นเมื่อระยะเวลาการพยากรณ์มากขึ้น ผลจาก

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอให้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณการจราจร บนทางหลวงขึ้นใหม่ โดยนำผลการศึกษาคูณลักษณะและปัจจัยที่มีผลต่อการจราจรของการศึกษานี้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

ทินกรแพทย์รักษ์ (2550) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในประเทศไทย โดยในการศึกษานี้ได้แบ่งวิธีการวิเคราะห์ออกเป็น 3 วิธี คือ (1) การวิเคราะห์แบบถดถอย (2) การวิเคราะห์แบบอัตรการเดินทาง และ (3) การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ในการศึกษานี้ยังวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณการคาดการณ์การจราจร พร้อมทั้งทำการตรวจสอบระดับความถูกต้องของการพยากรณ์ ปริมาณการจราจรบนทางหลวงจากวิธีการที่ใช้ พบว่า (1) การพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์แบบถดถอย ให้ค่าการพยากรณ์แตกต่างกว่าค่าความเป็นจริง โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาพยากรณ์ที่เพิ่มมากขึ้น (2) การพยากรณ์ด้วยแบบอัตรการเดินทาง ให้ค่าการพยากรณ์แตกต่างกว่าค่าความเป็นจริง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาพยากรณ์ที่เพิ่มมากขึ้น (3) การพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ให้ค่าการพยากรณ์แตกต่างกว่าค่าความเป็นจริง โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาพยากรณ์ที่เพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่า การพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์แบบถดถอย ที่ใช้ความสัมพันธ์ โดยแปรผันตามผลิตภัณฑ์มวลรวมของทั้งประเทศนั้น ให้ผลการคาดการณ์ที่มากกว่าความเป็นจริง การวิเคราะห์แบบถดถอยที่ใช้ความสัมพันธ์ โดยแปรผันตามรถยนต์จดทะเบียนของทั้งประเทศนั้น ให้ผลการคาดการณ์ที่น้อยกว่าความเป็นจริง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีคาดการณ์ที่เพิ่มขึ้น การพยากรณ์ด้วยแบบอัตรการเดินทาง ให้ค่าการพยากรณ์มากกว่าหรือน้อยกว่าก็ได้ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาพยากรณ์ที่เพิ่มมากขึ้น การพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ให้ค่าการพยากรณ์มากกว่าค่าความเป็นจริง โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการพยากรณ์ที่เพิ่มมากขึ้น

ธีระยุทธธนอมวัฒนา (2558) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกจุดตัดทางหลวงหมายเลข 359 กับทางหลวงหมายเลข 317 หรือทางแยกสระขวัญ ทางแยกนี้เป็นทางแยกที่มีประชาชนใช้เพื่อเดินทางผ่านเข้าออกระหว่างประเทศไทยและประเทศกัมพูชา ซึ่งจากข้อมูลปริมาณการจราจรของกรมทางหลวงพบว่า ทางแยกสระขวัญจะมีปริมาณการจราจรสูงกว่าทางแยกที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันหยุดหลายวันจากการศึกษาพบว่า ปัญหาการจราจรหลักที่พบบนทางแยก คือ การจัดการสัญญาณไฟที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณการจราจร จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า บริเวณทางแยกระหว่างจุดตัดทางหลวงหมายเลข 359 กับทางหลวงหมายเลข 317 มีปริมาณการจราจรมีผกผันไปตามพฤติกรรมการใช้เส้นทางของผู้ขับขี่ โดยในวันธรรมดา ได้แก่ วันจันทร์ – วันศุกร์ พฤติกรรมการใช้เส้นทางของทางหลวงหมายเลข 317 ซึ่งเป็นเส้นทางที่ใช้สัญจรไปมาระหว่างคนในท้องถิ่น ทำให้ปริมาณการจราจรจะมีมากในช่วงเช้าและเย็น ส่วนในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ จะมีปริมาณการจราจรน้อยลงด้วยสาเหตุเป็นวันหยุดราชการทำให้

พฤติกรรมการใช้เส้นทางลดลง จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า การจัดการจราจรในปัจจุบันเป็นแบบติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ระบบที่ใช้ติดตั้งเป็นแบบระบบตั้งเวลาคงที่ (Fixed Time System) โดยใช้เวลาวงรอบสัญญาณไฟ 335 วินาทีต่อรอบสัญญาณเหมือนกันทุกช่วงเวลาในทุก ๆ วัน ซึ่งเป็นเวลาที่ยาวและไม่เหมาะสมกับสภาพปริมาณจราจรในปัจจุบัน ประสิทธิภาพการจัดการจัดการจราจรไม่ดีเท่าที่ควร การแก้ไขปัญหาทำได้โดยปรับตามปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยก โดยกำหนดเวลาของแต่ละจังหวะสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนแปลงตามสภาพการจราจร และความต้องการของกระแสจราจรในช่วงเวลานั้น ๆ โดยมีอุปกรณ์เสริมเป็นตัวจับสัญญาณซึ่งกรมทางหลวงมีใช้หลายลักษณะ

Ping, Mingxin, Guojie, Xinpin, and Kunqing (2012) ได้ทำการศึกษาวิธีการคาดคะเนปริมาณการจราจรที่ออกจากทางด่วนตามรูปแบบความเสถียรของต้นทาง – ปลายทางข้อมูลการจราจรต้นทาง - ปลายทาง (OD) ได้รับข้อมูลจากทางด่วนโดยตรง ข้อมูลนี้สะท้อนถึงสถานะของยานพาหนะในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ และข้อมูล OD ยังสามารถใช้สำหรับการคาดการณ์ที่สมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับแนวโน้มในอนาคตของปริมาณจราจรที่เข้าใช้งานทางด่วน ในบทความนี้มีการเสนออัลกอริทึมสำหรับคาดการณ์ปริมาณจราจรที่เข้าใช้ทางด่วน โดยอาศัยการวิเคราะห์รูปแบบเสถียรภาพของข้อมูล OD ของการจราจรบนทางด่วน ผลการศึกษาพบว่า (1) มีการนำเสนอวิธีการ entropy-based method สำหรับการวิเคราะห์รูปแบบเสถียรภาพของข้อมูล OD จากการจราจรบนทางด่วน (2) ตามรูปแบบความเสถียรอัลกอริทึมวิธีการทำนายใหม่ถูกนำไปใช้กับข้อมูลปริมาณจราจรที่เข้าใช้ทางด่วน (3) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอมีความเหมาะสมและทำให้มีความถูกต้องที่ดีขึ้น

Yongze et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการทำนายปริมาณการจราจรด้วยการถดถอยเชิงเส้นแบ่งตามเช็กเมนต์และการนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบของยานพาหนะหนักโดยทำการสำรวจปริมาณการจราจรระหว่างรถยนต์ขนาดใหญ่และรถยนต์ขนาดเล็กในภูมิภาควิคตอเรียของออสเตรเลียตะวันตก การทดสอบด้วยการถดถอยเชิงเส้น พบว่าความแม่นยำในการทำนายสำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ขึ้นดีขึ้นอย่างมาก โดยแบ่งตามเช็กเมนต์ ($R^2 = 0.677$) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 78% ของความแปรปรวนเชิงพื้นที่และ 53% ของความไม่แน่นอน โดยประมาณนั้นได้รับการปรับปรุงโดยแบ่งตามเช็กเมนต์ สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ทดสอบโดยการถดถอยเชิงเส้นซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่า การคาดการณ์โดยแบ่งตามเช็กเมนต์แสดงให้เห็นว่าผลกระทบของยานพาหนะหนักในการบำรุงรักษาดถนนนั้นใหญ่กว่าของยานพาหนะขนาดเล็กและแตกต่างกันไป ผลกระทบทั้งหมดของยานพาหนะหนักคิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 82% ของปริมาณจราจรที่ทำการสำรวจ

Rodrigo and José (2020) ได้ทำการศึกษากรอบการคาดการณ์เฉพาะจุดตามความสนใจเชิงพื้นที่สำหรับการคาดการณ์การจราจรในเขตเมืองการพยากรณ์เชิงพื้นที่เป็นการวิจัยแบบเปิด ในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การสร้างกรอบระบบประสาท (Neural network) เชิงลึกที่ซับซ้อนสำหรับการคาดการณ์ปริมาณการจราจรที่ใช้งานเชิงพื้นที่ซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างดีมากและแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขเชิงพื้นที่หลายประการในขณะที่ยังคงเข้าใจและตีความได้ง่าย งานวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับโครงข่ายประสาท (Neural network) ที่อิงกับความสนใจซึ่งสามารถตีความได้โดยมีการรวมโมดูลหลายโมดูลเพื่อจับส่วนประกอบของอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่และเวลาที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้ผ่านการทดสอบอย่างกว้างขวางจึงแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ของแนวทางคาดการณ์การจราจรมีความเสถียรภาพและดีกว่าทางเลือกอื่น ๆ

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์และการตรวจสอบความแม่นยำแบบของจำลอง

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา (2545) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินประเภท 2 ช่องจราจรนอกเมืองที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวง โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2541 รวมทั้งสิ้น 3 ปี โดยอาศัยแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แบบจำลองการถดถอยปัวซอง แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยลอการิทึม ทำให้พบว่า แบบจำลองการถดถอยปัวซองเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการอธิบายเหตุการณ์อุบัติเหตุ ซึ่งมีลักษณะไม่ต่อเนื่องและมีข้อมูลกระจายจากการศึกษาตัวแปรที่มีนัยสำคัญในการอธิบายจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด ได้แก่ ปริมาณการจราจร ความกว้างของผิวทางและไหล่ทาง ความเร็วในการออกแบบแนวทางราบและแนวทางโค้ง เขตห้ามแซงและจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

ชูเกียรติ ศุภพรมราช (2547) ได้ทำการศึกษาลักษณะการวิเคราะห์การถดถอยแบบปัวซองของปัญหาอุบัติเหตุที่มีการแจกแจงแบบปัวซองและศึกษาประสิทธิภาพของการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาแบบต่าง ๆ โดยได้ทำการประยุกต์เข้ากับข้อมูลอุบัติเหตุจากการขนส่งทางบกของประเทศไทยในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2537 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 จากการนำการถดถอยแบบปัวซองมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลอุบัติเหตุของประเทศไทย พบว่า ช่วงเวลา (เดือน) จำนวนวันต่อเดือน จำนวนวันหยุดพิเศษต่อเดือน จำนวนประชากรต่อเดือน และจำนวนยานพาหนะต่อเดือน ส่งผลต่อจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการขนส่งทางบกของประเทศไทย และเกิดปัญหาที่ค่าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ยซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานของตัวแบบ

เอกรินทร์ จินทวงค์ (2547) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจรบริเวณสามแยกและทำการพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุบริเวณสามแยก สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจรในเขตเมือง โดยมีปริมาณจราจรและลักษณะทางกายภาพของทางแยกเป็นตัวร่วมในการพัฒนาแบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดผู้บาดเจ็บและจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดผู้เสียชีวิต ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้นำแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไปมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองและแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า แบบจำลองการถดถอยพัวซองเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดเมื่อนำมาใช้อธิบายเหตุการณ์อุบัติเหตุซึ่งมักไม่ค่อยเกิด ข้อมูลไม่มีการต่อเนื่องและข้อมูลไม่มีการกระจายตัว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดผู้บาดเจ็บ ได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลักและแนวทราบบ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดผู้เสียชีวิต ได้แก่ ปริมาณจราจร ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างของไหล่ทาง ทางเชื่อมและช่องจราจรเลียวย้ายจากถนนสายหลัก

มานัดธุ์ คำทอง (2550) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการแก้ไขปัญหาค่าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (Overdispersion) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานเบื้องต้นของตัวแบบการถดถอยพัวซอง โดยได้ทำการประยุกต์ใช้ตัวแบบการถดถอยพัวซองกับข้อมูลจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากการขนส่งทางบกของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2537 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 ผลที่ได้พบว่า ค่าสถิติ Deviance/df มากกว่า 1 เกิดปัญหา Overdispersion นั่นคือ ตัวแบบการถดถอยพัวซองไม่เหมาะสมกับข้อมูล ดังนั้น จึงนำเอาการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบเข้ามาประยุกต์ใช้กับข้อมูล

เมษาทิพเวช (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุสำหรับทางหลวงในเขตภูเขา” ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนของการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิต รวมถึงพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุ โดยอาศัยข้อมูลสถิติอุบัติเหตุและข้อมูลปริมาณจราจรย้อนหลัง 6 ปี ตัวแปรหรือตัวชี้วัดที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน ปัจจัยทางด้านความลาดชันของช่วงถนนและความชันของช่วงถนนที่อยู่ติดกัน โดยการศึกษาได้ทดลองใช้แบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองและแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบเข้ามาช่วย ปรากฏว่า แบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบมีความเหมาะสมต่อการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงมากที่สุด

เกษม ชูจารุกุล และ คณะ (2557) ได้ทำการศึกษาปัจจัยด้านวิศวกรรมการทางที่ส่งผลกระทบต่ออุบัติเหตุบนถนนทางหลวง ซึ่งมีลักษณะสายทางที่แตกต่างกัน โดยอาศัยการพัฒนาแบบจำลองอุบัติเหตุที่อาศัยข้อมูลสายทางในประเทศไทยเป็นแบบจำลองทางสถิติที่ใช้ในการคาดการณ์อุบัติเหตุบนถนนสายที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองแบบพัวซองและแบบจำลองแบบทวินามเชิงลบ เพื่อคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงสายทาง

โดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลสถิติอุบัติเหตุในรอบ 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 จนถึง 2556 บนทางหลวงสายทางทั้งประเทศของกรมทางหลวง ประกอบกับฐานข้อมูลด้านการจราจรและลักษณะทางกายภาพของถนนแต่ละช่วงสายทาง เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองอุบัติเหตุทำให้ทราบถึงผลกระทบของปัจจัยด้านเรขาคณิตของถนน และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจราจรต่อการเกิดอุบัติเหตุ

เมธาวุฒิ สีหามาตย์ (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต” โดยได้ทำการศึกษาผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาและตารางเรียนของนักศึกษาเพื่อนำมาพิจารณาว่ามีแนวโน้มที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางมากน้อยเพียงใด การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัตจะทำการถดถอยพหุคูณ การถดถอยพัวซอง แต่ในการพัฒนาแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซองเกิดปัญหา Overdispersion Effect จึงได้นำการถดถอยทวินามเชิงลบมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง จากผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองจึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้การถดถอยทวินามเชิงลบสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำมากกว่าแบบจำลองที่ใช้การถดถอยพหุคูณ ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้การถดถอยทวินามเชิงลบในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้พยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุก ๆ 15 นาที

อัญธิมา ไชยรัตน์ (2561) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ เพื่อสร้างตัวแบบทางสถิติของข้อมูลการตายในจังหวัดปัตตานี โดยใช้ข้อมูลผู้เสียชีวิตทั้งหมดจำนวน 4,433 ราย จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปัตตานี สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ เพื่อดูการกระจายของแต่ละตัวแปร ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้นำวิธีการถดถอยปัวซอง (Poisson Regression) และการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial) เข้ามาเพื่อดูความสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เสียชีวิตเป็นเพศชาย (ร้อยละ 56.4) มากกว่าเพศหญิง (ร้อยละ 43.6) โดยส่วนใหญ่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 66.4) รองลงมา 50-59 ปี (ร้อยละ 11.8) และอายุ 40-49 ปี (ร้อยละ 7.1) ส่วนสาเหตุการเสียชีวิตโดยส่วนใหญ่เสียชีวิตด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ (ร้อยละ 32.5) รองลงมาโรกระบบภายใน (ร้อยละ 23.8) และโรคของระบบไหลเวียนโลหิต (ร้อยละ 19.7) โดยส่วนใหญ่เสียชีวิตนอกโรงพยาบาล (ร้อยละ 70.8) ส่วนพื้นที่ที่เสียชีวิตโดยส่วนใหญ่เป็นอำเภอเมืองปัตตานี (ร้อยละ 32.1) รองลงมายะรัง (ร้อยละ 10.9) และยะหริ่ง (ร้อยละ 9.7) ซึ่งจากการสร้างตัวแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบมีความเหมาะสมกับข้อมูลและมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Jacob (1976) ได้ทำการศึกษาเรื่องอัตราอุบัติเหตุบนถนนในเขตนอกเมืองประเทศเคนยา และจาไมกา โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ สามารถอธิบายความสัมพันธ์

ระหว่างอัตราอุบัติเหตุกับลักษณะทางเรขาคณิตของถนน พบว่า ในประเทศจาไมกาที่ระดับนัยสำคัญ 5% ความกว้างของถนนและจำนวนจุดต่อเชื่อมต่อกิโลเมตรเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ออัตราอุบัติเหตุมากที่สุด และอัตราอุบัติเหตุของทั้ง 2 ประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจร กล่าวคือ อัตราอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นตามปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น

Wang (1998) ได้นำแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และแบบจำลองการถดถอยปัวซอง มาทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิตที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องบนถนนชนวนทางชนประเทศไต้หวัน จากการศึกษาพบว่า ร้อยละทางลาดชันเป็นตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญกับทุกแบบจำลอง โดยจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิตจะเพิ่มขึ้นตามทางลาดชัน ช่วงลาดลงและจะลดลง (Downgrade Slope) ตามทางลาดชันช่วงลาดขึ้น (Upgrade Slope)

Poul (2003) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการทำนายอุบัติเหตุสำหรับถนนในเขตเมือง โดยอาศัยแบบจำลองการถดถอยแบบปัวซอง ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา คือ ปริมาณจราจร ความเร็วจำกัด ความกว้างถนน จำนวนช่องจราจร เป็นต้น จากการศึกษาแบบจำลองการคาดคะเนอุบัติเหตุโดยประมาณสำหรับการเชื่อมโยงถนนสามารถอธิบายมากกว่า 60% ของการเปลี่ยนแปลงที่ ในขณะที่แบบจำลองสำหรับทางแยกมีค่าต่ำกว่า การสร้างแบบจำลองสำหรับการเชื่อมโยงบนถนนมีความซับซ้อนน้อยกว่าทางแยก ซึ่งอาจเป็นเพราะรูปแบบของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นสม่าเสมอกว่าและการไหลของการจราจรที่ง่ายกว่าหรือเนื่องจากขาดตัวแปรอธิบายที่เพียงพอสำหรับทางแยก ตัวแปรอธิบายที่สามารถอธิบายการออกแบบถนนและเรขาคณิตของถนน ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความสำคัญสำหรับแบบจำลองการเชื่อมโยงถนน แต่มีความสำคัญน้อยกว่าในรูปแบบทางแยก ตัวแปรที่ส่งผลกระทบที่สุดสำหรับทุกรูปแบบคือการไหลของการจราจรบนท้องถนน

Oketch and Carrick (2005) ได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการในการปรับเทียบแบบจำลองและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง กรณีศึกษาเป็น โครงข่ายพื้นที่ขนาดเล็ก โดยใช้โปรแกรมพารามิกส์ในการจำลองสภาพการจราจรในระดับจุลภาค เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลที่ได้จากการสำรวจจริง ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลที่ได้จากการสำรวจจริงจะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักการทางสถิติที่มีหลักการเดียวกันกับไคสแควร์ (Chi-Squared) ซึ่งเรียกค่านี้ว่าค่า GEH โดยค่าที่ยอมรับได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 5 จึงจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยการปรับเทียบแบบจำลองใช้ค่าปริมาณจราจรบนช่วงถนน และปริมาณจราจรที่ทางแยก ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้ทำการเปรียบเทียบค่าเวลาในการเดินทางเฉลี่ย และความยาวแถวคอย ซึ่งต้องให้ค่าที่มีความใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการสำรวจจริงในระดับที่น่าพอใจ จากการศึกษาทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการพัฒนาแบบจำลองมีวิธีการหลากหลายรูปแบบที่จะนำมาช่วยพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งวิธีการที่เหมาะสมกับ

งานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แบบจำลองการถดถอยแบบพัวซอง และแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ เพื่อทดสอบข้อสมมติฐานและช่วยทดสอบความแม่นยำของการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยก

Caliendo, Guida, and Parisi (2007) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บ บริเวณทางตรงและทางโค้งบนทางด่วน 4 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางในประเทศอิตาลี โดยอาศัยรูปแบบ Negative Multinomial Regression Model, Poisson Regression Model และ Negative Binomial Regression Model เพื่อที่จะหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดจากค่าความน่าจะเป็นสูงสุด พบว่า บริเวณทางตรง มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บในเชิงบวก คือ ความยาวช่วงถนน การมีทางแยกประเภทปริมาณจราจรในบริเวณทางโค้ง จำนวนของการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความยาวโค้งแคบลง จำนวนของทางโค้งต่อกิโลเมตรและปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่า Negative Multinomial Regression Model เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้บาดเจ็บทั้งทางตรงและทางโค้ง

Jay and Peter (2007b) ได้ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองถดถอยกึ่งพัวซองกับแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ: โดยที่ควรจัดรูปแบบข้อมูลที่นับจำนวนมากเกินไปหรือไม่ โดยผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองถดถอยกึ่งพัวซองและแบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบมีจำนวนพารามิเตอร์เท่ากันและสามารถใช้สำหรับข้อมูลการนับจำนวนมากเกินไป ในขณะที่ได้ผลลัพธ์คล้ายกันอาจมีความแตกต่างที่โดดเด่นในการประเมินผลกระทบของตัวแปรและทำไมความแตกต่างดังกล่าวเกิดขึ้น ความแปรปรวนของแบบจำลองถดถอยกึ่งพัวซองเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตรงของค่าเฉลี่ยในขณะที่ความแปรปรวนของตัวแบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบนั้นเป็นฟังก์ชันกำลังสองของค่าเฉลี่ย ความสัมพันธ์ของความแปรปรวนเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อตัวแปรที่เหมาะสมกับข้อมูล เนื่องจากความแปรปรวนเป็นฟังก์ชันของค่าเฉลี่ยการนับจำนวนมากและน้อยได้รับค่าแตกต่างกันในแบบจำลองถดถอยกึ่งพัวซองและการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ

Lu, Xuedong, and Wenxin (2014) ได้ทำการศึกษาวิธีการถอดแบบกิ่งฟ้าของการสร้างแบบจำลองอันตรายจากการเกิดอุบัติเหตุสำหรับกลุ่มถนนในเมือง การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ จำนวนอุบัติเหตุภายใต้สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่งที่เฉพาะเจาะจงถูกนำมาใช้เพื่อสะท้อนให้เห็น โอกาสของการเกิดอุบัติเหตุ การศึกษานี้ได้นำเสนอมาตรการที่ครอบคลุมมากขึ้นพร้อมกับข้อมูลเพิ่มเติมของความอันตรายจากอุบัติเหตุในการแสดงออกของความเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุซึ่งเรียกว่าดัชนีอุบัติเหตุที่อันตราย ก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติชุดข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ จะถูกรวมเข้าด้วยกันภายใต้แพลตฟอร์ม GIS และขั้นตอนที่เกี่ยวข้องจะถูกนำเสนอเป็นตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ที่คล้ายกัน จากนั้นจึงเสนอแนะรูปแบบการวิเคราะห์การถอดแบบกิ่งฟ้าของการวิเคราะห์และผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองมีความเหมาะสมสำหรับการจัดการกับข้อมูลจำนวนมากและตัวแปรอธิบายที่สำคัญหลายตัวมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการประมาณค่าของดัชนีอุบัติเหตุที่อันตราย นอกจากนี้ ยังได้ทำการตรวจสอบผลกระทบของระดับความรุนแรงที่มีอุบัติเหตุที่แตกต่างกัน

Dick, Khaled, Kenneth, and Jaime (2016) ได้ทำการศึกษาการประมาณปริมาณการจราจรในรัฐไวโอมิงโดยใช้วิธีการถอดแบบเชิงเส้นตรงและวิธีการถอดแบบโลจิสติกส์การประมาณการจราจรบนถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าสำหรับการลดการจราจรนี้เป็นเพราะการนับการจราจรแบบดั้งเดิมนั้นมีราคาแพงและไม่สามารถทำได้สำหรับถนนที่มีมูลค่าต่ำ เพื่อนำเสนอการพัฒนาวิธีการทางเลือกสองทางสำหรับปริมาณการจราจรที่คุ้มค่าสำหรับถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำในรัฐไวโอมิงและเพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีดำเนินการการศึกษาส่งผลให้มีแบบจำลองสองรูปแบบที่มีราคาถูกลงและใช้งานง่ายคือ (1) แบบจำลองการถอดแบบเชิงเส้นตรงที่ใช้ประเภทของทางเท้า การเข้าถึงทางหลวง ประเภทการใช้ที่ดินที่โดดเด่น และประชากรเพื่อประเมินปริมาณการจราจร ในการตรวจสอบแบบจำลองพบว่า ค่า R^2 เป็น 0.64 และค่า root mean square error อยู่ที่ 73.4% และ (2) แบบจำลองการถอดแบบโลจิสติกส์ที่ระดับการจราจรบนถนนโดยใช้เกณฑ์หรือระดับห้าระดับ ได้ถูกตรวจสอบโดยการประเมินขีดจำกัดปริมาณการจราจรและการกำหนดเปอร์เซ็นต์ของถนนที่จำแนกอย่างถูกต้องและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับเกณฑ์ห้าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อัตราร้อยละของถนนจำแนกได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 79% ถึง 88% โดยสรุปการตรวจสอบแบบจำลองระบุว่าแบบจำลองทั้งสองประเภทมีประโยชน์สำหรับการประมาณปริมาณการจราจรที่ถูกต้องและคุ้มค่าสำหรับถนนในรัฐไวโอมิงที่มีปริมาณการจราจรต่ำ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนในการวางแผนเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พื้นที่ศึกษา การสำรวจและเก็บข้อมูล การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง แนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาแบบจำลอง ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ทำการศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยก การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการสำรวจข้อมูล

3.1.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานต่าง ๆ หรือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และทำการวางแผนสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่มีข้อมูล

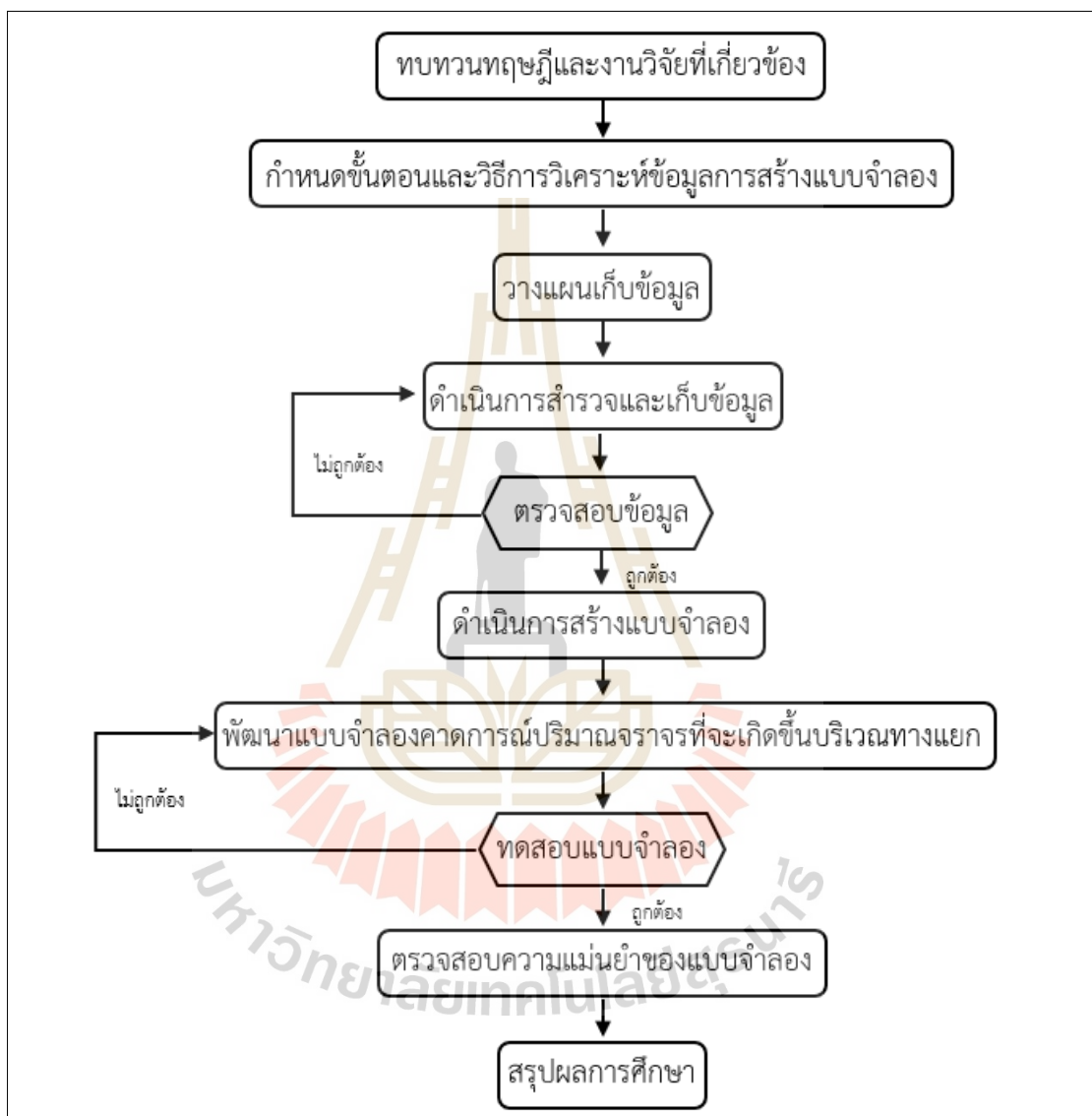
3.1.3 ดำเนินการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่สำคัญภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรใหม่เป็นบริเวณทางแยกถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 โดยใช้การสำรวจแบบ Turning Movement Counts (TMC) พร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องเบื้องต้นจากข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานต่าง ๆ ของทางมหาวิทยาลัยและบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์

3.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้น โดยการใช้วิธีทางสถิติเชิงพรรณนาซึ่งใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.5 พัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลฐานกิจกรรมในพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การถดถอยพหุของ การถดถอยกึ่งพหุของ การถดถอยทวินามเชิงลบ และการถดถอยพหุคูณ

3.1.6 ทำการตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลปริมาณจราจรและข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่

3.1.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้นำโปรแกรม R ซึ่งเป็น โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูงที่เหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยกึ่งพัวซอง การถดถอยทวินามเชิงลบ และการถดถอยพหุคูณ รวมไปถึงการใช้โปรแกรม Microsoft office excel ในการจัดการกับชุดข้อมูลและใช้แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรเป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลการสำรวจ

3.3 พื้นที่ศึกษา

ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรที่แปรผันในแต่ละช่วงเวลาของวันและพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกทางแยกที่สำคัญของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรใหม่เป็นบริเวณทางแยกถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 มีลักษณะเป็นสี่แยกระดับเดียวกัน ซึ่งมีการจราจรตลอดเวลาทั้งวัน ทั้งในช่วงชั่วโมงปกติ และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน รวมไปถึงมีการจราจรทั้งวันธรรมดาและวันหยุดอีกด้วย ดังภาพที่ 3.2



รูปที่ 3.2 บริเวณแยกที่ทำการสำรวจปริมาณจราจร

3.4 การสำรวจและเก็บข้อมูล

3.4.1 การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร

การศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยกจำนวน 3 ภาคการศึกษา โดยเก็บข้อมูลภาคการศึกษาละ 7 วันเริ่มตั้งแต่วันที่อาทิตย์-วันเสาร์ ใช้การสำรวจแบบ Turning Movement Counts (TMC) ซึ่งจะทำให้การสำรวจแยกทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจร การเก็บรวบรวมข้อมูลได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลแยกประเภทของยานพาหนะในแต่ละทิศทาง ซึ่งจะแยกประเภทของยานพาหนะออกเป็น 11 ประเภท ดังนี้ (1) รถจักรยานยนต์ (2) รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (3) รถปิคอัพ (4) รถโดยสารขนาดเล็ก (5) รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) (6) รถสองแถว 4 ล้อ (7) รถโดยสารขนาดกลาง (8) รถบรรทุกขนาดกลาง (6 ล้อ) (9) รถโดยสารขนาดใหญ่ (10) รถสามล้อ และ (11) รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10 ล้อขึ้นไปและรถพ่วง) วิธีการในการถอดข้อมูลจะอาศัยภาพจากกล้องวงจรปิดบริเวณทางแยกจากหน่วยงานรักษาความปลอดภัยของทางมหาวิทยาลัย ซึ่งจะทำให้การถอดข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรในภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ ภาคการศึกษาที่ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักเพื่อใช้สำหรับพัฒนาแบบจำลอง และได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลจะครอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุด ชั่วโมงปกติ และ ชั่วโมงเร่งด่วน ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลคือ ช่วงเวลา 07:00:00 น. ถึง 21:00:00 น. รวมเป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่

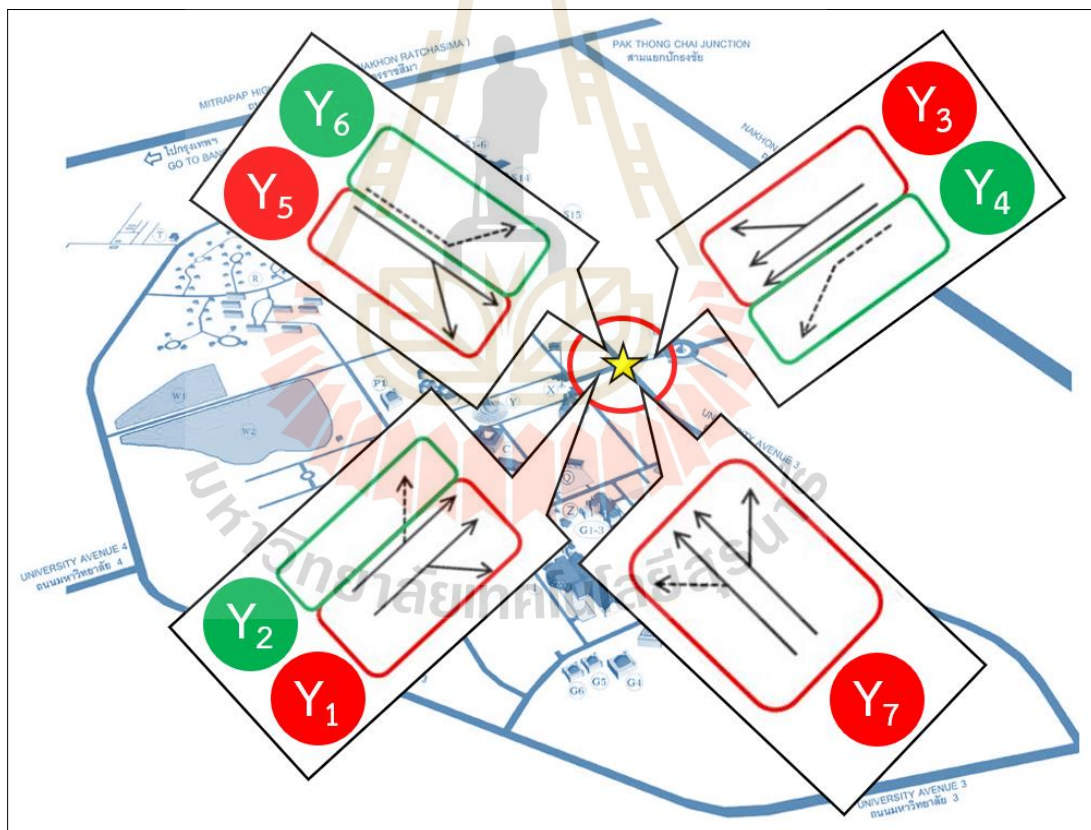
ทำเก็บรวบรวมข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลอง และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาของภาคการศึกษาที่ 3/2561 เพื่อใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองโดยนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีจะมีทั้งหลักสูตรปกติซึ่งส่วนใหญ่จะเรียนในวันจันทร์-ศุกร์ และนักศึกษาหลักสูตรพิเศษที่ส่วนใหญ่จะเรียนในวันเสาร์-อาทิตย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็นข้อมูลตารางเรียนเฉพาะของนักศึกษาในหลักสูตรปกติเท่านั้น โดยมีข้อมูล ได้แก่ เพศ รหัสนักศึกษา เวลาเข้าเรียน เวลาเลิกเรียน รายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน ระดับชั้นปีการศึกษา สำนักวิชา เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยได้ทำการสรุปจำนวนนักศึกษาที่กำลังเรียน/กำลังจะเข้าเรียน/กำลังจะเลิกเรียนในแต่ละช่วงเวลา เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

3.5 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

ตัวแปรที่นำมาพิจารณาในการพัฒนาแบบจำลอง โดยตัวแปรที่สำคัญอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

3.5.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

เนื่องจากการจราจรบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีลักษณะเฉพาะตัวที่ถูกกำหนดจากลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยและได้กำหนดตัวแปรปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจร ซึ่งในส่วนของตัวแปรตามได้ทำการแปลงค่าปริมาณจราจรเทียบเท่าหน่วยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit : PCU) เพื่อการแปรผันของปริมาณจราจรอันเนื่องมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้น โดยตัวแปรตามจะมีจำนวน 7 ตัวแปรดังแสดงในรูปที่ 3.3 และมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.3 ทิศทางและตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร

จากรูปที่ 3.3 การกำหนดตัวแปรตามได้ทำการจัดตามกลุ่มของช่องจราจรที่แตกต่างกัน ซึ่งกลุ่มของช่องจราจรที่ทำการจัดกลุ่มจะเกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรในทิศทาง Y_1 ถึง ทิศทาง Y_6 ได้ทำการแยกช่องจราจร เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่มีช่องเลี้ยวซ้ายโดยเฉพาะและสามารถเลี้ยวซ้ายผ่านตลอดได้ แต่สำหรับทิศทาง Y_7 ไม่มีช่องสำหรับเลี้ยวซ้ายโดยเฉพาะ ทำให้ทุกทิศทางจะรอสัญญาณไฟเพื่อที่จะผ่านทางแยก จึงทำการรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรตาม

ลำดับที่	ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
1	Y_1	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาตรงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (หน่วย PCU)
2	Y_2	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาตรงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (หน่วย PCU)
3	Y_3	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาตรง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (หน่วย PCU)
4	Y_4	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (หน่วย PCU)
5	Y_5	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาตรง (หน่วย PCU)
6	Y_6	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (หน่วย PCU)
7	Y_7	ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาตรง (หน่วย PCU)

3.5.2 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

ตัวแปรอิสระจะได้มาจากการจัดเรียงข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งใช้ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษาหลักสูตรปกติเท่านั้น ทุก ๆ ช่วงเวลา 5 นาที ซึ่งในส่วนนี้จะมีตัวแปรอิสระที่กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง โดยมีการแยกย่อยออกไปเป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลนาม และตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตัวแปรอิสระ

ลำดับที่	ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	ประเภท/ชนิดของตัวแปร
1	X_{1i}	จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในชั่วโมงใด ๆ ที่ครอบคลุมเวลาที่ i	สเกลตัวเลข
2	X_{2i}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่ครอบคลุมเวลาที่ i	สเกลตัวเลข
3	X_{3i}	จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i	สเกลตัวเลข
4	X_{4i}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่ครอบคลุมเวลา i	สเกลตัวเลข
5	X_{5i}	จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลา i	สเกลตัวเลข
6	X_{6ai}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คน นอกเหนือจากนั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
7	X_{6bi}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คน นอกเหนือจากนั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
8	X_{7ai}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คน นอกเหนือจากนั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
9	X_{7bi}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คน นอกเหนือจากนั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	ประเภท/ชนิดของตัวแปร
10	X_{8ai}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) นอกเหนือจาก นั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
11	X_{8bi}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) นอกเหนือจาก นั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
12	X_{8ci}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) นอกเหนือจาก นั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
13	X_{8di}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) นอกเหนือจาก นั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
14	X_{8ei}	โดยมีค่าเท่ากับ 1 หากช่วงเวลา นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) นอกเหนือจาก นั้นมีค่าเป็น 0	สเกลนาม (ตัวแปรหุ่น)
15	X_{9ai}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
16	X_{9bi}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลา อีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	ประเภท/ชนิดของตัวแปร
17	X_{10ai}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลาอีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้า มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
18	X_{10bi}	จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้า มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
19	X_{11ai}	จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
20	X_{11bi}	จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
21	X_{12ai}	จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข
22	X_{12bi}	จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	สเกลตัวเลข

3.6 แนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

ในการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ เพื่อมาช่วยคาดการณ์ถึงลักษณะการแปรผันของปริมาณจราจรในระหว่างวัน เพื่อที่จะนำผลของแบบจำลองที่ได้ไปวิเคราะห์และตั้งค่ารอบสัญญาณไฟให้รองรับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยทำการพิจารณาเปรียบเทียบแบบจำลองจาก 3 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัชของ (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การถดถอยแบบกึ่งพัชของ (Quasi-Poisson Regression) และการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression)

จะเป็นการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เมื่อค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามมีค่าเท่ากับค่าความแปรปรวนจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองการถดถอยพัชของ แต่เมื่อค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามไม่เท่ากับค่าความแปรปรวนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือค่าความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ และแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งสามารถเขียนแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 3.1

$$Y = \text{Exp}(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n) \quad (3.1)$$

เมื่อ	Y	แทน	ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
	X	แทน	ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
	β_0	แทน	ค่าคงที่ของตัวแบบจำลอง
	$\beta_1 - \beta_n$	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n หรือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ขั้นตอนในการพัฒนาแบบจำลอง

สำหรับขั้นตอนในการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัชของและการถดถอยทวินามเชิงลบ มีขั้นตอนดังนี้

(1) การประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ ทุก ๆ 5 นาที ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระจะถูกประมาณค่าโดยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ด้วยการใช้โปรแกรม R

(2) พิจารณาเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่ หากค่าพารามิเตอร์ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงจะทำการตัดตัวแปรอิสระที่มีเครื่องหมายไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงออกแล้วทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่อีกครั้ง

(3) การทดสอบ Goodness of Fit ในการทดสอบ Goodness of Fit จะพิจารณาจากค่าสถิติ Deviance, Log Likelihood, Akaike's Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criteria (BIC) และ ทดสอบ Likelihood ratio test เพื่อทดสอบความคลาดเคลื่อนของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การประยุกต์ใช้แบบจำลองและตรวจสอบการกระจายตัวของแปรตอบสนอง (Over dispersion effect)

3.6.2 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression)

จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวกับตัวแปรตามหลายตัว ซึ่งสามารถเขียนแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 3.2

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \quad (3.2)$$

เมื่อ Y แทน ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
 X แทน ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
 β_0 แทน ค่าคงที่ของตัวแบบจำลอง
 $\beta_1 - \beta_n$ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n หรือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ขั้นตอนในการพัฒนาแบบจำลอง

สำหรับขั้นตอนในการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีขั้นตอนดังนี้

(1) ทำการกำหนดตัวแปรตามที่สนใจซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ คือ ปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที ในแต่ละทิศทาง เพื่อดูการแปรผันของปริมาณจราจรอันเนื่องมาจากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น

(2) ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

(3) กรณีที่ตัวแปรอิสระบางตัวอาจมีความสัมพันธ์กันเองค่อนข้างสูง จะทำการตัดตัวแปรอิสระกลุ่มดังกล่าวบางตัวออกให้เหลือเพียงหนึ่งตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูง เพื่อลดปัญหา Multi-collinearity ซึ่งจำเป็นมากต่อการสร้างแบบจำลอง

(4) ทำการใช้โปรแกรม R ในการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มี

3.6.3 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย (Average Method)

เพื่อให้สามารถประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่พัฒนาได้เห็นภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการจำลองสถานการณ์ในกรณีที่มหาวิทยาลัยใช้วิธีที่ง่ายในการตั้งค่าสัญญาณไฟจราจร โดยการใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางตลอดทั้งวัน โดยแยกระหว่างวันธรรมดาและวันหยุด จากนั้นนำค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเป็นค่ากลางสำหรับวันธรรมดาและวันหยุด เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 ในอนาคตอย่างง่ายได้ เมื่อนำแนวคิดดังกล่าวไปประยุกต์ใช้โดยใช้ข้อมูลปริมาณจราจรภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปพยากรณ์ปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ของแต่ละทิศทาง

3.7 การพัฒนาแบบจำลองและการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed Time) จากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนในพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย เพื่อมาช่วยคาดการณ์ถึงลักษณะการแปรผันของปริมาณจราจรในระหว่างวัน เพื่อที่จะนำผลของแบบจำลองที่ได้ไปวิเคราะห์และตั้งค่ารอบสัญญาณไฟให้รองรับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยอาศัยแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรในอนาคตจากนั้นทำการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณ

จรรยาที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกจะช่วยในการปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมกับสภาพจราจรที่เกิดขึ้นได้ โดยการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองได้ใช้ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักสำหรับการสร้างแบบจำลองและข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติของภาคการศึกษาที่ 3/2561 เพื่อใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง โดยผู้วิจัยได้ทำการสุ่มจำนวนนักศึกษาที่กำลังเรียน/กำลังจะเข้าเรียน/กำลังจะเลิกเรียนในแต่ละช่วงเวลา เป็นต้น เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรบริเวณทางแยก



บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟ และข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังนี้

4.1.1 ข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟ

ทำการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เก็บข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยกจำนวน 3 ภาคการศึกษา ข้อมูลภาคการศึกษาระยะ 7 วัน โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรในภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ ภาคการศึกษาที่ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักเพื่อใช้สำหรับพัฒนาแบบจำลอง และได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันอาทิตย์ ครอบคลุมวันทำงานและวันหยุด ในช่วงชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล คือ ช่วงเวลา 07:00:00 น. ถึง 21:00:00 น. รวมเป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน

กรณีที่ 2 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ ครอบคลุมเฉพาะวันทำงาน ในช่วงชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล คือ ช่วงเวลา 07:00:00 น. ถึง 21:00:00 น. รวมเป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน

ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟทั้ง 7 ทิศทาง ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟ

ตัวแปรตาม	ค่าต่ำสุด (PCU)	ค่าสูงสุด (PCU)	ค่าเฉลี่ย (PCU)	ความแปรปรวน (PCU ²)
Y ₁	0.00	144.00	11.15	182.31
Y ₂	0.00	324.00	16.68	982.65
Y ₃	4.00	150.00	41.45	447.01
Y ₄	3.00	97.00	23.20	198.28
Y ₅	0.00	72.00	10.37	50.60
Y ₆	3.00	125.00	31.10	416.74
Y ₇	2.00	125.00	31.30	381.71

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที (PCU) ในทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรพบว่า ค่าเฉลี่ย (Average) และความแปรปรวน (Variance) มีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าความแปรปรวนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยค่อนข้างมาก ทำให้เกิดการกระจายของตัวแปรตอบสนองที่สูง (Overdispersion) จึงมีการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อทำการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งได้นำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ และแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลอง จากทั้ง 7 ทิศทางที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกสามารถทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของการเข้าใช้ทางแยกกับปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 ข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี

เป็นข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติแบบรายบุคคลซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติในภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองและได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติของภาคการศึกษาที่ 3/2561 เพื่อใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง ข้อมูลที่ได้มา เช่น เพศ รหัสนักศึกษา เวลาเข้าเรียน เวลาเลิกเรียน รายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน ระดับชั้นปีการศึกษา สำนักวิชา เป็นต้น

ผลจากการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อจะนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวแปรต้น	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน
X_{1i} (คน)	0.00	7,912.00	2,634.62	6,948,318.93
X_{2i} (คน)	0.00	7,578.00	1,165.56	3,235,508.43
X_{3i} (คน)	0.00	7,538.00	1,157.72	2,991,006.76
X_{4i} (คน)	0.00	7,578.00	1,165.02	3,236,470.80
X_{5i} (คน)	0.00	7,538.00	1,162.35	2,981,822.12
X_{6ai}	0.00	1.00	0.10	0.089
X_{6bi}	0.00	1.00	0.20	0.158
X_{7ai}	0.00	1.00	0.11	0.095
X_{7bi}	0.00	1.00	0.21	0.167
X_{8ai}	0.00	1.00	0.08	0.071
X_{8bi}	0.00	1.00	0.08	0.071
X_{8ci}	0.00	1.00	0.08	0.071
X_{8di}	0.00	1.00	0.08	0.071
X_{8ei}	0.00	1.00	0.08	0.071
X_{9ai} (คน)	0.00	4,451.00	54.20	140,488.88
X_{9bi} (คน)	0.00	4,451.00	108.52	275,368.49
X_{10ai} (คน)	0.00	1,608.00	43.95	36,266.60
X_{10bi} (คน)	0.00	1,608.00	87.81	68,666.66
X_{11ai} (คน)	0.00	4,412.00	54.30	140,389.40
X_{11bi} (คน)	0.00	4,412.00	108.60	274,878.81
X_{12ai} (คน)	0.00	2,133.00	36.57	39,260.73
X_{12bi} (คน)	0.00	2,133.00	73.15	75,845.19

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า ค่าเฉลี่ยของข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาหลักสูตรปกติที่เกิดขึ้นทำให้ทราบถึงข้อมูลของนักศึกษาที่ก่อให้เกิดกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ จำนวนของนักศึกษาที่เข้าเรียน จำนวนของนักศึกษาที่เลิกเรียน จำนวนของนักศึกษาที่กำลังเรียนอยู่ เป็นต้น และกิจกรรมเหล่านี้ยังส่งผลต่อปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีอีกด้วย

4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlations)

4.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

ในการศึกษาครั้งนี้อาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) เพื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันกับตัวแปรตาม
Y ₁	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{6ai} X _{6bi} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{10ai} X _{10bi} X _{11ai} X _{11bi} X _{12ai} X _{12bi}
Y ₂	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{6ai} X _{6bi} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{9ai} X _{9bi} X _{10ai} X _{10bi} X _{11ai} X _{11bi} X _{12ai} X _{12bi}
Y ₃	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{6ai} X _{6bi} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{9ai} X _{9bi} X _{10ai} X _{10bi} X _{11ai} X _{12bi}
Y ₄	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{6ai} X _{6bi} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{9ai} X _{9bi} X _{10ai} X _{10bi}
Y ₅	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{6ai} X _{6bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{9ai} X _{9bi} X _{10ai} X _{10bi} X _{11ai} X _{11bi} X _{12ai} X _{12bi}
Y ₆	X _{1i} X _{2i} X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{6ai} X _{6bi} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{9ai} X _{9bi} X _{11ai} X _{12bi}
Y ₇	X _{3i} X _{4i} X _{5i} X _{7ai} X _{7bi} X _{8ai} X _{8bi} X _{8ci} X _{8di} X _{8ei} X _{10ai} X _{10bi} X _{11ai} X _{11bi} X _{12ai} X _{12bi}

จากตารางที่ 4.3 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ ที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 90% และ 95% มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หน่วย PCU (Y_1) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 19 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก หน่วย PCU (Y_2) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 21 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก หน่วย PCU (Y_3) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 19 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หน่วย PCU (Y_4) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 18 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง หน่วย PCU (Y_5) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 19 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 หน่วย PCU (Y_6) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 18 ตัว

- ตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง หน่วย PCU (Y_7) มีตัวแปรอิสระที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามทั้งสิ้น 16 ตัว

4.2.2 การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

ในการศึกษาครั้งนี้ อาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) เพื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ ถ้าหากตัวแปรอิสระตัวใดมีความสัมพันธ์กันสูงเกิน 0.600 (Sourachai & Lileekpal, 2011) จะไม่นำตัวแปรอิสระนั้นมาพิจารณาพร้อมกัน เพื่อป้องกันปัญหา Multicollinearity แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันกับตัวแปรอิสระ
X_{2i} (คน)	X_{3i} X_{4i} X_{5i} X_{6ai} X_{8ai} X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}
X_{3i} (คน)	X_{4i} X_{6ai} X_{7ai} X_{8ai} X_{8bi} X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}
X_{4i} (คน)	X_{6ai} X_{8ai} X_{8di} X_{8ei} X_{12ai}
X_{5i} (คน)	X_{6ai} X_{8ai} X_{8bi} X_{8ci} X_{10bi}

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ
(ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันกับตัวแปรอิสระ
X_{6ai}	$X_{7ai} X_{8ai} X_{8bi} X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}$
X_{7ai}	$X_{8ai} X_{8bi} X_{8ci} X_{8di} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}$
X_{8ai}	$X_{8bi} X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}$
X_{8bi}	$X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{10bi}$
X_{8ci}	$X_{8di} X_{8ei} X_{10bi} X_{12ai}$
X_{8di}	$X_{8ei} X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}$
X_{8ei}	$X_{9ai} X_{10bi} X_{11bi} X_{12ai}$
X_{9ai} (คน)	X_{10bi}
X_{10bi} (คน)	$X_{11bi} X_{12ai}$
X_{11bi} (คน)	X_{12ai}
X_{12ai} (คน)	$X_{2i} X_{3i} X_{4i} X_{6ai} X_{7ai} X_{8ai} X_{8ci} X_{8di} X_{8ei} X_{10bi} X_{11bi}$

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ พบว่าหากนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากมาพิจารณาอาจส่งผลทำให้แบบจำลองที่มีค่าพารามิเตอร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือเครื่องหมายหน้าค่าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นในการพิจารณาตัวแปรอิสระเพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองจึงไม่นำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากเข้ามาพิจารณาในแบบจำลองพร้อมกันเพื่อป้องกันปัญหา Multi-collinearity แต่จะเลือกตัวแปรอิสระที่มีผลทำให้แบบจำลองที่สร้างนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพียงตัวใดตัวหนึ่ง

4.2.3 การวิเคราะห์ค่าคาดหวังของเครื่องหมายค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร X แต่ละตัวกับตัวแปร Y

เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ที่สามารถคาดหวังได้อาจมีค่าเป็นบวก (+) หรือลบ (-) หรือ ทั้งบวกและลบ (+/-) ของตัวแปร X แต่ละตัวที่มีผลกับตัวแปร Y ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าคาดหวังความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

ค่าคาดหวังของตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
X _{2i} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{3i} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{4i} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{5i} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{6ai}	+	+	+	+	+	+	+
X _{7ai}	+	+	+	+	+	+	+
X _{8ai}	+	+	+	+	+	+	+
X _{8bi}	+	+	+	+	+	+	+
X _{8ci}	+	+	+	+	+	+	+
X _{8di}	+	+	+	+	+	+	+
X _{8ei}	+	+	+	+	+	+	+
X _{9ai} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{10bi} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{11bi} (คน)	+	+	+	+	+	+	+
X _{12ai} (คน)	+	+	+	+	+	+	+

จากตารางที่ 4.5 สามารถแสดงให้เห็นว่าค่าคาดหวังของตัวแปรอิสระควรมีค่าเป็นบวก เพื่อที่จะส่งผลให้ตัวแปรตามมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้แบบจำลองที่ได้ออกมาที่มีความสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

4.3 กรณีที่ 1 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันอาทิตย์ ครอบคลุมวันทำงานและวันหยุด ในช่วง ชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน

4.3.1 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₁)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่

ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาผู้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_i) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาผู้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_i) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	1.529 (0.000)
X_{3i}	0.001 (0.000)
X_{5i}	0.002 (0.000)
X_{6ai}	0.512 (0.000)
X_{7ai}	0.626 (0.000)
X_{8bi}	0.440 (0.000)
X_{8ci}	1.074 (0.000)
X_{8di}	0.783 (0.000)
X_{11bi}	0.0002 (0.000)
X_{12ai}	0.0003 (0.000)
Overdispersion parameter	6.494
Null Deviance: Degree of Freedom	26,707 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	12,865 : 2,342
Residual Deviance /Degrees of Freedom	5.493

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

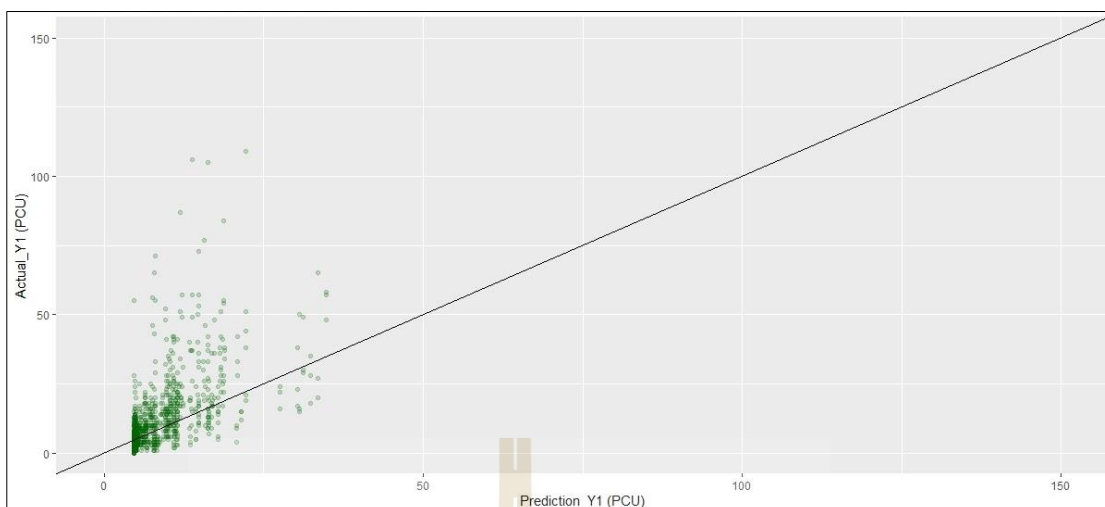
จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาผู้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_i) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาผู้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_i) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai})

ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

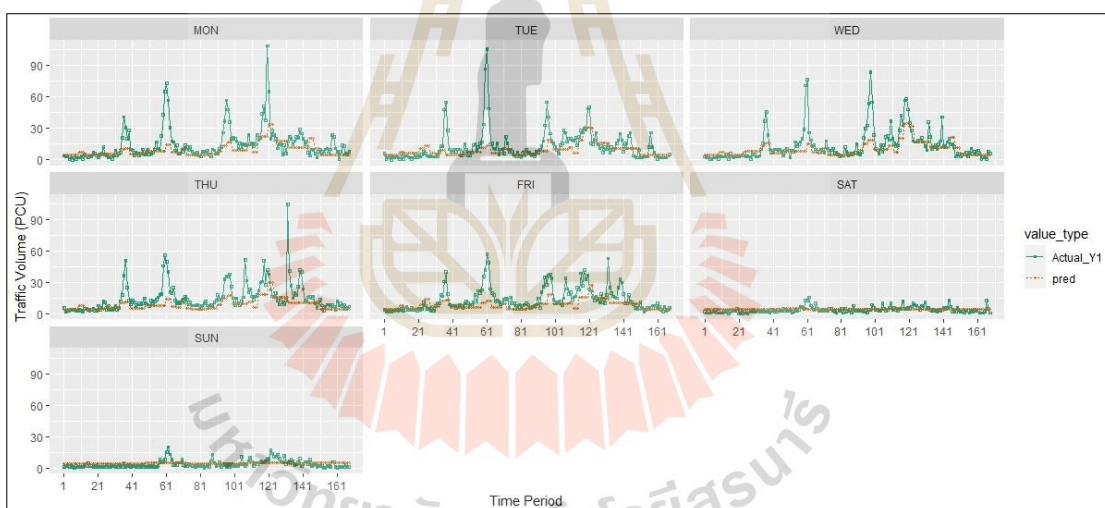
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 6.494 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองที่มีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้น แบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.1

$$Y_1 = \text{Exp} (1.529 + 0.001X_{3i} + 0.002X_{5i} + 0.512X_{6ai} + 0.626X_{7ai} + 0.440X_{8bi} + 1.074X_{8ci} + 0.783X_{8di} + 0.0002X_{11bi} + 0.0003X_{12ai}) \quad (4.1)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงาน และวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)



รูปที่ 4.1 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.2 Predictions and actual Y_1 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี -
สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	1.337 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{4i}	0.00006 (0.000)
X_{5i}	0.0002 (0.000)
X_{6ai}	0.482 (0.000)
X_{7ai}	0.749 (0.000)
X_{8bi}	0.474 (0.000)
X_{8ci}	1.168 (0.000)
X_{8di}	0.975 (0.000)
X_{8ei}	0.303 (0.000)
X_{11bi}	0.0002 (0.000)
Deviance	2,513
Log-Likelihood	-14,519
Akaike's Information Criterion (AIC)	14,543
Bayesian Information Criteria (BIC)	14,612
Theta	2.541
Std. Err.	0.097
Likelihood Ratio Chi-Square	1,738
Degrees of Freedom	10
Significant (Sig.)	0.000

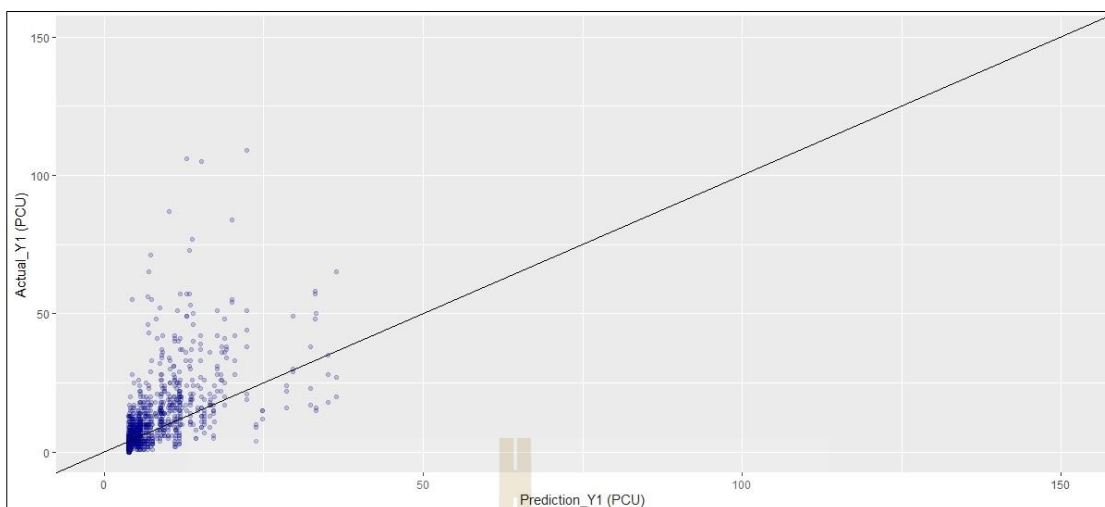
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทาง
จากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)
โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทาง
 Y_1 ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i})

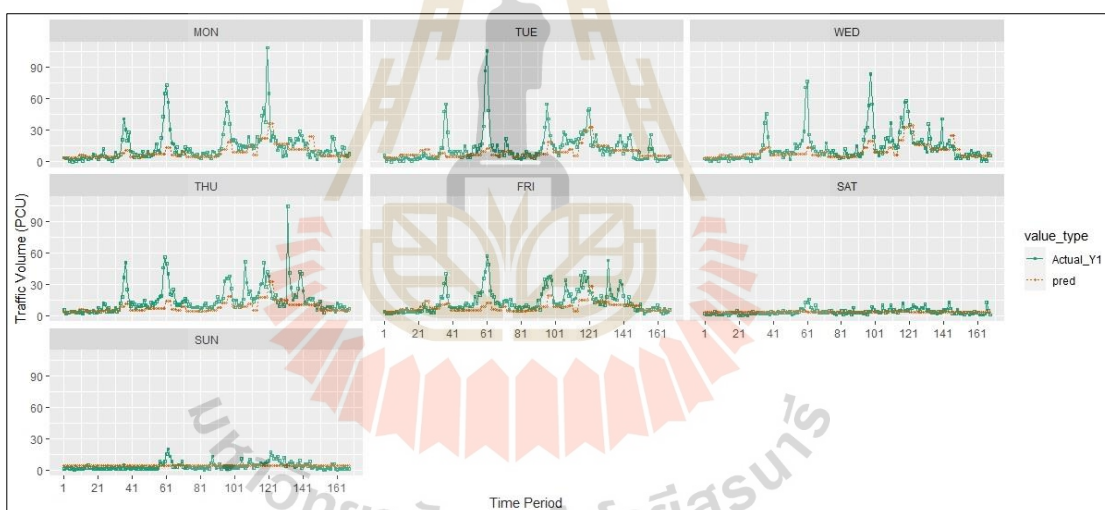
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.2

$$Y_1 = \text{Exp} (1.337 + 0.0001X_{3i} + 0.00006X_{4i} + 0.0002X_{5i} + 0.482X_{6ai} + 0.749X_{7ai} + 0.474X_{8bi} + 1.168X_{8ci} + 0.975X_{8di} + 0.303X_{8ei} + 0.0002X_{11bi}) \quad (4.2)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงาน และวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)



รูปที่ 4.3 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.4 Predictions and actual Y_1 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สทงจากเสาตรงมุ่งหน้าตรงคู่ ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี -
สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	3.472 (0.000)
X_{3i}	0.001 (0.000)
X_{5i}	0.002 (0.000)
X_{6ai}	7.497 (0.000)
X_{7ai}	9.288 (0.000)
X_{8bi}	7.051 (0.000)
X_{8ci}	16.780 (0.000)
X_{8di}	7.959 (0.000)
X_{11bi}	0.004 (0.000)
X_{12ai}	0.008 (0.000)
R^2	0.425
Adjusted R^2	0.423

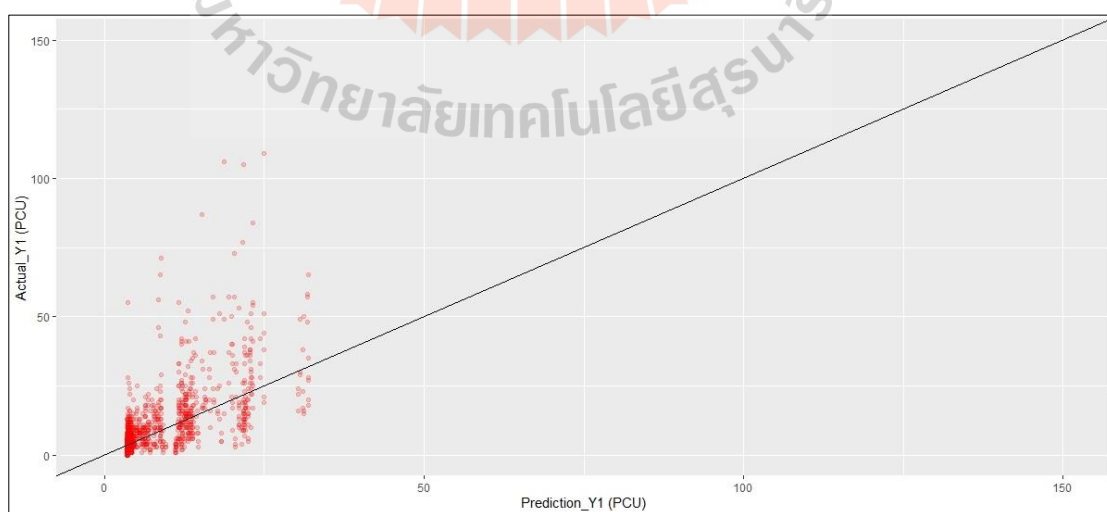
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน Y_1 ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพัก

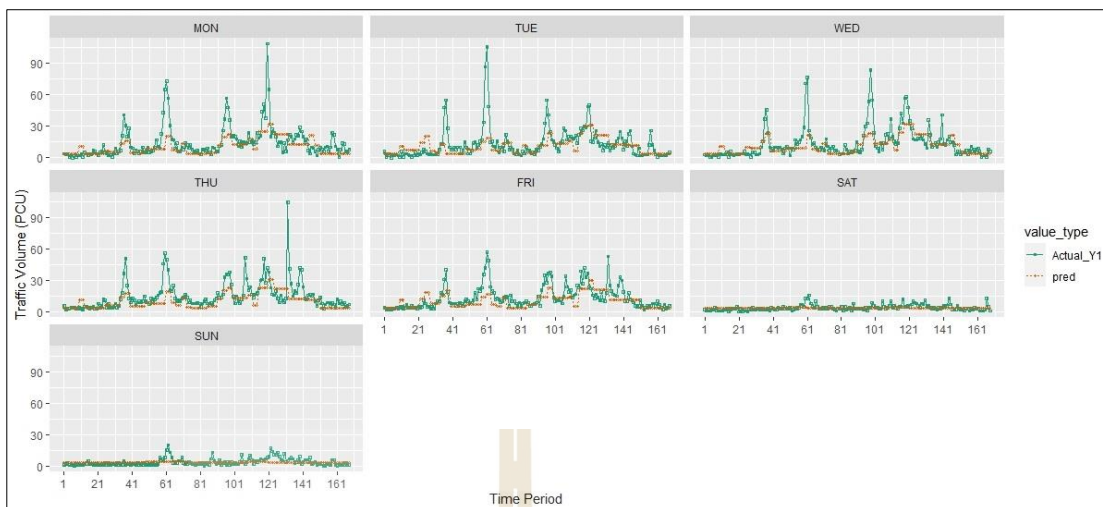
ระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.423 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.3

$$Y_1 = 3.472 + 0.001X_{3i} + 0.002X_{5i} + 7.497X_{6ai} + 9.288X_{7ai} + 7.051X_{8bi} + 16.780X_{8ci} + 7.959X_{8di} + 0.004X_{11bi} + 0.008X_{12ai} \quad (4.3)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ได้ดีในระดับหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.5 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.6 Predictions and actual Y_1 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

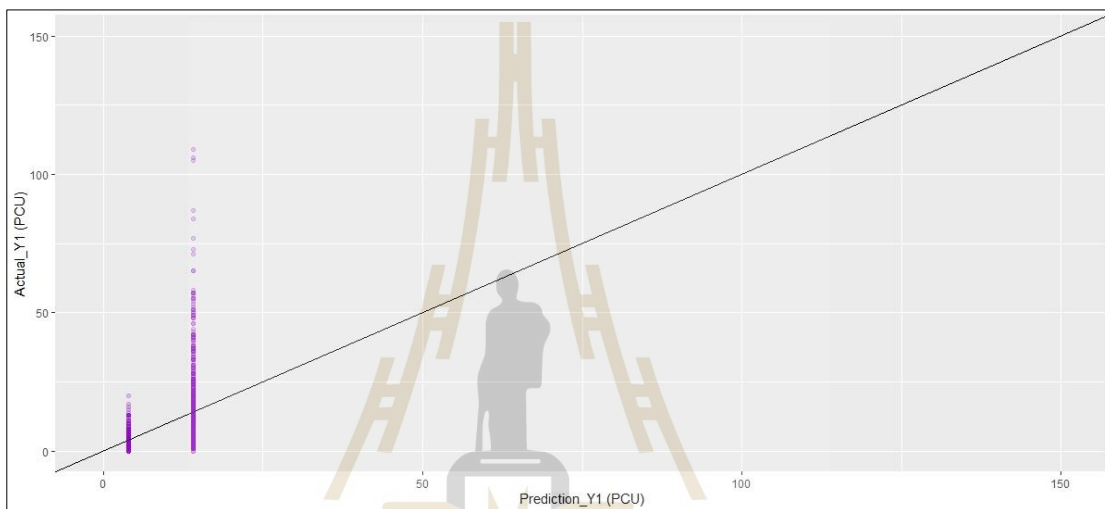
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สททางจากเสาขงมุงหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวขวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิสททางจากเสาขงมุงหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวขวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี - สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

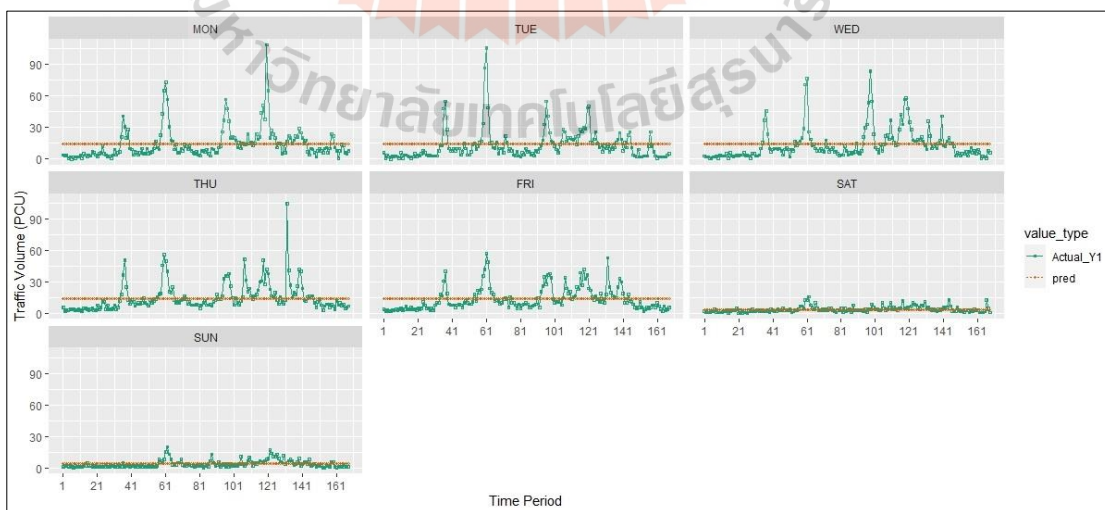
ทิสททาง Y_1	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	11.182
Maximum	144.000
Variance	182.457

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีในทิสททางจากเสาขงมุงหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวขวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(Y_1) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นให้ผลดีในกรณีที่ปริมาณจราจรมีการแปรผันตามเวลาที่ค่อนข้างน้อย โดยจะไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แสดงดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Average Method)



รูปที่ 4.8 Predictions and actual Y_1 by date/time (Average Method)

4.3.2 แบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	1.356 (0.000)
X_{4i}	0.0002 (0.000)
X_{5i}	0.0003 (0.000)
X_{6ai}	0.791 (0.000)
X_{7ai}	1.068 (0.000)
X_{8bi}	0.438 (0.000)
X_{10bi}	0.001 (0.000)
X_{11bi}	0.001 (0.000)
X_{12ai}	0.0003 (0.000)
Overdispersion parameter	20.406
Null Deviance: Degree of Freedom	79,636 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	34,475 : 2,343
Residual Deviance /Degrees of Freedom	14.714

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

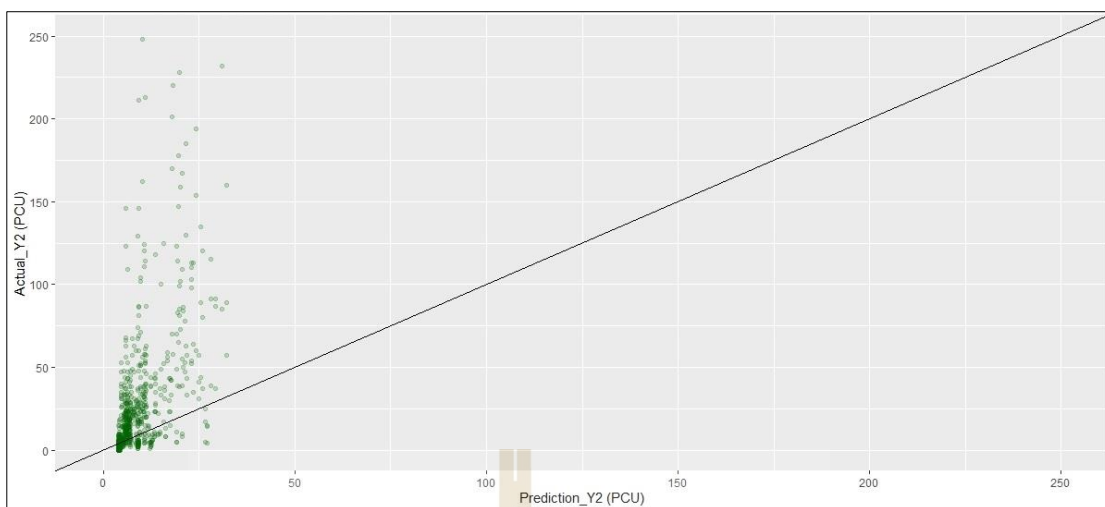
จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมง นั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน

ช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คน หรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ล้อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

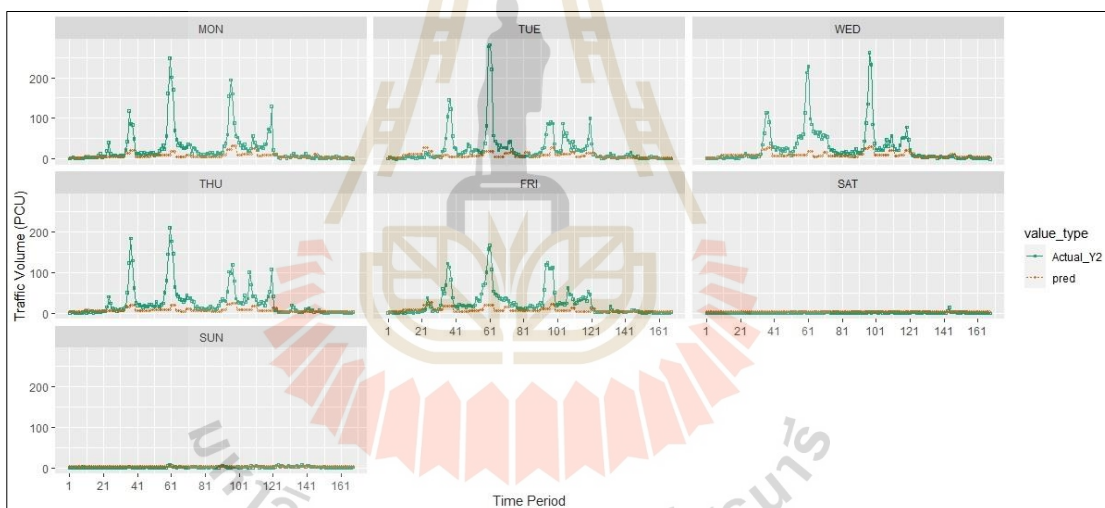
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 20.406 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.4

$$Y_2 = \text{Exp} (1.356 + 0.0002X_{4i} + 0.0003X_{5i} + 0.791X_{6ai} + 1.068X_{7ai} + 0.438X_{8bi} + 0.001X_{10bi} + 0.001X_{11bi} + 0.0003X_{12ai}) \quad (4.4)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใน ทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานและวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่



รูปที่ 4.9 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.10 Predictions and actual Y_2 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สร้างจากเสาธงเดี่ยวซ้ายคู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	0.523 (0.000)
X_{3i}	0.00028 (0.000)
X_{4i}	0.00025 (0.000)
X_{5i}	0.00045 (0.000)
X_{6ai}	0.731 (0.000)
X_{7ai}	0.753 (0.000)
X_{8bi}	0.680 (0.000)
X_{8ci}	0.528 (0.000)
X_{10bi}	0.0004 (0.000)
X_{11bi}	0.00035 (0.000)
X_{12ai}	0.0003 (0.004)
Deviance	2,550
Log-Likelihood	-14,612
Akaike's Information Criterion (AIC)	14,636
Bayesian Information Criteria (BIC)	14,705
Theta	1.186
Std. Err.	0.042
Likelihood Ratio Chi-Square	2,355
Degrees of Freedom	10
Significant (Sig.)	0.000

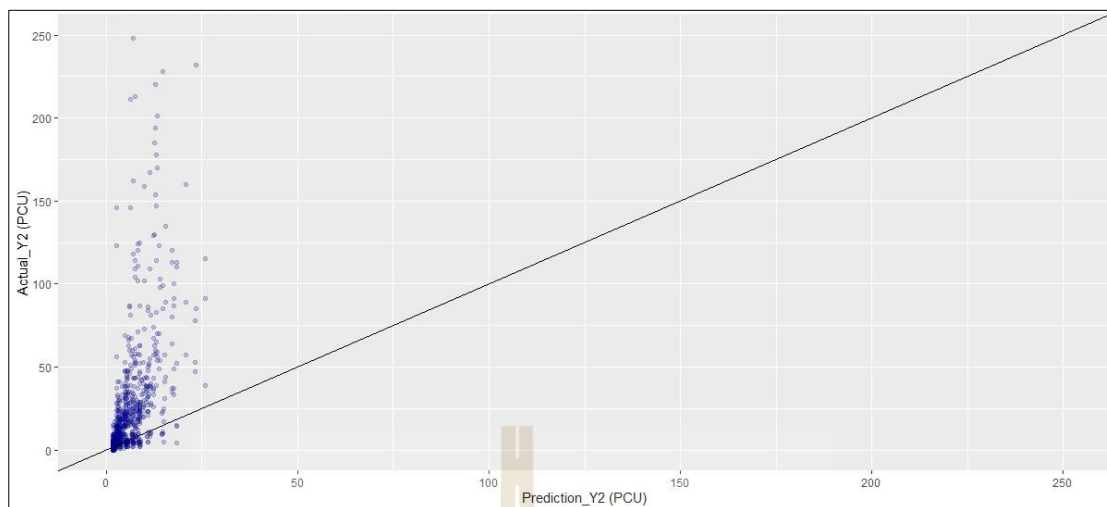
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
ทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อ
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เล็ก
เรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียน
ในชั่วโมงนั้น ๆ ที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{4i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุม

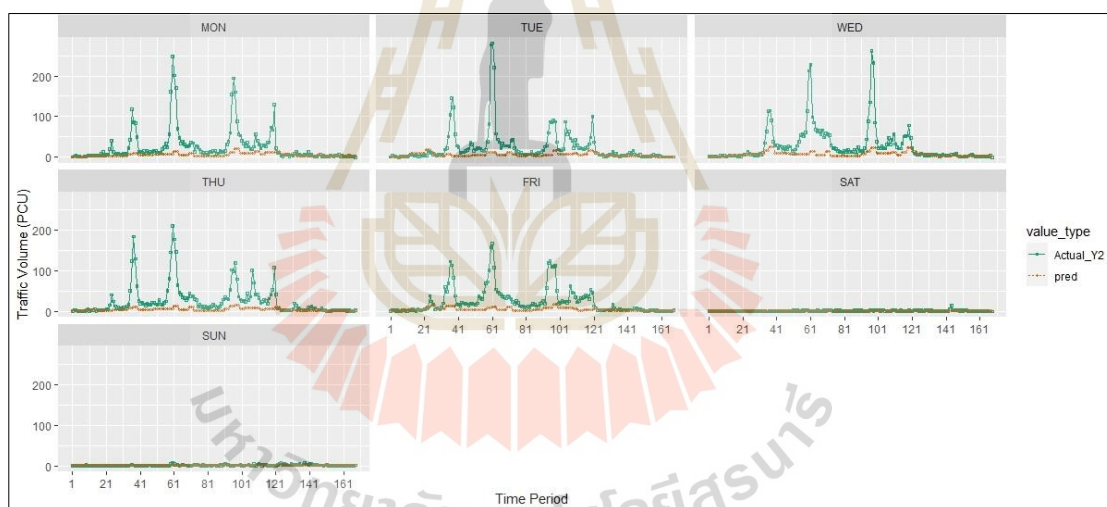
ช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะ
เริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลัง
เปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i
นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi})
ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.)
หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่ม เรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ล้อม
ช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวน
นักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อน
หน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที
ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปร
ทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวก
เป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.5

$$Y_2 = \text{Exp} (0.523 + 0.00028X_{3i} + 0.00025X_{4i} + 0.00045X_{5i} + 0.731X_{6ai} + 0.753X_{7ai} \\ + 0.680X_{8bi} + 0.528X_{8ci} + 0.0004X_{10bi} + 0.00035X_{11bi} + 0.0003X_{12ai}) \quad (4.5)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที
ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า
แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทั้งในช่วงเวลาปกติ และช่วง
ชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานและวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 ซึ่งเป็น
การนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทาง
จากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจร
ของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.11 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.12 Predictions and actual Y_2 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สทงจากเสาขงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	5.172 (0.000)
X_{3i}	0.002 (0.000)
X_{6ai}	21.140 (0.000)
X_{7ai}	13.950 (0.000)
X_{8bi}	25.680 (0.000)
X_{10bi}	0.014 (0.000)
X_{11bi}	0.010 (0.000)
X_{12ai}	0.041 (0.000)
R^2	0.399
Adjusted R^2	0.397

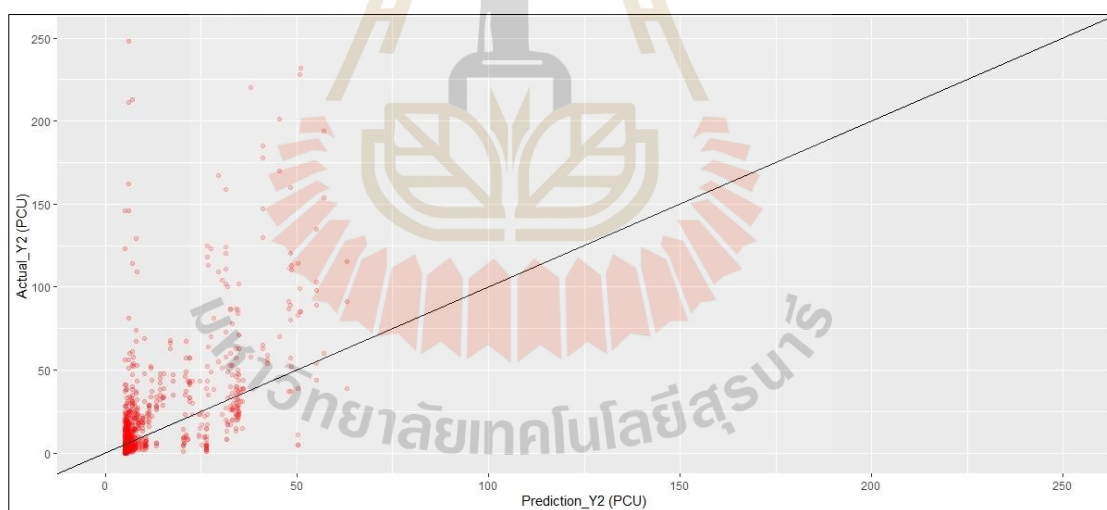
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความ

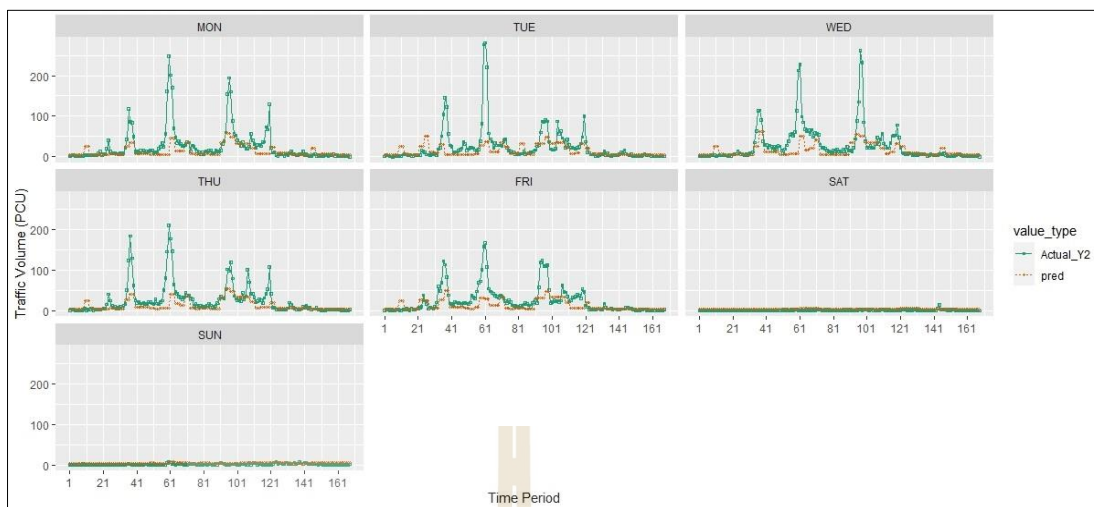
เหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R²) เท่ากับ 0.397 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.6

$$Y_2 = 5.172 + 0.002X_{3i} + 21.140X_{6ai} + 13.950X_{7ai} + 25.680X_{8bi} + 0.014X_{10bi} + 0.010X_{11bi} + 0.041X_{12ai} \quad (4.6)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทาง Y₄ พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอฟัก (Y₂) ได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนได้ดีพอ แสดงดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอฟัก (Y₂) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.13 Actual volume Y₂ vs predictions Y₂ (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.14 Predictions and actual Y_2 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

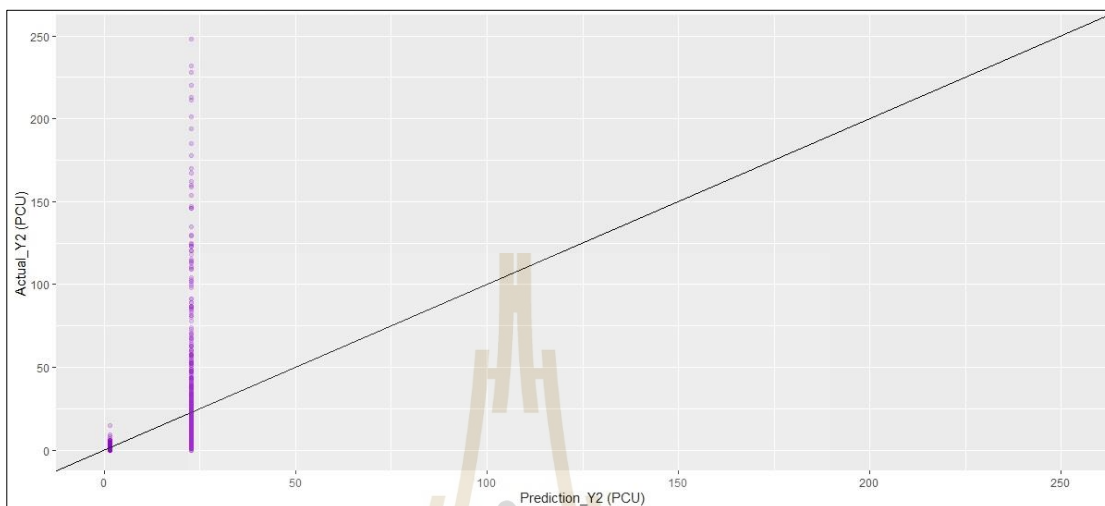
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สร้างจากเสารงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสารงเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

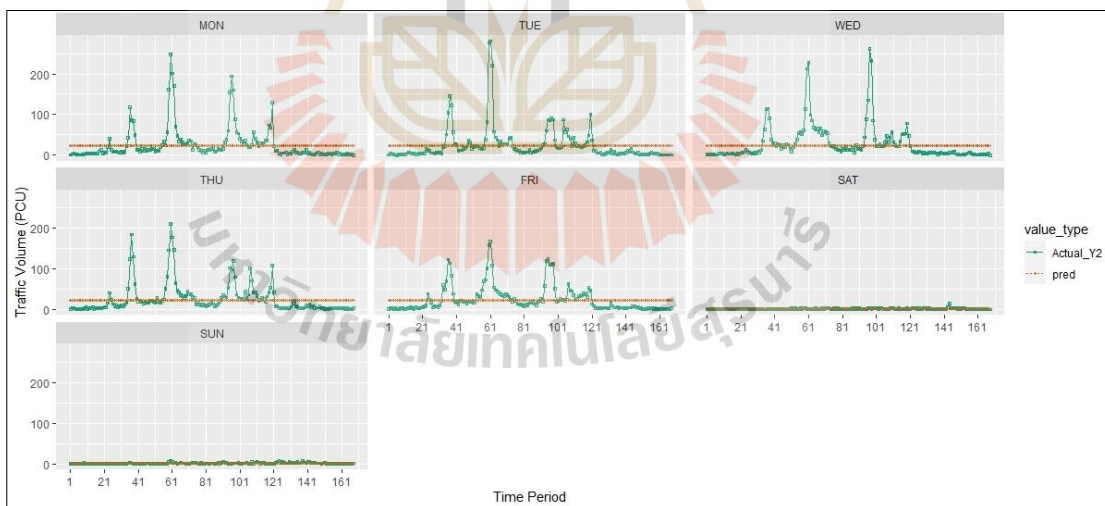
ทิศทาง Y_2	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	16.721
Maximum	324.000
Variance	983.100

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีในทิศทางจากเสารงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นให้ผลดีในกรณีของวันเสาร์และอาทิตย์ แต่ไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณจราจรในช่วงวันธรรมดาได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรแล้ว

นำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธง
 เลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แสดงดังรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Average Method)



รูปที่ 4.16 Predictions and actual Y_2 by date/time (Average Method)

4.3.3 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	3.426 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{6ai}	0.316 (0.000)
X_{7ai}	0.091 (0.001)
X_{8ai}	0.629 (0.000)
X_{8ci}	0.445 (0.000)
X_{8di}	0.644 (0.000)
X_{8ei}	0.476 (0.000)
X_{9ai}	0.0002 (0.000)
Overdispersion parameter	6.313
Null Deviance: Degree of Freedom	24,069 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	14,067 : 2,343
Residual Deviance /Degrees of Freedom	6.004

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

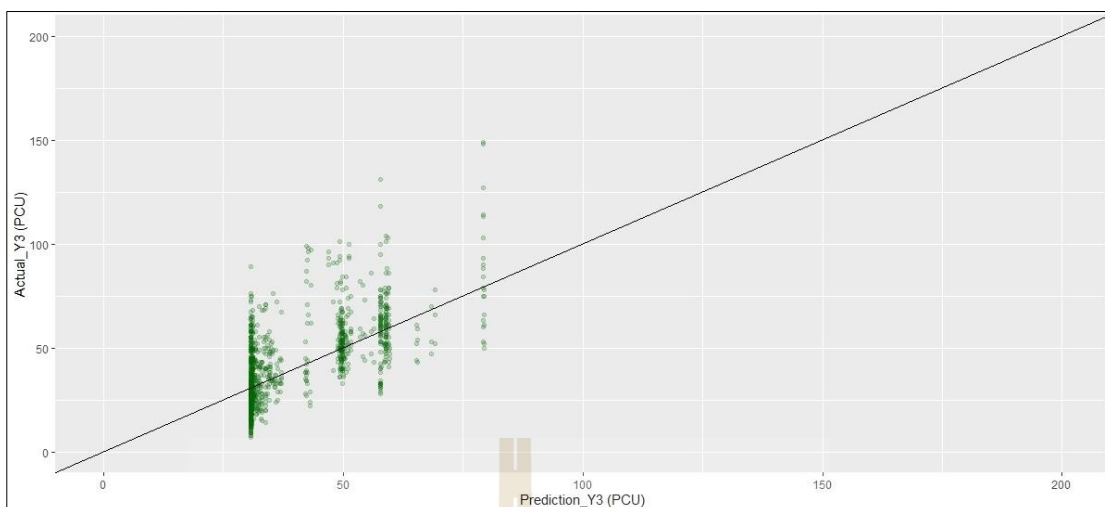
จากตารางที่ 4.14 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่

เสาชง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาชง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

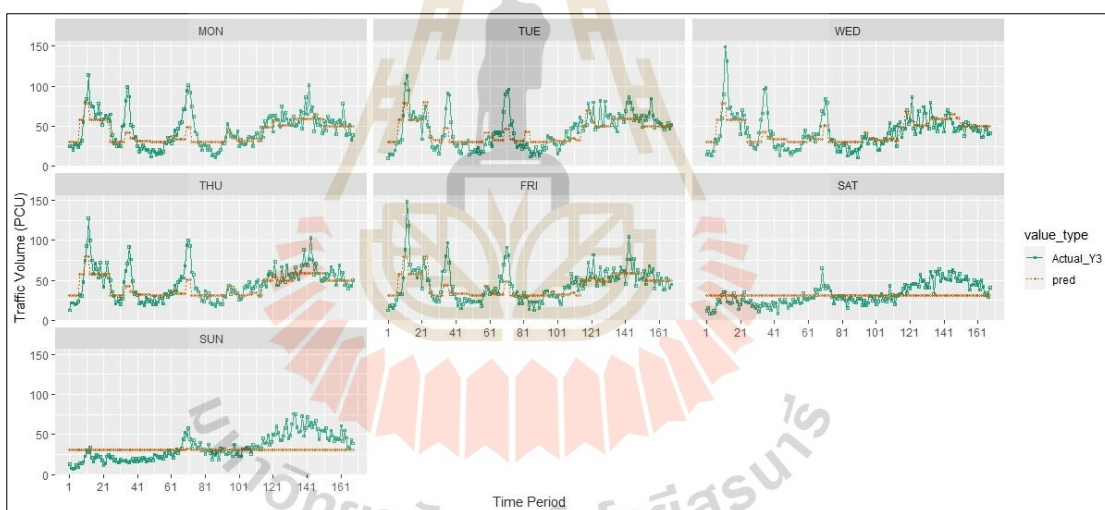
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 6.313 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.7

$$Y_3 = \text{Exp} (3.426 + 0.00003X_{3i} + 0.316X_{6ai} + 0.091X_{7ai} + 0.629X_{8ai} + 0.445X_{8ci} + 0.644X_{8di} + 0.476X_{8ei} + 0.0002X_{9ai}) \quad (4.7)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาชง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานและวันหยุดได้ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.17 และ รูปที่ 4.18 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาชง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.17 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.18 Predictions and actual Y_3 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุนามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สทงจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยพหุนามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
 ประตู่ 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินาม
 เชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	3.416 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{6ai}	0.345 (0.000)
X_{7ai}	0.108 (0.000)
X_{8ai}	0.630 (0.000)
X_{8ci}	0.459 (0.000)
X_{8di}	0.652 (0.000)
X_{8ei}	0.483 (0.000)
X_{9ai}	0.00015 (0.000)
Deviance	2,422
Log-Likelihood	-19,383
Akaike's Information Criterion (AIC)	19,403
Bayesian Information Criteria (BIC)	19,460
Theta	7.792
Std. Err.	0.274
Likelihood Ratio Chi-Square	1,174
Degrees of Freedom	8
Significant (Sig.)	0.000

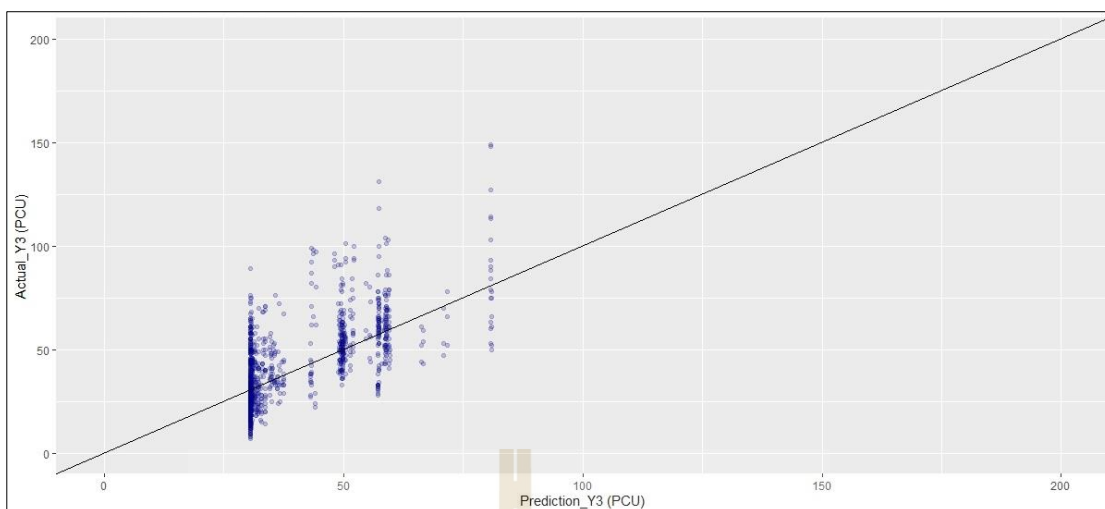
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.15 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที
 ในทิศทางจากประตู่ 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินาม
 เชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู่ 1 มุ่งหน้าตรงสู่
 เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมง
 ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษา
 ที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา

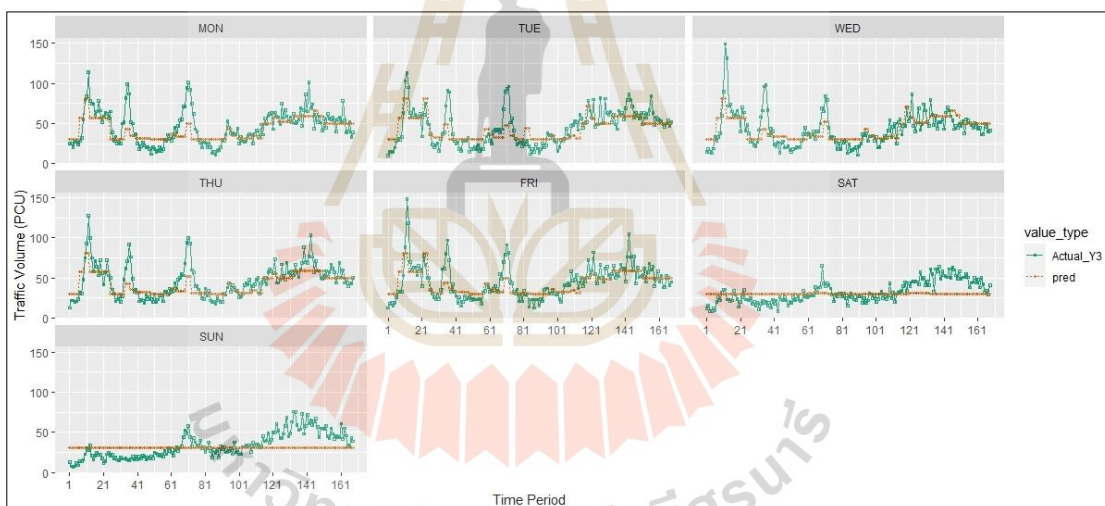
15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปใน ช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของ แบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.8

$$Y_3 = \text{Exp} (3.416 + 0.00003X_{3i} + 0.345X_{6ai} + 0.108X_{7ai} + 0.630X_{8ai} + 0.459X_{8ci} + 0.652X_{8di} + 0.483X_{8ei} + 0.00015X_{9ai}) \quad (4.8)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และ เลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ในบางช่วงแต่ยังไม่ สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจร ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงาน และวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินาม เชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยว ขวาสู่หอพัก (Y_3) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาค การศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.19 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.20 Predictions and actual Y_3 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
ประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	29.960 (0.000)
X_{2i}	0.001 (0.016)
X_{3i}	0.001 (0.001)
X_{6ai}	14.650 (0.000)
X_{7ai}	4.042 (0.000)
X_{8ai}	28.410 (0.000)
X_{8ci}	20.310 (0.000)
X_{8di}	29.780 (0.000)
X_{8ei}	20.240 (0.000)
X_{9ai}	0.010 (0.000)
R^2	0.433
Adjusted R^2	0.431

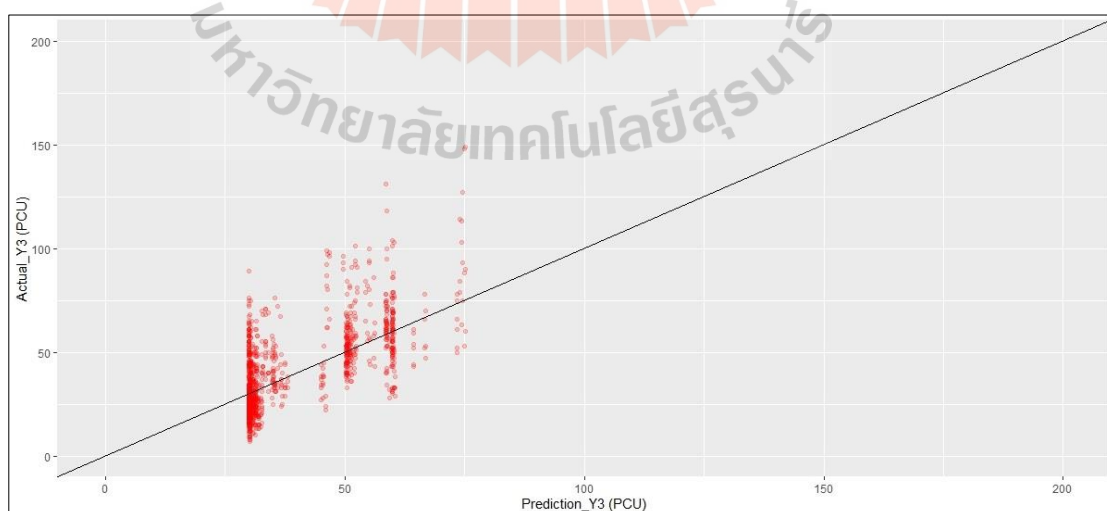
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.16 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชา ถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที

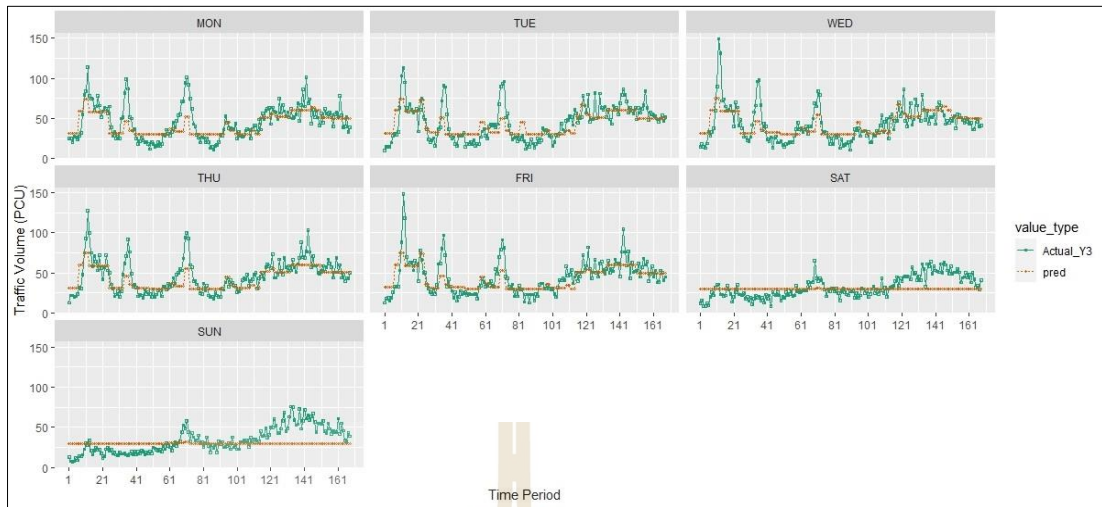
ที่พร้อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และ เลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดู ความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.431 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.9

$$Y_3 = 29.960 + 0.001X_{2i} + 0.001X_{3i} + 14.650X_{6ai} + 4.042X_{7ai} + 28.410X_{8ai} + 20.310X_{8ci} + 29.780X_{8di} + 20.240X_{8ei} + 0.010X_{9ai} \quad (4.9)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และ เลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนทั้งของวันธรรมดาและวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.21 และรูปที่ 4.22 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และ เลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาค การศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.21 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.22 Predictions and actual Y_3 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

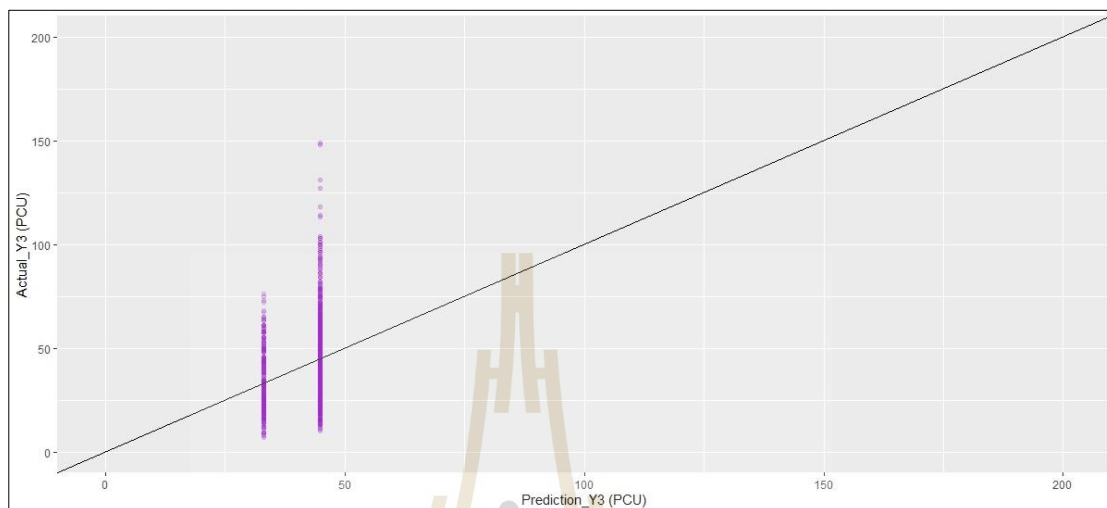
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สร้างจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

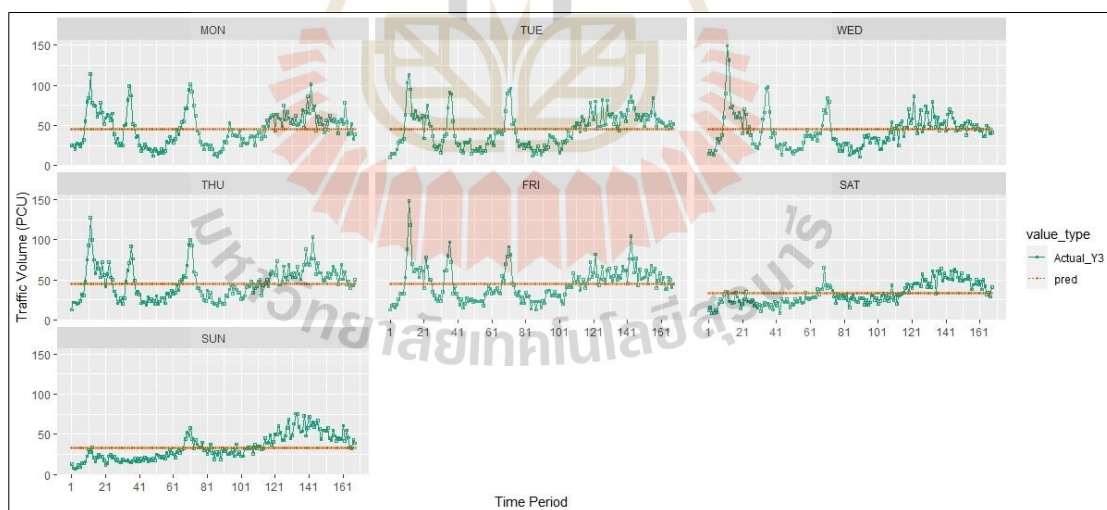
ทิศทาง Y_3	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	4.000
Mean	41.510
Maximum	150.000
Variance	447.328

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในทิศทางนี้ได้ การนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ใน

ทิศทางจากประตู่ 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) แสดงดังรูปที่ 4.23 และรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Average Method)



รูปที่ 4.24 Predictions and actual Y_3 by date/time (Average Method)

4.3.4 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	2.715 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{4i}	0.001 (0.000)
X_{8ai}	0.855 (0.000)
X_{8ci}	0.477 (0.000)
X_{8di}	0.242 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	2.245
Null Deviance: Degree of Freedom	17,006 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	5,196 : 2,345
Residual Deviance /Degrees of Freedom	2.216

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

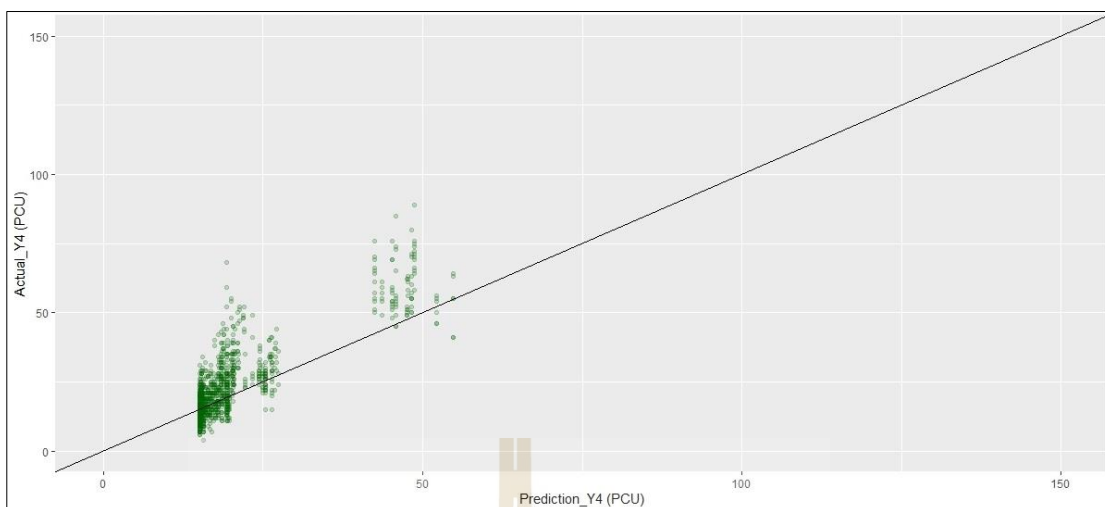
จากตารางที่ 4.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมง

นั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

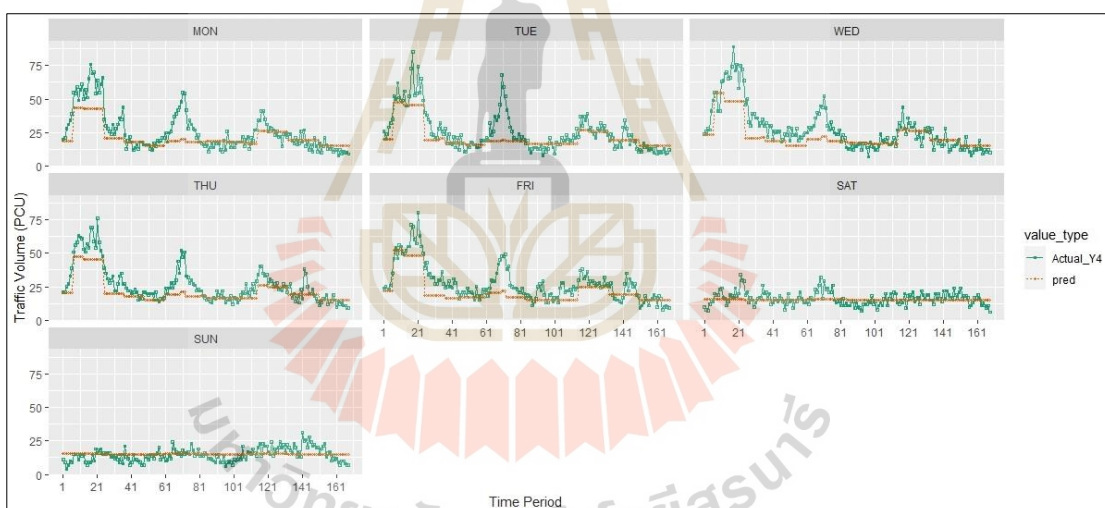
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 2.245 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.10

$$Y_4 = \text{Exp} (2.715 + 0.0001X_{2i} + 0.001X_{4i} + 0.855X_{8ai} + 0.477X_{8ci} + 0.242X_{8di} + 0.0001X_{9ai}) \quad (4.10)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าของวันทำงานได้บางส่วน แต่ยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.25 และรูปที่ 4.26 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)



รูปที่ 4.25 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.26 Predictions and actual Y_4 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
 ประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	2.711 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{4i}	0.00007 (0.000)
X_{8ai}	0.856 (0.000)
X_{8ci}	0.483 (0.000)
X_{8di}	0.247 (0.000)
X_{9ai}	0.00014 (0.000)
Deviance	2,435
Log-Likelihood	-15,634
Akaike's Information Criterion (AIC)	15,650
Bayesian Information Criteria (BIC)	15,696
Theta	18.561
Std. Err.	1.040
Likelihood Ratio Chi-Square	2,489
Degrees of Freedom	6
Significant (Sig.)	0.000

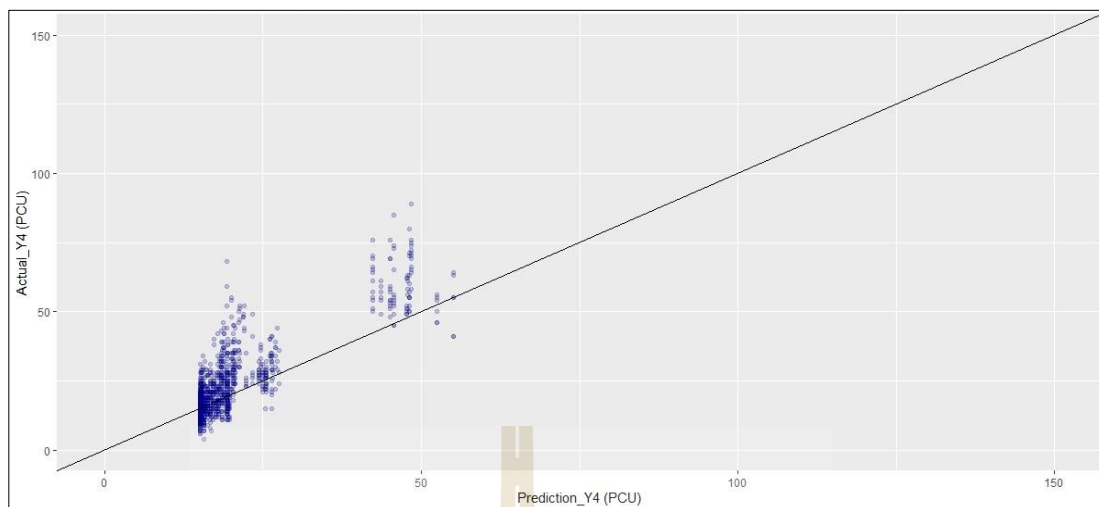
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
 ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1
 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่ม
 เรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมง
 นั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง
 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวัน
 ทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบ

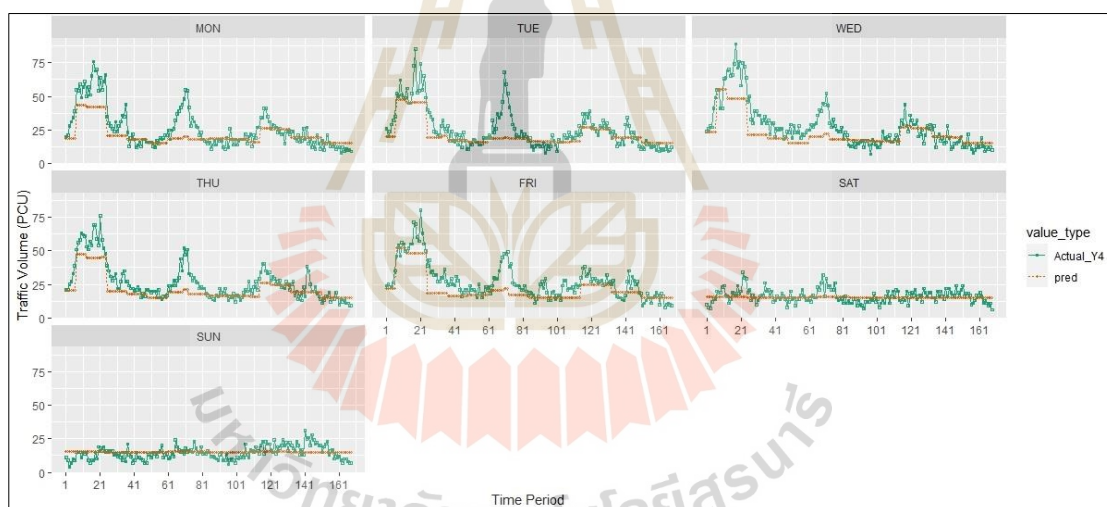
ที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลัง จะเริ่มเรียน วิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อย กว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก ประตูดู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้ คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.11

$$Y_4 = \text{Exp} (2.711 + 0.0001X_{2i} + 0.00007X_{4i} + 0.856X_{8ai} + 0.483X_{8ci} + 0.247X_{8di} + 0.00014X_{9ai}) \quad (4.11)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใน ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของ ปริมาณจราจรได้ทุกช่วงเวลา รวมไปถึงในช่วงเวลาปกติ แต่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วง เข้าของวันทำงานในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ได้บางส่วน และยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณ จราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.27 และรูปที่ 4.28 ซึ่งเป็นการนำเอา แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจาก ประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ ค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยว ซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)



รูปที่ 4.27 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.28 Predictions and actual Y_4 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
 ประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยพหุคูณ

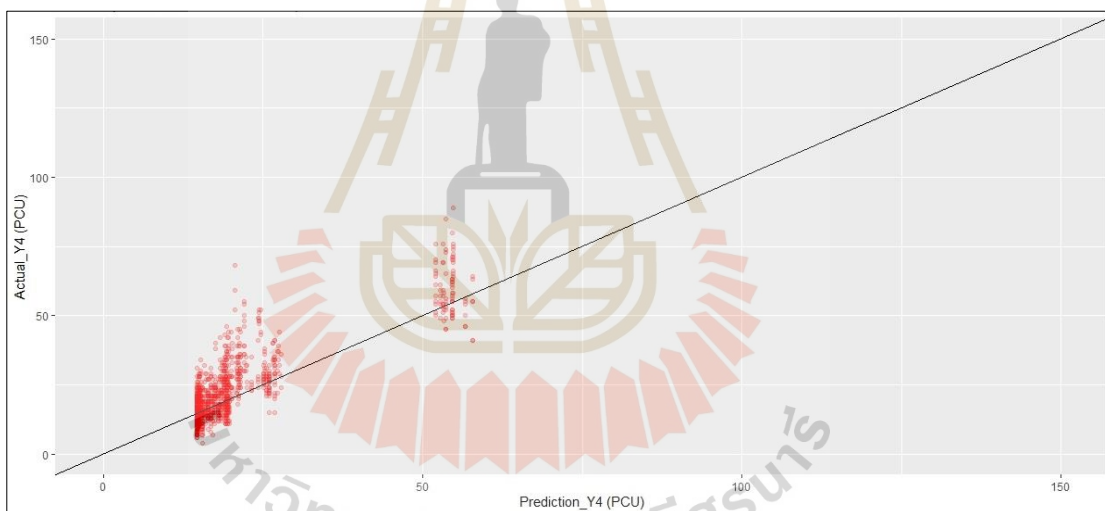
Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	14.650 (0.000)
X_{2i}	0.002 (0.000)
X_{4i}	0.001 (0.000)
X_{8ai}	33.510 (0.000)
X_{8ci}	10.430 (0.000)
X_{8di}	4.559 (0.000)
X_{9ai}	0.006 (0.000)
R^2	0.738
Adjusted R^2	0.737

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

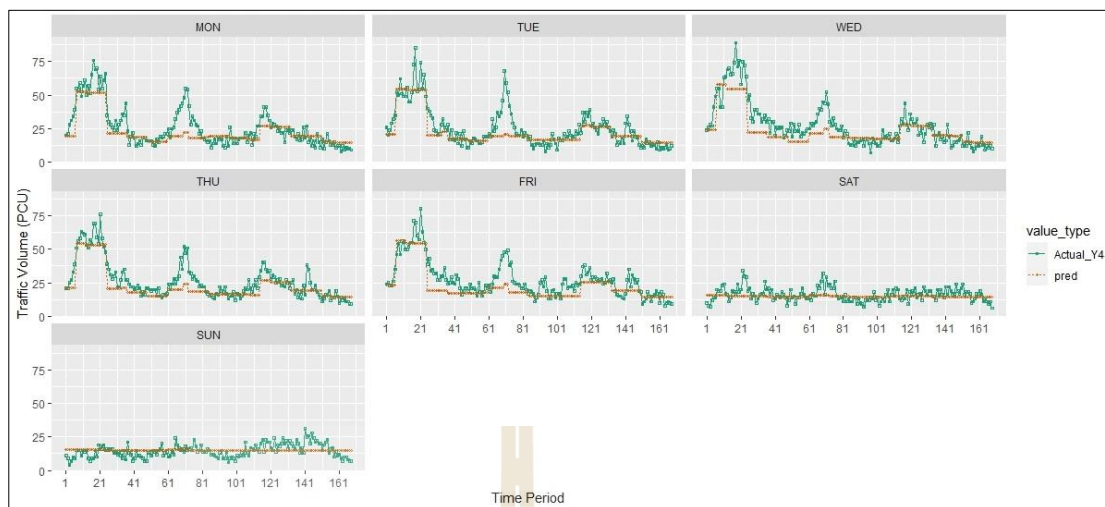
จากตารางที่ 4.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที
 ในทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่
 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจาก
 ชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อม
 ช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59
 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00
 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน
 (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปใน
 ช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือ
 เท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู่ 1
 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้
 จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่า
 สัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.737 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับสูง ผลของ
 แบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.12

$$Y_4 = 14.650 + 0.002X_{2i} + 0.001X_{4i} + 33.510X_{8ai} + 10.430X_{8ci} + 4.559X_{8di} + 0.006X_{9ai} \quad (4.12)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้ดีในระดับหนึ่งในช่วงวันทำงานปกติ แต่ในช่วงวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ดังแสดงในรูปที่ 4.29 และรูปที่ 4.30 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.29 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.30 Predictions and actual Y_4 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

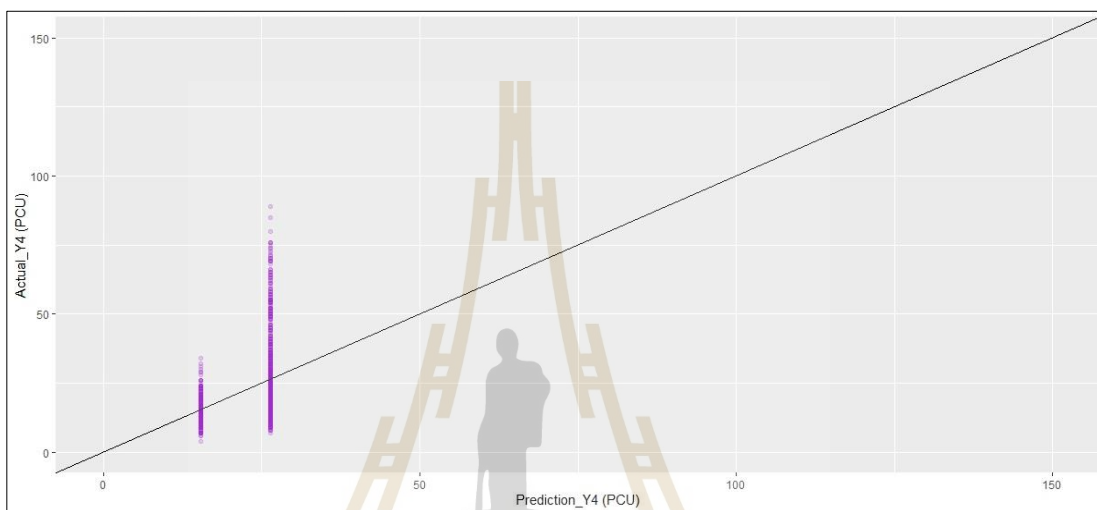
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แสดงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

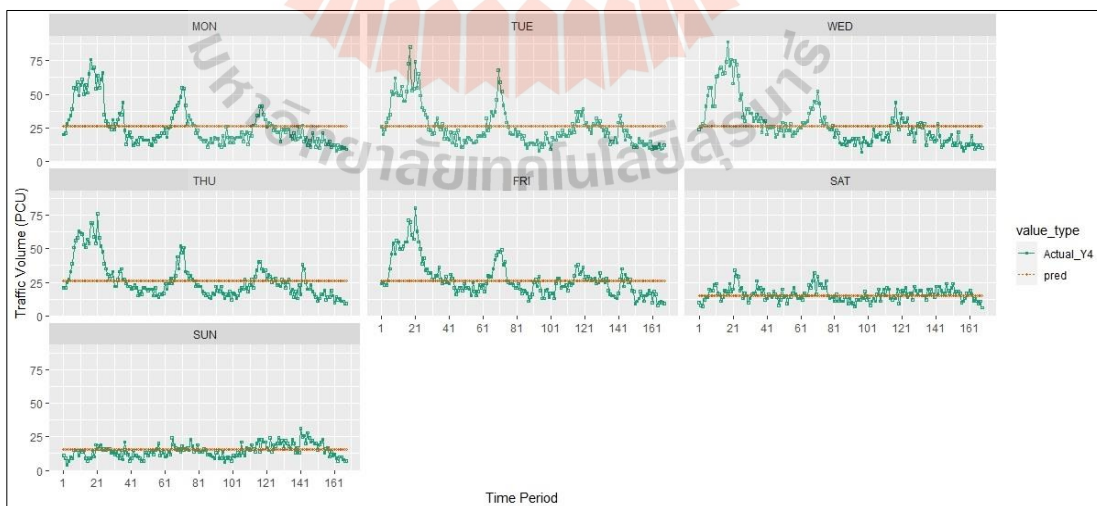
ทิศทาง Y_4	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	3.000
Mean	23.233
Maximum	97.000
Variance	198.258

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้ง

วันนั้นให้ผลดีในกรณีที่ปริมาณจราจรมีการแปรผันตามเวลาที่ค่อนข้างน้อย และให้ผลดีในกรณีของวันหยุด (วันเสาร์-วันอาทิตย์) โดยจะไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรจริงได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₄) แสดงดังรูปที่ 4.31 และรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.31 Actual volume Y₄ vs predictions Y₄ (Average Method)



รูปที่ 4.32 Predictions and actual Y₄ by date/time (Average Method)

4.3.5 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาชง (Y_5)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาชง (Y_5) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาชง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	1.968 (0.000)
X_{2i}	0.00006 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{4i}	0.00007 (0.000)
X_{6ai}	0.181 (0.000)
X_{7ai}	0.117 (0.003)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.22 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาชง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ (ต่อ)

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
X_{8ai}	0.510 (0.000)
X_{8ci}	0.426 (0.000)
X_{10bi}	0.003 (0.000)
Overdispersion parameter	3.214
Null Deviance: Degree of Freedom	9,960 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	6,733 : 2,343
Residual Deviance /Degrees of Freedom	2.874

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

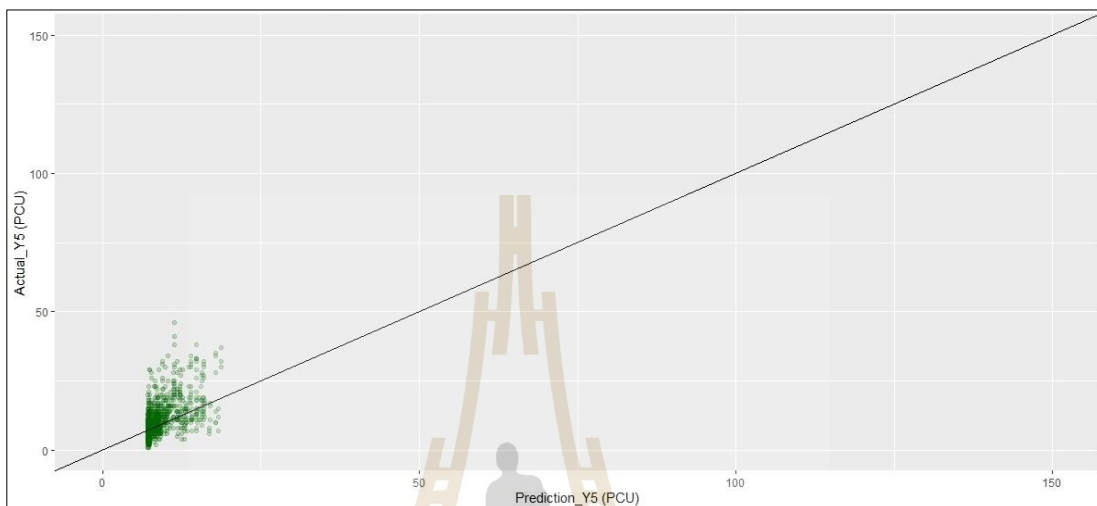
จากตารางที่ 4.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์

จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 3.214 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัชของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.13

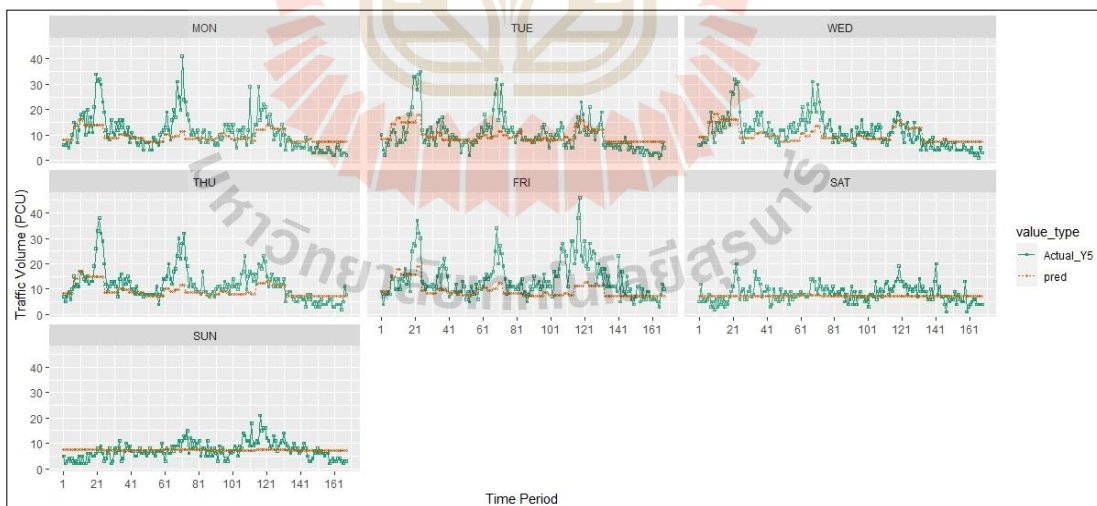
$$Y_5 = \text{Exp} (1.968 + 0.00006X_{2i} + 0.00003X_{3i} + 0.00007X_{4i} + 0.181X_{6ai} + 0.117X_{7ai} + 0.510X_{8ai} + 0.426X_{8ci} + 0.003X_{10bi}) \quad (4.13)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ไม่ดีเท่าที่ควรในช่วงเวลาปกติและแบบจำลองยังสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานได้ในบางช่วงของวัน แต่ยังไม่สามารถตรวจจับช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.33 และรูปที่ 4.34

ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาชาง (Y_5) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.33 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.34 Predictions and actual Y_5 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

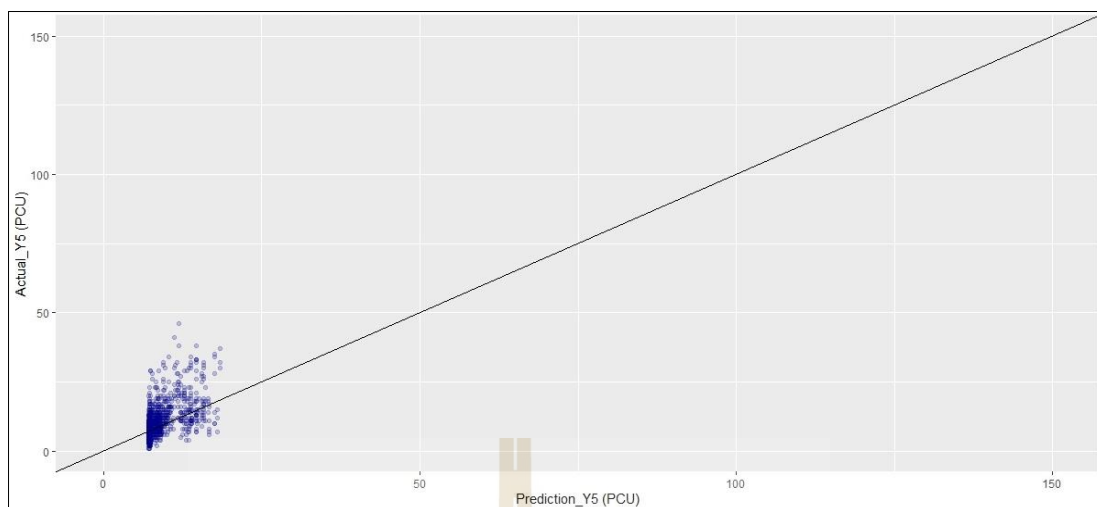
Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	1.970 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{4i}	0.0001 (0.000)
X_{6ai}	0.174 (0.000)
X_{7ai}	0.116 (0.002)
X_{8ai}	0.502 (0.000)
X_{8ci}	0.470 (0.000)
X_{10bi}	0.0003 (0.000)
Deviance	2,446
Log-Likelihood	-14,120
Akaike's Information Criterion (AIC)	14,140
Bayesian Information Criteria (BIC)	14,197
Theta	5.631
Std. Err.	0.260
Likelihood Ratio Chi-Square	869
Degrees of Freedom	8
Significant (Sig.)	0.000

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

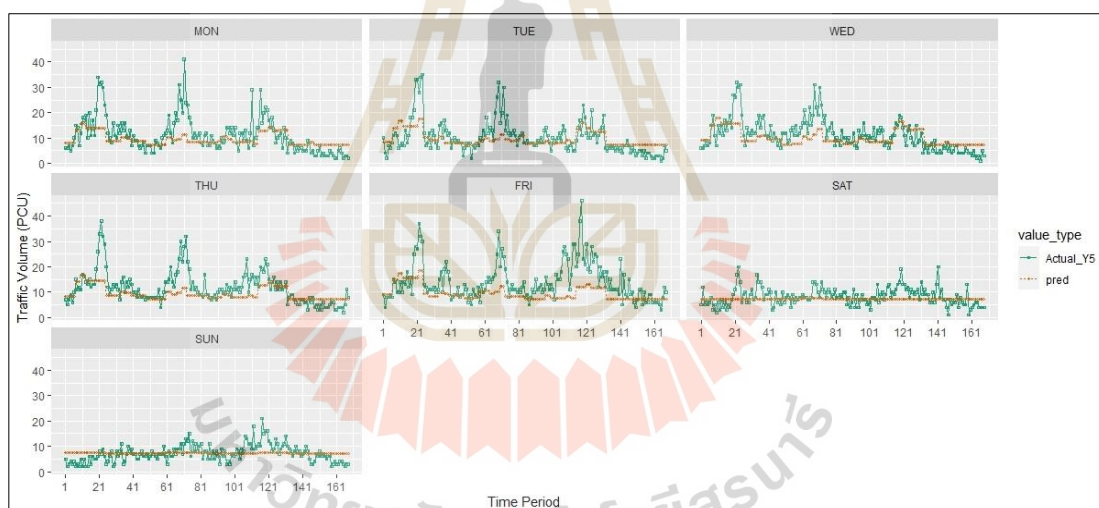
จากตารางที่ 4.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนใน ชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชา ถัดไปใน ช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า หรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก หอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ในเชิง บวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.14

$$Y_5 = \text{Exp} (1.970 + 0.0001X_{2i} + 0.00003X_{3i} + 0.0001X_{4i} + 0.174X_{6ai} + 0.116X_{7ai} + 0.502X_{8ai} + 0.470X_{8ci} + 0.0003X_{10bi}) \quad (4.14)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับ การแปรผันของปริมาณจราจรได้ไม่ดีเท่าที่ควรช่วงเวลาปกติ แต่ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานนั้นแบบจำลองสามารถตรวจจับได้เป็นบางช่วง แต่ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันหยุด ยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ แสดงดังรูปที่ 4.35 และรูปที่ 4.36 ซึ่งเป็นการนำเอา แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพัก มุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แล้วนำมา เปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.35 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.36 Predictions and actual Y_5 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	6.935 (0.000)
X_{2i}	0.001 (0.000)
X_{3i}	0.0004 (0.000)
X_{4i}	0.001 (0.000)
X_{6ai}	1.869 (0.000)
X_{7ai}	1.145 (0.008)
X_{8ai}	7.222 (0.000)
X_{8ci}	4.971 (0.000)
Variable	Multiple linear regression Model
X_{9ai}	0.002 (0.000)
X_{10bi}	0.003 (0.000)
R^2	0.315
Adjusted R^2	0.313

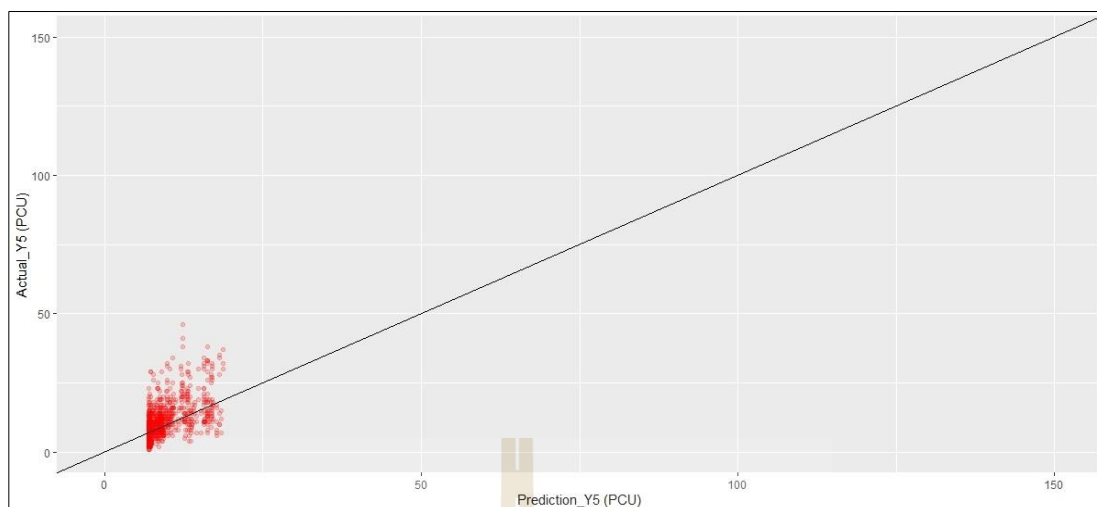
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.24 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง

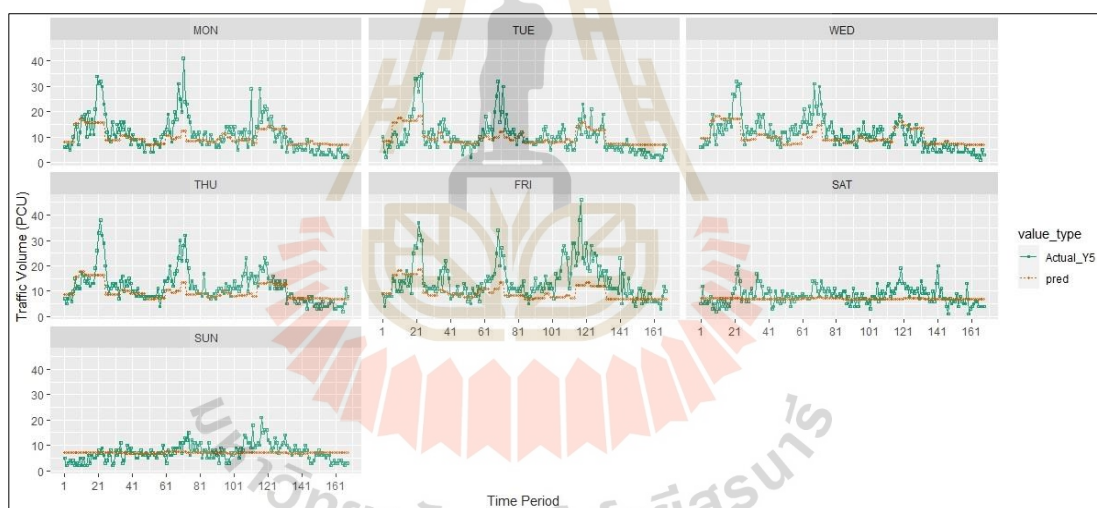
16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทาง Y_5 ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การ ทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.313 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดง ดังสมการที่ 4.15

$$Y_5 = 6.935 + 0.001X_{2i} + 0.0004X_{3i} + 0.001X_{4i} + 1.869X_{6ai} + 1.145X_{7ai} + 7.222X_{8ai} + 4.971X_{8ci} + 0.002X_{9ai} + 0.003X_{10bi} \quad (4.15)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้ดี ในระดัหนึ่ง สำหรับในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันทำงานปกติแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ดีพอ และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ แสดงดังรูปที่ 4.37 และรูปที่ 4.38 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.37 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.38 Predictions and actual Y_5 by date/time (Multiple linear regression)

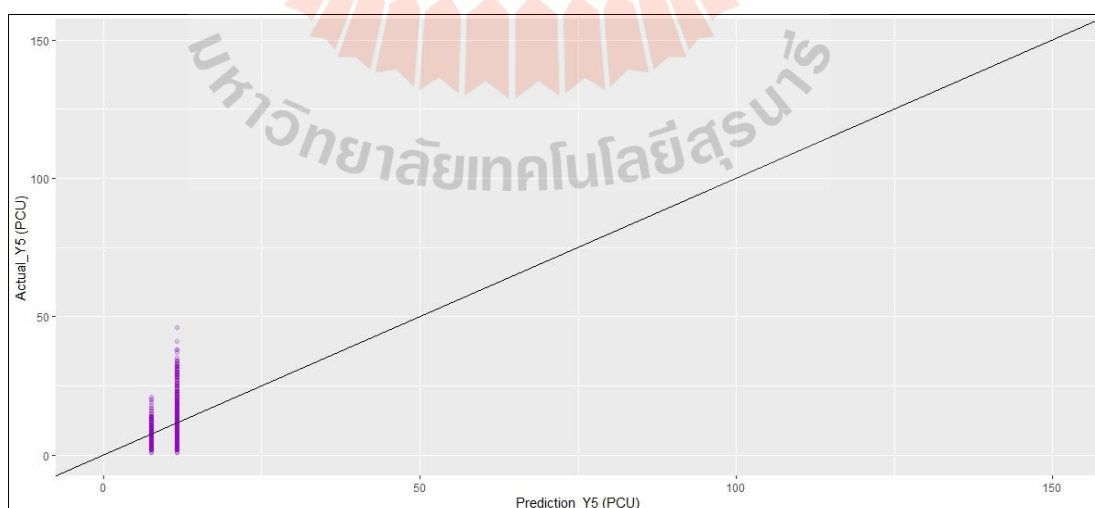
(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ศึกษาจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แสดงดังตารางที่ 4.25

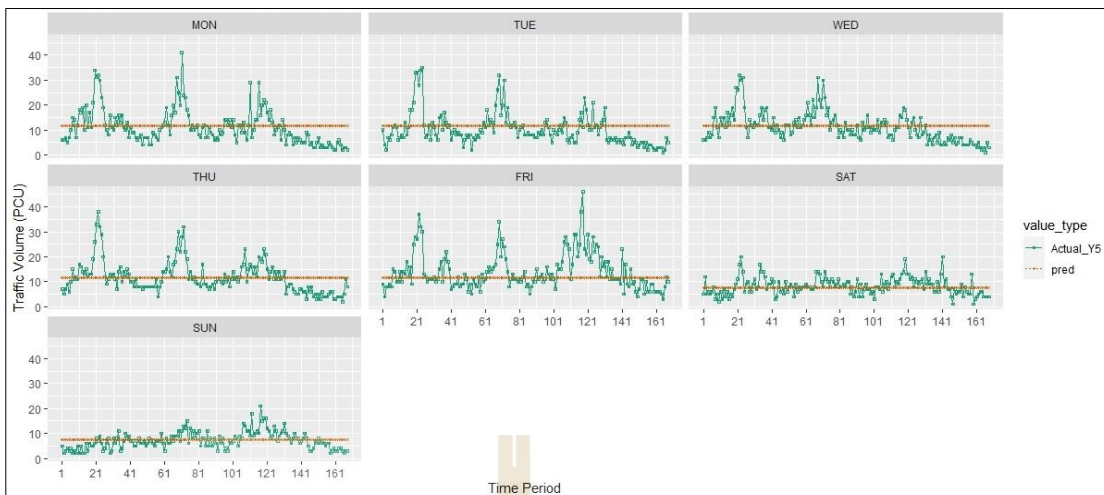
ตารางที่ 4.25 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทาง จากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ทิศทาง Y_5	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	10.433
Maximum	72.000
Variance	50.765

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นให้ผลดีในกรณีของวันหยุด (วันเสาร์-วันอาทิตย์) แต่ไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจร ในช่วงวันธรรมดา (วันจันทร์-วันศุกร์) ได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แสดงดังรูปที่ 4.39 และรูปที่ 4.40



รูปที่ 4.39 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Average Method)



รูปที่ 4.40 Predictions and actual Y_5 by date/time (Average Method)

4.3.6 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	3.145 (0.000)
X_{7ai}	0.167 (0.000)
X_{8ci}	0.693 (0.000)
X_{8di}	1.038 (0.000)
X_{8ei}	0.741 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	8.215
Null Deviance: Degree of Freedom	29,422 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	16,672 : 2,346
Residual Deviance /Degrees of Freedom	7.107

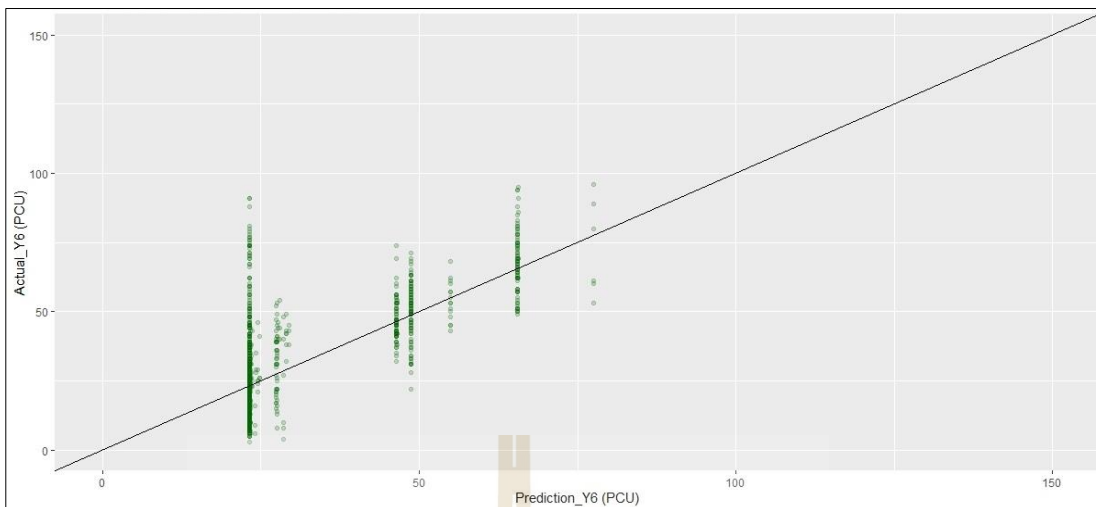
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.26 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้แก่ ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

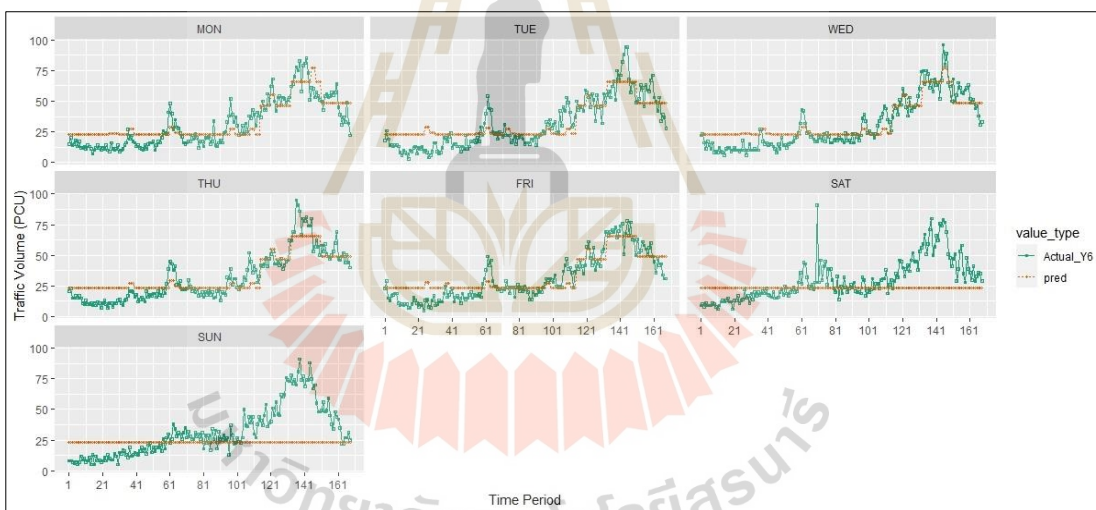
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชองพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 8.215 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชองจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัชอง และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.16

$$Y_6 = \text{Exp} (3.145 + 0.167X_{7ai} + 0.693X_{8ci} + 1.038X_{8di} + 0.741X_{8ei} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.16)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชอง แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ตลอดทั้งวัน แต่สามารถช่วยจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานในช่วงเย็นได้ แต่ไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในวันหยุดได้ แต่ในสำหรับทิศทางนี้มีปริมาณในช่วงเย็นที่สูง ส่งผลได้ว่าทิศทางนี้เป็นที่ทางที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางออกจากอาคารเรียนของนักศึกษา และยังเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกงานอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.41 และรูปที่ 4.42 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชอง ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.41 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.42 Predictions and actual Y_6 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สกัดจากหอพักแถวชายคู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
หอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	3.141 (0.000)
X_{7ai}	0.206 (0.000)
X_{8ci}	0.692 (0.000)
X_{8di}	1.040 (0.000)
X_{8ei}	0.740 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Deviance	2,450
Log-Likelihood	-18,962
Akaike's Information Criterion (AIC)	18,976
Bayesian Information Criteria (BIC)	19,017
Theta	4.442
Std. Err.	0.150
Likelihood Ratio Chi-Square	1,121
Degrees of Freedom	5
Significant (Sig.)	0.000

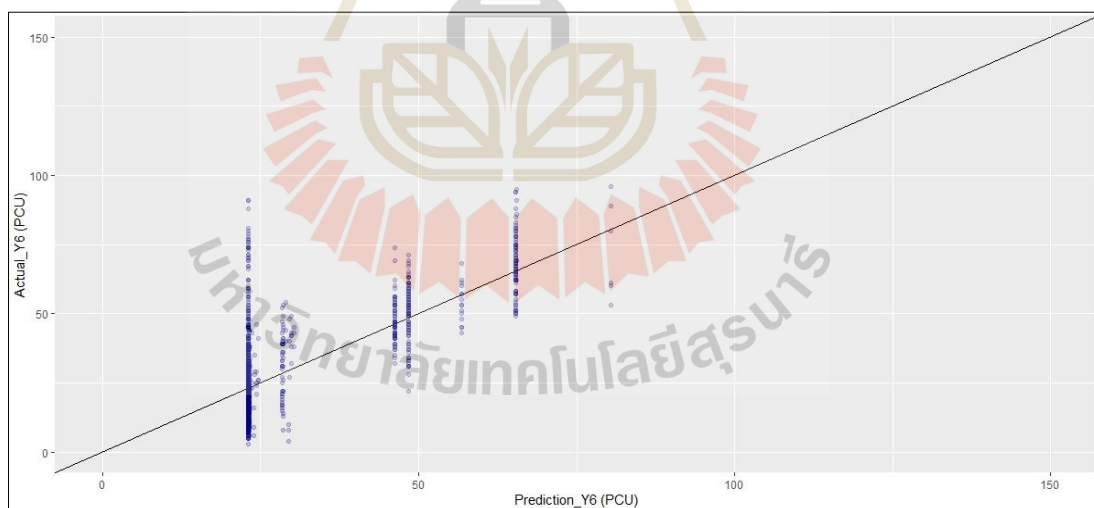
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.27 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
ทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผล
ต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้แก่ ช่วงเวลา i นั้นอยู่
ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คน
หรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 -
17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง
18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวัน
ทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบ
เรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลา พักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง

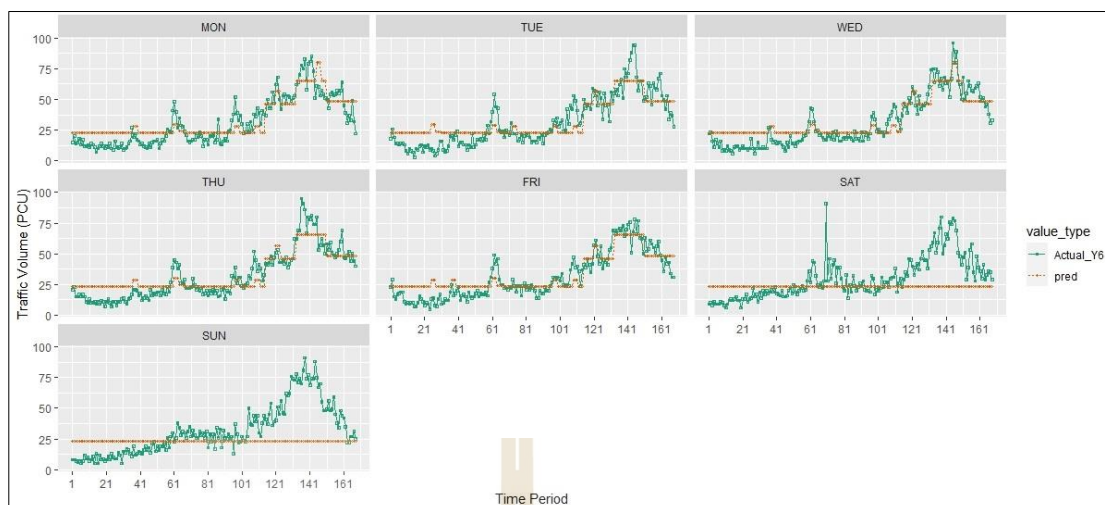
(X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.17

$$Y_6 = \text{Exp} (3.141 + 0.206X_{7ai} + 0.692X_{8ci} + 1.040X_{8di} + 0.740X_{8ei} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.17)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันได้ดีเท่าที่ควร แต่สามารถช่วยจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (peak hour) ของวันทำงานในช่วงเย็นได้ดีพอสมควร แต่ไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในวันหยุดได้ แสดงดังรูปที่ 4.43 และรูปที่ 4.44 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6)



รูปที่ 4.43 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.44 Predictions and actual Y_6 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่ศึกษาจากหอพักเดี่ยวชายคู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเดี่ยวชายคู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

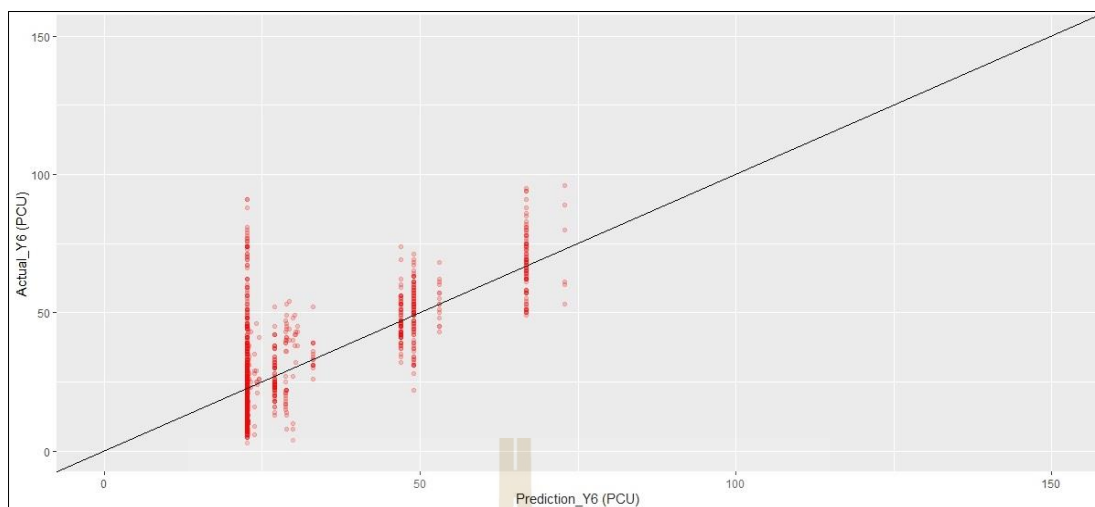
Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	22.650 (0.000)
X_{7ai}	6.076 (0.000)
X_{8bi}	4.276 (0.000)
X_{8ci}	24.250 (0.000)
X_{8di}	44.190 (0.000)
X_{8ei}	26.390 (0.000)
X_{11bi}	0.003 (0.000)
R^2	0.482
Adjusted R^2	0.481

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

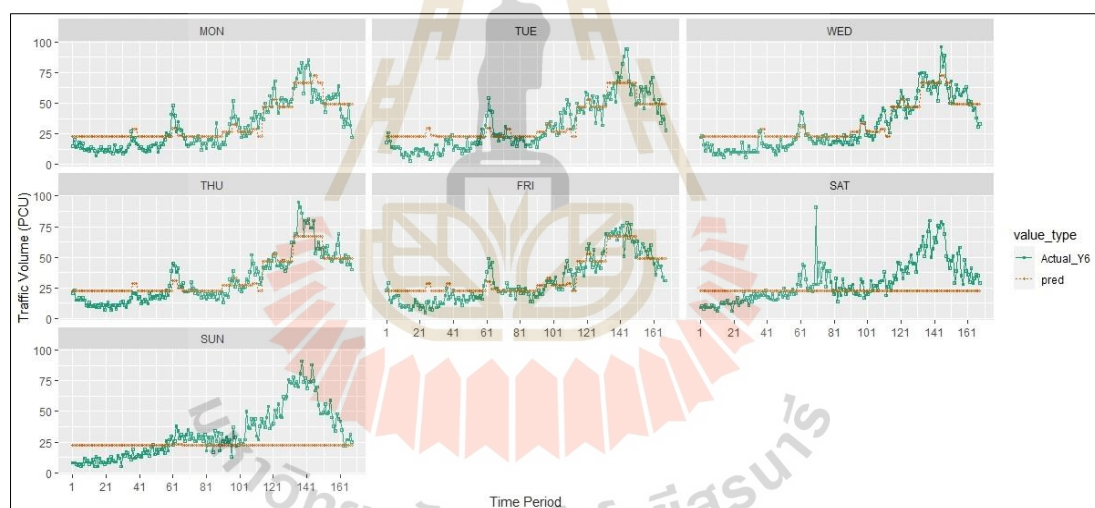
จากตารางที่ 4.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้แก่ ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.481 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.18

$$Y_6 = 22.650 + 6.076X_{7ai} + 4.276X_{8bi} + 24.250X_{8ci} + 44.190X_{8di} + 26.390X_{8ei} + 0.003X_{11bi} \quad (4.18)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้ดีพอสมควร โดยเฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเย็นของวันทำงานปกติ แต่สำหรับวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนได้ แสดงดังรูปที่ 4.45 และรูปที่ 4.46 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.45 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.46 Predictions and actual Y_6 by date/time (Multiple linear regression)

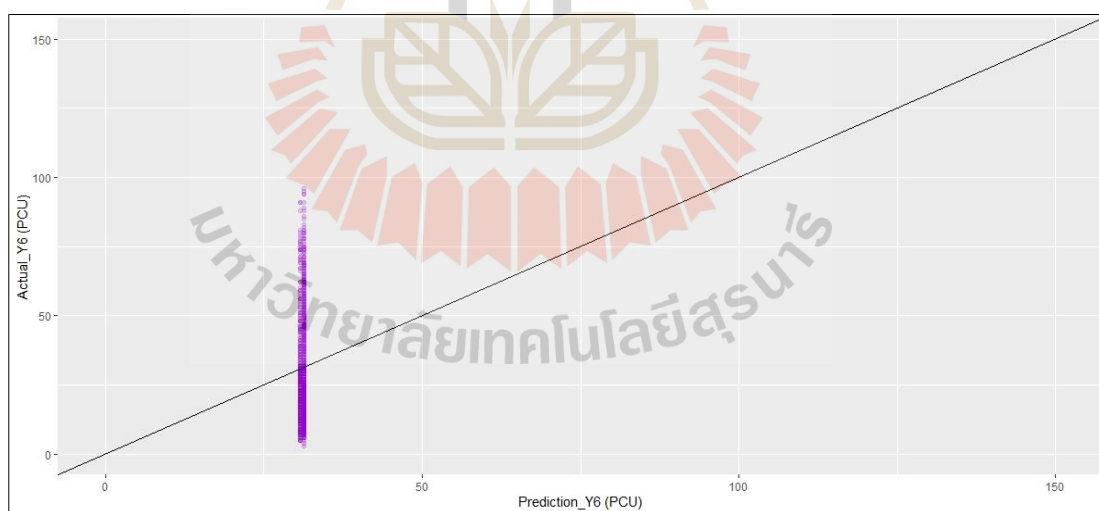
(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สทงจากหอฟักเดี่ยวซ้ายคู่ประตู 1 (Y_6) แสดงดังตารางที่ 4.29

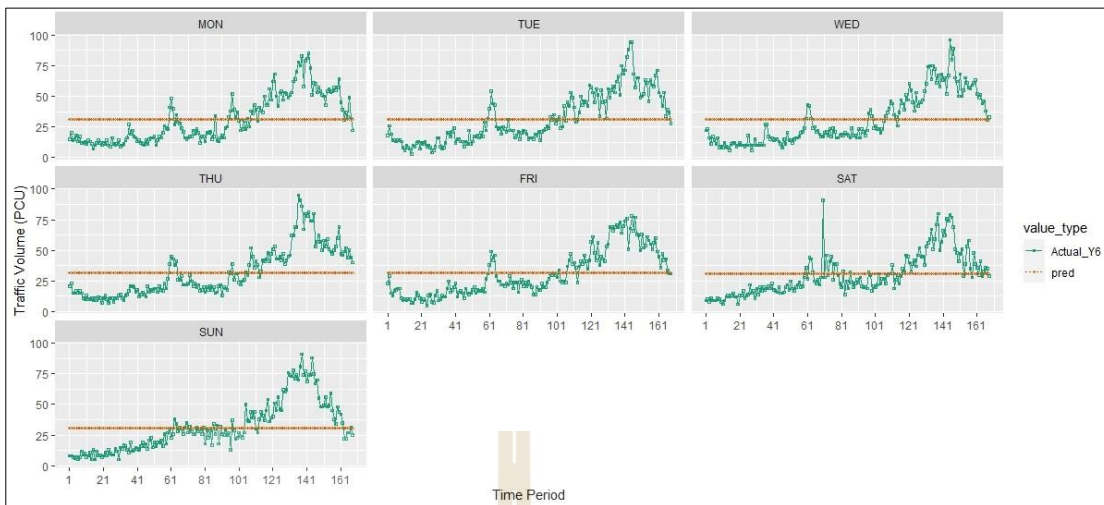
ตารางที่ 4.29 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทาง จากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ทิศทาง Y_6	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	3.000
Mean	31.170
Maximum	125.000
Variance	416.693

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทาง แยกภายในมหาวิทยาลัย ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็น ตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นในผลดีในช่วงวันหยุด (เสาร์-อาทิตย์) ไม่สามารถ สะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในทิศทางนี้ได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการ พยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แสดงดังรูปที่ 4.47 และรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.47 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Average Method)



รูปที่ 4.48 Predictions and actual Y_6 by date/time (Average Method)

4.3.7 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	3.021 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{5i}	0.0001 (0.000)
X_{7ai}	0.252 (0.000)
X_{8bi}	0.250 (0.000)
X_{8ci}	0.886 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.30 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ (ต่อ)

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
X_{8di}	0.730 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	5.443
Null Deviance: Degree of Freedom	26,367 : 2,351
Residual Deviance: Degrees of Freedom	12,135 : 2,344
Residual Deviance /Degrees of Freedom	5.177

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

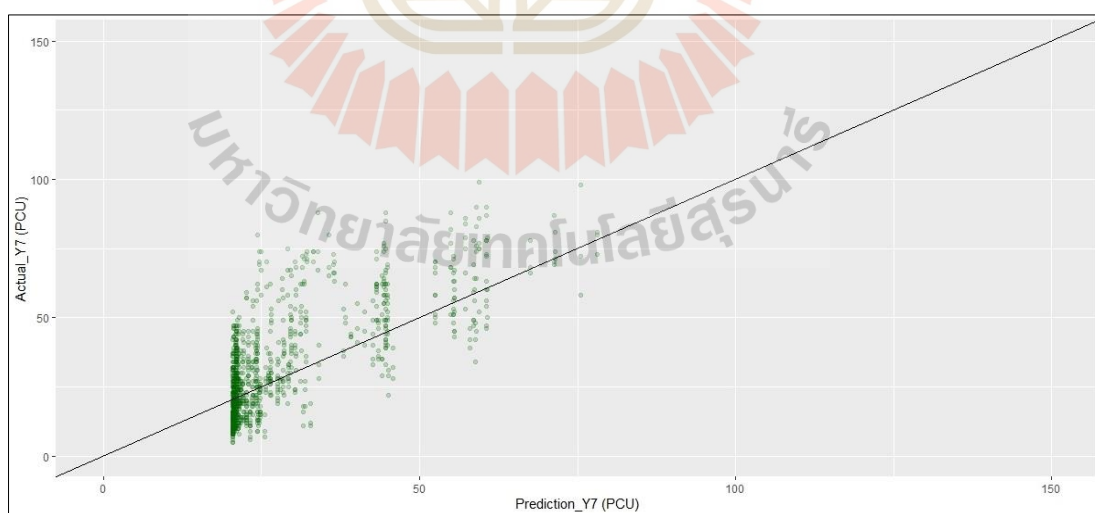
จากตารางที่ 4.30 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ พบว่า ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 5.443 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอย

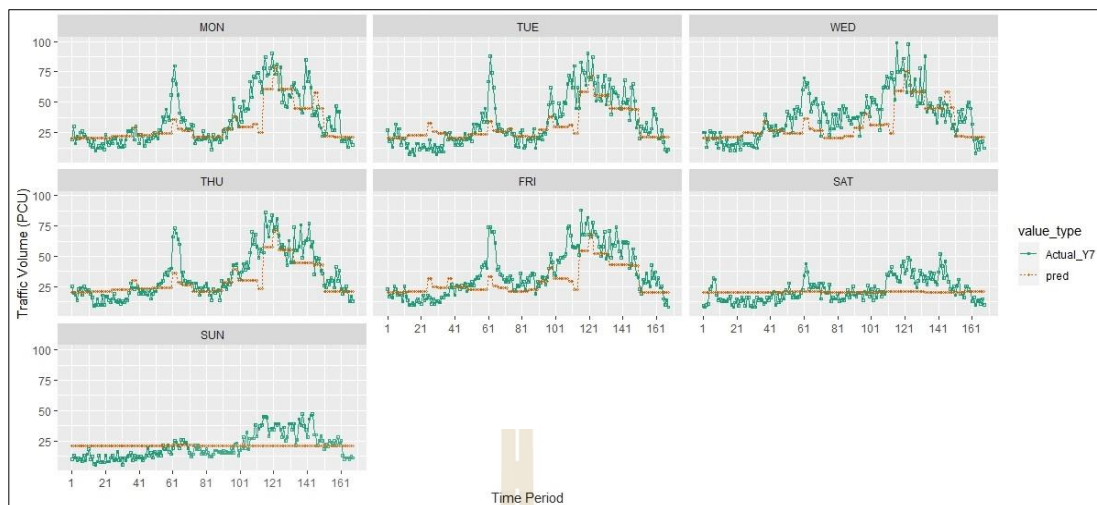
แบบกึ่งพัชของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัชของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.19

$$Y_7 = \text{Exp} (3.021 + 0.0001X_{3i} + 0.0001X_{5i} + 0.252X_{7ai} + 0.250X_{8bi} + 0.886X_{8ci} + 0.730X_{8di} + 0.000X_{11bi}) \quad (4.19)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่าแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีในตลอดทั้งวัน แต่ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็นของวันทำงานนั้นแบบจำลองสามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ดีพอสมควร แต่ในวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ทั้งในเวลาปกติและช่วงชั่วโมงเร่งด่วน แสดงดังรูปที่ 4.49 และรูปที่ 4.50 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.49 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.50 Predictions and actual Y_7 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	3.009 (0.000)
X_{3i}	0.00008 (0.000)
X_{5i}	0.00005 (0.000)
X_{7ai}	0.285 (0.000)
X_{8bi}	0.249 (0.000)
X_{8ci}	0.890 (0.000)
X_{8di}	0.750 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.31 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1
และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ (ต่อ)

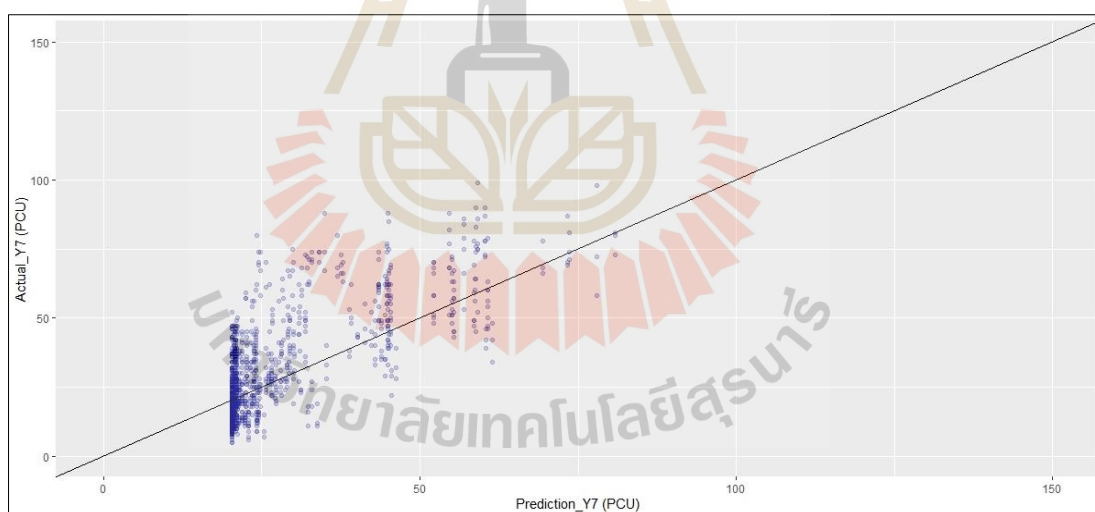
Variable	Negative Binomial regression Model
Deviance	2,436
Log-Likelihood	-18,240
Akaike's Information Criterion (AIC)	18,258
Bayesian Information Criteria (BIC)	18,310
Theta	6.811
Std. Err.	0.250
Likelihood Ratio Chi-Square	1,643
Degrees of Freedom	7
Significant (Sig.)	0.000

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

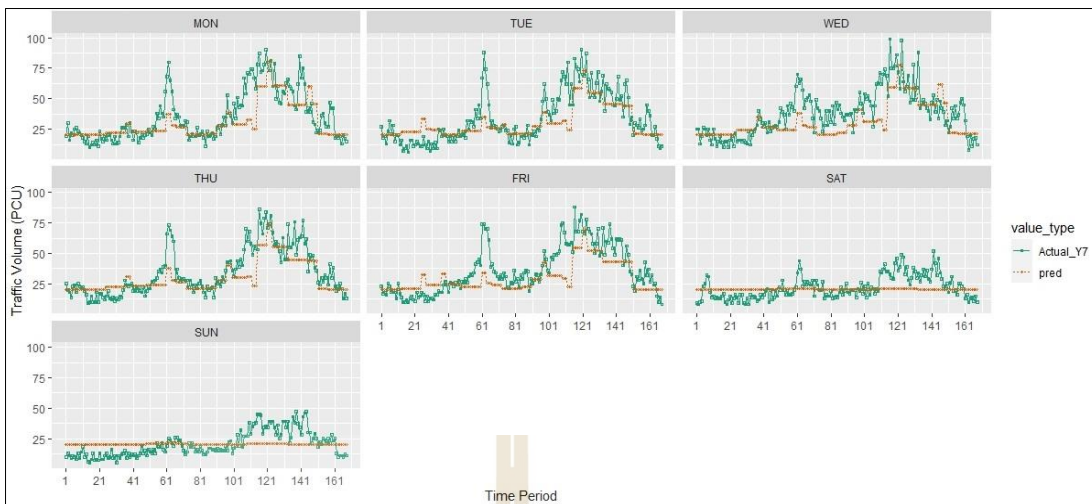
จากตารางที่ 4.31 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
ทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และ
เลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจร
ทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยว
ขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้า
ชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลา i
(X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมง
นั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง
14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวัน
ทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบ
ที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ
หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ
1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7)
ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.20

$$Y_7 = \text{Exp} (3.009 + 0.00008X_{3i} + 0.00005X_{5i} + 0.285X_{7ai} + 0.249X_{8bi} + 0.890X_{8ci} + 0.750X_{8di} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.20)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่แบบจำลองยังสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็นได้บางส่วนของวันทำงาน แต่ในวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ทั้งในเวลาปกติและช่วงชั่วโมงเร่งด่วน แสดงดังรูปที่ 4.51 และรูปที่ 4.52 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.51 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.52 Predictions and actual Y_7 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	19.900 (0.000)
X_{3i}	0.002 (0.000)
X_{5i}	0.001 (0.000)
X_{7ai}	10.670 (0.000)
X_{8bi}	7.932 (0.000)
X_{8ci}	37.700 (0.000)
X_{8di}	25.790 (0.000)
X_{10bi}	0.002 (0.049)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.32 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ (ต่อ)

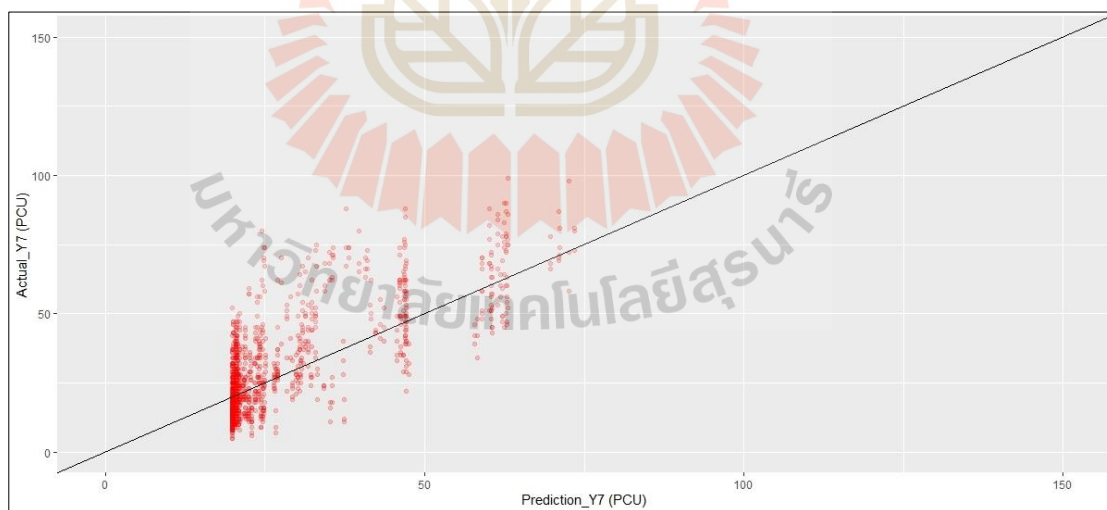
Variable	Multiple linear regression Model
X_{11bi}	0.006 (0.000)
R^2	0.572
Adjusted R^2	0.571

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

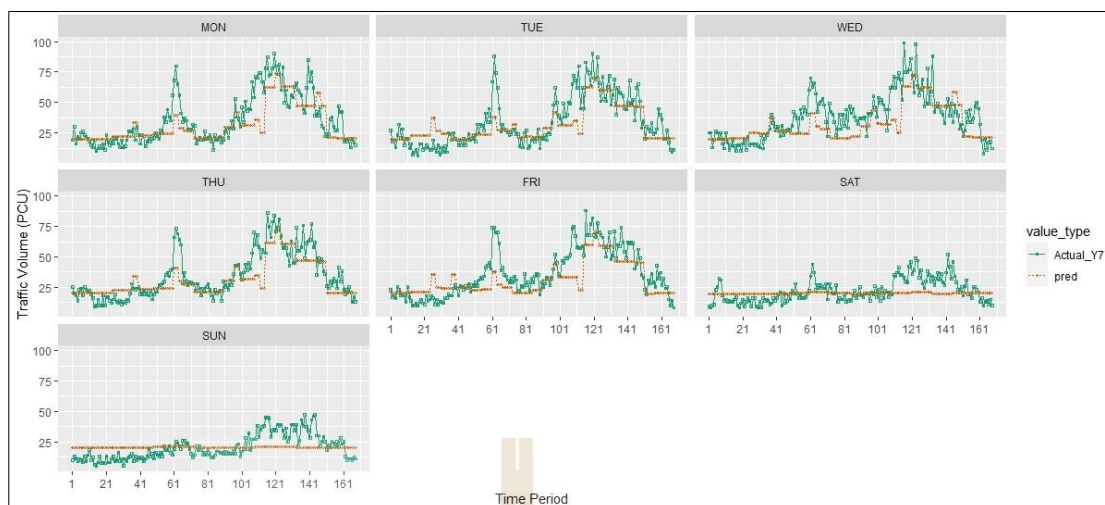
จากตารางที่ 4.32 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้า ชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ครอบคลุมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้า มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.571 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลางผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.21

$$Y_7 = 19.900 + 0.002X_{3i} + 0.001X_{5i} + 10.670X_{7ai} + 7.932X_{8bi} + 37.700X_{8ci} + 25.790X_{8di} + 0.002X_{10bi} + 0.006X_{11bi} \quad (4.21)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้ดีในระดับหนึ่ง และแบบจำลองยังสามารถตรวจจับปริมาณในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็นของวันทำงานธรรมดาได้ดีพอสมควร แต่ในช่วงวันหยุดแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันได้ทั้งช่วงเวลาปกติและช่วงชั่วโมงเร่งด่วนแสดงดังรูปที่ 4.53 และรูปที่ 4.54 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.53 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.54 Predictions and actual Y_7 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

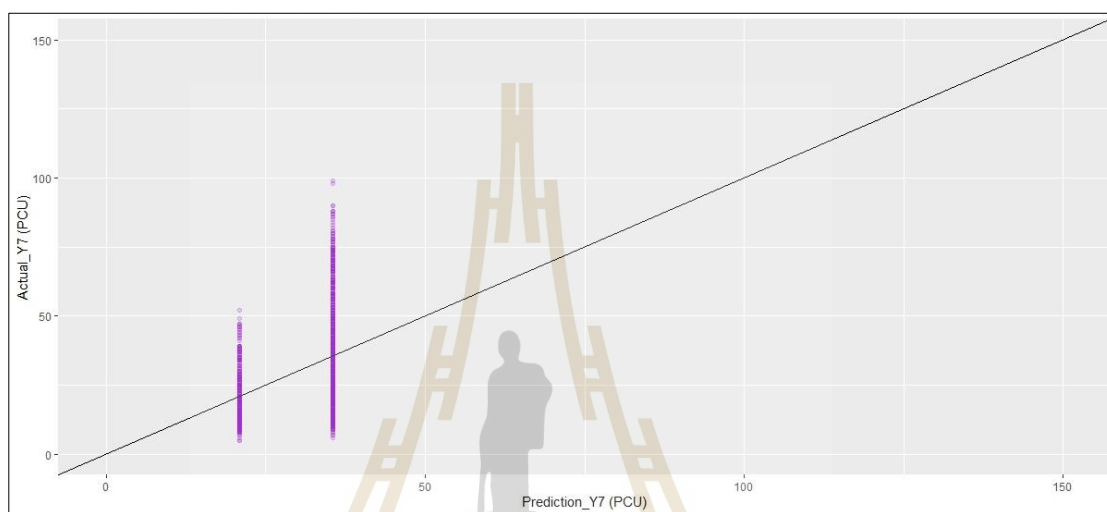
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แสดงดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

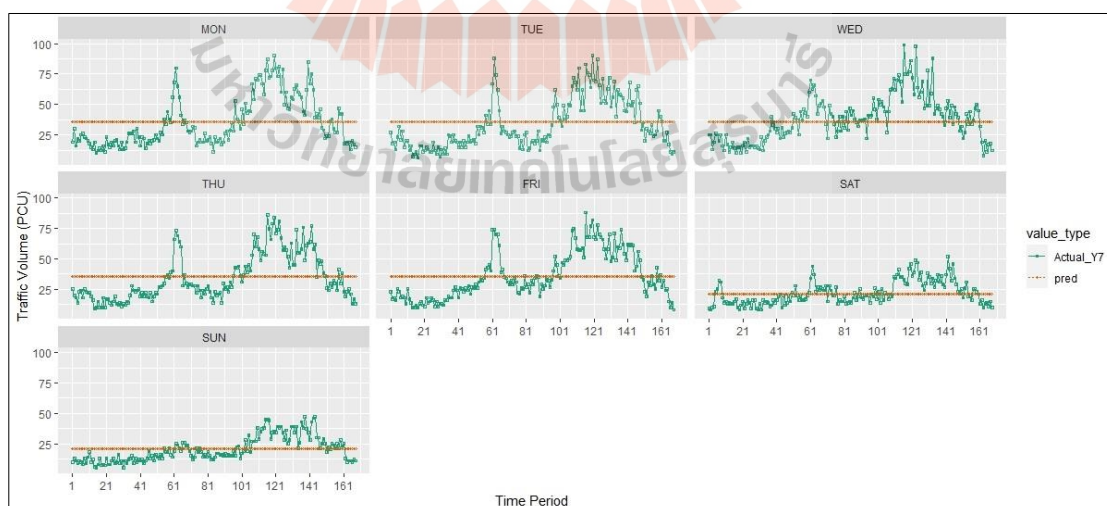
ทิศทาง Y_7	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	2.000
Mean	31.305
Maximum	125.000
Variance	381.710

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็น

ตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นให้ผลดีในกรณีของสั้นหยุด (วันเสาร์-วันอาทิตย์) แต่ไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในช่วงวันธรรมดาได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แสดงดังรูปที่ 4.55 และรูปที่ 4.56



รูปที่ 4.55 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Average Method)



รูปที่ 4.56 Predictions and actual Y_7 by date/time (Average Method)

4.4 การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองของกรณีที่ 1

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง (Odeck & Welde, 2017) โดยนำแบบจำลองที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำกับข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจริงหรือเรียกอีกอย่างว่าข้อมูลชุดทดสอบ (Testing data set) นำมาเปรียบเทียบ โดยดูจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error : RMSE) ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง กรณีที่ 1

ทิศทาง	Root mean square error: RMSE (PCU)			
	Quasi-Poisson Regression	Negative Binomial regression	Multiple linear regression	Average Method
Y ₁	10.767	10.970	10.108	11.724
Y ₂	33.011	34.567	29.346	32.356
Y ₃	15.187	15.122	15.053	19.421
Y ₄	8.745	8.758	7.885	12.591
Y ₅	5.530	5.526	5.385	6.009
Y ₆	13.674	13.673	13.592	19.559
Y ₇	13.358	13.341	12.837	17.504

จากตารางที่ 4.34 พบว่า

- ทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₁) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

- ทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y₂) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

- ทิศทางจากประตู่ 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุด วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่มีความใกล้เคียงกับวิธีการถดถอยพหุคูณ เมื่อเทียบกับค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ

- ทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

- ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่า RMSE รองลงมาจากวิธีการถดถอยพหุคูณ วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

- ทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู่ 1 (Y_6) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซองและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่า RMSE รองลงมาจากวิธีการถดถอยพหุคูณ วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

- ทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

4.5 กรณีที่ 2 เริ่มตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ ครอบคลุมเฉพาะวันทำงาน ในช่วงชั่วโมงปกติและชั่วโมงเร่งด่วน

4.5.1 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	1.723 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{5i}	0.0001 (0.000)
X_{6ai}	0.502 (0.000)
X_{7ai}	0.576 (0.000)
X_{8bi}	0.436 (0.000)
X_{8ci}	1.003 (0.000)
X_{8di}	0.667 (0.000)
X_{11bi}	0.0002 (0.000)
X_{12ai}	0.0003 (0.000)
Overdispersion parameter	7.739
Null Deviance: Degree of Freedom	19,295 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	10,774 : 1,670
Residual Deviance /Degrees of Freedom	6.451

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

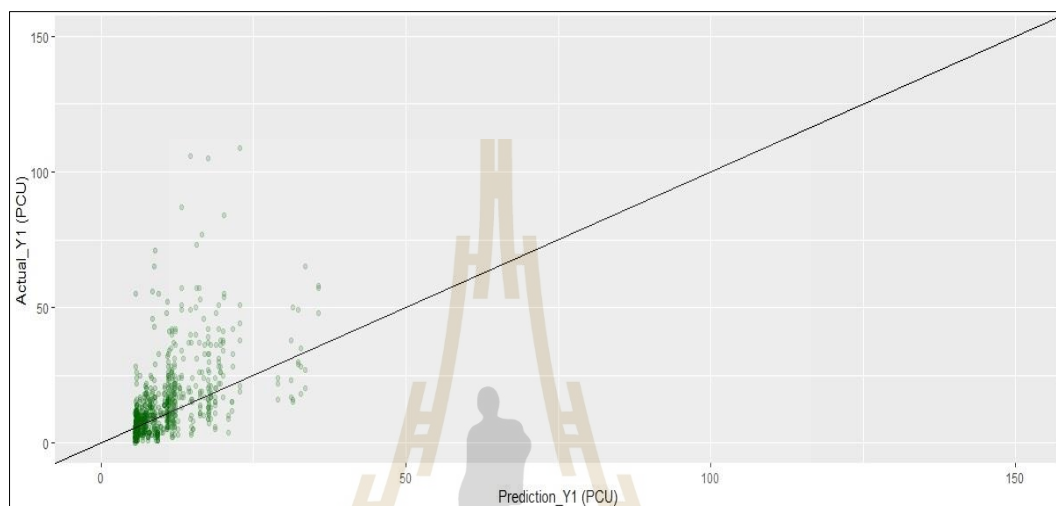
จากตารางที่ 4.35 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี - สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี - สุรนารี (Y_1) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียน ในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 7.739 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัชของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.22

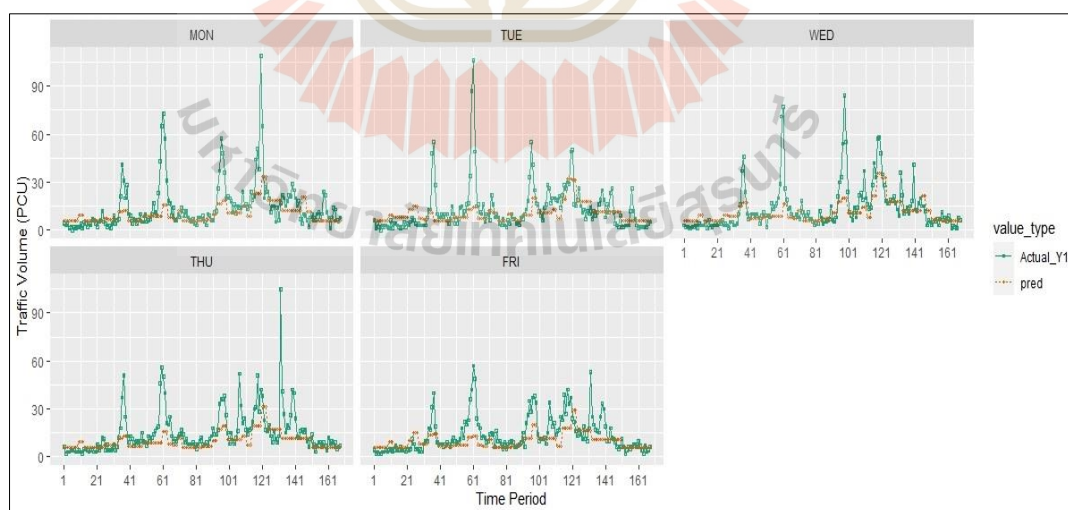
$$Y_1 = \text{Exp} (1.723 + 0.0001X_{3i} + 0.0001X_{5i} + 0.502X_{6ai} + 0.576X_{7ai} + 0.436X_{8bi} + 1.003X_{8ci} + 0.667X_{8di} + 0.0002X_{11bi} + 0.0003X_{12ai}) \quad (4.22)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้บางส่วนแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควร และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงบ่ายและช่วงเย็นของวันธรรมดาได้บ้างช่วงแต่ไม่ดีเท่าที่ควร แสดงดัง

รูปที่ 4.57 และรูปที่ 4.58 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.57 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.58 Predictions and actual Y_1 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในที่สททางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี – สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	1.676 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{5i}	0.0001 (0.000)
X_{6ai}	0.464 (0.000)
X_{7ai}	0.626 (0.000)
X_{8bi}	0.425 (0.000)
X_{8ci}	1.032 (0.000)
X_{8di}	0.738 (0.000)
X_{11bi}	0.0002 (0.000)
X_{12ai}	0.0003 (0.001)
Deviance	1,778
Log-Likelihood	-11,294
Akaike's Information Criterion (AIC)	11,316
Bayesian Information Criteria (BIC)	11,375
Theta	2.643
Std. Err.	0.111
Likelihood Ratio Chi-Square	991
Degrees of Freedom	9
Significant (Sig.)	0.000

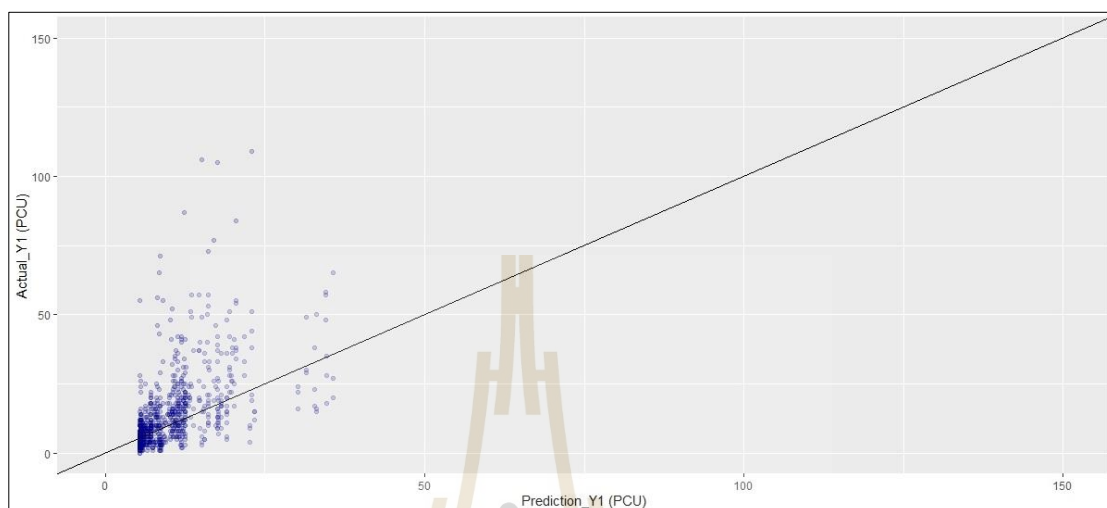
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.36 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.23

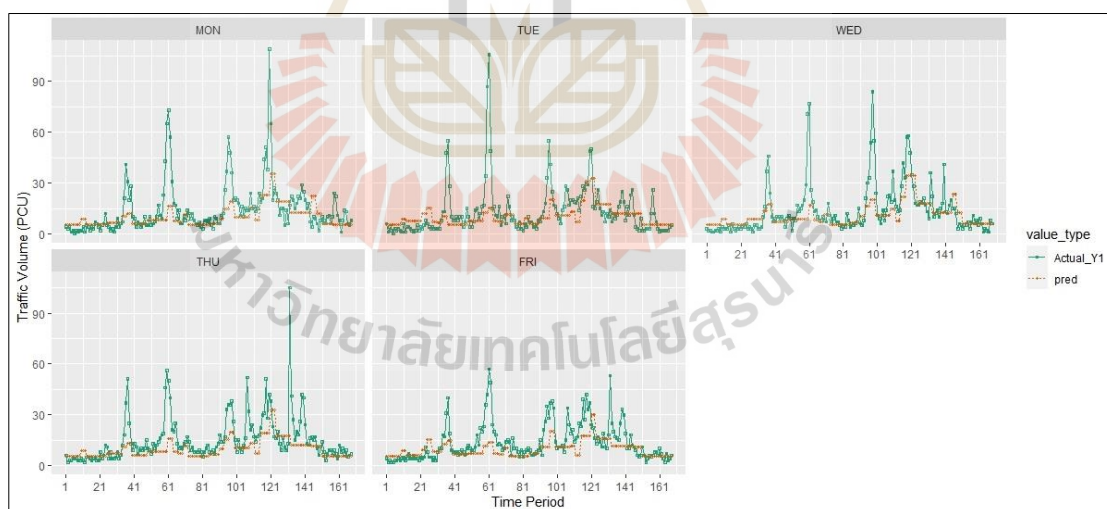
$$Y_1 = \text{Exp} (1.676 + 0.0001X_{3i} + 0.0001X_{5i} + 0.464X_{6ai} + 0.626X_{7ai} + 0.425X_{8bi} + 1.032X_{8ci} + 0.738X_{8di} + 0.0002X_{11bi} + 0.0003X_{12ai}) \quad (4.23)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้บางส่วนในช่วงเวลาปกติแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควร และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงบ่ายและช่วงเย็นของวันทำงาน ได้บ้างช่วงแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากทิศทางนี้มีปริมาณจราจรจริงที่สูงในช่วงบ่ายและช่วงเย็น แสดงดังรูปที่ 4.59 และรูปที่ 4.60 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.59 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.60 Predictions and actual Y_1 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สร้างจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่

ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก เสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี – สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	3.847 (0.000)
X_{3i}	0.001 (0.000)
X_{5i}	0.002 (0.000)
X_{6ai}	8.184 (0.000)
X_{7ai}	9.457 (0.000)
X_{8bi}	7.004 (0.000)
X_{8ci}	16.590 (0.000)
X_{8di}	7.726 (0.000)
X_{11bi}	0.004 (0.000)
X_{12ai}	0.008 (0.000)
R^2	0.357
Adjusted R^2	0.353

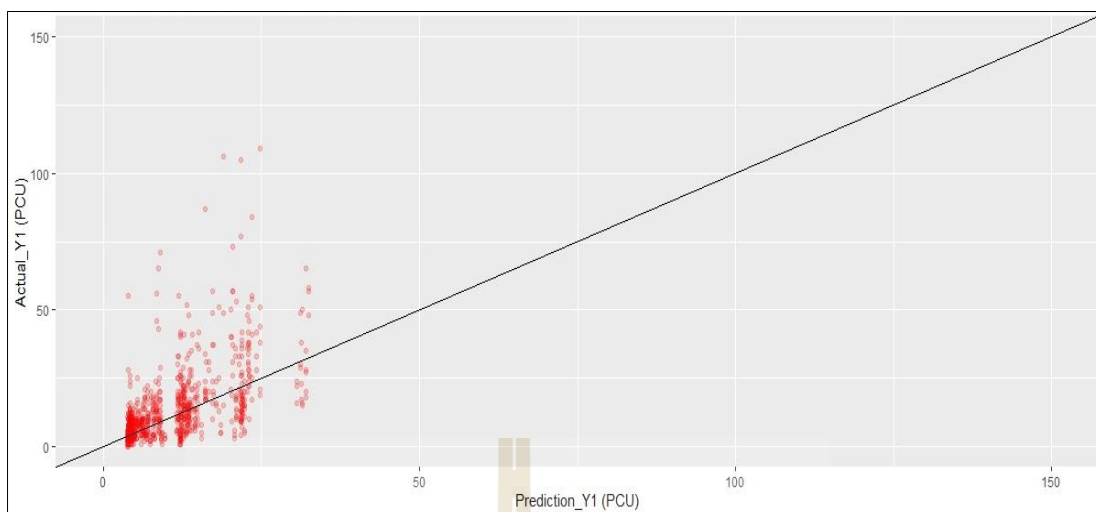
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.37 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู่ 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมง นั้น

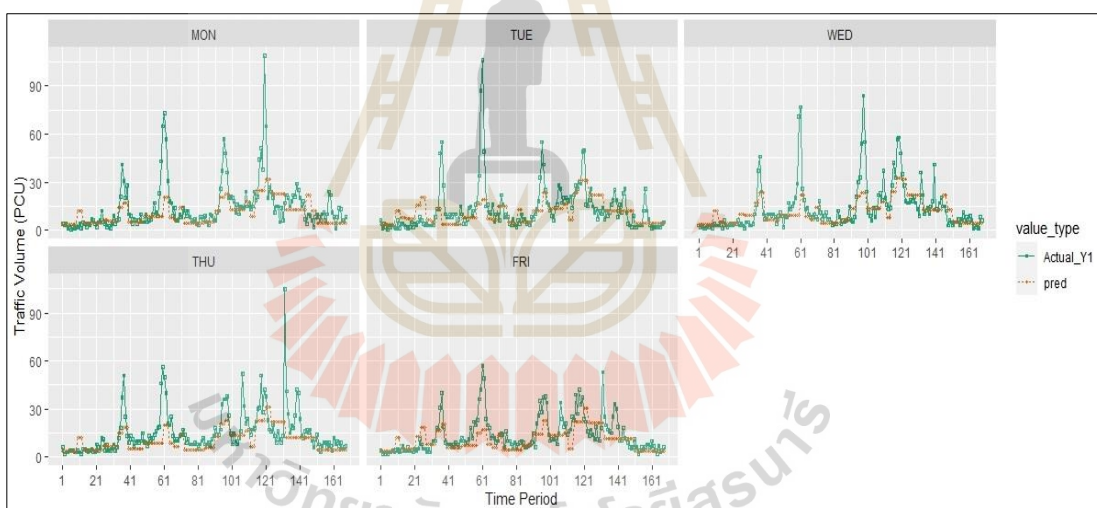
มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.353 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.24

$$Y_1 = 3.847 + 0.001X_{3i} + 0.002X_{5i} + 8.184X_{6ai} + 9.457X_{7ai} + 7.004X_{8bi} + 16.590X_{8ci} + 7.726X_{8di} + 0.004X_{11bi} + 0.008X_{12ai} \quad (4.24)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สอดคล้องกับปริมาณจริงที่ค่อนข้างสูง แต่แบบจำลองสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีในระดับหนึ่งแสดงดังรูปที่ 4.61 และรูปที่ 4.62 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.61 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.62 Predictions and actual Y_1 by date/time (Multiple linear regression)

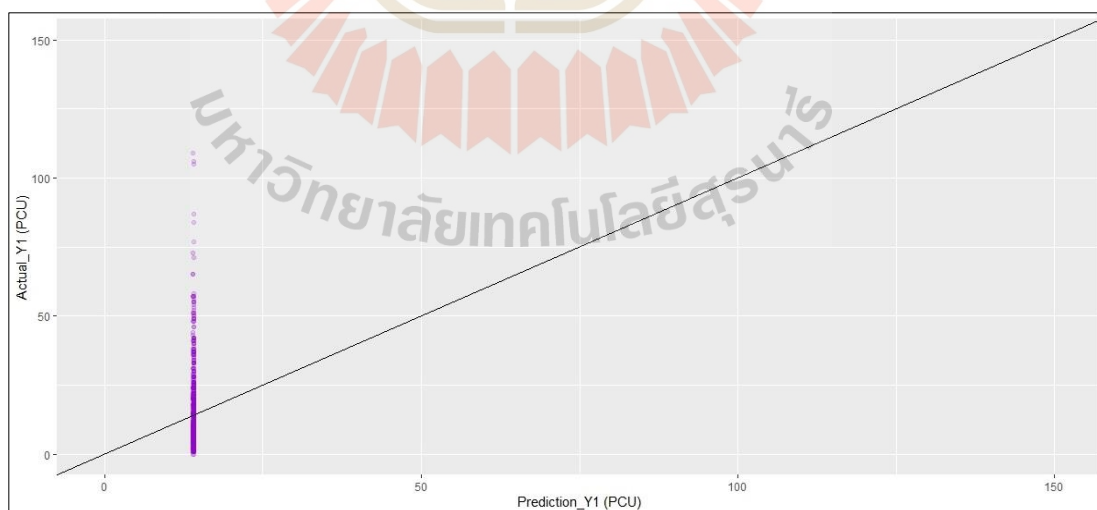
(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สกัดจากเสารงมุงหน้าตรงคู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาตู้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แสดงดังตารางที่ 4.38

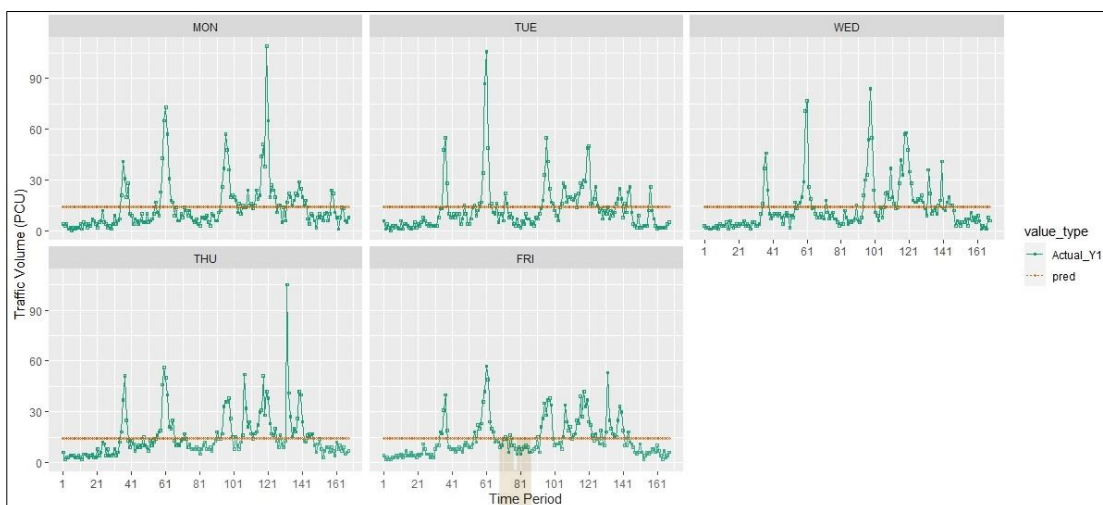
ตารางที่ 4.38 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวาวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี - สุรนารี (Y_1) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ทิศทาง Y_1	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	14.089
Maximum	144.000
Variance	220.603

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวาวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้น ไม่สามารถส่งผลต่อปริมาณจราจรในวันธรรมดาได้เลย และไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในวันธรรมดาได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลียขวาวสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1) แสดงดังรูปที่ 4.63 และรูปที่ 4.64



รูปที่ 4.63 Actual volume Y_1 vs predictions Y_1 (Average Method)



รูปที่ 4.64 Predictions and actual Y_1 by date/time (Average Method)

4.5.2 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	1.756 (0.000)
X_{3i}	0.0002 (0.000)
X_{5i}	0.0003 (0.000)
X_{6ai}	0.828 (0.000)
X_{7ai}	0.719 (0.000)
X_{8bi}	0.385 (0.000)
X_{10bi}	0.0002 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.39 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (ต่อ)

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
X_{12ai}	0.0005 (0.000)
Overdispersion parameter	22.828
Null Deviance: Degree of Freedom	59,202 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	29,229 : 1,671
Residual Deviance /Degrees of Freedom	17.492

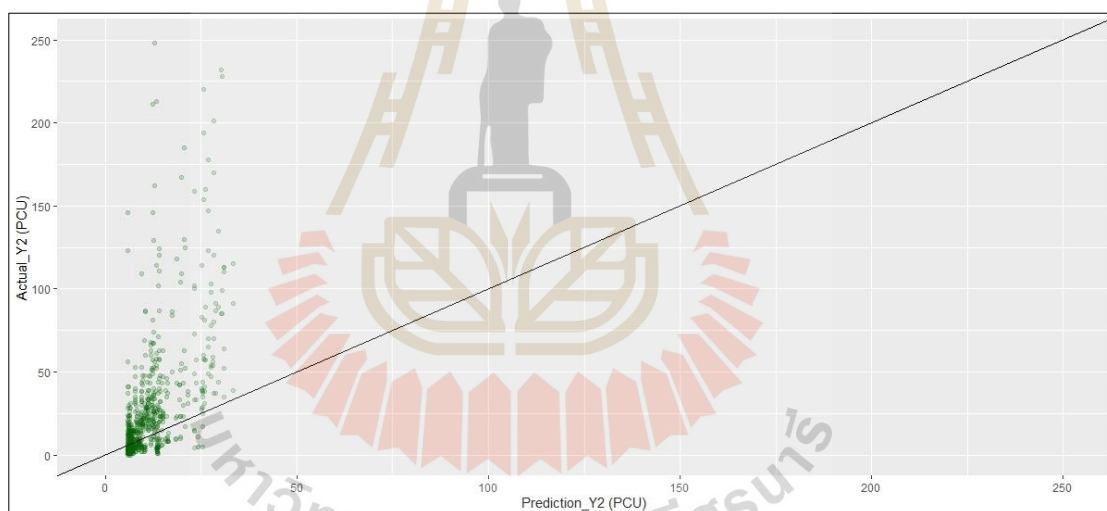
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.39 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
ทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผล
ต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่
เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จใน
แต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน
โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน
ช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คน
หรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59
น.) หรือไม่ (X_{8bi}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อม
ช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวน
นักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อน
หน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที
ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปร
ทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวก
เป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

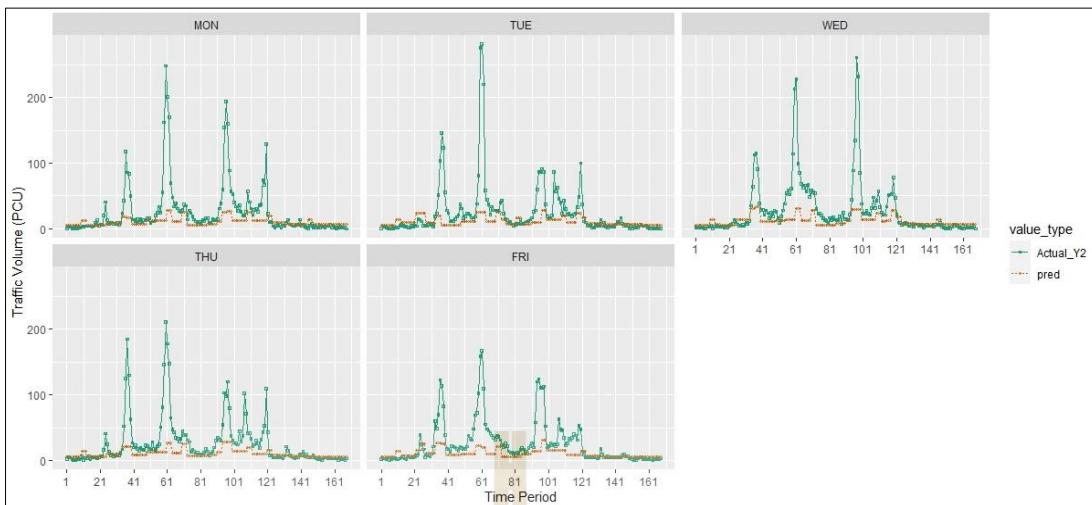
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัว
ซองพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 22.828 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิด
ปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการ
ถดถอยแบบกึ่งพัวซองจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวซอง และสามารถ
แสดงผลได้ดังสมการที่ 4.25

$$Y_2 = \text{Exp} (1.756 + 0.0002X_{3i} + 0.0003X_{5i} + 0.828X_{6ai} + 0.719X_{7ai} + 0.385X_{8bi} + 0.0002X_{10bi} + 0.0001X_{11bi} + 0.0005X_{12ai}) \quad (4.25)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เนื่องจากทิศทางนี้มีปริมาณจราจรที่ค่อนข้างสูงตั้งแต่ช่วงเช้าไปจนถึงช่วงเย็น แต่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็น (peak hour) ของวันธรรมดาได้บ้างช่วงแต่ไม่ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.65 และรูปที่ 4.66 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.65 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.66 Predictions and actual Y_2 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากเสาขงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาขงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	1.504 (0.000)
X_{3i}	0.0003 (0.000)
X_{5i}	0.0003 (0.000)
X_{6ai}	0.816 (0.000)
X_{7ai}	0.640 (0.000)
X_{10bi}	0.0004 (0.000)
X_{11bi}	0.0002 (0.003)
X_{12ai}	0.001 (0.000)
Deviance	1,925
Log-Likelihood	-12,590

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.40 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
เสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ (ต่อ)

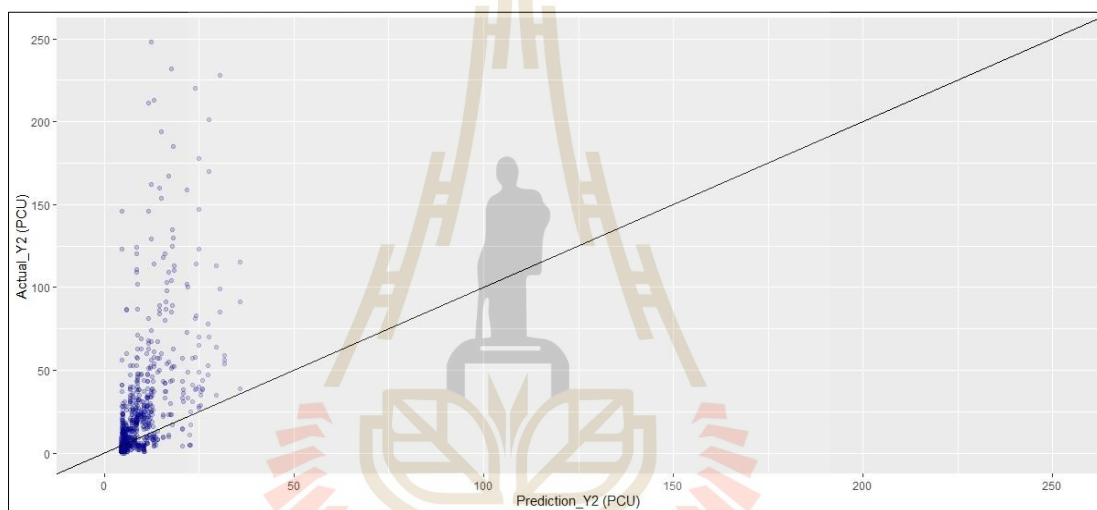
Variable	Negative Binomial regression Model
Akaike's Information Criterion (AIC)	12,608
Bayesian Information Criteria (BIC)	12,656
Theta	1.029
Std. Err.	0.038
Likelihood Ratio Chi-Square	1,028
Degrees of Freedom	7
Significant (Sig.)	0.000

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

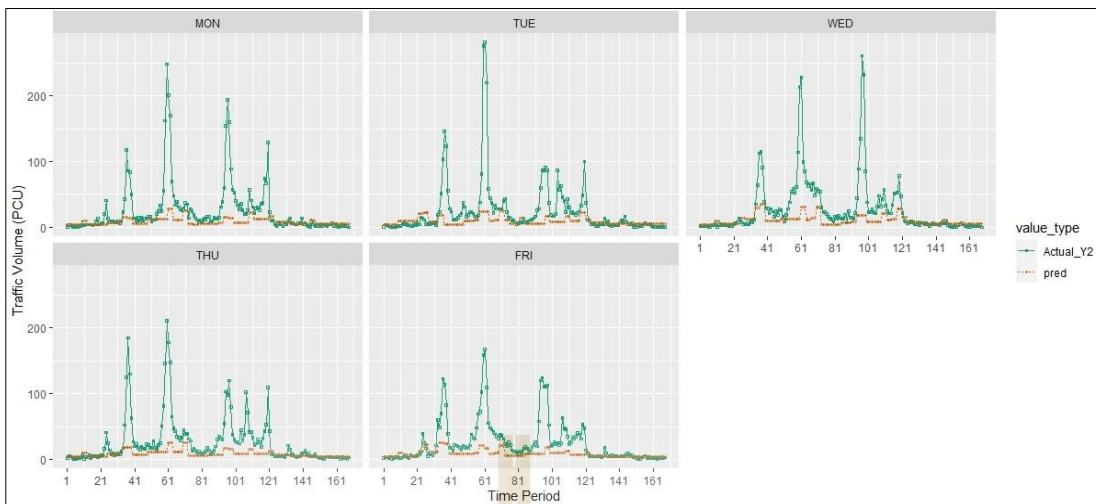
จากตารางที่ 4.40 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{6i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ครอบคลุมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเขียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.26

$$Y_2 = \text{Exp} (1.504 + 0.0003X_{3i} + 0.0003X_{3i} + 0.816X_{6ai} + 0.640X_{7ai} + 0.0004X_{10bi} + 0.0002X_{11bi} + 0.001X_{12ai}) \quad (4.26)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เนื่องจากทิศทางนี้มีปริมาณจราจรที่สูงตั้งแต่ช่วงเช้าไปจนถึงช่วงเย็น แต่สามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายและช่วงเย็นได้บ้างช่วงแต่ยังตรวจจับปริมาณจราจรไม่ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.67 และรูปที่ 4.68 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริง ที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.67 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.68 Predictions and actual Y_2 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากเสาธงเลียวชัยสู่หอพัก (Y_2) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในสททางจากเสาธงเลียวชัยสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

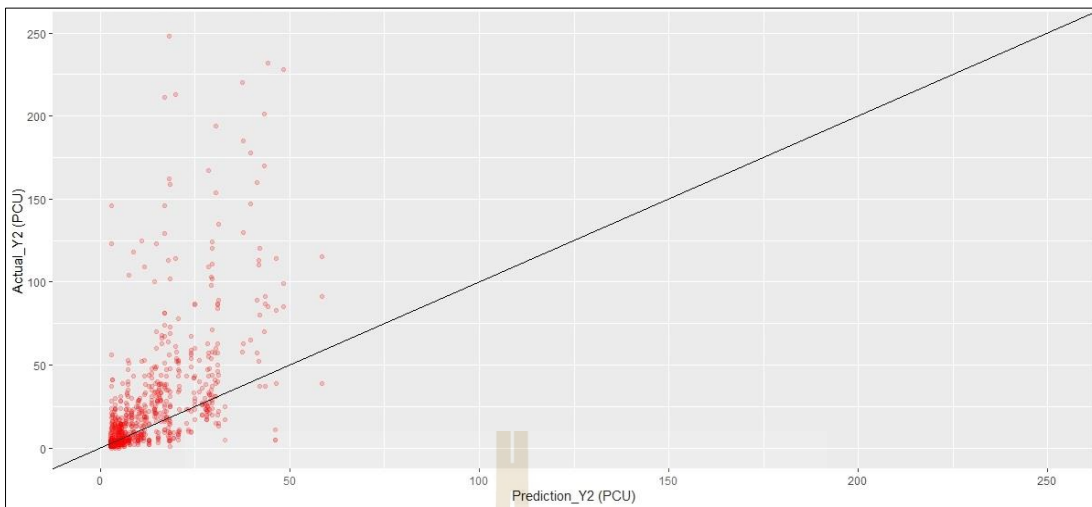
Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	2.635 (0.023)
X_{3i}	0.002 (0.000)
X_{5i}	0.005 (0.000)
X_{7ai}	13.650 (0.000)
X_{8bi}	17.310 (0.000)
X_{10bi}	0.019 (0.000)
X_{11bi}	0.010 (0.000)
X_{12ai}	0.037 (0.000)
R^2	0.374
Adjusted R^2	0.371

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

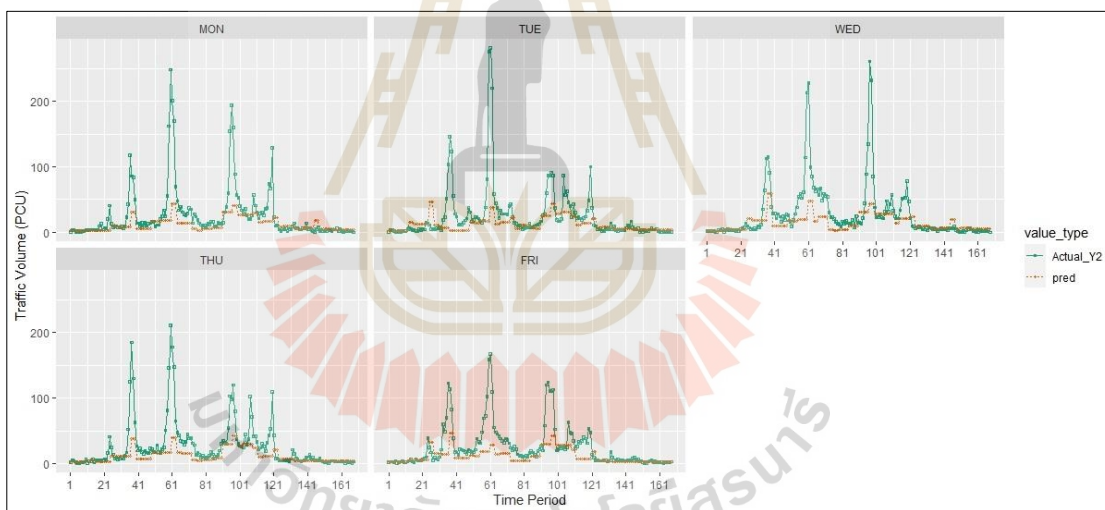
จากตารางที่ 4.41 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ครอบคลุมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำงานที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.371 ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.27

$$Y_2 = 2.635 + 0.002X_{3i} + 0.005X_{5i} + 13.650X_{7ai} + 17.310X_{8bi} + 0.019X_{10bi} + 0.010X_{11bi} + 0.037X_{12ai} \quad (4.27)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) ได้ดีในระดับหนึ่ง โดยสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้า ช่วงบ่าย และช่วงเย็นของวันธรรมได้บ้างช่วงแต่ไม่ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.69 และรูปที่ 4.70 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากเสาธงเลียวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.69 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.70 Predictions and actual Y_2 by date/time (Multiple linear regression)

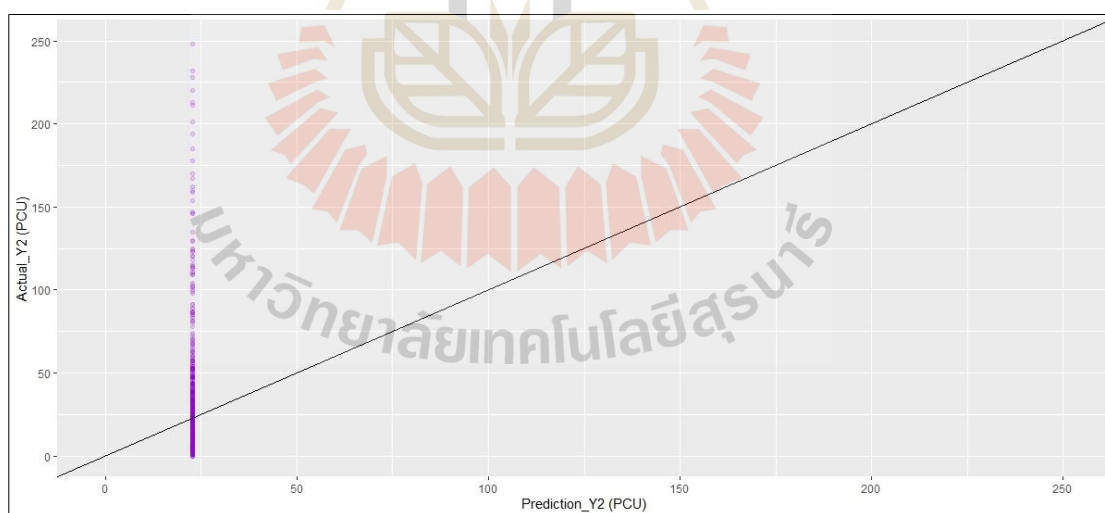
(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่สร้างจาก เสาธงเดี่ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แสดงดังตารางที่ 4.42

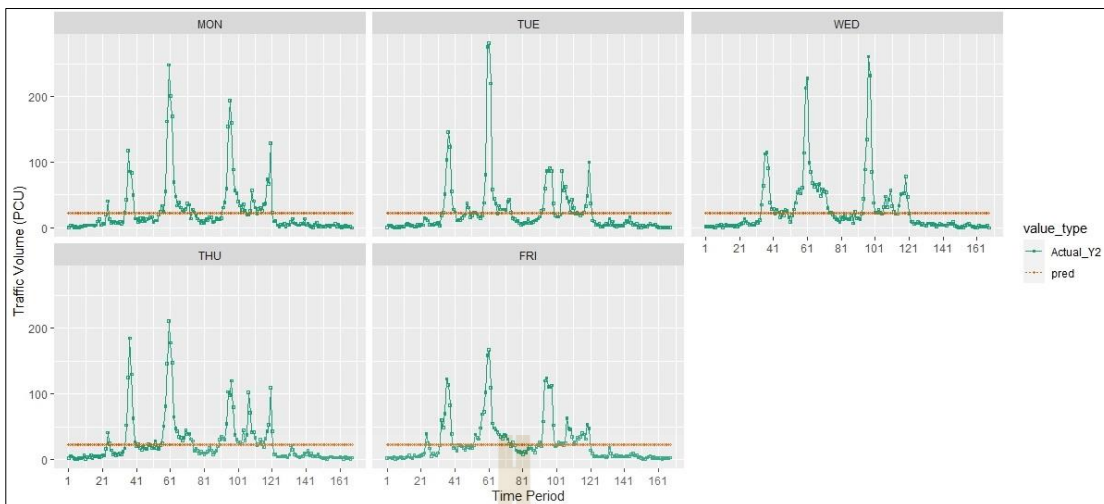
ตารางที่ 4.42 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_2) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ทิศทาง Y_2	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	22.850
Maximum	324.000
Variance	1243.895

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้น ไม่สามารถส่งผลต่อปริมาณจราจรในช่วงวันธรรมดาเลย จึงไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2) แสดงดังรูปที่ 4.71 และรูปที่ 4.72



รูปที่ 4.71 Actual volume Y_2 vs predictions Y_2 (Average Method)



รูปที่ 4.72 Predictions and actual Y_2 by date/time (Average Method)

4.5.3 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่

4.43

ตารางที่ 4.43 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	3.202 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{4i}	0.00004 (0.000)
X_{6ai}	0.345 (0.000)
X_{7ai}	0.118 (0.000)
X_{8ai}	0.591 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.43 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ (ต่อ)

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
X_{8ci}	0.590 (0.000)
X_{8di}	0.855 (0.000)
X_{8ei}	0.699 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	5.550
Null Deviance: Degree of Freedom	17,651 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	8,875 : 1,669
Residual Deviance /Degrees of Freedom	5.317

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

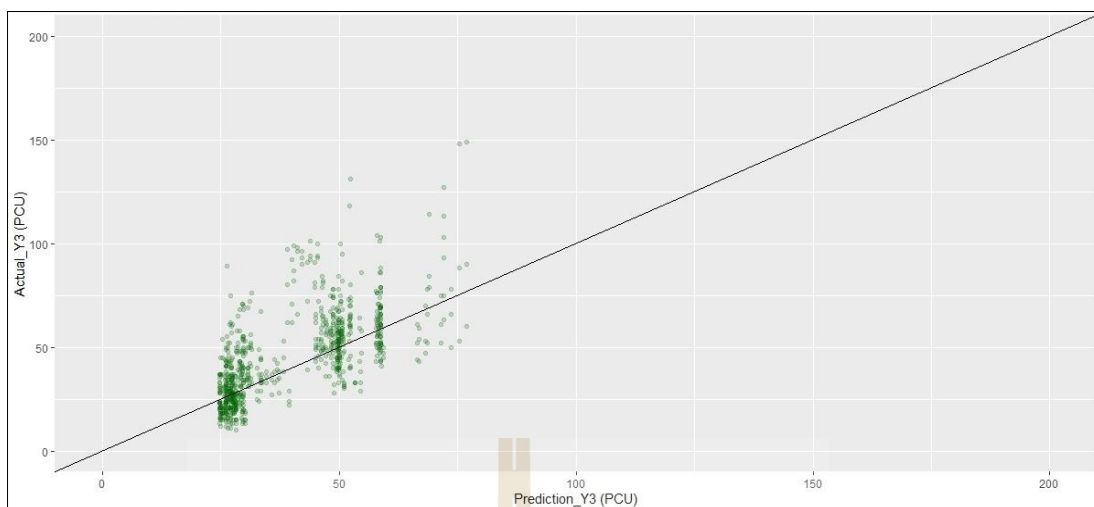
จากตารางที่ 4.43 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปร

ทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่อุโมงค์ (Y₃) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

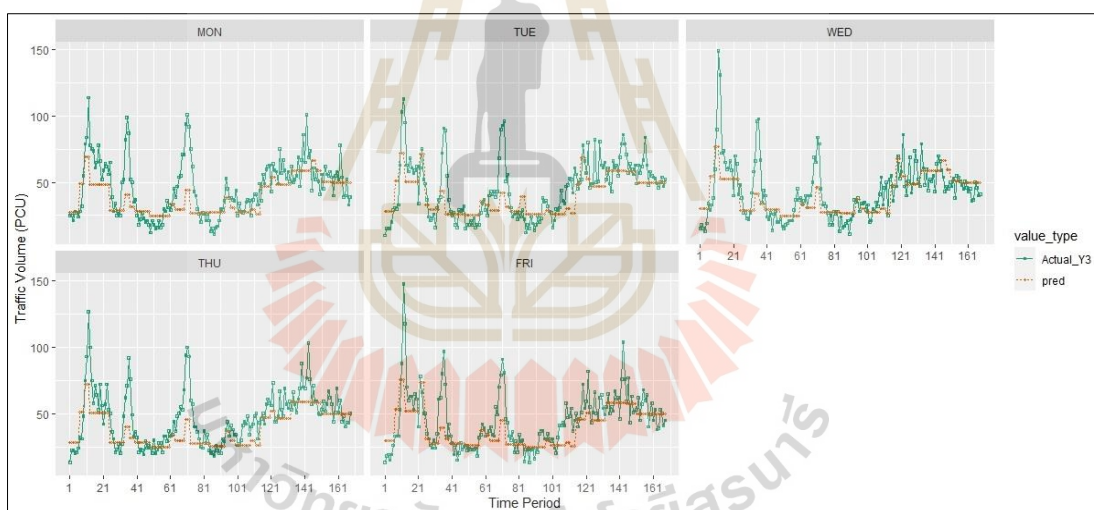
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 5.550 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.28

$$Y_3 = \text{Exp} (3.202 + 0.0001X_{2i} + 0.00003X_{3i} + 0.00004X_{4i} + 0.345X_{6ai} + 0.118X_{7ai} + 0.591X_{8ai} + 0.590X_{8ci} + 0.855X_{8di} + 0.699X_{8ei} + 0.0001X_{9ai}) \quad (4.28)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่อุโมงค์ (Y₃) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ของวันธรรมดาบางส่วน ได้ดีในระดับหนึ่ง และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตั้งแต่ช่วงเช้าไปจนถึงช่วงเย็นได้ดีพอสมควรแสดงดังรูปที่ 4.73 และรูปที่ 4.74 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่อุโมงค์ (Y₃) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.73 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.74 Predictions and actual Y_3 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุนามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สทจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยพหุนามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
ประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินาม
เชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	3.169 (0.000)
X_{2i}	0.00005 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.000)
X_{4i}	0.00004 (0.000)
X_{6ai}	0.391 (0.000)
X_{7ai}	0.150 (0.000)
X_{8ai}	0.615 (0.000)
X_{8ci}	0.617 (0.000)
X_{8di}	0.879 (0.000)
X_{8ei}	0.723 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.000)
Deviance	1,714 (0.000)
Log-Likelihood	-13,713
Akaike's Information Criterion (AIC)	13,737
Bayesian Information Criteria (BIC)	13,802
Theta	10.199
Std. Err.	0.439
Likelihood Ratio Chi-Square	1,171
Degrees of Freedom	10
Significant (Sig.)	0.000

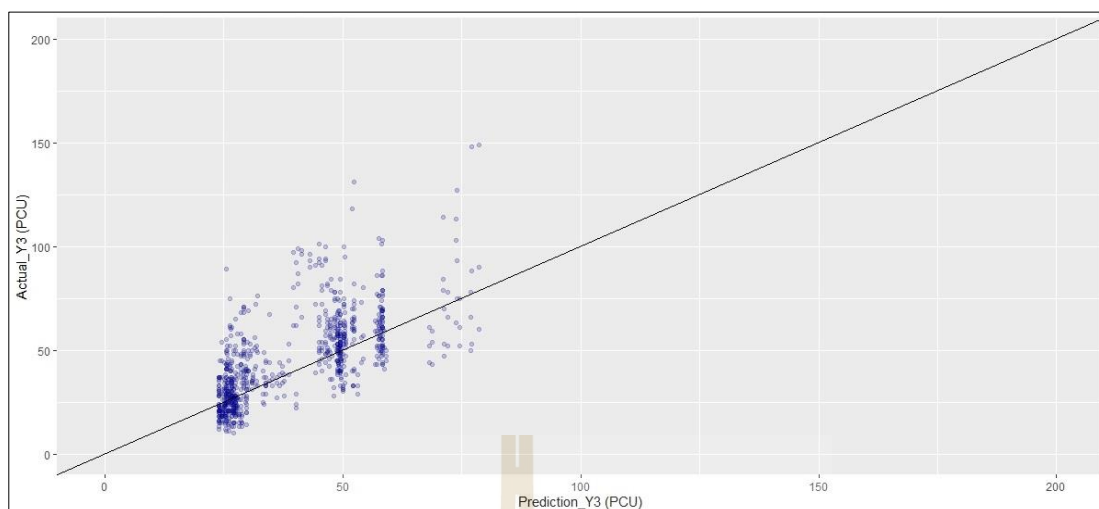
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.44 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที
ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินาม
เชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่
เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่

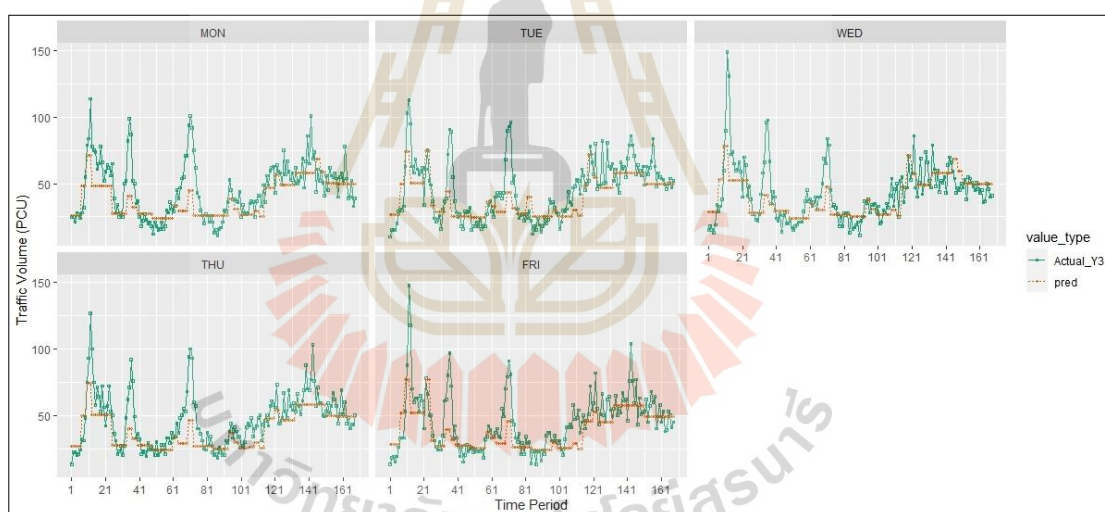
คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้นมากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.29

$$Y_3 = \text{Exp} (3.169 + 0.00005X_{2i} + 0.00003X_{3i} + 0.00004X_{4i} + 0.391X_{6ai} + 0.150X_{7ai} + 0.615X_{8ai} + 0.617X_{8ci} + 0.879X_{8di} + 0.723X_{8ei} + 0.0001X_{9ai}) \quad (4.29)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้บางส่วนค่อนข้างดี เนื่องจากทิศทางนี้มีปริมาณจราจรที่สูงในช่วงเช้าไปจรดช่วงเย็น และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้า ปาย และเย็นของวันธรรมดาได้ดีในระดับหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.75 และรูปที่ 4.76 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่



รูปที่ 4.75 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.76 Predictions and actual Y_3 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่ศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
ประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	22.400 (0.000)
X_{2i}	0.002 (0.000)
X_{3i}	0.001 (0.000)
X_{4i}	0.001 (0.000)
X_{6ai}	17.000 (0.000)
X_{7ai}	5.202 (0.000)
X_{8ai}	28.060 (0.000)
X_{8ci}	24.690 (0.000)
X_{8di}	36.610 (0.000)
X_{8ei}	27.470 (0.000)
X_{9ai}	0.008 (0.000)
R^2	0.492
Adjusted R^2	0.489

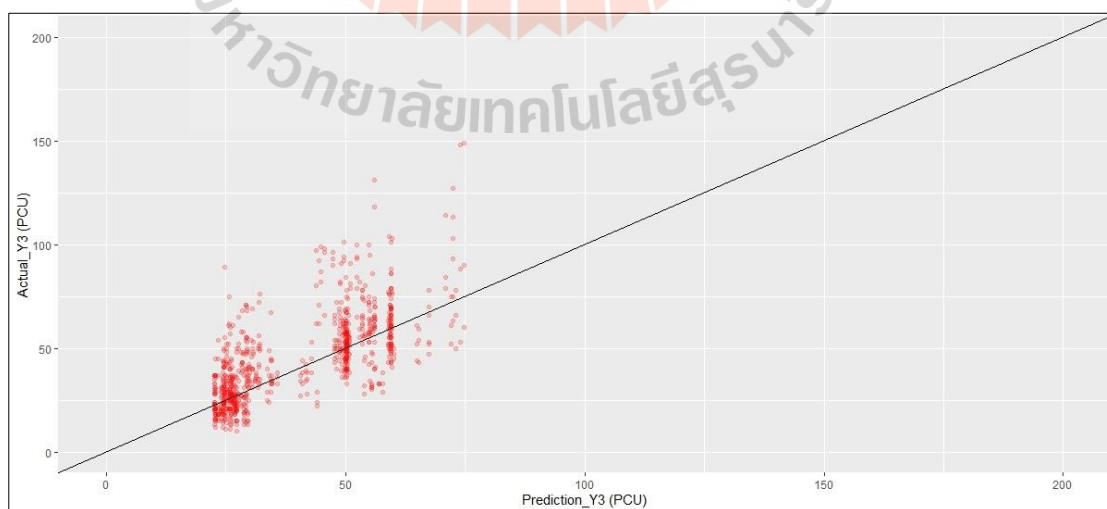
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.45 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei})

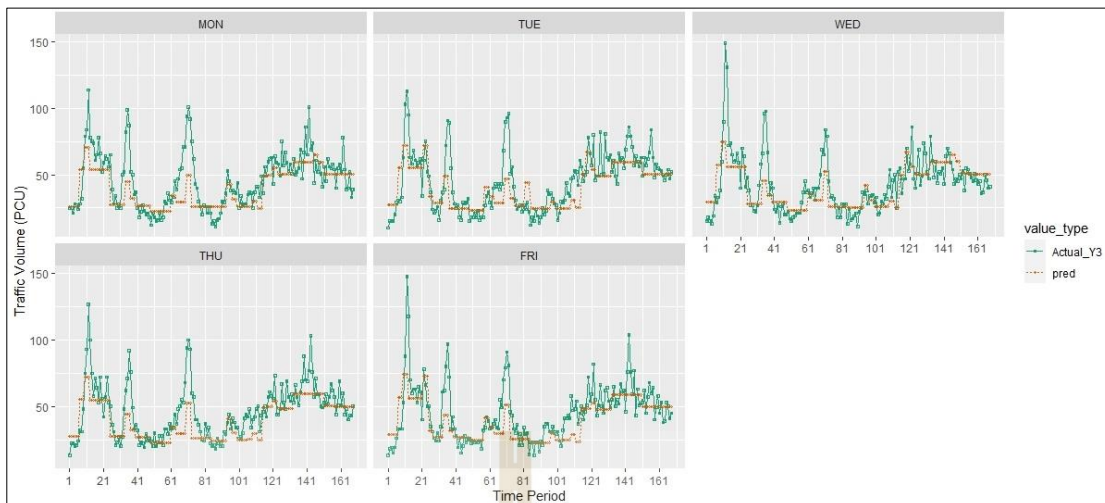
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.489 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.30

$$Y_3 = 22.400 + 0.002X_{2i} + 0.001X_{3i} + 0.001X_{4i} + 17.000X_{6ai} + 5.202X_{7ai} + 28.060X_{8ai} + 24.690X_{8ci} + 36.610X_{8di} + 27.470X_{8ei} + 0.008X_{9ai} \quad (4.30)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ได้ดีพอสมควร และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าไปจนถึงช่วงเย็นแบบจำลองยังสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีพอสมควร แสดงดังรูปที่ 4.77 และรูปที่ 4.78 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.77 Actual volume Y_3 vs predictions Y_3 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.78 Predictions and actual Y_3 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

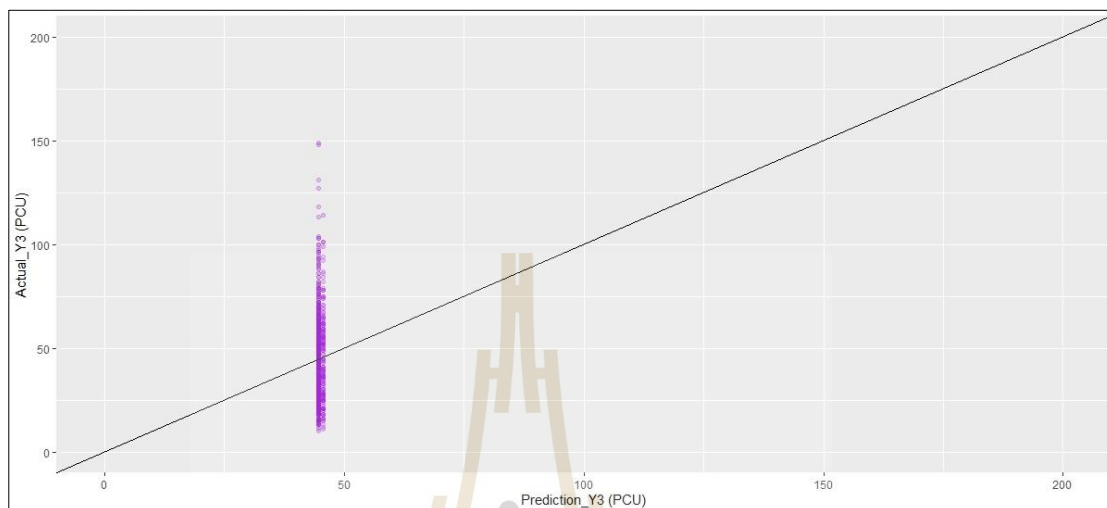
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียขวาสู่หอพัก (Y_3) แสดงดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียขวาสู่หอพัก (Y_3) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

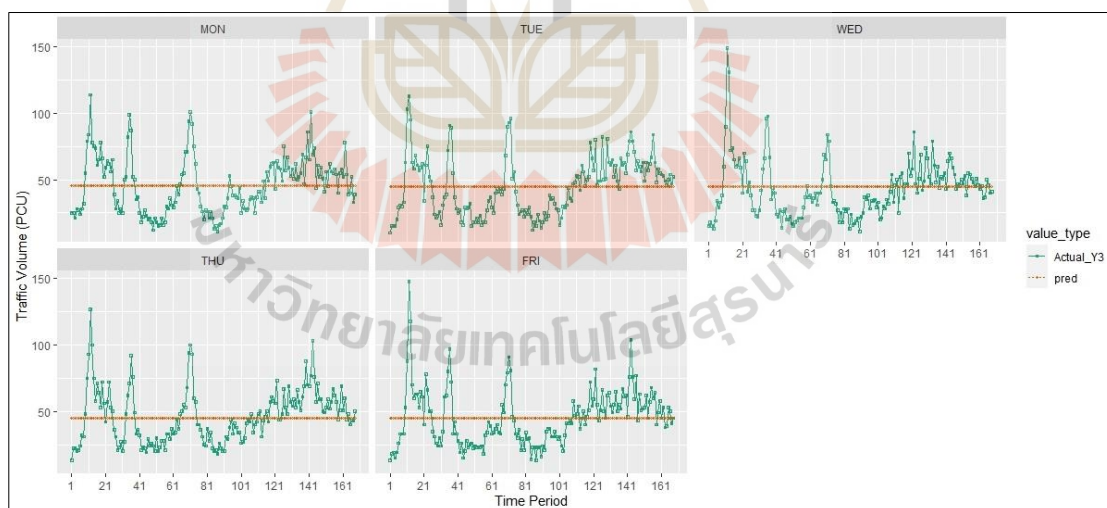
ทิศทาง Y_3	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	7.000
Mean	44.901
Maximum	150.000
Variance	491.294

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลียขวาสู่หอพัก (Y_3) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นไม่ได้ส่งผลดีในช่วงวันธรรมดา และยังไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในวันธรรมดาได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้

จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวา
 ลู่อห่อกั (Y₃) แสดงดังรูปที่ 4.79 และรูปที่ 4.80



รูปที่ 4.79 Actual volume Y₃ vs predictions Y₃ (Average Method)



รูปที่ 4.80 Predictions and actual Y₃ by date/time (Average Method)

4.5.4 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	2.723 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{4i}	0.0001 (0.000)
X_{8ai}	0.855 (0.000)
X_{8ci}	0.471 (0.000)
X_{8di}	0.235 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	2.343
Null Deviance: Degree of Freedom	12,899 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	3,845 : 1,673
Residual Deviance /Degrees of Freedom	2.299

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

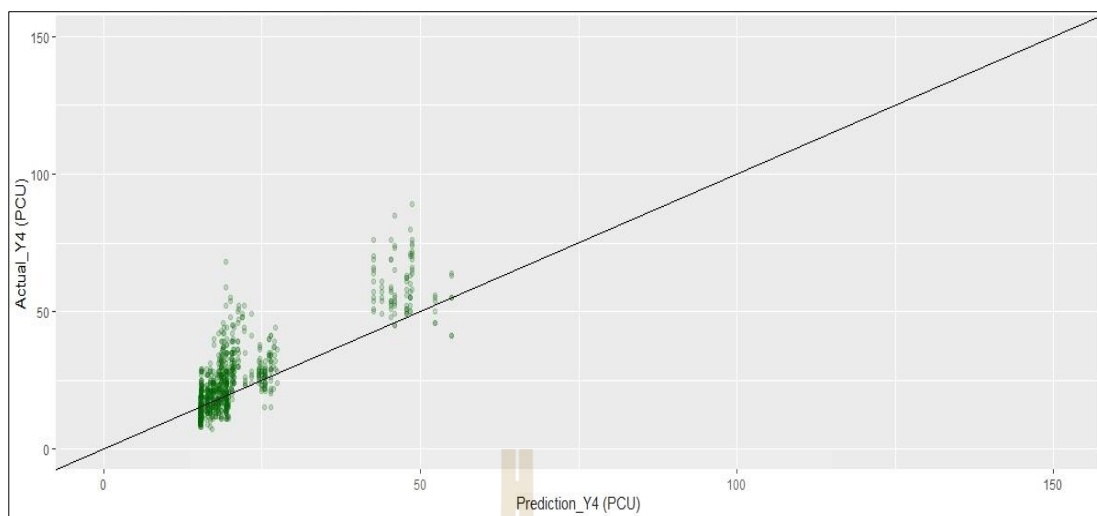
จากตารางที่ 4.47 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมง

นั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

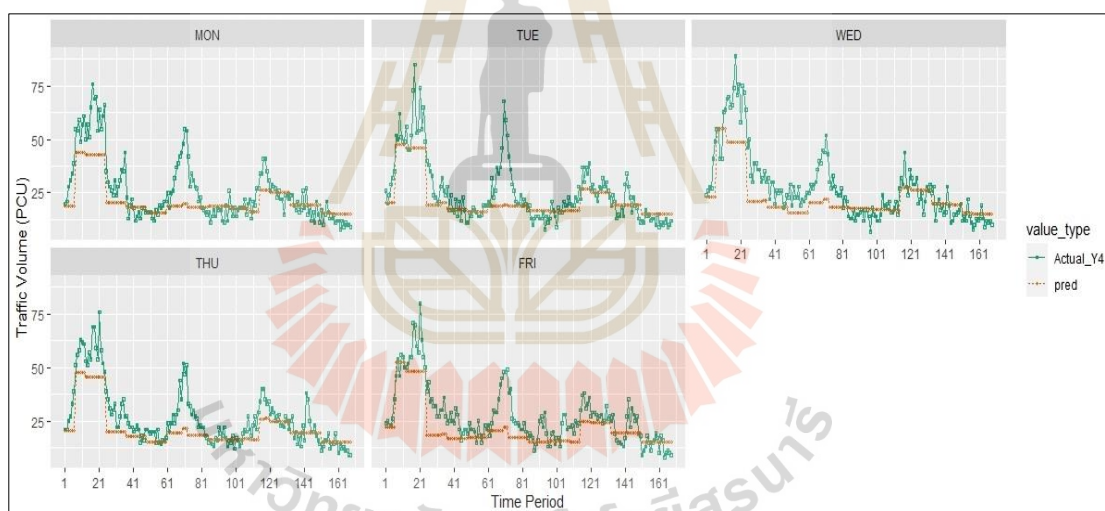
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 2.343 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า เกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.31

$$Y_4 = \text{Exp} (2.723 + 0.0001X_{2i} + 0.0001X_{4i} + 0.855X_{8ai} + 0.471X_{8ci} + 0.235X_{8di} + 0.0001X_{9ai}) \quad (4.31)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้เพียงบางส่วนเท่านั้น และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีในช่วงเช้าและช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีในระดับหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.81 และรูปที่ 4.82 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.81 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.82 Predictions and actual Y_4 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
 ประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	2.714 (0.000)
X_{2i}	0.0001 (0.000)
X_{4i}	0.0001 (0.000)
X_{8ai}	0.856 (0.000)
X_{8ci}	0.480 (0.000)
X_{8di}	0.243 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.000)
Deviance	1,737
Log-Likelihood	-11,454
Akaike's Information Criterion (AIC)	11,470
Bayesian Information Criteria (BIC)	11,514
Theta	19.670
Std. Err.	1.270
Likelihood Ratio Chi-Square	1,853
Degrees of Freedom	6
Significant (Sig.)	0.000

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

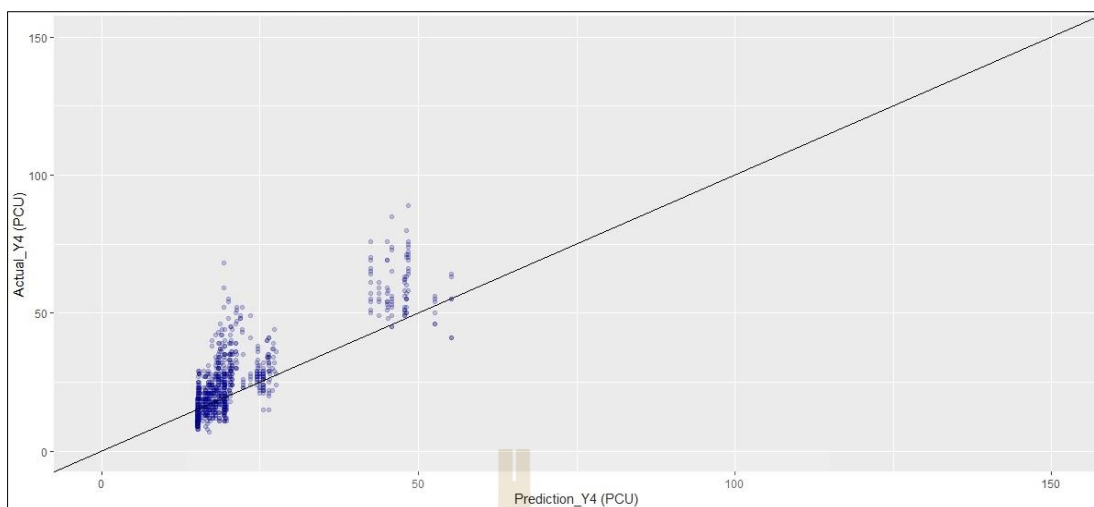
จากตารางที่ 4.48 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ใน
 ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1
 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่ม
 เรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมง
 นั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง
 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวัน
 ทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็น

รอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.32

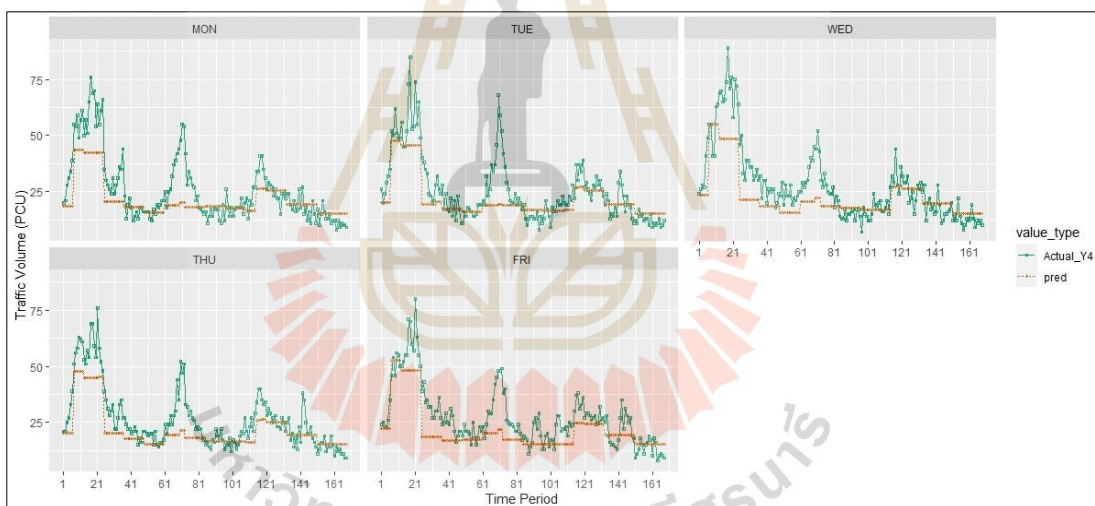
$$Y_4 = \text{Exp}(2.714 + 0.0001X_{2i} + 0.0001X_{4i} + 0.856X_{8ai} + 0.480X_{8ci} + 0.243X_{8di} + 0.0001X_{9ai}) \quad (4.32)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายใน ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ในวันธรรมดาบางส่วนได้ดีระดับหนึ่ง และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีในระดับหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.83 และรูปที่ 4.84 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561





รูปที่ 4.83 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.84 Predictions and actual Y_4 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่ศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.49 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
 ประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₄) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยพหุคูณ

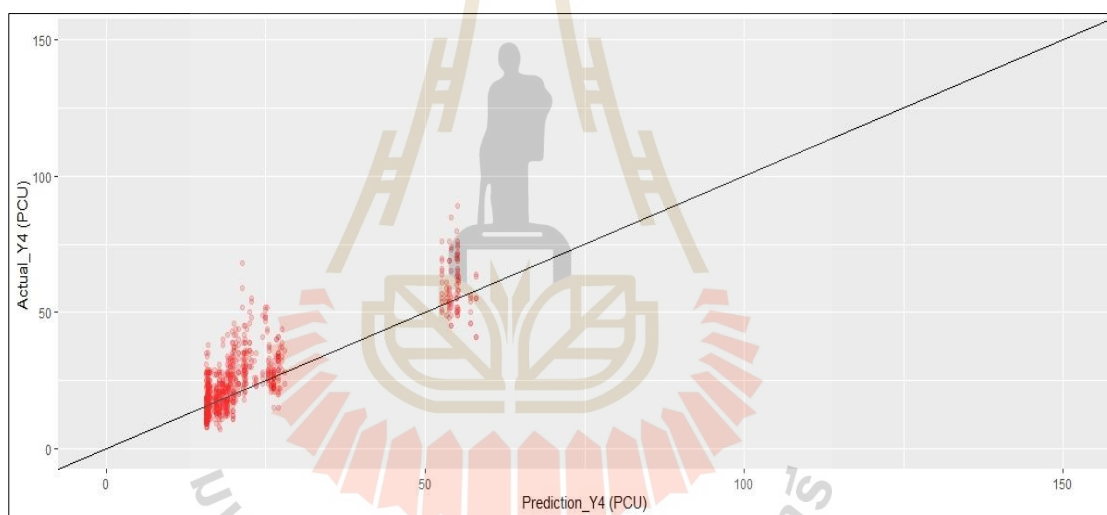
Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	15.720 (0.000)
X _{2i}	0.002 (0.000)
X _{4i}	0.001 (0.000)
X _{8ai}	33.480 (0.000)
X _{8ci}	9.667 (0.000)
X _{9ai}	0.006 (0.000)
R ²	0.730
Adjusted R ²	0.729

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

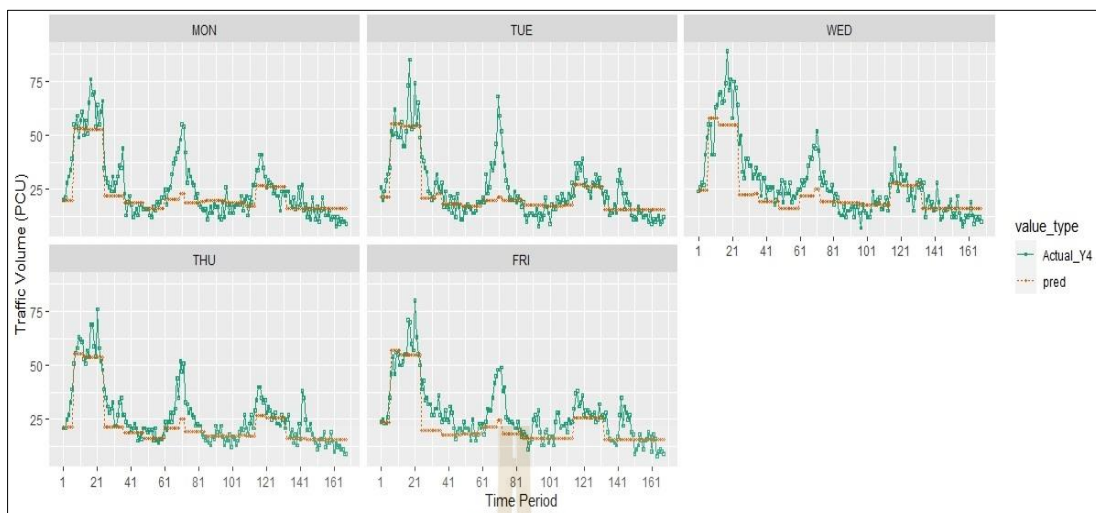
จากตารางที่ 4.49 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที
 ในทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₄) โดยใช้วิธีการ
 ถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่
 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₄) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจาก
 ชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อม
 ช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59
 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00
 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที
 ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) ตัว
 แปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู่ 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาล
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₄) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่า
 ทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำงานที่
 ปรับค่าแล้ว (Adjusted R²) เท่ากับ 0.729 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับสูง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่
 4.33

$$Y_4 = 15.720 + 0.002X_{2i} + 0.001X_{4i} + 33.480X_{8ai} + 9.667X_{8ci} + 0.006X_{9ai} \quad (4.33)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ได้ดีพอสมควร และยังแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีพอสมควรอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.85 และรูปที่ 4.86 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.85 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.86 Predictions and actual Y_4 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

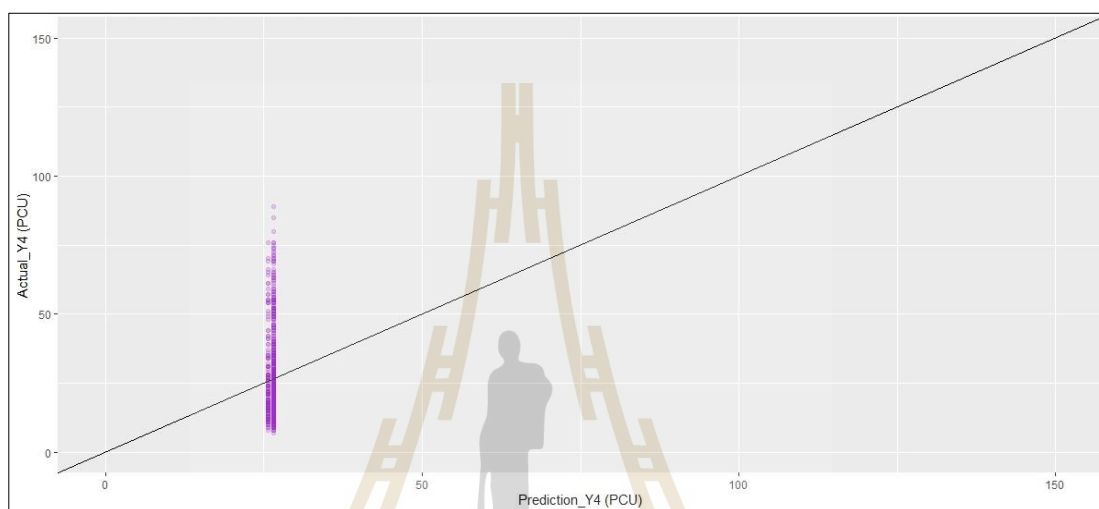
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แสดงดังตารางที่ 4.50

ตารางที่ 4.50 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

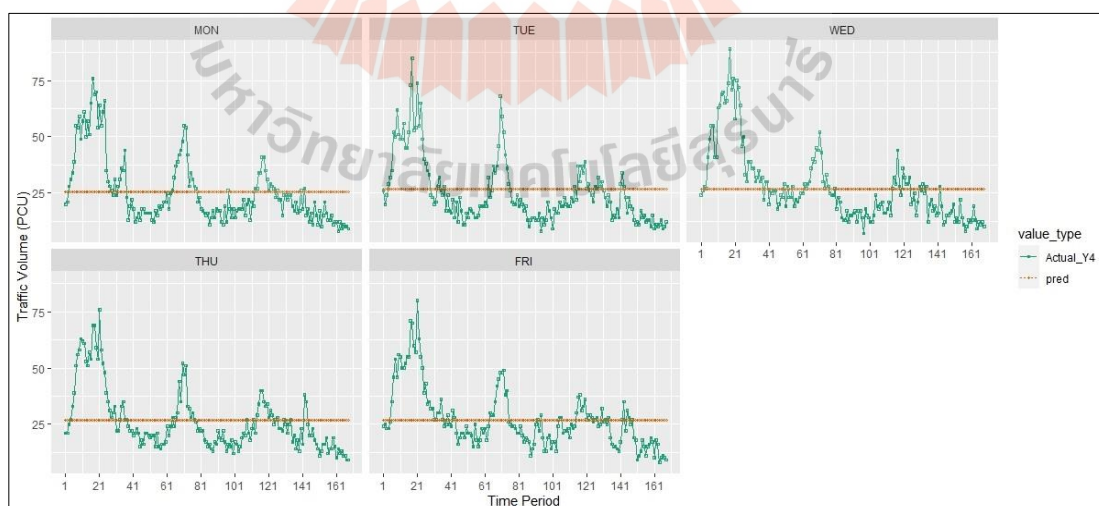
ทิศทาง Y_4	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	4.000
Mean	26.392
Maximum	97.000
Variance	230.215

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้ง

วันนั้นไม่สามารถส่งผลต่อปริมาณจราจรในวันธรรมดาได้เลย และไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในวันธรรมดาได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) แสดงดังรูปที่ 4.87 และรูปที่ 4.88



รูปที่ 4.87 Actual volume Y_4 vs predictions Y_4 (Average Method)



รูปที่ 4.88 Predictions and actual Y_4 by date/time (Average Method)

4.5.5 แบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	2.112 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{6ai}	0.207 (0.000)
X_{8ai}	0.722 (0.000)
X_{8ci}	0.322 (0.000)
X_{10bi}	0.0003 (0.000)
Overdispersion parameter	3.784
Null Deviance: Degree of Freedom	7,753 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	5,747 : 1,674
Residual Deviance /Degrees of Freedom	3.433

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

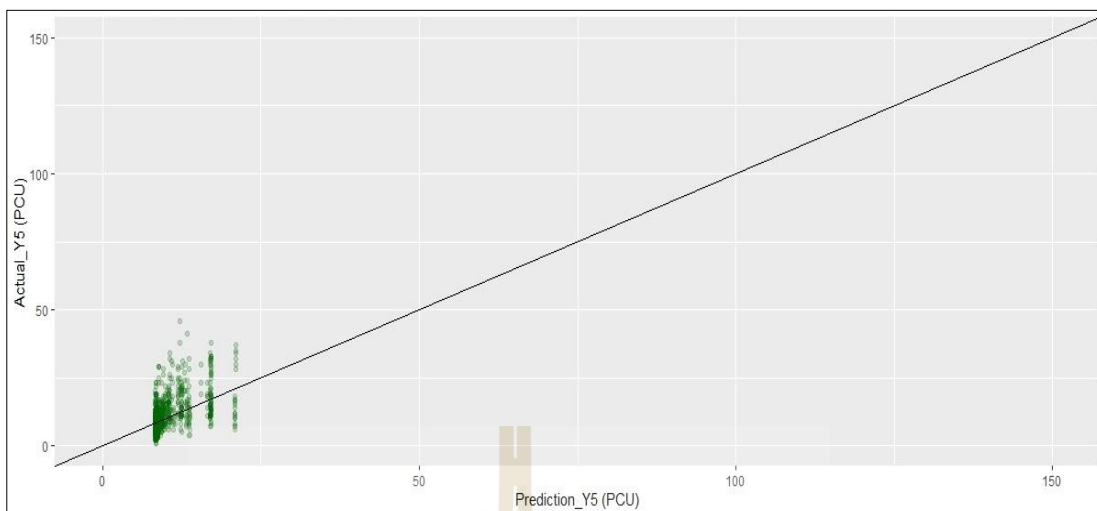
จากตารางที่ 4.51 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจรรยาจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนใน

ชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชา ถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ล้อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า หรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก หอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ในเชิง บวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

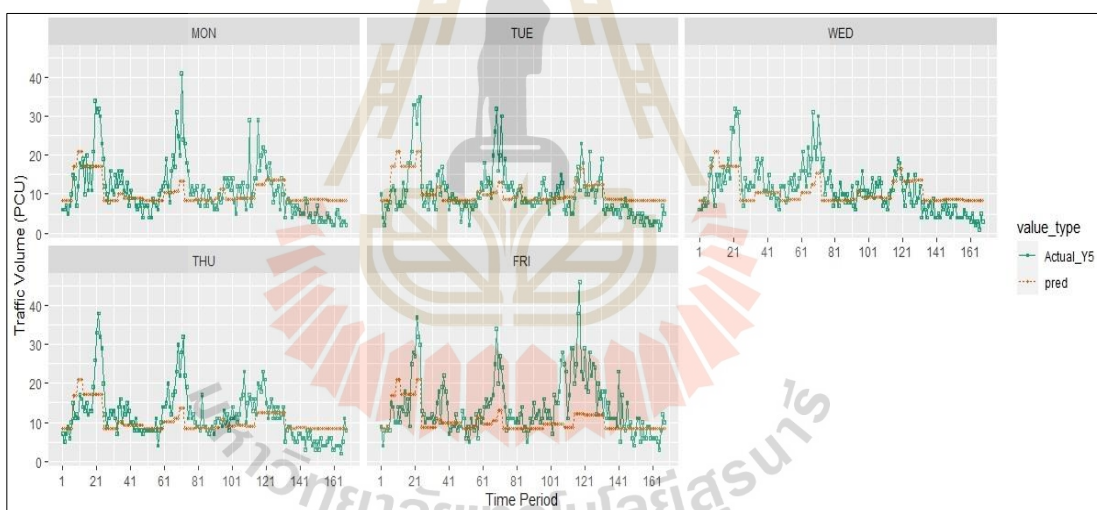
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัว ของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 3.784 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหา การกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้น แบบจำลองการถดถอย แบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.34

$$Y_5 = \text{Exp} (2.112 + 0.0001X_{3i} + 0.207X_{6ai} + 0.722X_{8ai} + 0.322X_{8ci} + 0.0003X_{10bi}) \quad (4.34)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่าแบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผัน ของปริมาณจราจรได้ดีเท่าที่ควร และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนแบบจำลองก็ยังไม่สามารถตรวจจับการ แปรผันของปริมาณจราจรได้ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.89 และรูปที่ 4.90 ซึ่งเป็นการนำเอา แบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจาก หอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แล้ว นำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.89 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.90 Predictions and actual Y_5 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.52 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	2.019 (0.000)
X_{3i}	0.00003 (0.004)
X_{4i}	0.0001 (0.000)
X_{6ai}	0.193 (0.000)
X_{7ai}	0.114 (0.005)
X_{8ai}	0.622 (0.000)
X_{8ci}	0.425 (0.000)
X_{9ai}	0.0001 (0.011)
X_{10bi}	0.0004 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Deviance	1,747
Log-Likelihood	-10,462
Akaike's Information Criterion (AIC)	10,484
Bayesian Information Criteria (BIC)	10,543
Theta	5.150
Std. Err.	0.263
Likelihood Ratio Chi-Square	576
Degrees of Freedom	9
Significant (Sig.)	0.000

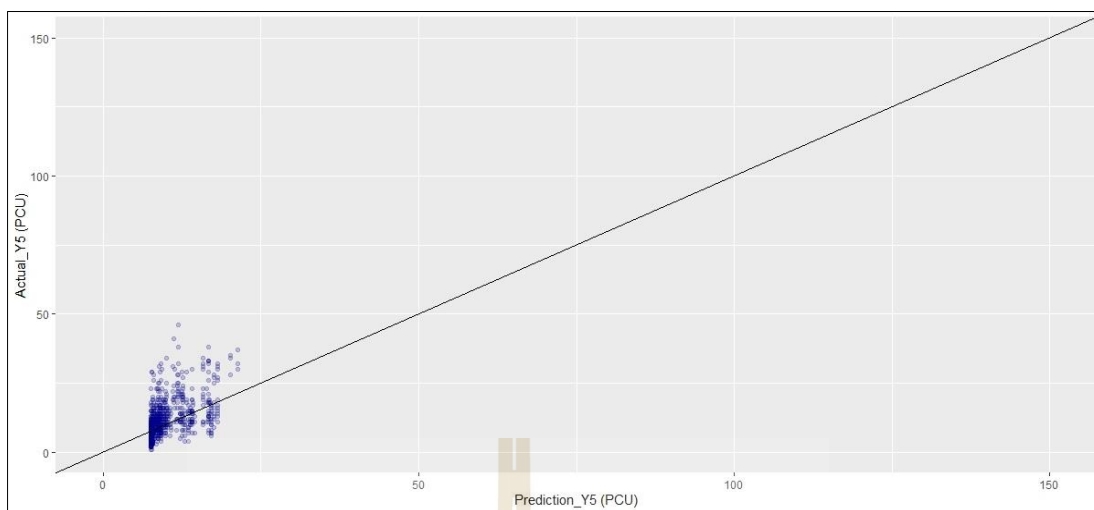
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.52 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i})

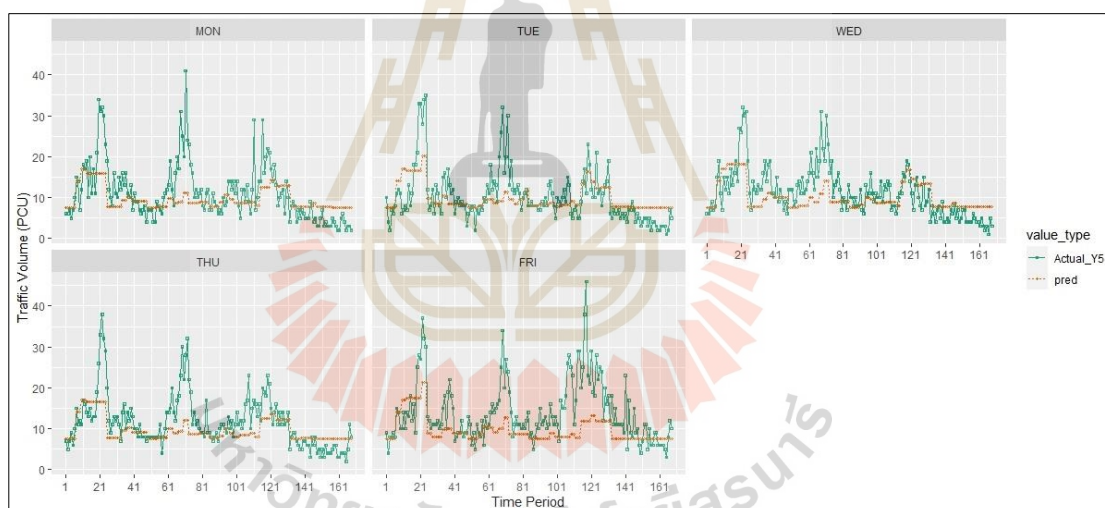
จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.35

$$Y_5 = \text{Exp} (2.019 + 0.00003X_{3i} + 0.0001X_{4i} + 0.193X_{6ai} + 0.114X_{7ai} + 0.622X_{8ai} + 0.425X_{8ci} + 0.0001X_{9ai} + 0.0004X_{10bi} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.35)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า แบบจำลองยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีเท่าที่ควร และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าและช่วงเย็นแบบจำลองก็ยังไม่สามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีเท่าที่ควร แสดงดังรูปที่ 4.91 และรูปที่ 4.92 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.91 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.92 Predictions and actual Y_5 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.53

ตารางที่ 4.53 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_s) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	7.479 (0.000)
X_{4i}	0.001 (0.000)
X_{6ai}	2.299 (0.000)
X_{7ai}	1.468 (0.003)
X_{8ai}	8.104 (0.000)
X_{8ci}	4.783 (0.000)
X_{9ai}	0.002 (0.000)
X_{10bi}	0.005 (0.000)
X_{11bi}	0.002 (0.000)
R^2	0.283
Adjusted R^2	0.280

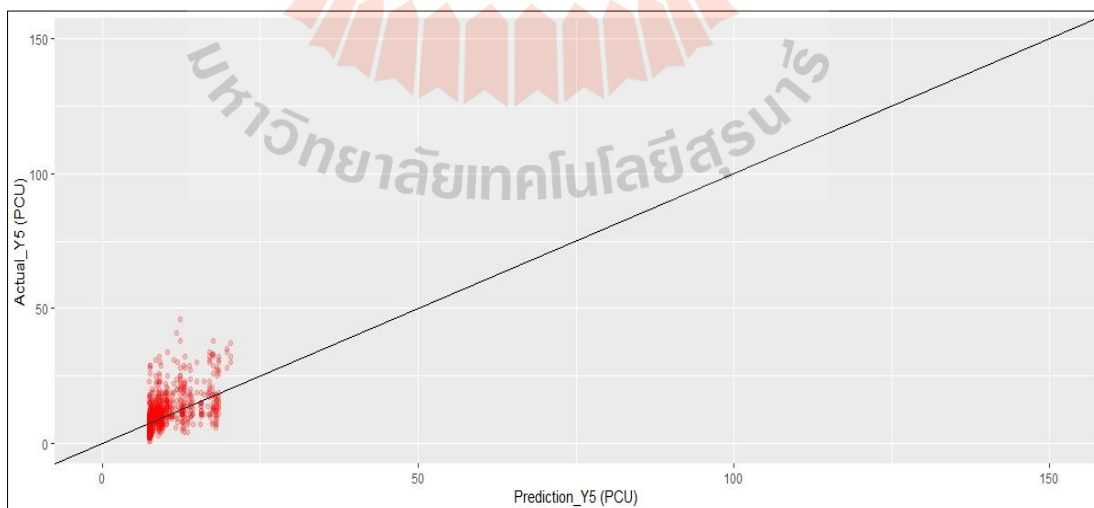
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.53 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_s) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_s) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{6ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi})

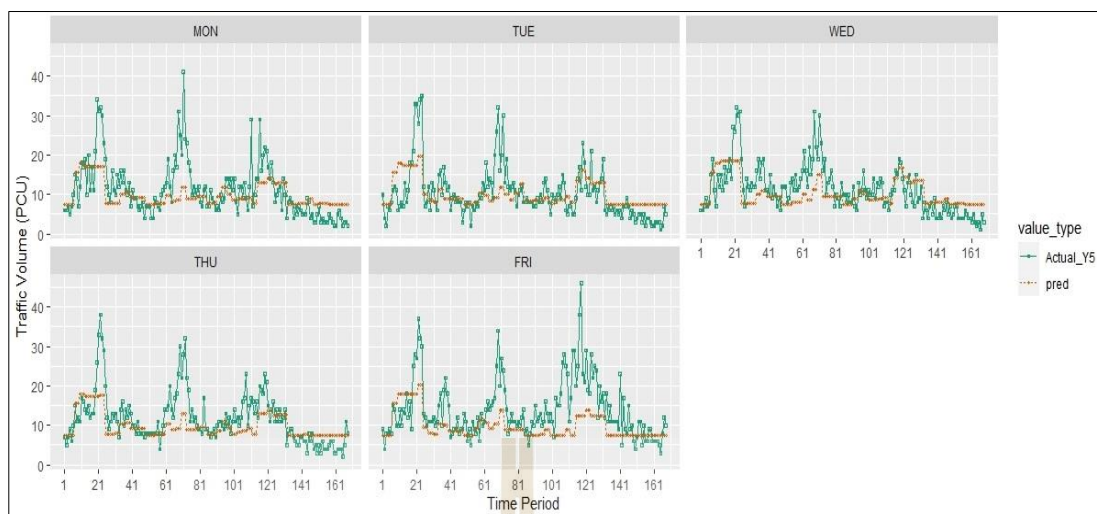
จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.280 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับน้อย ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.36

$$Y_5 = 7.479 + 0.001X_{4i} + 2.299X_{6ai} + 1.468X_{7ai} + 8.104X_{8ai} + 4.783X_{8ci} + 0.002X_{9ai} + 0.005X_{10bi} + 0.002X_{11bi} \quad (4.36)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ดีพอสมควร และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและช่วงเย็นแบบจำลองยังสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ดีพอสมควร แสดงดังรูปที่ 4.93 และรูปที่ 4.94 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.93 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.94 Predictions and actual Y_5 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

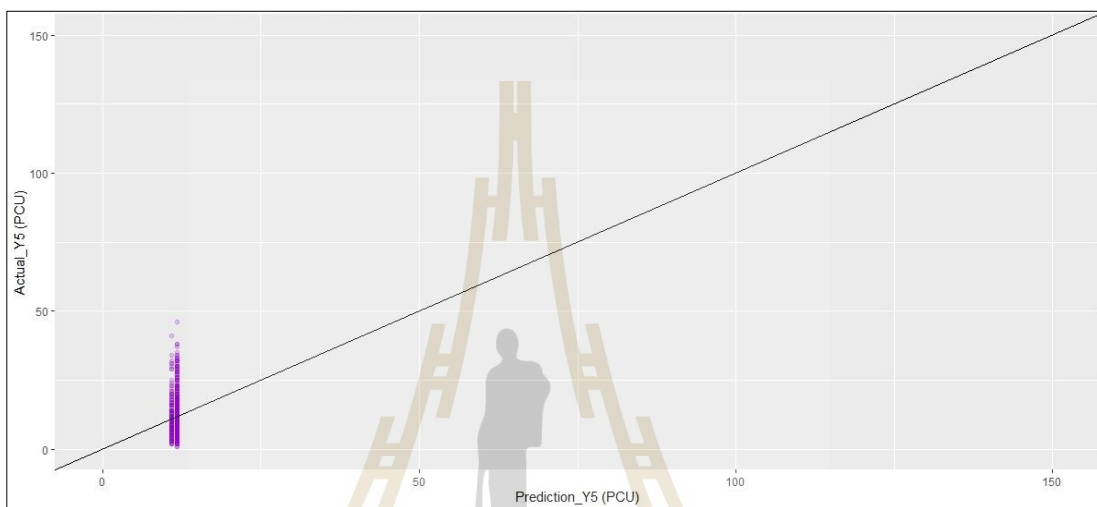
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แสดงดังตารางที่ 4.54

ตารางที่ 4.54 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

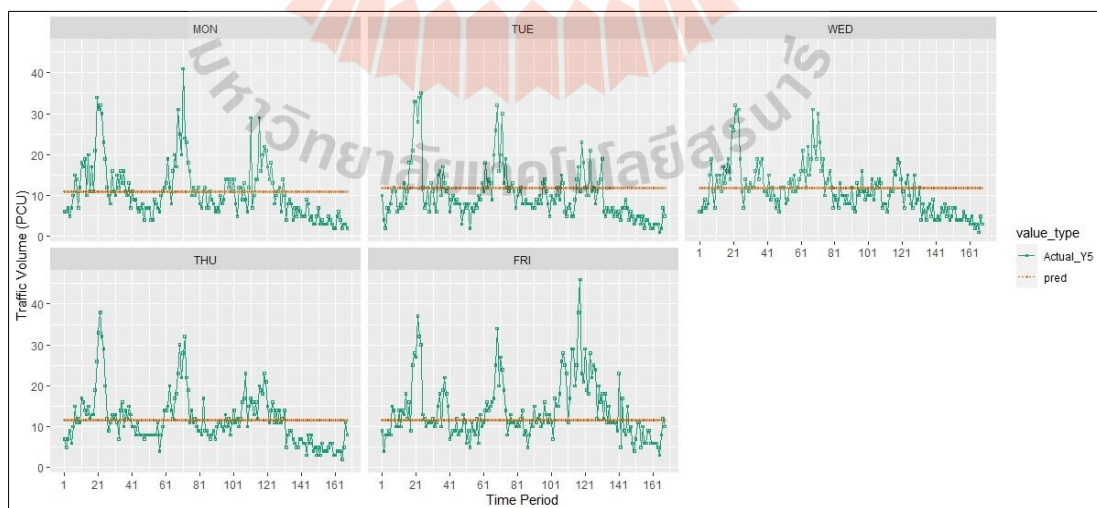
ทิศทาง Y_5	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	0.000
Mean	11.565
Maximum	72.000
Variance	60.190

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของ

ปริมาณจราจรตลอดทั้งวันและในกรณีที่ปริมาณจราจรมีการแปรผันตามเวลาที่ค่อนข้างน้อยไม่ได้ส่งผลดีกับการแปรผันของปริมาณจราจรในช่วงวันธรรมดา การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) แสดงดังรูปที่ 4.95 และรูปที่ 4.96



รูปที่ 4.95 Actual volume Y_5 vs predictions Y_5 (Average Method)



รูปที่ 4.96 Predictions and actual Y_5 by date/time (Average Method)

4.5.6 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	2.765 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{7ai}	0.179 (0.000)
X_{8bi}	0.397 (0.000)
X_{8ci}	0.957 (0.000)
X_{8di}	1.371 (0.000)
X_{8ei}	1.076 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	3.475
Null Deviance: Degree of Freedom	21,713 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	5,551 : 1,672
Residual Deviance /Degrees of Freedom	3.320

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

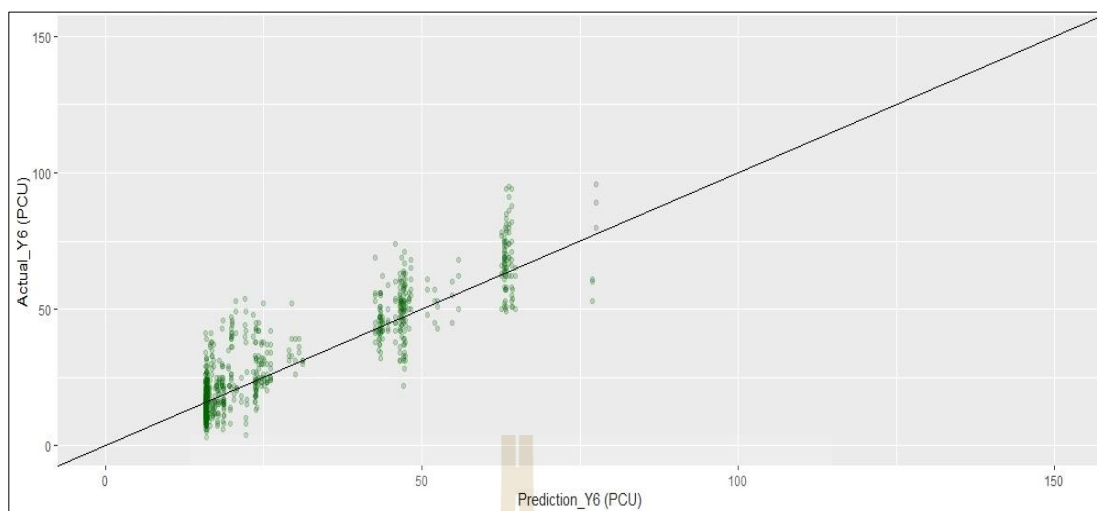
จากตารางที่ 4.55 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวของ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่

(X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้น อยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

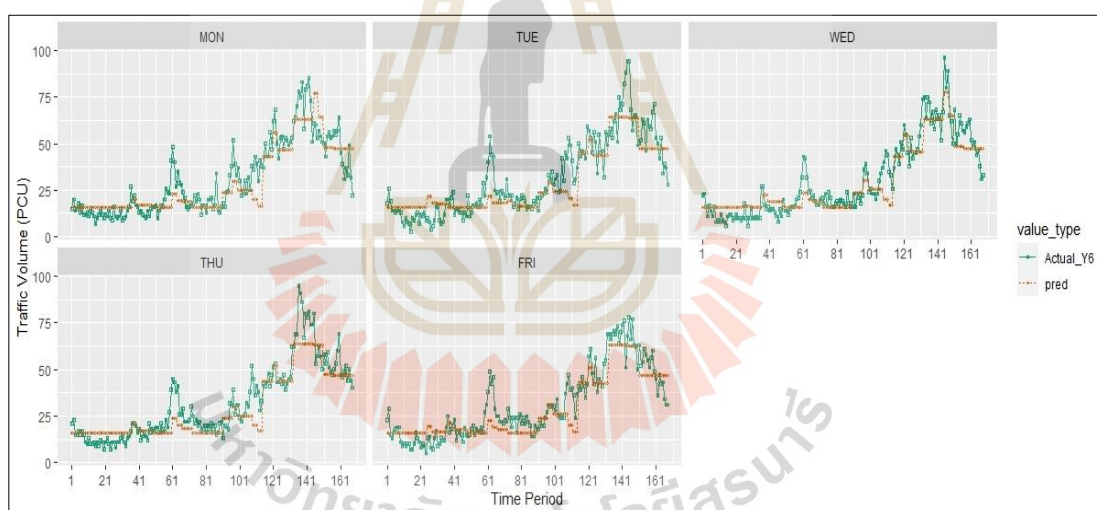
จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 3.475 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.37

$$Y_6 = \text{Exp} (2.765 + 0.0001X_{3i} + 0.179X_{7ai} + 0.397X_{8bi} + 0.957X_{8ci} + 1.371X_{8di} + 1.076X_{8ei} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.37)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรบางส่วนได้ดีพอสมควร และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนแบบจำลองยังสามารถตรวจจับปริมาณจราจรได้ดีในช่วงเย็นของวันธรรมดา ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561 แสดงดังรูปที่ 4.97 และรูปที่ 4.98



รูปที่ 4.97 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.98 Predictions and actual Y_6 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่ศึกษาจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.56

ตารางที่ 4.56 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจาก
หอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_0) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	2.750 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{7ai}	0.239 (0.000)
X_{8bi}	0.396 (0.000)
X_{8ci}	0.961 (0.000)
X_{8di}	1.380 (0.000)
X_{8ei}	1.081 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Deviance	1,770
Log-Likelihood	-12,248
Akaike's Information Criterion (AIC)	12,266
Bayesian Information Criteria (BIC)	12,315
Theta	12.299
Std. Err.	0.649
Likelihood Ratio Chi-Square	2,144
Degrees of Freedom	7
Significant (Sig.)	0.000

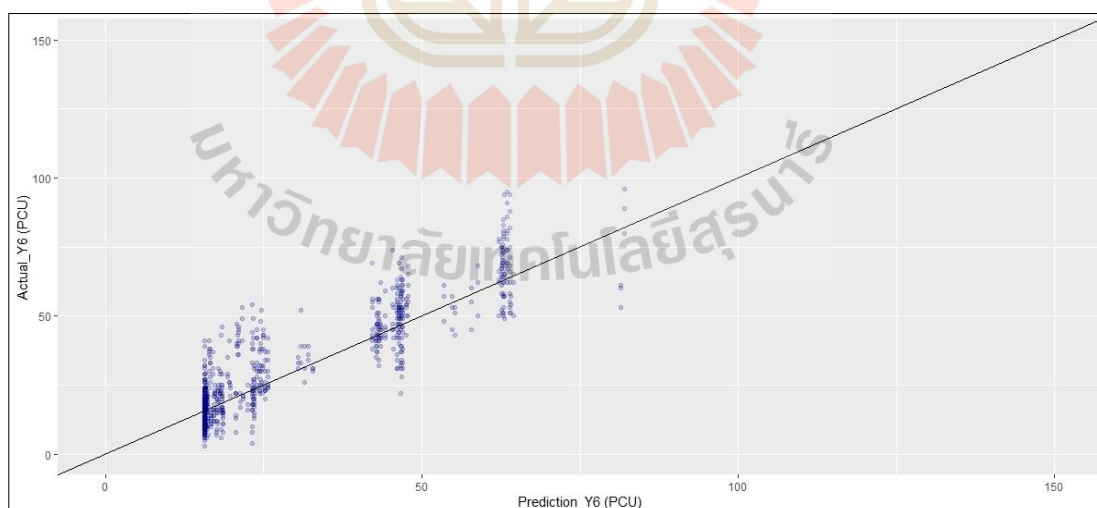
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.56 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_0) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_0) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง

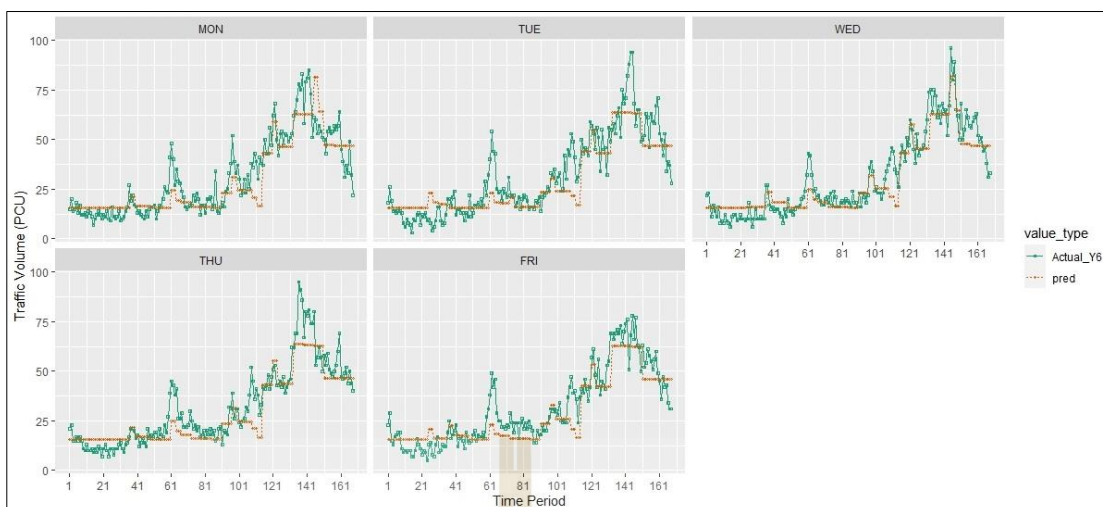
18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.38

$$Y_6 = \text{Exp} (2.750 + 0.0001X_{3i} + 0.239X_{7ai} + 0.396X_{8bi} + 0.961X_{8ci} + 1.380X_{8di} + 1.081X_{8ei} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.38)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรได้ค่อนข้างดีในบางช่วง และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีในระดับหนึ่งอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.99 และรูปที่ 4.100 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.99 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.100 Predictions and actual Y_6 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองที่สททางจากหอพักเดี่ยวชายสู่ประตู 1 (Y_6) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.57

ตารางที่ 4.57 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในสททางจากหอพักเดี่ยวชายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

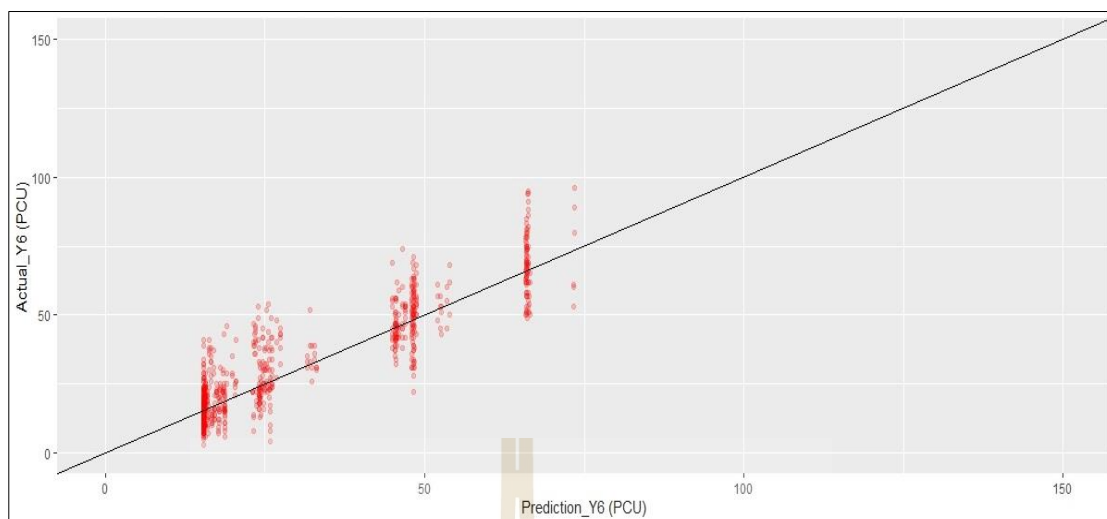
Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	15.320 (0.000)
X_{3i}	0.001 (0.000)
X_{7ai}	6.995 (0.000)
X_{8bi}	8.750 (0.000)
X_{8ci}	29.060 (0.000)
X_{8di}	50.420 (0.000)
X_{8ei}	32.700 (0.000)
X_{11bi}	0.003 (0.000)
R^2	0.756
Adjusted R^2	0.755

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

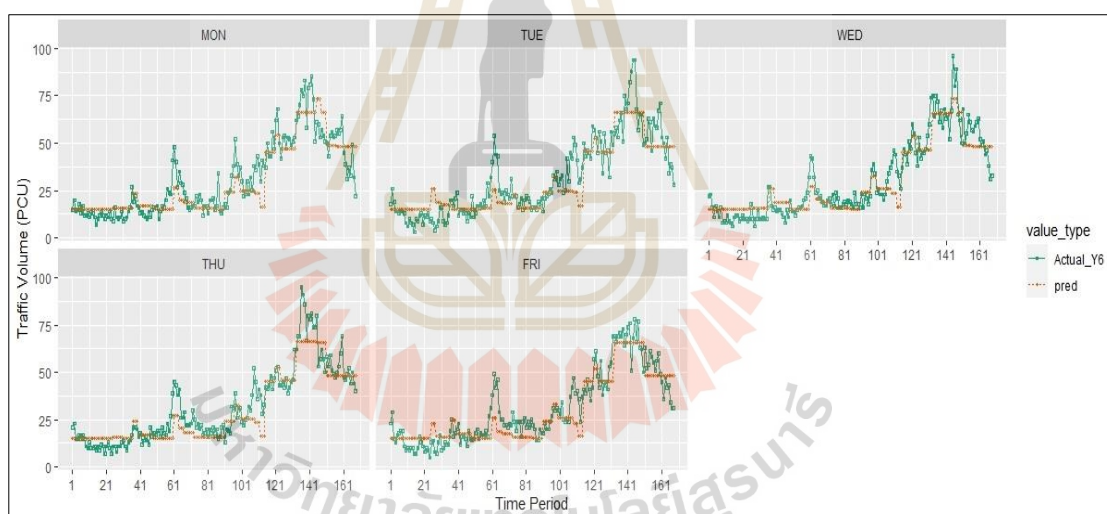
จากตารางที่ 4.57 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8bi}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ei}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ 0.755 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับสูง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ (Y_6) ได้ผลค่อนข้างแม่นยำ แสดงดังสมการที่ 4.39

$$Y_6 = 15.320 + 0.001X_{3i} + 6.995X_{7ai} + 8.750X_{8bi} + 29.060X_{8ci} + 50.420X_{8di} + 32.700X_{8ei} + 0.003X_{11bi} \quad (4.39)$$

จากแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ดีพอสมควร และสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตั้งแต่ช่วงบ่ายไปจรถึงช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.101 และรูปที่ 4.102 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.101 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.102 Predictions and actual Y_6 by date/time (Multiple linear regression)

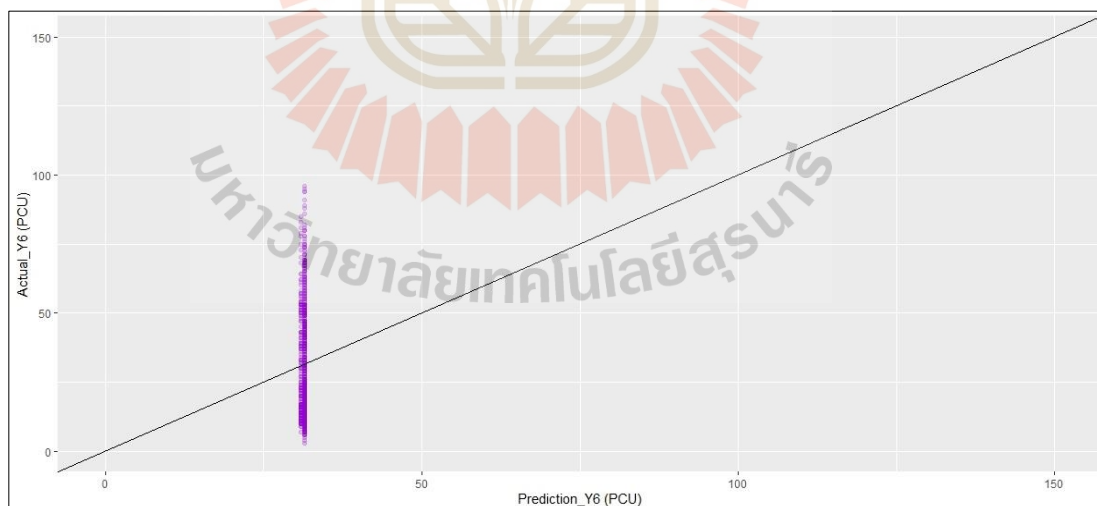
(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ศทางจากหอพักเดี่ยวชายคู่ประตู 1 (Y_6) แสดงดังตารางที่ 4.58

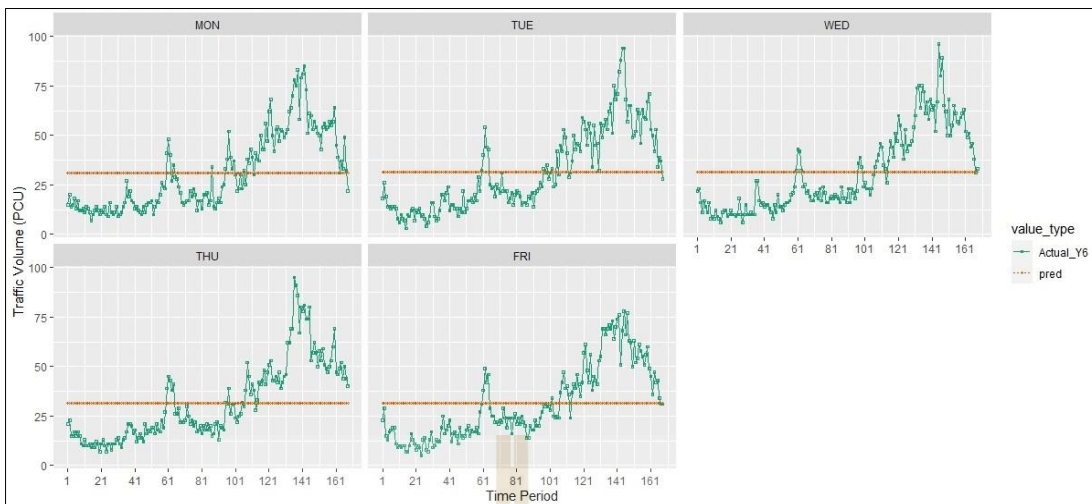
ตารางที่ 4.58 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

ทิศทาง Y_6	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	3.000
Mean	31.351
Maximum	125.000
Variance	432.799

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันไม่ได้ส่งผลดีต่อทิศทางนี้ในวันธรรมดา เนื่องจากทิศทางดังกล่าวมีปริมาณจราจรที่ค่อนข้างสูง และไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากหอพักเลียวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) แสดงดังรูปที่ 4.103 และรูปที่ 4.104



รูปที่ 4.103 Actual volume Y_6 vs predictions Y_6 (Average Method)



รูปที่ 4.104 Predictions and actual Y_6 by date/time (Average Method)

4.5.7 แบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7)

(1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.59

ตารางที่ 4.59 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาชง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
Intercept	3.041 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{5i}	0.0001 (0.000)
X_{7ai}	0.271 (0.000)
X_{8ci}	0.830 (0.000)
X_{8di}	0.696 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.59 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (ต่อ)

Variable	Quasi-Poisson Regression Model
X_{10bi}	0.0001 (0.027)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Overdispersion parameter	5.630
Null Deviance: Degree of Freedom	19,312 : 1,679
Residual Deviance: Degrees of Freedom	9,043 : 1,672
Residual Deviance /Degrees of Freedom	5.409

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

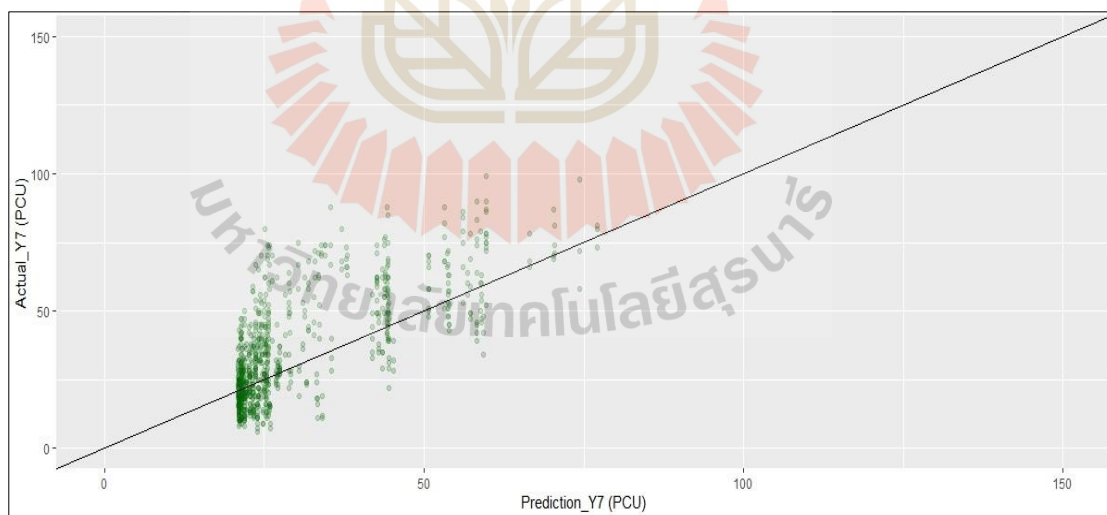
จากตารางที่ 4.59 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง พบว่า ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลาที่ i (X_{3i}) จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไป ในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

จากการทดสอบค่าทางสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซองพบว่า ค่า Overdispersion parameter เท่ากับ 5.630 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ดังนั้น แบบจำลองการ

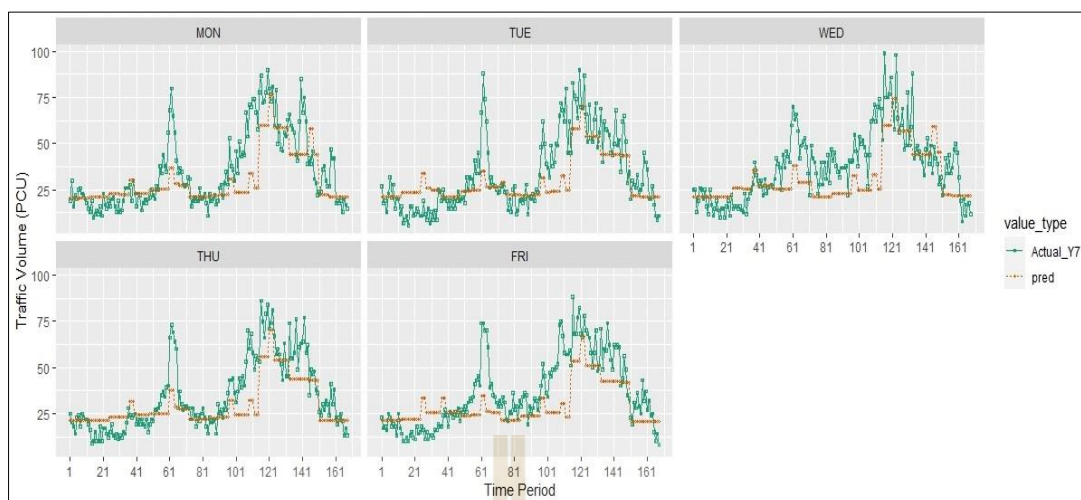
ถดถอยแบบกึ่งพัวของจึงมีความเหมาะสมมากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบพัวของ และสามารถแสดงผลได้ดังสมการที่ 4.40

$$Y_7 = \text{Exp} (3.041 + 0.0001X_{3i} + 0.0001X_{5i} + 0.271X_{7ai} + 0.830X_{8ci} + 0.696X_{8di} + 0.0001X_{10bi} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.40)$$

จากแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันได้ไม่ค่อนคานัก แต่แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นได้ดีพอสมควร แสดงดังรูปที่ 4.105 และรูปที่ 4.106 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวของ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.105 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Quasi-Poisson Regression)



รูปที่ 4.106 Predictions and actual Y_7 by date/time (Quasi-Poisson Regression)

(2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.60

ตารางที่ 4.60 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ

Variable	Negative Binomial regression Model
Intercept	3.140 (0.000)
X_{3i}	0.0001 (0.000)
X_{7ai}	0.308 (0.000)
X_{8ci}	0.792 (0.000)
X_{8di}	0.672 (0.000)
X_{10bi}	0.0002 (0.000)
X_{11bi}	0.0001 (0.000)
Deviance	1,736

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.60 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ (ต่อ)

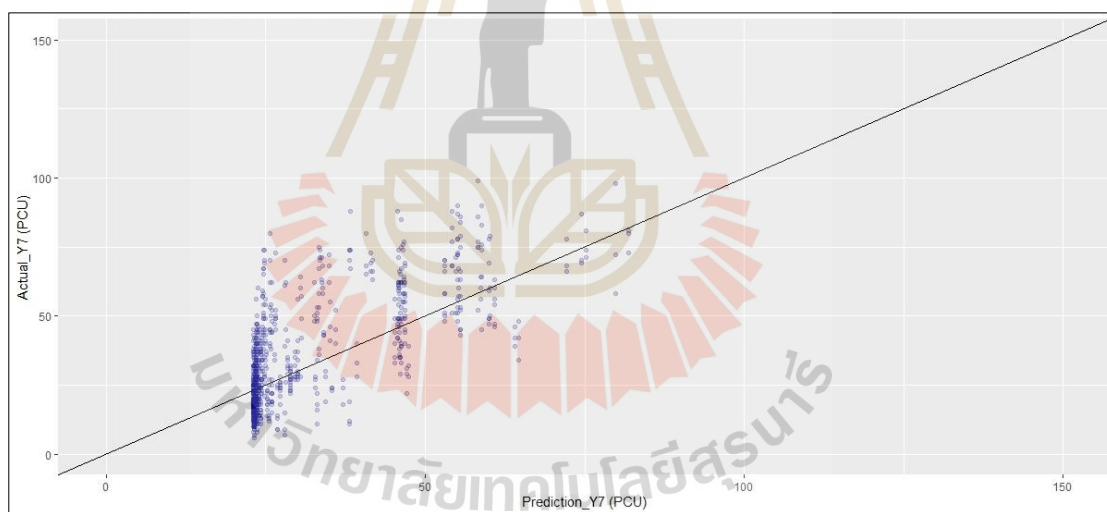
Variable	Negative Binomial regression Model
Log-Likelihood	-13,436
Akaike's Information Criterion (AIC)	13,452
Bayesian Information Criteria (BIC)	13,495
Theta	6.829
Std. Err.	0.288
Likelihood Ratio Chi-Square	1,088
Degrees of Freedom	6
Significant (Sig.)	0.000

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

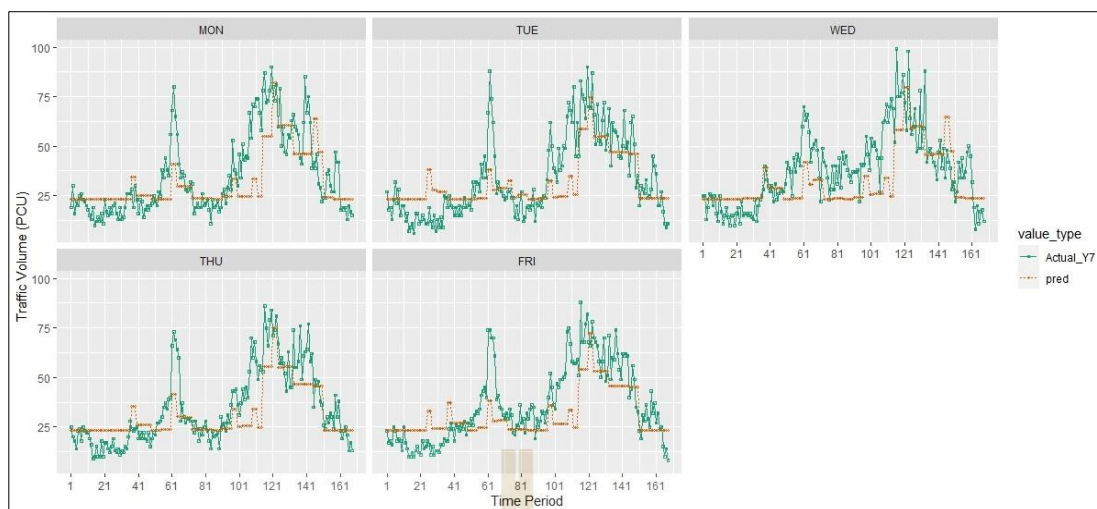
จากตารางที่ 4.60 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียน โดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ใน ชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่ครอบคลุมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในชั่วโมงใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.41

$$Y_7 = \text{Exp}(3.140 + 0.0001X_{3i} + 0.308X_{7ai} + 0.792X_{8ci} + 0.672X_{8di} + 0.0002X_{10bi} + 0.0001X_{11bi}) \quad (4.41)$$

จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันได้ดีในระดับหนึ่ง และสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ค่อนข้างดี แสดงดังรูปที่ 4.107 และรูปที่ 4.108 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.107 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Negative Binomial regression)



รูปที่ 4.108 Predictions and actual Y_7 by date/time (Negative Binomial regression)

(3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training data set) ของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.61

ตารางที่ 4.61 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ

Variable	Multiple linear regression Model
Intercept	22.990 (0.000)
X_{3i}	0.002 (0.000)
X_{7ai}	11.890 (0.000)
X_{8ci}	35.390 (0.000)
X_{8di}	23.930 (0.000)
X_{10bi}	0.007 (0.000)
X_{11bi}	0.006 (0.000)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

ตารางที่ 4.61 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ (ต่อ)

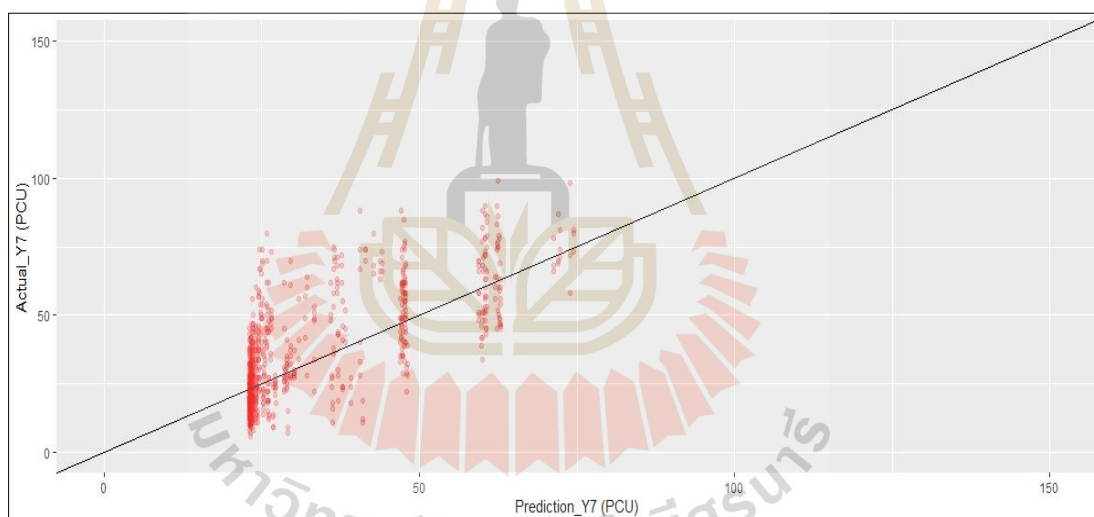
Variable	Multiple linear regression Model
R^2	0.536
Adjusted R^2	0.534

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ () คือ ค่า p-value

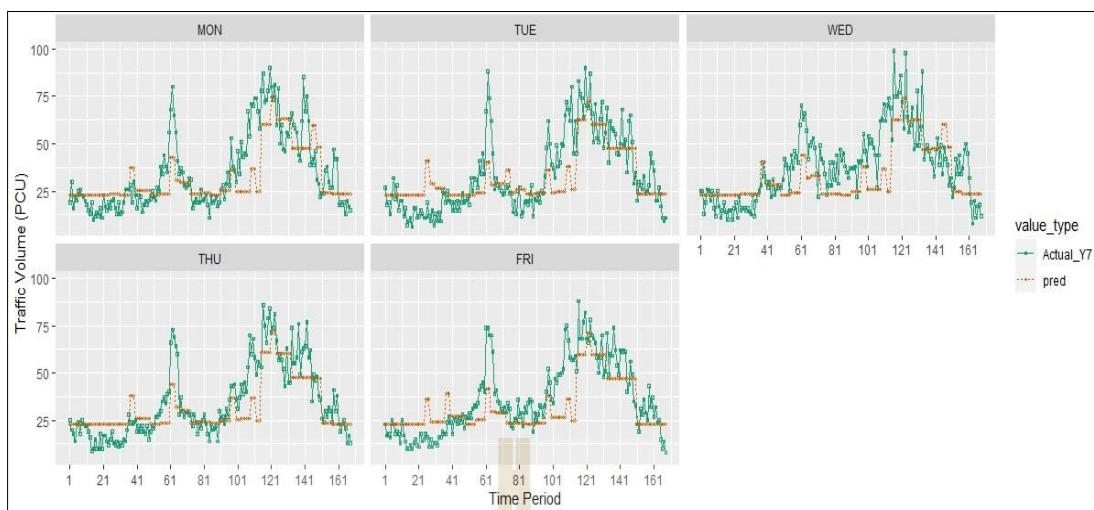
จากตารางที่ 4.61 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้า ชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนโดยมีนักศึกษาที่เลิกเรียนในชั่วโมงนั้น มากกว่า 500 คนหรือไม่ (X_{7ai}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วน ช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) หรือไม่ (X_{8ci}) ช่วงเวลา i นั้นอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วน ช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) หรือไม่ (X_{8di}) จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที ที่คร่อมช่วงเวลา i และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi}) จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลา i ใด ๆ หลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi}) ตัวแปรทั้งหมดส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ในเชิงบวกเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ จากการทดสอบค่าทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การดำเนินงานที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) 0.534 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับกลาง ผลของแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 4.42

$$Y_7 = 22.990 + 0.002X_{3i} + 11.890X_{7ai} + 35.390X_{8ci} + 23.930X_{8di} + 0.007X_{10bi} + 0.006X_{11bi} \quad (4.42)$$

จากแบบจำลองการถดถอยถดถอยพหุคูณ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่า แบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ได้ดีในระดับหนึ่ง และยังสามารถตรวจจับปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเย็นของวันธรรมดาได้ดีอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.109 และรูปที่ 4.110 ซึ่งเป็นการนำเอาแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรของภาคการศึกษาที่ 3/2561



รูปที่ 4.109 Actual volume Y_7 vs predictions Y_7 (Multiple linear regression)



รูปที่ 4.110 Predictions and actual Y_7 by date/time (Multiple linear regression)

(4) การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

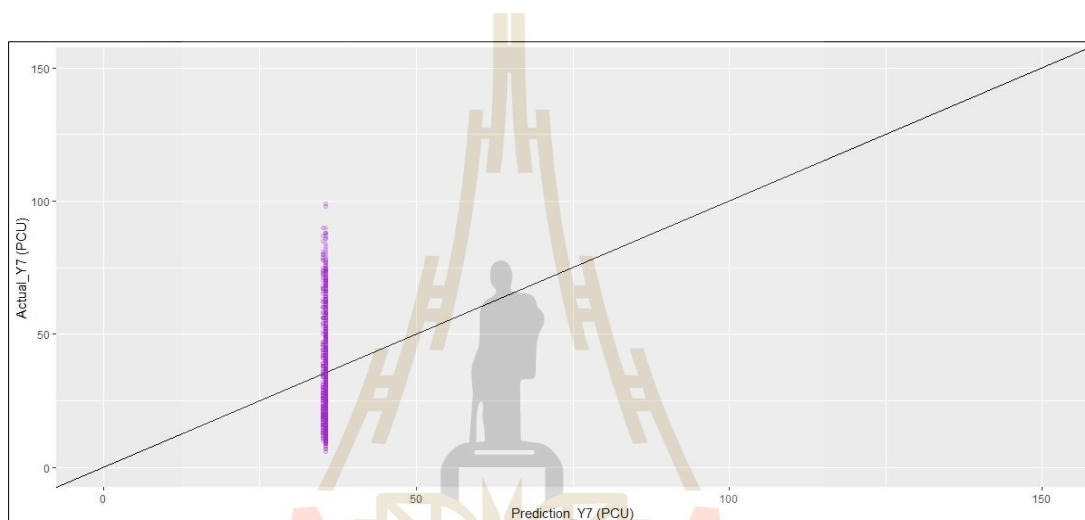
ผลจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็น Training data set ได้ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) แสดงดังตารางที่ 4.62

ตารางที่ 4.62 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

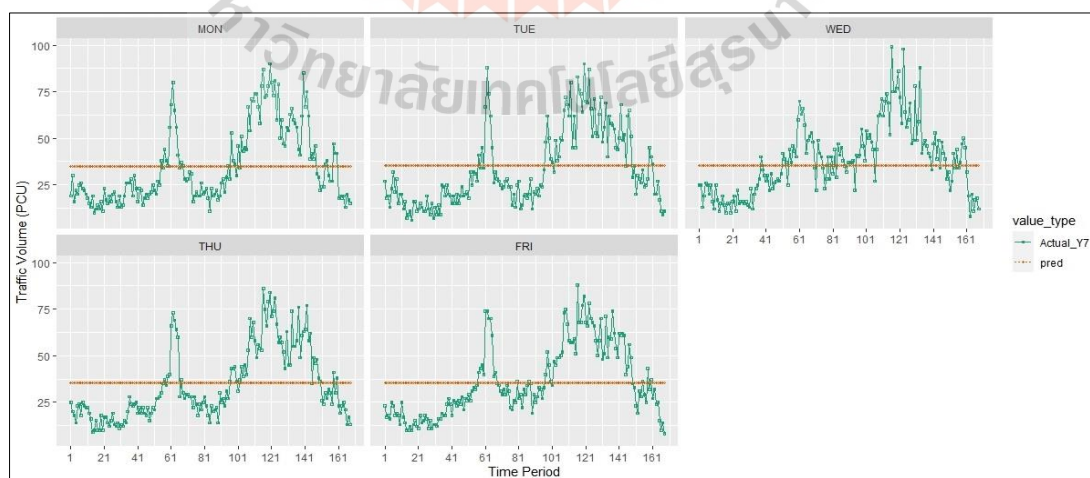
ทิศทาง Y_7	ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง
Minimum	2.000
Mean	35.466
Maximum	125.000
Variance	427.895

จากแบบจำลองโดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) พบว่า การใช้ค่าเฉลี่ยเป็น

ตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันนั้นไม่ได้ส่งผลดีกับการศึกษาดังกล่าว แต่ในกรณีที่ปริมาณจราจรมีการแปรผันตามเวลาที่ค่อนข้างน้อยอาจจะส่งผลต่อศึกษาดังกล่าวได้หากช่วงเวลาที่พิจารณาเป็นช่วงวันหยุด (วันเสาร์-วันอาทิตย์) และไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณการจราจรในทิศทางนี้ได้ การนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจราจร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการสำรวจของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ในทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y₇) แสดงดังรูปที่ 4.111 และรูปที่ 4.112



รูปที่ 4.111 Actual volume Y₇ vs predictions Y₇ (Average Method)



รูปที่ 4.112 Predictions and actual Y₇ by date/time (Average Method)

4.6 การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองของกรณีที่ 2

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง (Odeck & Welde, 2017) โดยนำแบบจำลองที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำกับข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ของภาคการศึกษาที่ 3/2561 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจริงหรือเรียกอีกอย่างว่าข้อมูลชุดทดสอบ (Testing data set) นำมาเปรียบเทียบ โดยดูจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error : RMSE) ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.63

ตารางที่ 4.63 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง กรณีที่ 2

ทิศทาง	Root mean square error: RMSE (PCU)			
	Quasi-Poisson Regression	Negative Binomial regression	Multiple linear regression	Average Method
Y ₁	12.211	12.261	11.733	13.726
Y ₂	37.486	38.808	35.355	38.270
Y ₃	16.332	16.273	15.713	21.039
Y ₄	9.817	9.861	8.662	14.559
Y ₅	5.991	6.036	5.964	6.757
Y ₆	9.050	9.054	8.667	19.837
Y ₇	14.926	14.631	14.108	19.719

จากตารางที่ 4.63 พบว่า

- ทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y₁) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

- ทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y₂) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

- ทิศทางจากประศู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุด วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบมีค่า RMSE ที่มีความใกล้เคียงกับวิธีการถดถอยพหุคูณ เมื่อเทียบกับค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ

- ทิศทางจากประศู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบมีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

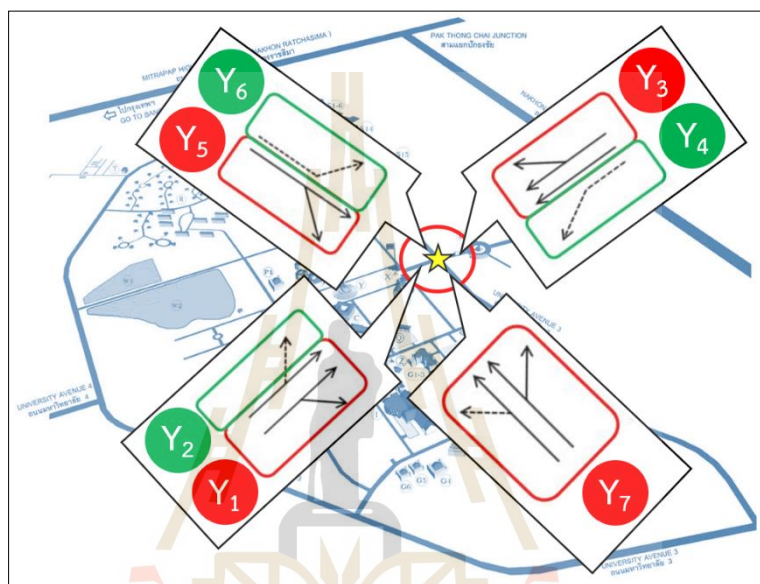
- ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่า RMSE รองลงมาจากวิธีการถดถอยพหุคูณ วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ

- ทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประศู 1 (Y_6) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ ค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ ซึ่งวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของและวิธีการถดถอยทวินามเชิงลบ มีค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่า RMSE รองลงมาจากวิธีการถดถอยพหุคูณ วิธีค่าเฉลี่ยให้ค่า RMSE มากที่สุด ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาคือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัชของ

- ทิศทางจาก โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประศู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7) ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยพหุคูณ มีค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่า ค่า RMSE ของวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ, วิธีการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมและแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองวิธีการถดถอยแบบกึ่งพัชของ, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบและวิธีค่าเฉลี่ย

4.7 อภิปรายผลจากการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

การศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองครั้งนี้อาศัยการวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัวซอง (Quasi-Poisson Regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) และวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) ในการพัฒนาแบบจำลอง ทั้ง 7 ทิศทาง ดังรูปที่ 4.113



รูปที่ 4.113 ทิศทางของตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร

จากรูปที่ 4.113 เป็นภาพแผนที่ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้ทำการระบุตำแหน่งที่ทำการสำรวจเป็นทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี เป็นทางแยกที่ถนนมหาวิทยาลัย 1 ตัดกับถนนมหาวิทยาลัย 3 และได้ทำการแบ่งทิศทางการจราจรออกเป็น 7 ทิศทางในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาแยกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ครอบคลุมทั้งวันธรรมดาและวันหยุด และกรณีที่ครอบคลุมเฉพาะวันธรรมดา อย่างไรก็ตาม ในการอภิปรายผลการศึกษาจะแสดงผลเฉพาะกรณีที่พิจารณาครอบคลุมเพียงแค่วันธรรมดาเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองเป็นข้อมูลของการเรียนการสอนเฉพาะในหลักสูตรปกติ ซึ่งจะมีช่วงเวลาเรียนเฉพาะในวันธรรมดาเท่านั้น

จากตารางที่ 4.63 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองซึ่งอาศัยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error: RMSE) ที่ใช้เป็นตัวชี้วัด พบว่าแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ มีค่า RMSE ดีกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลอง

ถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ทั้ง 7 ทิศทาง สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย

4.8 ผลการวิเคราะห์

จากการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองทำให้ทราบว่าแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง, แบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย โดยที่ตัวแปรที่ผู้วิจัยนำมาพิจารณาเพื่อสร้างแบบจำลอง เป็นตัวแปรอิสระที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเพื่อหาตัวแปรที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง ผลการสร้างแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.64

ตารางที่ 4.64 ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ

แบบจำลอง	ข้อมูล		
	R ²	Adjusted R ²	p-value
$Y_1 = 3.847 + 0.001X_{3i} + 0.002X_{5i} + 8.184X_{6ai} + 9.457X_{7ai}$ $+ 7.004X_{8bi} + 16.590X_{8ci} + 7.726X_{8di} + 0.004X_{11bi}$ $+ 0.008X_{12ai}$	0.357	0.353	0.000
$Y_2 = 2.635 + 0.002X_{3i} + 0.005X_{5i} + 13.650X_{7ai}$ $+ 17.310X_{8bi} + 0.019X_{10bi} + 0.010X_{11bi} + 0.037X_{12ai}$	0.374	0.371	0.000
$Y_3 = 22.400 + 0.002X_{2i} + 0.001X_{3i} + 0.001X_{4i}$ $+ 17.000X_{6ai} + 5.202X_{7ai} + 28.060X_{8ai} + 24.690X_{8ci}$ $+ 36.610X_{8di} + 27.470X_{8ei} + 0.008X_{9ai}$	0.492	0.489	0.000
$Y_4 = 15.720 + 0.002X_{2i} + 0.001X_{4i} + 33.480X_{8ai}$ $+ 9.667X_{8ci} + 0.006X_{9ai}$	0.730	0.729	0.000
$Y_5 = 7.479 + 0.001X_{4i} + 2.299X_{6ai} + 1.468X_{7ai}$ $+ 8.104X_{8ai} + 4.783X_{8ci} + 0.002X_{9ai} + 0.005X_{10bi}$ $+ 0.002X_{11bi}$	0.283	0.280	0.000
$Y_6 = 15.320 + 0.001X_{3i} + 6.995X_{7ai} + 8.750X_{8bi}$ $+ 29.060X_{8ci} + 50.420X_{8di} + 32.700X_{8ei} + 0.003X_{11bi}$	0.756	0.755	0.000
$Y_7 = 22.990 + 0.002X_{3i} + 11.890X_{7ai} + 35.390X_{8ci}$ $+ 23.930X_{8di} + 0.007X_{10bi} + 0.006X_{11bi}$	0.536	0.534	0.000

จากตารางที่ 4.64 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้ง 7 ทิศทาง โดยอาศัยแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับการแปรผันของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีได้ดีในระดับหนึ่ง โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) เนื่องจากมีค่าอยู่ในระดับกลาง โดยมีเพียงแค่ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) น้อย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนทางแยกทิศทางนี้ ส่วนทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4) กับ ทิศทางจากหอพักเลี้ยวซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6) นั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) สูงที่สุด ในทิศทางทั้ง 2 ทิศทางนี้มีปริมาณจราจรที่มากตลอดทั้งวันจึงส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) สูง และสามารถสรุปได้ดังนี้

4.8.1 ทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_5)

เป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้เส้นทางออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากเรียนเสร็จเพื่อออกนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งอาจเป็นนักศึกษาที่พักอยู่หอพักภายนอกมหาวิทยาลัยหรือนักศึกษาที่เดินทางไปซื้อของและรับประทานอาหารที่ร้านค้าและตลาดที่ตั้งอยู่ภายนอกของมหาวิทยาลัยในช่วงบ่ายและเย็น นอกจากนั้นยังเป็นทิศทางที่บุคลากรใช้เส้นทางออกจากอาคารที่ทำงานในช่วงเวลาเลิกงานด้วย ในส่วนของทิศเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนั้นจะมีการจราจรค่อนข้างน้อย โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนแล้วหรือกำลังจะเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i})
 - จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{5i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{6ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi})
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai})

- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงบ่ายและเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) (X_{8bi})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) (X_{8di})

จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าวโดยเป็นทิศทางที่เกิดการเดินทางของนักศึกษาเพื่อเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อกลับหอพัก หรือไปยังสถานที่อื่น ๆ และยังมีปริมาณจราจรมากในช่วงบ่ายไปจนถึงช่วงเย็น

4.8.2 ทิศทางจากเสาธงเลียวย้ายสู่หอพัก (Y_2)

เป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้เดินทางออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากเรียนเสร็จเพื่อกลับหอพักภายในมหาวิทยาลัย โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนแล้วหรือกำลังจะเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{3i})
 - จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมงที่ครอบคลุมช่วงเวลา i (X_{5i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi})
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 15 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{12ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงบ่าย (รวมถึงช่วงเวลาเดินทางเข้ามาหลังรับประทานอาหารเสร็จและเดินทางออกไปทำธุระ)

- ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) (X_{8bi})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับภาระการเรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว โดยส่วนใหญ่เป็นการเดินทางของนักศึกษาเพื่อเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อกลับหอพัก หรือไปยังสถานที่อื่น ๆ และเป็นทิศทางที่บุคลากรเดินทางหลังจากที่เลิกงาน เพื่อออกภายนอกมหาวิทยาลัย หรือ ไปจับจ่ายซื้อของและรับประทานอาหารเช้า ซึ่งมีปริมาณจราจรสูงในช่วงบ่าย อย่างไรก็ตาม พบว่ายังมีตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับภาระการเรียนปรากฏอยู่ในแบบจำลองด้วย โดยเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน ถึงแม้ว่าการปรากฏของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษานี้ในแบบจำลองจะไม่ค่อยสมเหตุสมผลนัก แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาดังกล่าวจะพบว่ามีค่าค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาในช่วงเลิกเรียนตัวอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษานี้ส่งผลน้อยมากต่อการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางนี้

4.8.3 ทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3)

เป็นทิศทางที่นักศึกษาที่พักอยู่หอพักภายนอกมหาวิทยาลัยใช้เส้นทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเรียนรวม หรือนักศึกษาที่เดินทางผ่านเพื่อไปติดต่อธุระยังอาคารต่าง ๆ นอกจากนั้นยังเป็นทิศที่บุคลากรใช้ในการเดินทางในช่วงเช้าเพื่อเข้าไปยังที่ทำงานด้วย โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เริ่มเรียนแล้วหรือกำลังจะเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{2i})
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่ครอบคลุมเวลา i (X_{4i})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนแล้วหรือกำลังจะเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่ครอบคลุมเวลาที่ i (X_{3i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{6ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai})

- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเช้างานและเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) (X_{8ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) (X_{8di})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) (X_{8ei})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเข้าเรียนและเข้างาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว ทิศทางดังกล่าวซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางเข้ามาเรียนที่อาคารเรียนรวม หรือมาเข้าทำงานตามอาคารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยของบุคลากร โดยมีปริมาณจราจรสูงในช่วงเช้าและเย็น อย่างไรก็ตาม พบว่ามีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนปรากฏอยู่ในแบบจำลองด้วยจำนวน 2 กลุ่ม โดกลุ่มแรกได้แก่จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้า ซึ่งพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์น้อยกว่าของกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียน และกลุ่มที่สองได้แก่ตัวแปรหุ่นของช่วงเวลาก่อนและหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที ซึ่งเช่นเดียวกัน จะพบว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนนี้มีค่าสัมประสิทธิ์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียน ทำให้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนนี้ส่งผลน้อยมากต่อการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางดังกล่าว

4.8.4 ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)

เป็นทิศทางที่นักศึกษาที่พักอยู่หอพักภายนอกมหาวิทยาลัยบางส่วนใช้เส้นทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเครื่องมือหรือห้องทดลอง และบุคลากรใช้เส้นทางมาเพื่อทำงาน รวมไปถึงผู้มาติดต่อธุระที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งในทิศนี้จะมีปริมาณจราจรมากในช่วงเร่งด่วนช่วงเช้า และช่วงเย็น โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เริ่มเรียนแล้วหรือกำลังจะเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนหลังจากชั่วโมงใด ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{2i})
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน

- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเช้างานและเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) (X_{8ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเข้าเรียนและเข้าทำงาน ซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้เดินทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเรียนรวม หรือการมาทำงานของบุคลากรที่เดินทางเข้ามาทำงาน โดยมีปริมาณจราจรสูงในช่วงเช้าและเย็น ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว

4.8.5 ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ เลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5)

เป็นทิศทางที่การจราจรเป็นแบบผสมผสาน ทั้งสำหรับการเดินทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารปฏิบัติการรวมถึงเพื่อติดต่อภารกิจต่าง ๆ นอกจากนั้นบุคลากรสามารถใช้เส้นทางนี้เพื่อเข้าทำงานทั้งในช่วงเช้าและหลังจากสอนเสร็จ รวมไปถึงผู้มาติดต่อธุระที่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทิศทางนี้จะมีปริมาณจราจรค่อนข้างน้อย โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เริ่มเรียนแล้วหรือกำลังจะเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเข้าเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ ที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{4i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{6ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลา อีก 15 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้านี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{9ai})
 - จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10bi})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน

- จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียน ก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าและเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเช้างานและเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าของวันทำงาน (ช่วง 07:30:00 - 08:59:59 น.) (X_{8ai})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเข้าเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงที่เกิดขึ้นในทิศทางดังกล่าว ซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเรียนรวม และบุคลากรที่เข้ามาทำงานอีกด้วย โดยมีปริมาณจราจรสูงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าและช่วงเย็น อย่างไรก็ตาม พบว่ามีตัวแปร 2 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนปรากฏอยู่ในแบบจำลอง ได้แก่ กลุ่มแรก คือ กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรหุ่นที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียน และกลุ่มที่สอง คือ กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน ซึ่งพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์น้อยกว่าของกลุ่มตัวแปรจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียน โดยตัวแปร 2 กลุ่มนี้ไม่ได้ส่งต่อปริมาณจราจรในทิศทางดังกล่าว

4.8.6 ทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y_6)

เป็นทิศทางที่นักศึกษาที่พักอยู่หอพักภายในมหาวิทยาลัยใช้เดินทางออกจากอาคารเรียนรวมหรือเดินทางจากหอพักภายในมหาวิทยาลัย เพื่อเดินทางไปซื้อของและรับประทานอาหารที่ร้านค้าและตลาดที่ตั้งอยู่นอกของมหาวิทยาลัย ในส่วนของทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 มีปริมาณจราจรค่อนข้างสูงในช่วงบ่ายไปจนถึงช่วงเย็น โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนแล้วหรือกำลังจะเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียน ก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11bi})

- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงบ่ายและเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงบ่ายของวันทำงาน (ช่วง 14:30:00 - 15:59:59 น.) (X_{8bi})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) (X_{8di})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 3 ของวันทำงาน (ช่วง 19:30:00 - 20:59:59 น.) (X_{8ei})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเลิกเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว และยังมีปริมาณจราจรมากในช่วงบ่ายไปจนถึงช่วงเย็น โดยส่วนใหญ่เป็นการเดินทางของนักศึกษาที่อยู่หอพักภายในมหาวิทยาลัย หรือนักศึกษาที่เรียนเสร็จ เพื่อเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อกลับหอพักภายนอกมหาวิทยาลัย หรือไปยังสถานที่อื่น ๆ พบว่า แบบจำลองนี้มีเพียงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนของนักศึกษา มีความสมเหตุสมผลและส่งผลกระทบอย่างมากต่อการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางนี้

4.8.7 ทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง (Y_7)

เป็นทิศทางที่นักศึกษา อาจารย์ และบุคลากร ใช้เดินทางออกจากอาคารเครื่องมือหรือห้องทดลอง หรือเดินทางจากอาคารที่ทำงาน หรือเดินทางมาจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อเดินทางกลับหอพักทั้งที่พักอยู่ภายในมหาวิทยาลัยกับที่พักอยู่ภายนอกมหาวิทยาลัย หรือเดินทางไปซื้อของและรับประทานอาหารที่ร้านค้าและตลาดที่ตั้งอยู่ภายนอกของมหาวิทยาลัย ในส่วนของทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลี้ยวซ้ายสู่เสาธง มีปริมาณจราจรค่อนข้างสูงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็น โดยสามารถสรุปตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองได้ ดังนี้

- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนแล้วหรือกำลังจะเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาที่เลิกเรียนตอนสิ้นชั่วโมงก่อนหน้าชั่วโมงที่คร่อมช่วงเวลา i (X_{3i})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15 นาที (X_{7ai})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียน

- จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนวิชาถัดไปในช่วงเวลาอีก 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง (X_{10b})
- กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเลิกเรียน
 - จำนวนนักศึกษาหลังคาบเรียน 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง (X_{11b})
- กลุ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเย็น (รวมถึงช่วงเวลาเลิกงาน)
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 1 ของวันทำงาน (ช่วง 16:30:00 - 17:59:59 น.) (X_{8ci})
 - ช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาเป็นชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเย็นรอบที่ 2 ของวันทำงาน (ช่วง 18:00:00 - 19:29:59 น.) (X_{8di})

จะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว โดยส่วนใหญ่เป็นการเดินทางของนักศึกษาเพื่อเดินทางออกจากอาคารเรียนเพื่อกลับหอพัก หรือไปยังสถานที่อื่น ๆ และยังมีปริมาณจราจรสูงในช่วงเย็น และจากผลการทดสอบแบบจำลองทำให้พบว่า มีตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนปรากฏอยู่ในแบบจำลองด้วย โดยเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับช่วงเริ่มเรียนซึ่งไม่ค่อยสมเหตุสมผลเมื่อพบตัวแปรนี้ในแบบจำลอง แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาดังกล่าวพบว่า มีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาเลิกเรียนตัวอื่น ๆ ซึ่งส่งผลน้อยมากต่อการพยากรณ์ปริมาณจราจรในทิศทางนี้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้นอกจากจะทำการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ของปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ยังได้นำเอาข้อมูลด้านกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย รวมไปถึงการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยอาศัยข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย และข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาของภาคการศึกษาที่ 1/2561, 2/2561 และ 3/2561 ในการศึกษาได้อาศัยการวิเคราะห์การถดถอยแบบกึ่งพัซซอง (Quasi-Poisson Regression) และการวิเคราะห์ การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial regression) ซึ่งได้ทดสอบการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Over dispersion Test) พบว่า ตัวแปรตอบสนองมีการกระจายตัวที่สูง (Over dispersion Effect) ส่งผลให้ข้อมูลไม่เหมาะสมกับแบบจำลอง การวิเคราะห์โดยวิธีค่าเฉลี่ย (Average Method) พบว่าวิธีค่าเฉลี่ยนั้น ไม่เหมาะสมกับการนำมาพัฒนาแบบจำลองเนื่องจากแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยไม่สามารถเป็นตัวแทนของปริมาณจราจรตลอดทั้งวันในช่วงวันธรรมดาได้และไม่สามารถสะท้อนการแปรผันของปริมาณจราจรได้ ดังนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R^2) มีค่าอยู่ในระดับที่ดีพอสมควร และได้ทำการเปรียบเทียบด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error : RMSE) ปรากฏว่า แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด

5.1 การรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเวลา 07:00:00 - 21:00:00 รวมเป็น 14 ชั่วโมงต่อวัน และใช้ข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษา ได้ทำการศึกษาแยกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ครอบคลุมทั้งวันธรรมดาและวันหยุด และกรณีที่ครอบคลุมเฉพาะวันธรรมดา ซึ่งผลการศึกษาได้แสดงผลเฉพาะกรณีที่พิจารณาครอบคลุมเพียงแค่วันธรรมดาเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองเป็นข้อมูลของการเรียนการสอนเฉพาะในหลักสูตรปกติ ซึ่งมีช่วงเวลา

เรียนเฉพาะในวันธรรมดาเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลของภาคการศึกษาที่ 1/2561 และ 2/2561 เป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และ 3/2561 เพื่อใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

5.2 การเปรียบเทียบแบบจำลองและการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมมากที่สุด

ในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองอยู่ 4 กรณี คือ 1) กรณีของแบบจำลองการถดถอยแบบกึ่งพัวซอง 2) กรณีของแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ 3) กรณีของแบบจำลองถดถอยพหุคูณ และ 4) กรณีของแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย มีขั้นตอนในการเปรียบเทียบแบบจำลองดังนี้ ตรวจสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ หาแนวโน้มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาในกรณีที่ครอบคลุมเฉพาะวันธรรมดาส่งผลต่อการเกิดปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันยังถูกทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นำตัวแปรนั้นมาพิจารณาพร้อมกัน เนื่องจากถ้าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงอาจส่งผลให้แบบจำลองมีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือเครื่องหมายหน้าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับความเป็นจริง ทำให้ทราบได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสัมพันธ์กันสูง จึงไม่นำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงเข้ามาพิจารณาพร้อมกัน แต่จะเลือกตัวแปรที่ทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด สามารถทำได้การเปรียบเทียบด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error : RMSE) ปรากฏว่า แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด

5.3 สรุปผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษา สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.3.1 การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยอาศัยการเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square error: RMSE) ทำให้ทราบได้ว่าแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด

5.3.2 จากการทดสอบแบบจำลองที่ดีที่สุด คือ แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ พบว่ามีตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแปรผันของปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกทั้ง 7 ทิศทาง

พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยส่งผลต่อการเดินทางผ่านทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ทิศทางจากเสาธงมุ่งหน้าตรงสู่ประตู 1 และเลี้ยวขวาสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_1)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าวซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้เดินทางออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากเรียนเสร็จเพื่อออกนอกมหาวิทยาลัยรวมทั้งกลับหอพัก หรือเดินทางไปซื้อของและรับประทานอาหารภายนอกมหาวิทยาลัยในช่วงบ่ายและเย็น นอกจากนี้ยังเป็นทิศทางที่บุคลากรใช้เดินทางออกจากอาคารที่ทำงานในช่วงเวลาเลิกงานด้วย

(2) ทิศทางจากเสาธงเลี้ยวซ้ายสู่หอพัก (Y_2)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว โดยเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากที่เรียนเสร็จและเป็นทิศทางที่บุคลากรเดินทางหลังจากที่เลิกงาน เพื่อออกภายนอกมหาวิทยาลัยในช่วงบ่าย แต่เนื่องด้วยทิศทางดังกล่าวมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางเพื่อมาเข้าเรียนเมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าตัวแปรการเข้าเรียนดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรในทิศทางนี้

(3) ทิศทางจากประตู 1 มุ่งหน้าตรงสู่เสาธง และเลี้ยวขวาสู่หอพัก (Y_3)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเข้าเรียนและเข้างาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าวซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางเข้ามาเรียนที่อาคารเรียนรวม หรือมาเข้าทำงานตามอาคารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยของบุคลากร ในช่วงเช้าและเย็น แต่เนื่องด้วยทิศทางนี้มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนอยู่ด้วยเมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณจราจรในทิศทางนี้

(4) ทิศทางจากประตู 1 เลี้ยวซ้ายสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Y_4)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเข้าเรียนของนักศึกษาและเข้าทำงานของบุคลากร ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าว ซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้เดินทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเรียนรวม หรือการมาเข้างานของบุคลากรที่เดินทางเข้ามาทำงานตามอาคารต่าง ๆ ในช่วงเช้าและช่วงเย็นอีกด้วย

(5) ทิศทางจากหอพักมุ่งหน้าตรงสู่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเลี้ยวขวาสู่เสาธง (Y_5)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับ การเข้าเรียน ของนักศึกษาและเข้าทำงานของบุคลากร ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงที่เกิดขึ้นใน ทิศทางดังกล่าว ซึ่งเป็นทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางเพื่อมาเข้าเรียนที่อาคารเรียนรวม และ บุคลากรที่เข้ามาทำงานตามอาคารต่าง ๆ ในช่วงเช้าและช่วงเย็น แต่เนื่องด้วยทิศทางนี้มีตัวแปรที่ เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียนอยู่ด้วยเมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเลิกเรียน ดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณจราจรในทิศทางนี้

(6) ทิศทางจากหอพักเลีย่วซ้ายสู่ประตู 1 (Y₆)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองทั้งหมดเกี่ยวข้องกับ การเลิกเรียนหรือ เลิกงานซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าวซึ่งเป็นทิศทางที่ นักศึกษาใช้ในการเดินทางออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากเรียนเสร็จ หรือเดินทางออกจากอาคาร ต่าง ๆ ของบุคลากร เพื่อออกนอกมหาวิทยาลัยเพื่อกลับที่พัก หรือเดินทางไปซื้อของหรือ รับประทานอาคารภายนอกมหาวิทยาลัย หรือเดินทางออกจากที่ทำงานช่วงเวลาเลิกงานด้วยในช่วง บ่ายไปจนถึงช่วงเย็น

(7) ทิศทางจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมุ่งหน้าตรงสู่หอพัก, เลี้ยวขวาสู่ประตู 1 และเลีย่วซ้ายสู่เสาธง (Y₇)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรในแบบจำลองเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับ การเลิก เรียนหรือเลิกงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในทิศทางดังกล่าวซึ่งเป็น ทิศทางที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางเพื่อออกจากอาคารเรียนรวมหลังจากที่เรียนเสร็จ หรือใช้ในการ เดินทางออกจากที่ทำงานของบุคลากร เพื่อเดินทางออกภายนอกมหาวิทยาลัยกลับที่พัก หรือ เดินทางไปซื้อของและรับประทานอาหารในช่วงเย็น แต่เนื่องด้วยทิศทางดังกล่าวมีตัวแปรที่ เกี่ยวข้องกับการเดินทางเพื่อมาเข้าเรียนเมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าตัวแปรการเข้าเรียนดังกล่าวไม่ได้ ส่งผลต่อปริมาณจราจรในทิศทางนี้

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

การพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาทีที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารีในการศึกษานี้ ยังคงประกอบไปด้วยข้อจำกัดหลายประการที่ยังต้องการศึกษา ต่อไป ดังนี้

5.4.1 สำหรับการศึกษามีสัดส่วนจักรยานยนต์เป็นประเภทการเดินทางหลัก ควรให้ ความสำคัญ และนำปริมาณการเดินทางของจักรยานยนต์เข้ามาร่วมในกระบวนการพัฒนา แบบจำลอง แทนการแปลงค่าให้อยู่ในหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล เพื่อให้ได้ผลของ

แบบจำลองที่สามารถเทียบเคียงกับสภาพจราจรจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่มากที่สุด เนื่องจากรถจักรยานยนต์มีผลต่อปริมาณจราจรและมีปฏิสัมพันธ์กับยานพาหนะประเภทอื่น เช่น การทำให้ความเร็วของยานพาหนะประเภทอื่นลดลง การทำให้ความยาวแถวคอยเกิดขึ้น และความล่าช้าสูงขึ้น เป็นต้น

5.4.2 การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้ง 7 ทิศทาง เพียงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เช่น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตรพิเศษช่วงวันเสาร์- อาทิตย์ เข้ามาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเดินทางในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ด้วย

5.4.3 ในการศึกษารoundต่อไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ยังพื้นที่อื่น ๆ หรือมหาวิทยาลัยอื่น ๆ แต่ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นต้นก่อนแล้วจึงนำมาสร้างและพัฒนาแบบจำลองต่อไป



รายการอ้างอิง

- Caliendo, C., Guida, M., & Parisi, A. (2007). A crash-prediction model for multilane roads. *Accident Analysis & Prevention*, 39(4), 657-670.
- Dick, A. p., Khaled, K., Kenneth, G., & Jaime, J. H. (2016). Estimating traffic volume on Wyoming low volume roads using linear and logistic regression methods. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 493 - 506.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2006). *Multivariate data analysis* (6 ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (7 ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Jacob, G. D. (1976). *A Study of Accident Rates on Rural Road in Developing countries.* (Transport and Road Research Laboratory). Crowthorne.
- Jay, M. V. H., & Peter, L. B. (2007a). QUASI-POISSON VS. NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION: HOW SHOULD WE MODEL OVERDISPERSED COUNT DATA? *The Ecological Society of America*, 88(11), 2766-2773.
- Jay, M. V. H., & Peter, L. B. (2007b). QUASI-POISSON VS. NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION: HOW SHOULD WE MODEL OVERDISPERSED COUNT DATA? *The Ecological Society of America*, 88(11), 2766-2772.
- Lu, M., Xuedong, Y., & Wenxin, Q. (2014). A Quasi-Poisson Approach on Modeling Accident Hazard Index for Urban Road Segments. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2014.
- Odeck, J., & Welde, M. (2017). The accuracy of toll road traffic forecasts: An econometric evaluation. *Transportation Research Part A*, 101, 73-85.
- Oketch, T., & Carrick, M. (2005). Calibration and Validation of Micro-Simulation Model in Network Analysis. Paper presented at the 84th TRB Annual Meeting, Washington D.C.
- Ping, Z., Mingxin, Z., Guojie, S., Xinpin, D., & Kunqing, X. (2012). A Freeway Exit Volume Prediction Method Based on Traffic Origin-Destination Stability Pattern. *JOURNAL OF TRANSPORTATION SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 12(3), 122-128.

- Poul, G. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis & Prevention*, 35, 273-285.
- Rodrigo, d. M., & José, L. A. (2020). A spatio-temporal attention-based spot-forecasting framework for urban traffic prediction. *Applied Soft Computing Journal*, 96, 106615.
- Sourachai, T., & Lileekpal, P. (2011). The Influence of the Improvement of Course Contents in ARC1 3 1 Architectural Drawing on Learning Outcome of ARC1 4 1 Materials and Construction. Sripatum University, Bangkok.
- Wang, S. C. (1998). Modeling Traffic Accidents: A Case Study of Sun Yat-Sen National Freeway (Master Thesis). Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Yongze, S., Xiangyu, W., Graeme, W., Dominique, T., Peng, W., & Pascal, F. (2019). Traffic Volume Prediction With Segment-Based Regression Kriging and its Implementation in Assessing the Impact of Heavy Vehicles. *IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS*, 20(1), 232-243.
- เกษม ชูจารุกุล และ คณะ. (2557). การพัฒนาแบบจำลองอุบัติเหตุสำหรับถนนทางหลวงในประเทศไทย. Paper presented at the การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ขอนแก่น.
- เฉลิมพล สมสุข. (2548). การศึกษาความเพียงพอและความถูกต้องของอุปกรณ์ควบคุมจราจรบนถนนในเขตเทศบาลตำบลจะนะ อ.จะนะ จ.สงขลา. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- เมธาวุฒิ สีหามาตย์. (2559). การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแบบพลวัต. (ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- เมษา ทิพเวช. (2555). แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุสำหรับทางหลวงบนภูเขา. (ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา. (2545). แบบจำลองอุบัติเหตุสำหรับถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เอกนรินทร์ จันทะวงศ์. (2547). แบบจำลองอุบัติเหตุบริเวณสามแยกบนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง. (วิศวกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- กาญจน์เขจร ชูชีพ. (2018). การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression). *Remote Sensing Technical Note*, 5.

- ชญาสิน บุญมานะ และ นัท กุลวานิช. (2560). การเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยตัวแบบอนุกรมเวลาแบบผสม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25(2), 177-190.
- ชัยวิชิต เขียรชนะ. (2560). สถิติสำหรับการวิจัย แนวคิดและการประยุกต์ใช้ (1 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูเกียรติ ผุดพรมวล. (2547). แนวคิดเชิงทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยปัวซองและการประยุกต์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- คุษฎี โยเหลา. (2543). เอกสารคำสอนวิชา วป 712 สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางพฤติกรรมศาสตร์ IV. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทินกร แพทย์รักษ์. (2550). ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณจราจรบนทางหลวงในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
- ธีระบุทธ ถนอมวัฒนา. (2558). การวิเคราะห์ปัญหาการจราจรบนทางแยกบริเวณจุดตัดทางหลวงระหว่างทางหลวงหมายเลข 359 กับทางหลวงหมายเลข 317. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2552). วิจัยและสถิติ : คำถามชวนตอบ (1 ed.). กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอคอนพริ้งติ้ง.
- ปฎิวัติ ฤทธิเดช. (2550). แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนนบนถนน 2 ช่องจราจรในเขตนอกเมือง : กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- มนตรี สังข์ทอง. (2562). การศึกษาประสิทธิภาพของเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบการวิเคราะห์พหุระดับ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 24(1), 156-169.
- มานัดถ์ คำทอง. (2550). แนวคิดเชิงทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยทวินามแบบลบและการประยุกต์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- วรศักดิ์ วงษ์รอด. (2547). การศึกษารูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสม : กรณีศึกษา สี่แยกคลองหะ (ทางแยก ทางหลวงหมายเลข 43 กับ ทางหลวงหมายเลข 4). (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). การวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-level analysis) (4 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ เอื้อสุกิจวัฒนา. (2544). การศึกษาคุณลักษณะของการจราจรและปัจจัยที่มีผลต่อการจราจรบนทางหลวงในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). (2559). ข้อมูลด้านการขนส่งและจราจร.

อัญธิมา ไชยรัตน์. (2561). ตัวแบบทางสถิติของข้อมูลการตาย จังหวัดปัตตานี พ.ศ. 2560.
(วิทยาสตรบัณฑิต).





ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยก
ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก


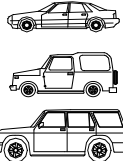

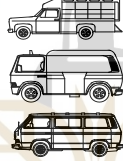

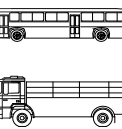
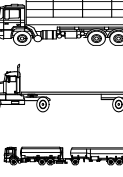
วันที่สำรวจ _____

จุดที่สำรวจ _____

ทิศทางที่สำรวจ _____

ผู้ควบคุม/ผู้ตรวจสอบ _____



Counter No.	ประเภทของยานพาหนะ							
ช่วงเวลา	 รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง	 รถยนต์นั่ง 4 ล้อ รถไฟว์วีล	 รถปิกอัพ รถบรรทุก 4 ล้อ	 รถสองแถว 4 ล้อ ชูบารูและรถตู้	 รถมินิบัส รถบัสกลาง/ใหญ่	 รถสองแถว 6 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ	 รถบรรทุก 10 ล้อ รถเทรเลอร์ รถพ่วง	หมายเหตุ

ภาคผนวก ข

ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยกทุก ๆ 5 นาที
ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
7:00:00-7:04:59	1	0	15	19	4	31	18
7:05:00-7:09:59	2	0	16	26	5	25	32
7:10:00-7:14:59	2	1	14	26	5	10	11
7:15:00-7:19:59	3	1	12	27	9	10	19
7:20:00-7:24:59	2	1	17	35	7	17	28
7:25:00-7:29:59	3	0	27	51	6	16	21
7:30:00-7:34:59	2	0	41	54	15	11	22
7:35:00-7:39:59	5	1	31	55	24	16	23
7:40:00-7:44:59	2	0	17	22	7	4	6
7:45:00-7:49:59	6	0	32	24	4	5	9
7:50:00-7:54:59	7	1	83	58	16	8	30
7:55:00-7:59:59	5	0	150	55	12	10	23
8:00:00-8:04:59	7	1	128	68	9	6	11
8:05:00-8:09:59	9	0	72	76	15	8	15
8:10:00-8:14:59	3	1	70	66	20	7	16
8:15:00-8:19:59	7	1	61	58	8	11	10
8:20:00-8:24:59	6	0	60	78	11	15	5
8:25:00-8:29:59	5	0	56	81	17	11	13
8:30:00-8:34:59	4	1	65	75	7	9	15
8:35:00-8:39:59	6	0	60	69	22	11	12
8:40:00-8:44:59	7	1	42	60	19	12	15
8:45:00-8:49:59	3	1	83	63	35	8	20

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
8:50:00-8:54:59	7	10	70	56	24	6	12
8:55:00-8:59:59	13	24	38	57	30	7	22
9:00:00-9:04:59	3	15	49	35	23	9	18
9:05:00-9:09:59	5	10	38	52	11	27	13
9:10:00-9:14:59	2	8	31	39	4	9	10
9:15:00-9:19:59	2	5	23	36	16	5	12
9:20:00-9:24:59	7	10	24	50	5	11	20
9:25:00-9:29:59	6	4	24	49	12	12	15
9:30:00-9:34:59	3	11	21	32	14	11	10
9:35:00-9:39:59	3	7	44	42	8	8	24
9:40:00-9:44:59	7	13	61	33	12	13	14
9:45:00-9:49:59	9	46	66	25	12	10	18
9:50:00-9:54:59	9	36	87	43	23	9	20
9:55:00-9:59:59	39	100	102	31	14	25	25
10:00:00-10:04:59	49	95	67	30	21	35	23
10:05:00-10:09:59	21	91	33	22	25	14	46
10:10:00-10:14:59	8	40	43	32	13	14	35
10:15:00-10:19:59	6	28	33	28	12	15	25
10:20:00-10:24:59	8	34	29	21	6	16	22
10:25:00-10:29:59	10	9	16	30	13	16	28
10:30:00-10:34:59	9	28	30	28	10	14	24
10:35:00-10:39:59	7	33	11	26	10	14	28

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
10:40:00-10:44:59	7	20	27	19	12	13	26
10:45:00-10:49:59	13	33	34	19	7	10	33
10:50:00-10:54:59	5	19	22	20	6	21	29
10:55:00-10:59:59	10	30	25	30	8	11	34
11:00:00-11:04:59	9	24	20	28	15	16	31
11:05:00-11:09:59	6	13	22	34	14	16	24
11:10:00-11:14:59	0	7	14	14	9	15	44
11:15:00-11:19:59	9	19	21	29	8	12	31
11:20:00-11:24:59	10	25	17	25	11	13	35
11:25:00-11:29:59	9	23	29	24	13	15	25
11:30:00-11:34:59	11	49	24	27	19	17	45
11:35:00-11:39:59	21	68	19	14	12	13	48
11:40:00-11:44:59	23	61	35	27	20	16	56
11:45:00-11:49:59	16	52	29	19	16	14	50
11:50:00-11:54:59	26	78	49	19	12	31	40
11:55:00-11:59:59	69	134	40	28	15	35	61
12:00:00-12:04:59	78	167	32	29	17	37	70
12:05:00-12:09:59	27	42	38	27	19	39	61
12:10:00-12:14:59	16	43	37	20	18	29	65
12:15:00-12:19:59	14	58	42	23	14	20	58
12:20:00-12:24:59	11	59	30	25	27	21	42
12:25:00-12:29:59	9	68	26	35	14	15	40

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
12:30:00-12:34:59	5	56	47	44	15	20	50
12:35:00-12:39:59	6	65	52	45	33	16	46
12:40:00-12:44:59	14	52	72	54	23	15	50
12:45:00-12:49:59	12	59	73	37	22	18	39
12:50:00-12:54:59	9	50	80	43	27	21	20
12:55:00-12:59:59	25	65	78	40	18	20	47
13:00:00-13:04:59	16	33	46	28	13	16	43
13:05:00-13:09:59	3	16	33	28	14	23	46
13:10:00-13:14:59	12	27	30	34	5	15	30
13:15:00-13:19:59	15	24	28	20	10	26	25
13:20:00-13:24:59	8	14	30	28	13	24	30
13:25:00-13:29:59	9	15	14	22	16	17	47
13:30:00-13:34:59	6	9	34	17	9	15	30
13:35:00-13:39:59	4	10	19	30	6	20	45
13:40:00-13:44:59	6	14	30	18	9	21	32
13:45:00-13:49:59	4	10	24	23	8	19	47
13:50:00-13:54:59	14	15	28	24	4	19	30
13:55:00-13:59:59	10	20	11	18	13	20	54
14:00:00-14:04:59	4	18	31	9	11	20	50
14:05:00-14:09:59	6	16	17	10	9	17	47
14:10:00-14:14:59	6	26	14	19	4	12	36
14:15:00-14:19:59	8	11	20	13	8	17	34

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
14:20:00-14:24:59	3	9	23	11	4	22	37
14:25:00-14:29:59	7	12	12	13	8	18	35
14:30:00-14:34:59	8	15	23	17	14	23	34
14:35:00-14:39:59	3	11	18	17	8	14	37
14:40:00-14:44:59	4	18	39	16	3	22	47
14:45:00-14:49:59	14	44	37	22	14	15	24
14:50:00-14:54:59	28	86	38	18	11	14	34
14:55:00-14:59:59	12	89	28	14	11	18	33
15:00:00-15:04:59	60	200	27	7	16	35	29
15:05:00-15:09:59	90	215	39	16	11	41	67
15:10:00-15:14:59	73	100	32	14	9	33	46
15:15:00-15:19:59	22	31	21	12	13	21	39
15:20:00-15:24:59	12	27	31	14	8	21	49
15:25:00-15:29:59	9	23	22	13	8	24	29
15:30:00-15:34:59	7	33	16	11	21	22	44
15:35:00-15:39:59	15	33	30	24	6	16	54
15:40:00-15:44:59	8	24	33	21	13	25	41
15:45:00-15:49:59	22	38	36	16	12	30	26
15:50:00-15:54:59	33	59	31	24	12	33	35
15:55:00-15:59:59	24	39	39	20	16	38	50
16:00:00-16:04:59	15	50	57	16	7	36	72
16:05:00-16:09:59	36	69	44	18	11	39	66

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
16:10:00-16:14:59	20	37	47	19	7	47	67
16:15:00-16:19:59	24	35	48	18	4	41	68
16:20:00-16:24:59	11	27	35	17	13	26	77
16:25:00-16:29:59	11	22	55	24	11	21	71
16:30:00-16:34:59	36	47	55	30	10	36	61
16:35:00-16:39:59	56	52	40	29	14	46	101
16:40:00-16:44:59	39	57	50	49	14	45	79
16:45:00-16:49:59	56	34	49	28	25	34	63
16:50:00-16:54:59	51	46	80	26	19	51	80
16:55:00-16:59:59	50	49	55	32	13	45	85
17:00:00-17:04:59	30	20	58	37	10	66	74
17:05:00-17:09:59	43	10	87	33	4	42	58
17:10:00-17:14:59	28	4	51	33	14	46	101
17:15:00-17:19:59	26	1	42	35	18	30	64
17:20:00-17:24:59	30	2	52	22	12	54	60
17:25:00-17:29:59	19	0	68	21	8	36	51
17:30:00-17:34:59	15	2	48	28	6	35	65
17:35:00-17:39:59	26	1	47	16	14	39	49
17:40:00-17:44:59	19	1	61	15	8	40	40
17:45:00-17:49:59	17	3	71	22	6	67	78
17:50:00-17:54:59	11	2	56	22	12	66	37
17:55:00-17:59:59	32	1	44	27	4	93	55

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
18:00:00-18:04:59	31	1	60	19	7	86	75
18:05:00-18:09:59	21	2	60	20	4	68	37
18:10:00-18:14:59	19	1	34	9	4	83	57
18:15:00-18:19:59	26	0	60	18	6	72	48
18:20:00-18:24:59	19	1	53	24	5	44	59
18:25:00-18:29:59	29	1	63	13	3	68	51
18:30:00-18:34:59	37	1	51	22	10	45	50
18:35:00-18:39:59	36	0	61	12	4	56	33
18:40:00-18:44:59	15	1	36	18	4	64	77
18:45:00-18:49:59	13	0	80	37	4	48	55
18:50:00-18:54:59	17	0	98	21	1	30	42
18:55:00-18:59:59	34	1	75	12	2	62	66
19:00:00-19:04:59	17	0	57	19	3	118	37
19:05:00-19:09:59	21	1	71	19	8	79	42
19:10:00-19:14:59	15	0	34	17	2	114	44
19:15:00-19:19:59	1	2	62	23	5	71	37
19:20:00-19:24:59	3	1	54	17	4	63	26
19:25:00-19:29:59	6	1	55	20	1	54	31
19:30:00-19:34:59	1	2	53	13	8	85	16
19:35:00-19:39:59	4	1	61	13	8	52	22
19:40:00-19:44:59	2	0	38	13	1	63	44
19:45:00-19:49:59	3	1	58	25	2	62	38

ตารางที่ ข 1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรของเทอม 1/2561 ในวันพุธ ที่ 29 สิงหาคม 2561
ปริมาณจราจรทุก ๆ 5 นาที ทั้ง 7 ทิศทาง (ต่อ)

เวลา	ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง (PCU)						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
19:50:00-19:54:59	1	1	75	17	1	73	49
19:55:00-19:59:59	7	2	70	11	3	58	34
20:00:00-20:04:59	20	1	65	5	7	52	28
20:05:00-20:09:59	10	0	49	6	5	58	45
20:10:00-20:14:59	11	1	54	18	4	67	49
20:15:00-20:19:59	7	2	54	8	3	73	42
20:20:00-20:24:59	18	1	47	6	1	53	37
20:25:00-20:29:59	11	1	53	18	4	49	19
20:30:00-20:34:59	2	1	36	13	2	64	8
20:35:00-20:39:59	3	0	32	6	0	43	20
20:40:00-20:44:59	1	0	54	13	3	57	14
20:45:00-20:49:59	1	0	57	12	0	31	14
20:50:00-20:54:59	2	0	47	13	1	26	19
20:55:00-20:59:59	0	0	48	10	1	42	9



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับที่	รหัส	เริ่ม	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:00:00	8:30:00	9:00:00	9:00:00	9:00:00	9:00:00	10:00:00	10:00:00
		ถึง	8:59:59	9:59:59	11:59:59	12:59:59	9:59:59	9:59:59	10:59:59	11:59:59	12:59:59	10:59:59	11:29:59
1	B5404537			1									
2	B5405947												
3	B5413430			1									
4	B5413706												
5	B5421039			1									
6	B5425426												
7	B5425631			1									
8	B5425778			1									
9	B5426522			1									
10	B5430864			1									
11	B5432110												
12	B5445677												
13	B5445929			1									
14	B5446810			1									
15	B5460779												

รูปที่ ค 1 ตัวอย่างข้อมูลตารางเรียนนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี แบบรายบุคคล

The logo of Sakon Nakhon Rajabhat University is a large, faint watermark in the background. It features a central figure of a person standing on a platform, with a stylized tree or plant below. The entire logo is enclosed in a circular border with a scalloped edge. The text 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี' is written in a curved path around the bottom of the logo.

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ
และตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
X _{1i}	0.220 ** (0.000)	0.340 ** (0.000)	-0.159 ** (0.000)	0.120 ** (0.000)	0.145 ** (0.000)	-0.344 ** (0.000)	0.009 (0.679)
X _{2i}	0.095 ** (0.000)	0.275 ** (0.000)	0.152 ** (0.000)	0.509 ** (0.000)	0.342 ** (0.000)	-0.324 ** (0.000)	-0.007 (0.735)
X _{3i}	0.366 ** (0.000)	0.431 ** (0.000)	0.127 ** (0.000)	0.085 ** (0.000)	0.253 ** (0.000)	0.068 ** (0.001)	0.417 ** (0.000)
X _{4i}	0.025 (0.229)	0.119 ** (0.000)	0.016 (0.442)	0.346 ** (0.000)	0.261 ** (0.000)	-0.329 ** (0.000)	-0.116 ** (0.000)
X _{5i}	0.268 ** (0.000)	0.338 ** (0.000)	-0.157 ** (0.000)	-0.057 ** (0.000)	0.005 (0.797)	-0.153 ** (0.000)	0.135 ** (0.000)
X _{6ai}	0.193 ** (0.000)	0.247 ** (0.000)	0.337 ** (0.000)	0.303 ** (0.000)	0.293 ** (0.000)	-0.114 ** (0.000)	0.026 (0.211)
X _{6bi}	0.114 ** (0.000)	0.196 ** (0.000)	0.243 ** (0.000)	0.424 ** (0.000)	0.381 ** (0.000)	-0.214 ** (0.000)	0.022 (0.295)
X _{7ai}	0.356 ** (0.000)	0.305 ** (0.000)	0.067 ** (0.000)	-0.060 ** (0.004)	0.039 (0.056)	0.193 ** (0.000)	0.327 ** (0.000)
X _{7bi}	0.297 ** (0.000)	0.228 ** (0.000)	0.057 ** (0.005)	-0.091 ** (0.000)	0.017 (0.408)	0.219 ** (0.000)	0.382 ** (0.000)
X _{8ai}	-0.130 ** (0.000)	-0.114 ** (0.000)	0.318 ** (0.000)	0.735 ** (0.000)	0.320 ** (0.000)	-0.290 ** (0.000)	-0.233 ** (0.000)
X _{8bi}	0.222 ** (0.000)	0.317 ** (0.000)	-0.123 ** (0.000)	-0.122 ** (0.000)	0.043 * (0.035)	-0.043 * (0.036)	0.130 ** (0.000)

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
X _{8ci}	0.334** (0.000)	0.018 (0.372)	0.200** (0.000)	0.108** (0.000)	0.195** (0.000)	0.237** (0.000)	0.514** (0.000)
X _{8di}	0.099** (0.000)	-0.122** (0.000)	0.270** (0.000)	-0.073** (0.000)	-0.141** (0.000)	0.522** (0.000)	0.292** (0.000)
X _{8ei}	-0.094** (0.000)	-0.138** (0.000)	0.134** (0.000)	-0.220** (0.000)	-0.236** (0.000)	0.262** (0.000)	-0.079** (0.000)
X _{9ai}	0.036 (0.084)	0.107** (0.000)	0.254** (0.000)	0.223** (0.000)	0.229** (0.000)	-0.048* (0.020)	0.005 (0.796)
X _{9bi}	0.018 (0.382)	0.126** (0.000)	0.233** (0.000)	0.247** (0.000)	0.319** (0.000)	-0.076** (0.000)	0.029 (0.162)
X _{10ai}	0.238** (0.000)	0.274** (0.000)	0.195** (0.000)	0.141** (0.000)	0.214** (0.000)	0.007 (0.718)	0.145** (0.000)
X _{10bi}	0.205** (0.000)	0.267** (0.000)	0.151** (0.000)	0.154** (0.000)	0.277** (0.000)	-0.021 (0.313)	0.202** (0.000)
X _{11ai}	0.313** (0.000)	0.376** (0.000)	-0.041* (0.050)	-0.003 (0.902)	0.072** (0.000)	0.053** (0.010)	0.237** (0.000)
X _{11bi}	0.244** (0.000)	0.335** (0.000)	-0.038 (0.067)	0.026 (0.203)	0.090** (0.000)	0.023 (0.270)	0.239** (0.000)
X _{12ai}	0.282** (0.000)	0.412** (0.000)	-0.013 (0.538)	-0.006 (0.785)	0.080** (0.000)	-0.021 (0.300)	0.122** (0.000)
X _{12bi}	0.206** (0.000)	0.351** (0.000)	-0.067** (0.001)	-0.002 (0.929)	0.083** (0.000)	-0.078** (0.000)	.107** (0.000)

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	X _{1i}	X _{2i}	X _{3i}	X _{4i}	X _{5i}	X _{6ai}	X _{6bi}	X _{7ai}	X _{7bi}	X _{8ai}	X _{8bi}
X _{1i}	1	.081**	.134**	.657**	.657**	.102**	.153**	0.034	.052*	0.011	.296**
X _{2i}	.081**	1	.384**	.046*	.168**	.302**	.452**	0.016	0.024	.272**	0.011
X _{3i}	.134**	.384**	1	.170**	0.001	.104**	.156**	.278**	.419**	-.193**	.224**
X _{4i}	.657**	.046*	.170**	1	-0.038	.053*	.079**	0.030	.045*	.251**	0.005
X _{5i}	.657**	.168**	0.001	-0.038	1	.115**	.172**	0.006	0.009	-.152**	.303**
X _{6ai}	.102**	.302**	.104**	.053*	.115**	1	.667**	-.114**	-.171**	.227**	.147**
X _{6bi}	.153**	.452**	.156**	.079**	.172**	.667**	1	-.170**	-.256**	.341**	.220**
X _{7ai}	0.034	0.016	.278**	0.030	0.006	-.114**	-.170**	1	.664**	-.099**	.057**
X _{7bi}	.052*	0.024	.419**	.045*	0.009	-.171**	-.256**	.664**	1	-.149**	.086**
X _{8ai}	0.011	.272**	-.193**	.251**	-.152**	.227**	.341**	-.099**	-.149**	1	-.083**
X _{8bi}	.296**	0.011	.224**	0.005	.303**	.147**	.220**	.057**	.086**	-.083**	1

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	X _{8ci}	X _{8di}	X _{8ei}	X _{9ai}	X _{9bi}	X _{10ai}	X _{10bi}	X _{11ai}	X _{11bi}	X _{12ai}	X _{12bi}
X _{1i}	-0.009	-.118**	-.248**	-.059**	-.084**	.096**	.139**	-.059**	-.084**	.108**	.155**
X _{2i}	-.091**	-.179**	-.186**	.323**	.462**	.242**	.352**	.324**	.463**	.164**	.236**
X _{3i}	.172**	-.053**	-.051*	.351**	.502**	.276**	.401**	.351**	.502**	.339**	.487**
X _{4i}	-0.002	-.152**	-.183**	-0.025	-0.034	-0.005	-0.007	-0.024	-0.035	.123**	.177**
X _{5i}	-0.010	-0.026	-.146**	-0.034	-.050*	.123**	.178**	-0.034	-.049*	0.016	0.023
X _{6ai}	.082**	-.095**	-.095**	.420**	.266**	.616**	.392**	-.048*	-.068**	-.061**	-.087**
X _{6bi}	.123**	-.142**	-.142**	.279**	.399**	.404**	.588**	-.071**	-.102**	-.091**	-.131**
X _{7ai}	.057**	.104**	0.010	-.050*	-.071**	-.079**	-.113**	.399**	.249**	.472**	.294**
X _{7bi}	.086**	.156**	0.015	-.074**	-.105**	-.117**	-.170**	.263**	.375**	.307**	.442**
X _{8ai}	-.083**	-.083**	-.083**	-.042*	-.060**	-.066**	-.096**	-.042*	-.060**	-.053**	-.076**
X _{8bi}	-.083**	-.083**	-.083**	-0.011	-0.018	.225**	.326**	-0.017	-0.024	0.018	0.025

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	X _{1i}	X _{2i}	X _{3i}	X _{4i}	X _{5i}	X _{6ai}	X _{6bi}	X _{7ai}	X _{7bi}	X _{8ai}	X _{8bi}
X _{8ci}	-0.009	-.091**	.172**	-0.002	-0.010	.082**	.123**	.057**	.086**	-.083**	-.083**
X _{8di}	-.118**	-.179**	-.053**	-.152**	-0.026	-.095**	-.142**	.104**	.156**	-.083**	-.083**
X _{8ei}	-.248**	-.186**	-.051*	-.183**	-.146**	-.095**	-.142**	0.010	0.015	-.083**	-.083**
X _{9ai}	-.059**	.323**	.351**	-0.025	-0.034	.420**	.279**	-.050*	-.074**	-.042*	-0.011
X _{9bi}	-.084**	.462**	.502**	-0.034	-.050*	.266**	.399**	-.071**	-.105**	-.060**	-0.018
X _{10ai}	.096**	.242**	.276**	-0.005	.123**	.616**	.404**	-.079**	-.117**	-.066**	.225**
X _{10bi}	.139**	.352**	.401**	-0.007	.178**	.392**	.588**	-.113**	-.170**	-.096**	.326**
X _{11ai}	-.059**	.324**	.351**	-0.024	-0.034	-.048*	-.071**	.399**	.263**	-.042*	-0.017
X _{11bi}	-.084**	.463**	.502**	-.035	-.049*	-.068**	-.102**	.249**	.375**	-.060**	-0.024
X _{12ai}	.108**	.164**	.339**	.123**	0.016	-.061**	-.091**	.472**	.307**	-.053**	0.018
X _{12bi}	.155**	.236**	.487**	.177**	0.023	-.087**	-.131**	.294**	.442**	-.076**	0.025

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	X _{8ci}	X _{8di}	X _{8ei}	X _{9ai}	X _{9bi}	X _{10ai}	X _{10bi}	X _{11ai}	X _{11bi}	X _{12ai}	X _{12bi}
X _{8ci}	1	-.083**	-.083**	-0.007	-0.010	.128**	.187**	-0.033	-.046*	-.052*	-.074**
X _{8di}	-.083**	1	-.083**	-.041*	-.058**	-.051*	-.074**	-.041*	-.058**	-.053**	-.076**
X _{8ei}	-.083**	-.083**	1	-.042*	-.060**	-.066**	-.096**	-.042*	-.060**	-.053**	-.076**
X _{9ai}	-0.007	-.041*	-.042*	1	.699**	.682**	.471**	-0.021	-0.028	-0.027	-0.037
X _{9bi}	-0.010	-.058**	-.060**	.699**	1	.463**	.673**	-0.028	-0.039	-0.037	-.049*
X _{10ai}	.128**	-.051*	-.066**	.682**	.463**	1	.688**	-0.033	-.047*	-.043*	-.061**
X _{10bi}	.187**	-.074**	-.096**	.471**	.673**	.688**	1	-.047*	-.068**	-.061**	-.088**
X _{11ai}	-0.033	-.041*	-.042*	-0.021	-0.028	-.033	-.047*	1	.700**	.620**	.427**
X _{11bi}	-.046*	-.058**	-.060**	-0.028	-0.039	-.047*	-.068**	.700**	1	.424**	.610**
X _{12ai}	-.052*	-.053**	-.053**	-0.027	-0.037	-.043*	-.061**	.620**	.424**	1	.695**
X _{12bi}	-.074**	-.076**	-.076**	-0.037	-.049*	-.061**	-.088**	.427**	.610**	.695**	1

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพลาพร ไชยเมือง เกิดเมื่อวันที่ 8 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 จังหวัดอุดรธานี สำเร็จ การศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี ในปีการศึกษา 2554 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมขนส่งและ โลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2558 หลังจากสำเร็จ การศึกษาได้เข้าทำงานในบริษัท ทีไอพีเอส จำกัด ตำแหน่ง JR. Billing Cashier เป็นเวลา 1 ปี 16 วัน จากนั้นจึงได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2560 ในขณะที่ศึกษาอยู่ได้มีโอกาสเป็นผู้ช่วยสอนใน สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 5 วิชา คือ (1) การวิจัยการ ดำเนินงานในงานขนส่งและ โลจิสติกส์ (OPERATIONS RESEARCH IN TRANSPORTATION AND LOGISTICS) (2) การวิเคราะห์อุปสงค์ใน การเดินทาง (TRAVEL DEMAND ANALYSIS) (3) การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT) (4) การวางแผนและออกแบบการทาง (HIGHWAY PLANNING AND DESIGN) และ (5) ปฏิบัติการ วิศวกรรมจราจร (TRAFFIC ENGINEERING LABORATORY)

ผลงานวิจัย : ได้เสนอบทความเข้าร่วมในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. (UBU Engineering Journal) ในหัวข้อ แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณสำหรับคาดการณ์ ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมในพื้นที่