Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 9 No. 3 September – December, 2018

การพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบแปรผันตามเวลา

เมธาวุฒิ สีหามาตย์[1*] และ รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์[2]

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ 2) เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบแปรผันตามเวลา กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโดยแบ่งพื้นที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 โซน ดังนี้ โซน A เป็นโซนกลุ่มอาคารเรียนและกลุ่มอาคารหน่วยงานต่าง ๆ โซน B เป็นโซน กลุ่มอาคารหอพักของนักศึกษา โดยจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง และการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบในการพัฒนาแบบจำลอง และทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบในการพัฒนาแบบจำลองมีความแม่นยำมากที่สุด โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองโซน A ได้แก่ ช่วงเวลาหลัง เปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปอีก 15-30 นาทีและมีเวลาพักระหว่างคาบ เรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชั่วโมง ตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองโซน B ได้แก่ ช่วงเวลาก่อน เปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียน ในวิชาถัดไป อีก 15 - 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชั่วโมง

คำสำคัญ: รถขนส่งมวลชน, แบบจำลองความต้องการการเดินทาง, แปรผันตามเวลา, การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ, การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง, การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +666 2994 4599 อีเมล: maytarvut@hotmail.com

_19(030-038)4.indd 30 3/19/62 BE 1:35 PM

Developing Models for the Requirement of Travelling by Public Transportation which was Varied by Time

Maytarvut Seehamart[1*] and Rathapol Phubupphapan[2]

Abstract

This study aimed to, 1) Analyze factors which influenced the number of students who used public transportation at Suranaree University of Technology. 2) Present the process of developing models of forecasting the quantity of people who used public transportation within any 15 minute period at Suranaree University of Technology. The study area is divided into 2 zones. Zone A is a school building and a group of office buildings. Zone B is a group of student dorms. It uses multiple regression analysis. Poisson regression analysis Negative binomial regression analysis in model development and test the accuracy of each model to allow the most accurate model to be identified and selected. And to review the accuracy of the model to select the most accurate model. The results show that the model using Negative Binomial Regression Analysis for model development is the most accurate. The factors which affected the numbers of people who used public transportation of zone A, such as 15 – 30 minutes after changing class, the numbers of student who were going to study their next class within next 15 – 30 minutes and periods where students do not have any class for more than 2 hours. The variables which influenced the quantity of people who used public transportation of zone B, such as, 15 – 30 minutes after changing class, the total number of students who registered to learn within each hour, the number of students who were going to their next class within 15 – 30 minutes and periods where students have no class for more than 2 hours.

Keywords: Public transportation, Travel demand model, Variable time, Multiple linear regression Poisson regression, Negative binomial regression

[1] Master Degree Graduate, Department of Transportation Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology
[2] Associate Professor, Department of Transportation Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology
[*] Corresponding Author Tel. +666-2994-4599 e-mail: maytarvut@hotmail.com

_19(030-038)4.indd 31 3/19/62 BE 1:35 PM

1. บทนำ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มของจำนวนนักศึกษาและบุคลากรอย่างต่อเนื่องจึงส่งผลให้มีการเกิดการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้น เช่นการเดินทางไปเรียนหนังสือ การเดินทางไปทำธุระ การเดินทางไปทำงาน การเดินทางไปพบปะสังสรรค์ เป็นต้น ซึ่งการเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล กล่าวคือ เป็นการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ส่วนบุคคล [1] ส่งผลให้เกิดปัญหาตามมาเช่น ปัญหาจราจรคับคั่งในชั่วโมงเร่งด่วน ปัญหาอุบัติเหตุจราจร ปัญหามลพิษทางอากาศ เป็นต้น ดังนั้นระบบขนส่งสาธารณะจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

รถขนส่งมวลชนมีให้บริการภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยทั้งหมดเป็นรถบัสขนาดเล็ก มีจำนวนทั้งหมด 13 คัน ทำการวิ่งบริการโดยไม่คิดค่าบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 07.30 - 19.30 น. ในปัจจุบันได้เกิดปัญหาความไม่สมดุลระหว่างจำนวนผู้ใช้บริการและตารางการเดินรถ

การศึกษานี้จึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบแปรผันตามเวลา เพื่อนำแบบจำลองไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที เพื่อใช้ในการวางแผนการให้บริการรถขนส่งมวลชน ให้มีความสอดคล้องกับจำนวนผู้มาใช้บริการในแต่ละช่วงเวลา [2] โดยการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบแปรผันตามเวลาจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) ในการพัฒนาแบบจำลองและทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อหาแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อจำนวนผู้ที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนแบบแปรผันตามเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) ในการพัฒนาแบบจำลอง และทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

3. ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทาง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิธีการต่าง ๆ ในการสำรวจข้อมูล

3.2 รวบรวมข้อมูลข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัย และวางแผนการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโดย

3.3 ดำเนินการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโดยใช้วิธีการสำรวจแบบ Point Check Metroid และทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต้องเบื้องต้นและบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้นโดยการใช้วิธีทางสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 พัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) การวิเคราะห์การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression)

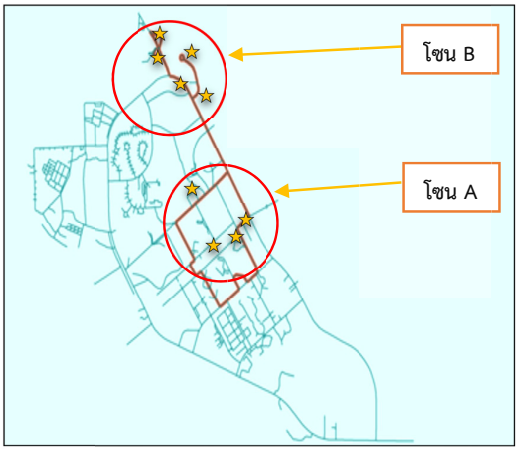
3.6 ทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

3.7 สรุปผลการวิจัย

4. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ทั้งหมด 5 วัน โดยจะใช้ข้อมูลจาก

การสำรวจจำนวน 4 วัน เป็นข้อมูลมาพัฒนาแบบจำลองในรูปแบบของชุดข้อมูลตัวแปรตาม (Dependent Variable) และใช้ข้อมูลจากการสำรวจที่เหลืออีก 1 วัน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง โดยการสำรวจข้อมูลทั้ง 5 วันจะทำการสำรวจตั้งแต่เวลา 7.30 – 19.30 น. ครอบคลุมช่วงเวลาการให้บริการทั้งหมด ทำการสำรวจข้อมูลบริเวณจุดจอดรับส่งผู้โดยสารมีจุดสำรวจข้อมูลทั้งหมด 9 จุด ครอบคลุมจุดจอดรับส่งผู้ใช้บริการทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 1 และได้รวบรวมข้อมูลตารางเรียนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นข้อมูลที่ได้จากฝ่ายทะเบียนและประมวลผลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลแสดงตารางเรียนรายบุคคลของนักศึกษา ซึ่งได้จัดเรียงข้อมูลออกเป็น 4 ชุดข้อมูลโดยแต่ละชุดข้อมูลจะเป็นข้อมูลการลงทะเบียนเรียนรายบุคคลของนักศึกษาทั้งหมดในวันที่ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชน โดยชุดข้อมูลทั้ง 4 ชุดข้อมูลจะถูกจัดเรียงในรูปแบบของชุดข้อมูลตัวแปรอิสระ (Independent Variable)



รูปที่ 1 แสดงเส้นทางการให้บริการและจุดสำรวจข้อมูลในแต่ละโซน

5. หลักการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ

5.1 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การถดถอยพหุคูณ

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ [3] จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ แสดงดังสามาการที่ (1)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots\ldots + \beta_n X_n \qquad (1)$$

โดยที่

Y = ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 = ค่าคงที่ตัวแบบจำลอง

$\beta_1 - \beta_n$ = ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การถดถอยพัวซองและการถดถอยทวินามเชิงลบ

ในการพัฒนาแบบจำลองความต้องการการเดินทางโดยใช้การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) [4] จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างแบบจำลองเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ แสดงดังสามาการที่ (2)

$$Y = EXP^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n)} \qquad (2)$$

โดยที่

Y = ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 = ค่าคงที่ตัวแบบจำลอง

$\beta_1 - \beta_n$ = ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการพัฒนาแบบจำลองโดยใช้การถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) กล่าวคือ เมื่อค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามมีค่าเท่ากับความแปรปรวนจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองการถดถอยพัวซอง (Poisson regression) แต่เมื่อค่าเฉลี่ยและค่าแปรปรวนของตัวแปรตามไม่เท่ากันหรือค่าแปรปรวนของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) [5]

6. การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

6.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

เนื่องจากการเข้าใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีจะมีลักษณะเฉพาะของพื้นที่จะถูกกำหนดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย [6] และแบบแปลนของมหาวิทยาลัยที่ได้กำหนดลักษณะการใช้ประโยชน์จากที่ดิน สามารถแบ่งลักษณะการใช้ประโยชน์จากที่ดินออกเป็น 2 โซน ได้ดังนี้ โซน A เป็นโซนอาคารเรียน อาคารเครื่องมือ อาคารหน่วยงานและศูนย์บริการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย โซน B เป็นโซนอาคารหอพักของนักศึกษา แสดงดังรูปที่ 1 ดังนั้นจึงได้กำหนดตัวแปรจำนวนผู้ที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ออกเป็น 2 โซน ดังนี้

- Y_A แทนตัวแปรจำนวนผู้ที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ของโซน A
- Y_B แทนตัวแปรจำนวนผู้ที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุก ๆ 15 นาที ของโซน B

6.2 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

แบ่งตัวแปรอิสระได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลนามและตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข ดังนี้

- X_1 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลนาม (ตัวแปรหุ่น) คือ หากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน มีตัวแปรในกลุ่มนี้ทั้งหมด 4 ตัวแปร ดังนี้

X_{1A} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{1B} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{1C} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{1D} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที ก่อนเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

- X_2 เป็นกลุ่มตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลนาม (ตัวแปรหุ่น) คือ หากช่วงเวลานั้นเป็นช่วงเวลา 15 นาที หรือ 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 1000 คน มีตัวแปรในกลุ่มนี้ทั้งหมด 4 ตัวแปร ดังนี้

X_{2A} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{2B} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{2C} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 15 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

X_{2D} เป็นตัวแปรหุ่นหากช่วงเวลานั้นเป็นเวลา 30 นาที หลังเปลี่ยนคาบเรียนที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยกว่า 1000 คน ใช่ให้เป็น 1 ไม่ใช่ให้เป็น 0

- X_3 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง
- X_4 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จในแต่ละชั่วโมง
- X_5 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปอีก 15-30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้าไม่เกิน 1 ชม.
- X_6 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไปอีก 15-30 นาทีและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม.
- X_7 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนไม่เกิน 1 ชม.
- X_8 เป็นตัวแปรอิสระประเภทข้อมูลสเกลตัวเลข คือ จำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15-30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม.

7. ผลการศึกษา

7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 1 ถึง 4 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตรงกับวันที่ทำการสำรวจ

ข้อมูลชุดที่	เพศ		ชั้นปี		
	ชาย	หญิง	1-2	3-4	> ปี 4
1	4,133	4,509	5,416	2,791	435
2	4,217	4,609	5,372	2,996	458
3	4,242	4,608	5,350	2,999	501
4	3,753	4,250	5,047	2,60	353
เฉลี่ย	4,086.25	4,494.00	5,296.25	2,928.67	436.75

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B เพื่อใช้สอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

ZONE	MIN	MAX	AVG.	SD
A	0	52.00	10.87	15.72
B	0	66.00	13.75	16.53

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

DAY	MIN	MAX	AVG.	SD
1	0.00	52.00	9.72	14.60
2	0.00	53.00	10.60	15.18
3	0.00	60.00	8.91	13.78
4	0.00	67.00	13.20	19.34
AVG.	0.00	58.00	10.61	15.73

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน B ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

DAY	MIN	MAX	AVG.	SD
1	0.00	66.00	13.81	16.10
2	0.00	66.00	12.70	14.48
3	0.00	70.00	13.41	16.10
4	0.00	61.00	11.60	14.06
AVG.	0.00	65.75	12.88	15.18

จากตารางที่ 3 และ 4 ค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และ โซน B ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของการใช้บริการรถขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังนี้ จำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน A คือนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วกำลังจะเดินทางกลับหอพักด้วยรถขนส่งมวลชน มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 10.61 คนต่อ 15 นาที และจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นจากโซน B คือนักศึกษาที่เดินทางจากหอพักเพื่อไปเรียนหนังสือด้วยรถขนส่งมวลชน มีค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการเท่ากับ 12.88 คนต่อ 15 นาที จากค่าเฉลี่ยของทั้งสองโซนมีค่าส่วนต่างเท่ากับ 2.27 สามารถอธิบายได้ว่านักศึกษาที่เดินทางจากโซน B มา โซน A โดยใช้รถขนส่งมวลชน เมื่อนักศึกษาเรียนเสร็จหรือทำธุระเสร็จอาจจะมีนักศึกษาบางคนเลือกใช้รูปแบบการเดินทางรูปแบบอื่นในการเดินทางออกจากโซน A ไปสถานที่อื่น ๆ เช่น ขอติดรถยนต์เพื่อนกลับหอ เป็นต้น

7.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

ในการศึกษานี้อาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระ หากพบว่าตัวแปรอิสระใด ๆ มีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นำตัวแปรนั้นมาพิจารณาพร้อมกัน เนื่องจากถ้านำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาพิจารณาอาจส่งผลให้แบบจำลอง มีค่าประมาณพารามิเตอร์ที่คาดเคลื่อนหรือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือเครื่องหมายหน้าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นในการพิจารณาตัวแปรเพื่อพัฒนาแบบจำลองจึงไม่นำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงเข้าพิจารณาพร้อมกัน แต่จะเลือกตัวแปรที่มีผลทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

7.3 การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression)

ผลการสร้างแบบจำลอง ได้ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองของโซน A และ โซน B

Model / Variable	Zone A	Zone B
R^2	0.843	0.441
F	165.037	33.990
Sum of Squares	37127.131	16069.022

จากการทดสอบค่าสถิติทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโซน A พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.843 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ผลค่อนข้างแม่นยำ ส่วนแบบจำลองโซน B พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.441 ซึ่งมีค่ากลาง ๆ ส่งผลให้แบบจำลองพยากรณ์ได้ไม่แม่นยำมากนัก

7.4 การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยพัวซอง (Poisson regression)

7.4.1 การทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง (Overdispersion Test) ของแบบจำลองความต้องการการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้ง 2 โซน เริ่มจากสร้างแบบจำลองโดยใช้รูปแบบการถดถอยพัวซอง (Poisson regression) และทำการทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการกระจายของตัวแปรตอบสนอง

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

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าทดสอบ Deviance/Degree of Freedom (DF) มีค่ามากกว่า 1 ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ารูปแบบถดถอยแบบพัวซอง (Poisson regression) ไม่เหมาะสมต่อการนำมาพัฒนาแบบจำลอง เนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Test) แนวทางแก้ปัญหาคือ นำรูปแบบทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression) มาพัฒนาแบบจำลองแทน

7.4.2 การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการถดถอยแบบทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression)

ผลการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดสอบ Goodness of Fit ของทั้ง 2 โซน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit

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

จากตารางที่ 7 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit) พบว่า

- ค่า Deviance และ ค่า Pearson Chi-Square คือค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวแปรตอบสนองมาก ทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากค่าความเป็นจริง จากตารางที่ 7 พบว่าค่า Deviance และ ค่า Person Chi-Square ของแบบจำลองโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียงกัน
- ค่า Log Likelihood คือค่าแสดงที่ให้ทราบว่าแบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้ดีเพียงใด ถ้าค่า Log Likelihood มีค่าสูง แสดงว่าแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี จากตารางที่ 7 พบว่าค่า Log Likelihood ของแบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียง
- ค่า Akaike's Information Criterion (AIC) คือค่าการพิจารณาแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้ในการทำนาย ถ้าแบบจำลองมีค่า AIC น้อย ๆ แบบจำลองนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด จากการเปรียบเทียบแบบจำลองของโซน A และโซน B มีค่าใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบ Goodness of Fit ของแบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และโซน B สรุปผลได้ว่า แบบจำลองทั้งสองแบบจำลองสามารถใช้พยากรณ์ความต้องการเดินทางด้วยรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ซึ่งมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน

8. การสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

หลังจากที่ผ่านกระบวนการพัฒนาแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จะทำการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ที่ได้จากแบบจำลองไปสอบทานความแม่นยำกับข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจริงโดยผลจะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการสอบทานความแม่นยำของแบบจำลอง

ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที โซน A	
	Multiple linear regression	Negative Binomial regression
10.87	9.60	10.43
ข้อมูลจริง	จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที โซน B	
	Multiple linear regression	Negative Binomial regression
13.75	11.86	13.23

จากตารางที่ 8 พบว่า แบบจำลอง โซน A และโซน B ที่ใช้ Negative Binomial regression ในการพัฒนาแบบจำลอง มีความแม่นยำ มากกว่าแบบจำลองที่ใช้ Multiple linear regression ในการพัฒนาแบบจำลอง ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองที่พัฒนาโดยใช้ Negative Binomial regression เพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A และโซน B ซึ่ง แสดงในรูปสมการ (3) และ (4) ตามลำดับ ดังนี้

$$Y_A = EXP\ (0.549+0.286X_{2A}+2.456X_{2B}+0.274X_{2C} + 0.767X_{2D}+0.000315X_8) \quad (3)$$

$$Y_B = EXP\ (-0.148+1.585X_{1B}+0.407X_{1D} +0.0003X_3+0.001X_6) \quad (4)$$

9. สรุปผลการศึกษา

ปัจจัยที่มีอิทธิพลจำนวนผู้ใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถสรุปได้ดังนี้

● จากตัวแปร X_{1B} และ X_{1D} ที่เข้ามาในสมการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของ โซน B อธิบายได้ว่าช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีส่งผลในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน B เนื่องจากโซน B เป็นที่ตั้งของหอพักนักศึกษา ทำให้เกิดการเดินทางของนักศึกษาที่ต้องเดินทางออกมาเรียน ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาที เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางมาเรียนของนักศึกษา

● จากตัวแปร X_{2A}, X_{2B}, X_{2C} และ X_{2D} ที่เข้ามาในสมการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของ โซน A อธิบายได้ว่าช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีจะส่งผลในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A เนื่องจากโซน A เป็นที่ตั้งของกลุ่มอาคารเรียนรวม อาคารปฏิบัติการเครื่องมือ หลังจากนักศึกษาเรียนเสร็จจะเดินทางออกจากโซน A เพื่อไปทำ ธุระอื่น ๆ หรือกลับหอพัก (โซน B) ทำให้บ่งชี้ได้ว่าช่วงเวลาหลังเปลี่ยนคาบเรียน 15-30 นาทีเป็นช่วงเวลาที่นักศึกษาใช้ในการเดินทางออกจาก โซน A

● จากตัวแปร X_3 ที่เข้ามาในสมการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของ โซน B อธิบายได้ว่าจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละชั่วโมง มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน B อธิบายได้ดังนี้ โซน B เป็นที่ตั้งของหอพักนักศึกษา เมื่อนักศึกษามีวิชาเรียนจึงต้องเดินทางจากโซน B ไปยัง โซน A เพื่อไปเรียนหนังสือ

● จากตัวแปร X_6 ที่เข้ามาในสมการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของ โซน B อธิบายได้ว่าจำนวนนักศึกษาที่กำลังจะเริ่มเรียนในวิชาถัดไป อีก 15 - 30 นาที และมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนก่อนหน้ามากกว่า 2 ชม. อธิบายได้ดังนี้ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. จึงเป็นไปได้ว่าในช่วงเวลาพักระหว่างคาบเรียนนักศึกษาจะเดินทางกลับมายังหอ (โซน B) พอถึงชั่วโมงเรียนจึงออกมาใช้บริการรถขนส่งมวลชนเพื่อมาเรียนหนังสือ (โซน A) จึงมีความสัมพันธ์ใน

เชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน B

● จากตัวแปร X_8 ที่เข้ามาในสมการพยากรณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของ โซน A อธิบายได้ว่าจำนวนนักศึกษาในช่วงเวลาหลังคาบเรียน 15 - 30 นาที ที่เรียนเสร็จและมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. อธิบายได้ดังนี้ตัวแปรนี้ใช้แทนจำนวนนักศึกษาที่เรียนเสร็จแล้วมีเวลาพักระหว่างคาบเรียนมากกว่า 2 ชม. จึงเป็นไปได้ว่าในช่วงเวลาพักระหว่างคาบเรียนนักศึกษาจะเดินทางออกจาก โซน A เพื่อกลับที่พักหรือไปทำธุระอื่น ๆ จึงมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกต่อจำนวนคนที่มาใช้บริการรถขนส่งมวลชนทุก ๆ 15 นาที ของโซน A

10. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวกับช่วงเวลาเรียน และจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละช่วงเวลาเท่านั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาวิเคราะห์ด้วย เช่น ตัวแปรที่ส่งผลในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางรูปแบบอื่น ๆ ตัวแปรด้านกิจกรรมต่าง ๆ ของประชากรในมหาวิทยาลัยที่ทำให้เกิดการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้น

11. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Jomnonkwao, S. Siridhara, V. Ratanavaraha, and O. Sangphong. (2016). "Public transport promotion policy on campus: evidence from Suranaree University in Thailand." Public Transport. Vol.8 No.2 : 185-203.

[2] D. Rahul, S. Vishal Kumar, P. Bhanu, Dharmik, and Dharmik. (2016). "Analysis of University Students Travel Behavior: En Route to Sustainable Campus." Indian Journal of Science and Technology. Vol.9 No.30.

[3] E. g. Varagouli, T. E. Simos, and G. S. Xeidakis, (2005). "Fitting a multiple regression line to travel demand forecasting: The case of the prefecture of Xanthi, Northern Greece." Mathematical and Computer Modelling. Vol.42 No.7-8 : 817-836.

[4] Daniel A. Badoe. (2008). "Forecasting Travel Demand with Alternatively Structured Models of Trip Frequency." Transportation Planning and Technology. Vol.30 No.5 : 455-475.

[5] C. B. Dean. (1992). "Testing for Over-dispersion in Poisson and Binomial Regression Models." Journal of the American Statistical Association. Vol.87 No.418 : 451-457.

[6] T. Limanond, and C. Chermkhunthod. (2010). "Travel behavior of university students who live on campus: a case study of a rural university in Asia." Transport Policy. Vol.18 No.1 : 163-171.