การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค: กรณีศึกษา สนามบินสุวรรณภูมิ

A TRAFFIC MANAGEMENT STUDY FOR A PICK-UP AND DROP-OFF AREA USING TRAFFIC MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF SUVARNABHUMI INTERNATIONAL AIRPORT

ณัฐชยา สวัสดีผล

NATCHAYA SAWATDEEPOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

KMITL-2019-EN-M-093-078

การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค: กรณีศึกษา สนามบินสุวรรณภูมิ

A TRAFFIC MANAGEMENT STUDY FOR A PICK-UP AND DROP-OFF AREA USING TRAFFIC MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF SUVARNABHUMI INTERNATIONAL AIRPORT

ณัฐชยา สวัสดีผล

NATCHAYA SAWATDEEPOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

KMITL-2019-EN-M-093-078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A TRAFFIC MANAGEMENT STUDY FOR A PICK-UP AND DROP-OFF AREA USING TRAFFIC MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF SUVARNABHUMI INTERNATIONAL AIRPORT

NATCHAYA SAWATDEEPOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-EN-M-093-078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค: กรณีศึกษา สนามบินสุวรรณภูมิ

Thesis Title A Traffic Management Study for a Pick-up and Drop-off Area using Traffic Micro Simulation Modeling Technique: A Case Study of Suvarnabhumi International Airport

นักศึกษา นางสาวณัฐชยา สวัสดีผล

รหัสประจำตัว 59601194

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.สกุล ห่อนโนทยาน

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2019-EN-M-093-078

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ลัดดา	ตันวาณิชกุล	
รศ.ดร.สกุล	ห่อวโนทยาน	
ดร.ปรีดา	จาตุรพงศ์	
ผศ.ดร.อาทิตย์	เพชรศศิธร	
ผศ.ดร.จำรัส	พิทักษ์ศฤงคาร	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 เวลา 10.30-12.30 น.
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุม 5 ชั้น 3 อาคาร A

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค: กรณีศึกษา สนามบินสุวรรณภูมิ
นักศึกษา	นางสาวณัฐชยา สวัสดีผล
รหัสประจำตัว	59601194
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. สกุล ห่อวโนทยาน

บทคัดย่อ

การศึกษาและวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยการสำรวจข้อมูลทางด้านจราจร แล้วนำมาสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันได้ เช่น ความล่าช้า ความเร็วที่ใช้บนถนน ความยาวของแถวคอยและระยะเวลาในการเดินทาง การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 ทั้งนี้ผลที่ได้จากงานวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A Traffic Management Study for A Pick-Up and Drop-Off Area Using Traffic Micro Simulation Modeling Technique: A Case Study of Suvarnabhumi International Airport
Student	Ms.Natchaya Sawatdeepol
Student ID.	59601194
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2019
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Jumrus Pitaksaringkarn
Thesis Co-Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sakul Hovanotayan

ABSTRACT

This study is intended to increase the efficiency of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport. Traffic data around the terminal was collected. Then using VISSIM, which is a program that can simulate the movement behavior of each vehicle, such as delay, speed used on the road, creates a micro-traffic model. This study has studied and analyzed the comparison between the efficiency of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport and the design of the enhancement of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport when opening the 2nd phase. The results of the research can also be applied to other airports for maximum benefits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง อบรมสั่งสอนและเตือนสติให้มีกำลังใจต่อสู้ฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆที่เข้ามาในชีวิตตลอดจนคอยผลักดันให้ผู้เขียนพยายามทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบริษัท S2R Consulting Co.,Ltd. ที่ได้อนุเคราะห์โปรแกรมพร้อมให้คำปรึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกท่าน ที่ได้คอยชี้แนะช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กันมาโดยตลอดรวมถึงนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ช่วยทำให้การศึกษาในระดับปริญญาโทครั้งนี้สำเร็จลุลวงโดยสมบูรณ์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ณัฐชยา สวัสดีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูปภาพ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ 3
2.1 พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร 3
2.2 แนวความคิดและทฤษฎีทางด้านการจราจร 6
2.3 คุณลักษณะทั่วไปของการจราจร (Traffic Characteristics) 13
2.4 ทฤษฎีกระแสจราจร (Traffic Flow Theory) 15
2.5 การศึกษาพื้นที่จอดรถ 18
2.6 การประเมินผลประโยชน์ของโครงการด้านการขนส่ง 23
2.7 การเก็บข้อมูลทางด้านการจราจร 24
2.8 การวิเคราะห์ความจุ 28
2.9 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค 32
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 51
บทที่ 3 วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา 56
3.1 ขั้นตอนในการศึกษา 57
3.2 การเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษา 58
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM) 74
3.5 การสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง 82
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 84

บทที่ 4 ผลการศึกษา 86
4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน 86
4.2 ผลการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 88
4.3 วิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง VISSIM 89

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 92
5.1 สรุปผลการวิจัย 92
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 93
5.3 ข้อเสนอแนะ 93

บรรณานุกรม 95

ภาคผนวก 96
ภาคผนวก ก ข้อมูลสภาพจราจรจริง 97
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ 100

ประวัติผู้เขียน 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงสัดส่วนพื้นที่จอดรถต่อ 1,000 ตารางฟุตของพื้นที่ทั้งหมดที่เปิดให้เช่า (GLA).....20
2.2 แสดงระยะกำหนดสำหรับการศึกษาความเร็ว.....25
2.3 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าระดับการให้บริการของถนนที่มีลักษณะการไหล แบบไม่มีการกีดขวาง (Uninterrupted Flow).....29
2.4 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าระดับการให้บริการของถนนที่มีลักษณะการไหล แบบมีการกีดขวาง (Interrupted Flow).....30
2.5 แสดงการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของถนน (Highway Capacity Manual).....30
2.6 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม VIMSIM, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม SIMTRAFFIC (Kaseko, 2002).....41
2.7 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และ โปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek, 2003).....42
2.8 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำลองสภาพจราจรของโปรแกรมจำลองสภาพ การจราจรระดับจุลภาค.....46
2.9 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB (1996) 50
3.1 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 1).....61
3.2 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 2).....62
3.3 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 3).....63
3.4 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 4).....64
3.5 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 5).....65
3.6 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 6).....66
3.7 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 7).....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3.8 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบรวมทุกจุด....68
3.9 แสดงข้อมูลช่วงความเร็ว (km/hr) ของรถยนต์ส่วนบุคคล....70
3.10 แสดงข้อมูลช่วงความเร็ว (km/hr) ของรถTAXI....71
3.11 แสดงข้อมูลช่วงความเร็ว (km/hr) ของรถตู้....72
3.12 แสดงข้อมูลช่วงความเร็ว (km/hr) ของรถบัส....73
3.13 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB (1996)....83
4.1 แสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง....88
4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรของรถยนต์....89
4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทาง....90
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์....90
4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นก่อนและหลังปรับปรุง....91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงรูปแบบแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งแบบ Transit Oriented Development.....5
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร (Volume) ความเร็ว (Speed) และความหนาแน่น (Density) ของกระแสจราจร (May, 1990).....11
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความหนาแน่น และความเร็ว.....16
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความหนาแน่น.....16
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่น.....17
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหล.....17
2.7 แสดงการกำหนดรหัสแบบง่ายสำหรับการสำรวจข้อมูลพื้นที่จอดรถแบบชิดขอบถนน.....22
2.8 ตัวอย่างภาพแสดงระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS).....31
2.9 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Synchro/Sim Traffic.....38
2.10 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Paramics.....39
2.11 แสดงตัวอย่างโปรแกรม VISSIM.....40
3.1 แผนผังสรุปลำดับและขั้นตอนในการศึกษา.....57
3.2 แสดงตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล.....59
3.3 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 1 เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล อาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5).....61
3.4 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 2 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า.....62
3.5 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 3 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5).....63
3.6 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 4 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก.....64
3.7 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 5 เส้นทางไปอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1).....65
3.8 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 6 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากเส้นทางอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1).....66
3.9 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 7 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากอาคารผู้โดยสารและเส้นทางหน้าอาคารจอดรถ (ชั้น 5).....67
3.10 ปริมาณจราจรรวมรายชั่วโมง.....68
3.11 แสดงตัวอย่างการตั้งกล้องสำหรับเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร.....69
3.12 แสดงช่วงความเร็ว (km/hr) ต่อ ความถี่สะสมของรถยนต์ส่วนบุคคล.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.13 แสดงช่วงความเร็ว (km/hr) ต่อ ความถี่สะสมของรถTAXI....71
3.14 แสดงช่วงความเร็ว (km/hr) ต่อ ความถี่สะสมของรถตู้....72
3.15 แสดงช่วงความเร็ว (km/hr) ต่อ ความถี่สะสมของรถบัส....73
3.16 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลความเร็วของรถ....73
3.17 แสดงการนำเข้าภาพพื้นหลัง....75
3.18 แสดงการสร้างโครงข่ายของถนน....75
3.19 แสดงโครงข่ายของถนนที่สร้างขึ้น โดยใช้โปรแกรม VISSIM....76
3.20 แสดงการกำหนดเส้นทางการจราจร (Routes)....76
3.21 แสดงการนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร (Vehicle Inputs)....77
3.22 แสดงการกำหนดสัดส่วนของการจราจร (Vehicle Compositions)....78
3.23 แสดงการกำหนดความเร็วของรถ (Desired Speed)....79
3.24 แสดงการกำหนดพื้นที่ที่มีตัดกันของถนน (Conflict Areas)....79
3.25 แสดงการกำหนดพื้นที่ชะลอความเร็ว (Reduce Speed Areas)....80
3.26 แสดงการกำหนดค่าสำหรับเก็บข้อมูล (Evaluation)....81
3.27 แสดงการประมวลผลของแบบจำลองในรูปแบบสามมิติ....82
4.1 ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล....86
4.2 ทิศทางของการจราจร ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล....87
4.3 พื้นที่ว่างสำหรับก่อสร้างช่องจราจร....88
4.4 รูปแบบการจัดการจราจรของพื้นที่ศึกษา....89
4.5 ระยะเวลาในการเดินทางก่อนการจัดการจราจร และหลังการจัดการจราจร....90
4.6 ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ก่อนการจัดการจราจร และหลังการจัดการจราจร....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ทำให้กรุงเทพมหานครกลายเป็นศูนย์กลางความเจริญในทุกๆด้านของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านการเงินและการลงทุน ด้านการจ้างงาน ด้านการศึกษา ด้านการแพทย์ รวมไปถึงด้านการท่องเที่ยว และการที่มีกิจกรรมทุกรูปแบบให้เลือกทำเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการเดินทางจากทั่วทุกที่มายังกรุงเทพมหานคร ในปัจจุบันการขนส่งทางอากาศจึงเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจากประชาชน เนื่องจากการขนส่งทางอากาศเป็นระบบขนส่งที่ สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย กำหนดเวลาการเดินทางได้ค่อนข้างแน่นอน และสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้ จึงทำให้สนามบินสุวรรณภูมิมีปริมาณผู้โดยสารเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พบว่าในปี พ.ศ.2558 มีผู้โดยสารรวมอยู่ที่ 52,384,217 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 55,473,021 คน ในปี พ.ศ.2559 และเพิ่มขึ้นเป็น 59,079,215 คน ในปีพ.ศ.2560 และเพิ่มขึ้นเป็น 62,814,644 คน ในปีพ.ศ.2561 โดยจะก่อให้เกิดความแออัดมากขึ้นตามการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสารและทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่ผู้โดยสาร ซึ่งปัจจุบันสนามบินสุวรรณภูมิกำลังมีการก่อสร้างระยะที่2 ดังรูปที่ 1 เพื่อรองรับการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสาร ดังนั้นการบริหารจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิในปัจจุบันจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับรองรับยวดยานที่จะสัญจรเข้ามายังบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการประยุกต์ใช้โปรแกรม Verkehr In Stadten – SIMulationsmodell (VISSIM) ประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจร เนื่องจากโปรแกรม VISSIM สามารถจำลองการเคลื่อนตัวของยวดยานได้หลายชนิดพร้อมๆกัน สามารถจำลองเหตุการณ์ต่างๆได้ แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติได้ และโปรแกรมยังสามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางด้านการจราจรได้อีกด้วย เช่น ความเร็ว ระยะทาง ความยาวแถวคอย ความล่าช้า และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยวดยานแต่ละคัน เป็นต้น ซึ่งโปรแกรม VISSIM นี้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ จนสามารถนำแบบจำลองที่ได้จากโปรแกรมมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจและทั้งนี้ผลที่ได้จากงานวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 จัดการปัญหาการจราจรโดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค (Micro Simulation Modeling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 สร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

1.2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

1.2.4 เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาพื้นที่และสภาพการจราจร

1.3.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา โดยทำการศึกษารถยนต์ทั่วไป (รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถแท็กซี่ รถเช่า) และรถบัส

1.3.3 เก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อการทำแบบจำลอง

1.3.4 ใช้โปรแกรม VISSIM ในการจำลองสภาพการจราจรบริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่ใกล้เคียงให้เหมือนกับสภาพจริง

1.3.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

1.3.6 เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2ได้

1.4.2 สามารถจัดการจราจรบริเวณสนามบิน ให้มีการสัญจรที่สะดวกและลดปัญหาการจราจรติดขัด

1.4.3 สามารถสร้างความพึงพอใจ แก่ผู้มาใช้บริการ

1.4.4 มีส่วนช่วยในการลดการใช้พลังงาน และลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้รถยนต์

1.4.5 สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

เนื้อหาในบทนี้เป็นการทบทวน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษาจากวารสาร วิทยานิพนธ์ และตำราทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

2.2 แนวความคิดและทฤษฎีทางด้านการจราจร

2.3 คุณลักษณะทั่วไปของการจราจร (Traffic Characteristics)

2.4 ทฤษฎีกระแสจราจร (Traffic Flow Theory)

2.5 การศึกษาพื้นที่จอดรถ

2.6 การประเมินผลประโยชน์ของโครงการด้านการขนส่ง

2.7 การเก็บข้อมูลทางด้านการจราจร

2.8 การวิเคราะห์ความจุ

2.9 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

2.1.1 ความสำคัญของพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรคือบริเวณหรือพื้นที่ที่เป็นจุดรวมของระบบขนส่ง และโครงข่ายถนนต่างๆที่มาบรรจบกัน เพื่อรองรับการเดินทางของผู้คน ที่ส่งผลให้บริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีการสัญจรกันอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดการรวมกลุ่มกันของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งความสำคัญของพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรนั้น ได้มีการกล่าวถึง ดังนี้

Streering Group (1963) ได้กล่าวถึง หลักการพื้นฐานของพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร โดยอธิบายว่า ระบบขนส่งจะเป็นตัวเชื่อมกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรขึ้น เช่น การรวมกลุ่มเพื่อนันทนาการ การขนส่งผู้โดยสาร การค้า-การบริการ และการบริการเคลื่อนที่ต่างๆ

Brian Richards (1967) ได้กล่าวถึง พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรของระบบขนส่งสาธารณะว่า ตามหลักแนวคิดของโครงข่ายการขนส่งนั้น จะหลีกเลี่ยงความจำเป็นในการเปลี่ยนถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจำกัดจุดในการเชื่อมต่อ แต่ในทางปฏิบัติจริงการเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารในเมืองเป็นไปได้มาก โดยเฉพาะในเมืองขนาดใหญ่ โดย 50 เปอร์เซ็นต์ ของการเดินทางมักต้องการพื้นที่เปลี่ยนถ่ายของระบบขนส่งสาธารณะ

Brian J.L. Berry (1967) ได้กล่าวว่า พื้นที่ที่มีการเข้าถึงได้อย่างสะดวก จะเป็นพื้นที่ที่มีสินค้า และบริการต่างๆ ส่งผลให้เป็นพื้นที่ที่สามารถให้บริการแก่ประชากรที่เข้ามาในพื้นที่ จนทำให้กลายเป็นพื้นที่ศูนย์กลาง (Central Place) หรือพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรนั่นเอง

Murphy (1968) ได้กล่าวไว้ว่า พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญหากโครงข่ายการคมนาคม และระบบขนส่งต่างๆ มีการสัญจรกันอย่างหนาแน่น โดยปราศจากพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรที่มีศักยภาพรองรับโครงข่ายคมนาคมและระบบขนส่ง จะส่งผลให้ไม่เกิดการเชื่อมโยงที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม ของพื้นที่โดยรอบ

2.1.2 ที่มาของการพัฒนาพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร เป็นพื้นที่ที่มีการรวมกันของกิจกรรมหลักๆ ได้แก่ กิจกรรมในด้านการค้า ที่อยู่อาศัย และกิจกรรมในการเปลี่ยนถ่ายการสัญจร ซึ่งกิจกรรมทั้งสองรูปแบบจะมีความสัมพันธ์ต่อกัน ก่อให้เกิดการขยายตัวของแหล่งเศรษฐกิจ การขยายตัวของเมือง ก่อให้เกิดความหลากหลายในการขนส่ง เป็นแหล่งรวมของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งเป็นการสนับสนุนในการพัฒนาระบบขนส่ง เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางให้สามารถครอบคลุม และมีการใช้งานพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

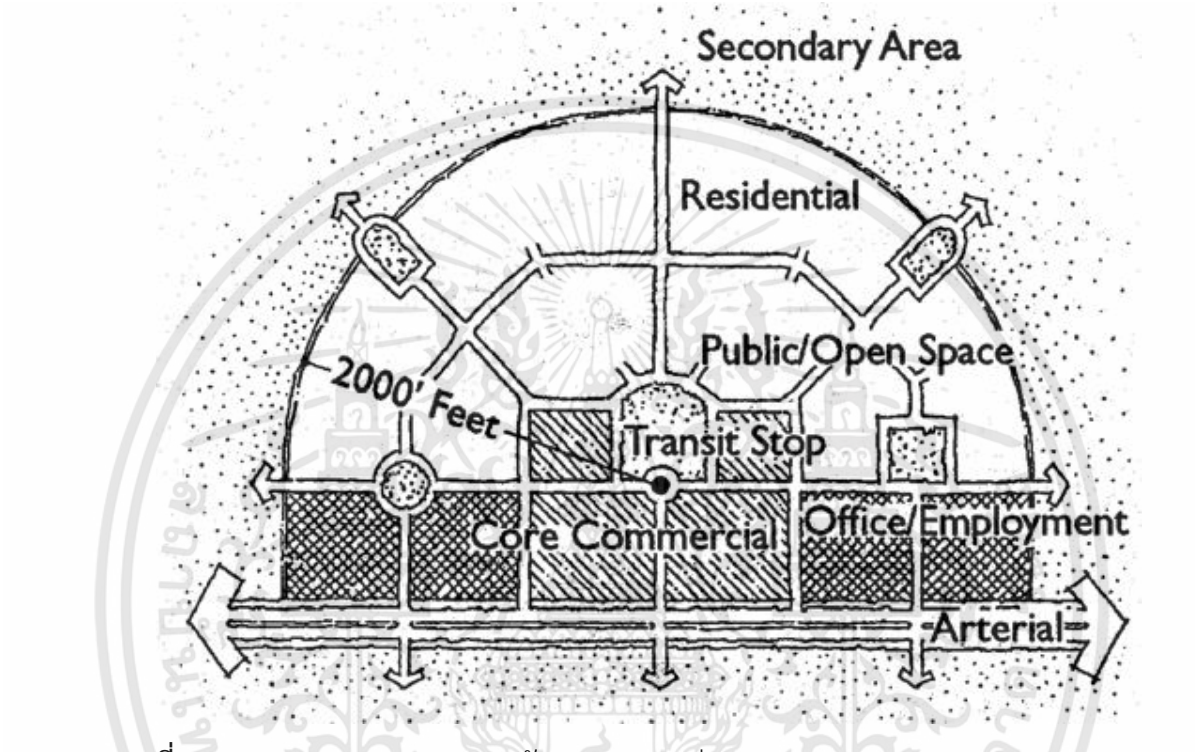
ธนพล จรัลวณิชวงศ์ (2550) ได้กล่าวว่า การเดินทางมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวัน และการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มาอย่างยาวนาน ทั้งการเดินทางของผู้คนและการขนส่งสินค้า ซึ่งมีต้นทุนในการขนส่งหรือการเดินทางสูง มนุษย์จึงมีความจำเป็นในการเลือกที่ตั้งของกิจกรรมต่างๆ ทางด้านเศรษฐกิจให้กระจุกตัวอยู่ด้วยกัน เกิดเป็นชุมชนขนาดเล็ก ที่มีทั้งผู้ผลิต ผู้ขาย ผู้ให้บริการ และที่พักอาศัยอยู่ใกล้ๆ กัน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการเดินทาง การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการขนส่งก็มีความจำเป็น เพื่อที่จะช่วยให้มนุษย์สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเพิ่มความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) และเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่ (Mobility) ให้มีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการขนส่ง จะทำให้เกิดการเติบโตของเมืองด้วยเช่นกัน

2.1.3 แนวคิดการปรับปรุงที่ดินบริเวณพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

เป็นแนวคิดการปรับปรุงการสร้างรูปแบบการใช้ที่ดินให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบแนวทางการพัฒนาระบบการขนส่งแบบ Transit Oriented Development (TOD) ซึ่งจุดที่สำคัญของแนวทางการพัฒนาระบบการขนส่งแบบ TOD คือ จุดเปลี่ยนถ่ายของการสัญจรจะมีการเชื่อมต่อกับจุดเปลี่ยนถ่ายย่อยอื่นๆ ทำให้เกิดการพัฒนาและเกิดโครงข่ายระบบขนส่งระยะยาว โดยอาจมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อการเดินทางทั้งทางบกและทางน้ำร่วมด้วย ทำให้บริเวณโดยรอบพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรเกิดเป็นพื้นที่พาณิชยกรรม เป็นแหล่งการจ้างงานแห่งหนึ่ง โดยมีแนวเส้นทางต่างๆ ล้อมรอบ ทำให้การเดินทางไปยังบริเวณโดยรอบเป็นไปได้อย่างสะดวก ซึ่งการพัฒนาระบบการขนส่งแบบ TOD สามารถพัฒนาได้จากพื้นที่ขนาดเล็ก แต่ด้วยราคาที่ดินที่อาจมีราคาสูง จึงอาจเกิดความต้องการใช้พื้นที่จอดรถเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้เป็นจุดในการเชื่อมต่อการเดินทาง โดยอาจมีการพัฒนาพื้นที่จอดรถต่างๆ ให้เป็นพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเดินทางและการขนส่งต่อไป



รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งแบบ Transit Oriented Development

2.1.4 ความแตกต่างระหว่างการพัฒนาระบบการขนส่งแบบ TOD กับการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้ทิศทาง

การพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้ทิศทาง จะเป็นแนวทางที่มีการกระจายตัวของการใช้ที่ดินแบบไม่มีแบบแผน ทั้งพื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อยู่อาศัย มีการวางรูปแบบที่มีระยะห่างและแนวทางการสัญจรที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความไม่สะดวกในการเดินทางจากที่อยู่อาศัยไปยังแหล่งเศรษฐกิจ ทำให้ระบบขนส่งไม่มีประสิทธิภาพ แตกต่างกับการพัฒนาระบบการขนส่งแบบ TOD ที่จะมีการควบคุมลักษณะและความหนาแน่นของพื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อยู่อาศัยให้มีความเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ รวมถึงให้เกิดความเหมาะสมในการเดินทางและการขนส่ง มีเส้นทางที่มีการเชื่อมต่อกันภายในพื้นที่ และสะดวกต่อการเดินทางไปยังพื้นที่อื่นๆ

Dr. Jean-Paul Rodrigue, Dr. Brian Stack and Dr. Claude Comtois (1999) ได้อธิบายและแบ่งประเภทของรูปแบบการขนส่งสาธารณะไว้ 2 รูปแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Intermodal Transportation เป็นรูปแบบการสัญจรของผู้คนหรือการขนส่งสิ่งของจากหนึ่งระบบไปยังอีกหลายระบบภายในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งจะเป็นระบบการขนส่งที่มีการสัญจรจากพื้นที่ภายนอกเมือง เข้าสู่ศูนย์รวมระบบขนส่งในพื้นที่ต่างๆ ก่อนจะเข้าไปสู่พื้นที่ใจกลางเมืองและพื้นที่อื่นๆ ของเมือง ต่อไป ซึ่งระบบการขนส่งสาธารณะอื่นๆ จะเป็นตัวรองรับการขนส่งขนาดใหญ่ที่จะเข้ามาสู่พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร ในบริเวณพื้นที่เดียว

2) Transmodal Transportation เป็นรูปแบบการสัญจรของผู้คนหรือการขนส่งสิ่งของภายในระบบเดียวกัน ซึ่งเป็นระบบการขนส่งที่มีการสัญจรไปมาอยู่ภายในระบบขนส่งสาธารณะเดียวกัน เพื่อเปลี่ยนถ่ายการสัญจร และเพื่อเดินทางไปยังพื้นที่ส่วนต่างๆ ของเมือง

2.2 แนวความคิดและทฤษฎีทางด้านการจราจร

Institute of Transportation Engineers (1999) ได้กล่าวว่า วิศวกรรมขนส่ง (Transportation Engineering) เป็นการประยุกต์หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ และทางด้านเทคโนโลยีการขนส่งเข้าด้วยกัน เพื่อทำการวางแผน ออกแบบ ดำเนินการ และบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานของระบบขนส่งประเภทต่างๆ ทั้งการเคลื่อนย้ายคนและสิ่งของ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering) เป็นสาขาที่สำคัญสาขาหนึ่งทางด้านวิศวกรรมขนส่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบทางเรขาคณิต การควบคุมกระแสจราจรของถนน การออกแบบพื้นที่โดยรอบถนน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งประเภทต่างๆ ที่จะต้องมีการใช้เส้นทางในการขนส่งร่วมกัน

การเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ของยวดยานแต่ละประเภทนั้น จะก่อให้เกิดเป็นกระแสจราจร (Traffic stream) โดยที่ยวดยานแต่ละคันที่อยู่ในกระแสจราจรนั้น จะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เนื่องจากยวดยานแต่ละคันนั้นจะมีลักษณะวิ่งตามกัน ทำให้เมื่อยวดยานที่วิ่งนำหน้าทำการชะลอรถหรือทำการเปลี่ยนช่องจราจร ก็จะส่งผลให้ยวดยานที่วิ่งตามมาทำการชะลอรถตามไปด้วย หรือเมื่อยวดยานที่วิ่งนำหน้าทำการเร่งความเร็ว ก็จะส่งผลให้ยวดยานที่วิ่งตามมาเร่งความเร็วตามไปด้วย ซึ่งถือเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของยวดยานในกระแสจราจร

2.2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจร

ในการศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกระแสจราจรนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจลักษณะพื้นฐานของสภาพการจราจร ซึ่งสามารถทำได้โดยการกำหนดตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับใช้อธิบายถึงลักษณะพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในกระแสจราจร ตัวแปรที่นิยมใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจร ได้แก่ ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic Volume and Rate of Flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็ว (Speed) ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time) ความหนาแน่น (Density) ระยะห่าง (Spacing) และช่วงห่าง (Headway) ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยในด้านการวางแผน (Planning) การออกแบบ (Designing) และในด้านการประเมินประสิทธิภาพ (Evaluating the Effectiveness) ในการจัดการจราจรของโครงข่ายถนน โดยตัวแปรที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกระแสจราจรในระดับมหภาค (Macroscopic Parameters) ได้แก่ ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic Volume and Rate of Flow) ความเร็ว (Speed) และความหนาแน่น (Density) ส่วนตัวแปรที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกระแสจราจรในระดับจุลภาค (Microscopic Parameters) ได้แก่ ความเร็วของยวดยาน (Speed) ระยะห่าง (Spacing) และช่วงห่าง (Headway) (Gerlough & Huber, 1976)

1) ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic Volume and Rate of Flow)

คือ จำนวนยวดยานที่เคลื่อนผ่านถนนช่วงใดช่วงหนึ่ง ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีหน่วยเป็น คันต่อหน่วยเวลา เช่น คันต่อวัน หรือ คันต่อชั่วโมง เป็นต้น สำหรับอัตราการไหลโดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง

ค่าปริมาณจราจรนั้น สามารถที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการขยายตัวของความต้องการในการใช้ถนน ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของปริมาณจราจรรายวัน (Daily Volume) ปริมาณจราจรรายวันที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร สามารถแยกออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรใน 24 ชั่วโมง ณ ช่วงถนนที่กำหนด ตลอดระยะเวลา 365 วัน สามารถคำนวณได้จากการนำจำนวนยานพาหนะที่วิ่งผ่านตำแหน่งหรือช่วงถนนที่กำหนดในระยะเวลา 1 ปี มาหารด้วย 365 วัน หรือ 366 วัน สำหรับปีอธิกสุรทิน (ปีที่เดือนกุมภาพันธ์มี 29 วัน)

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายสัปดาห์ตลอดปี (Average annual weekday traffic, AAWT) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรใน 24 ชั่วโมง ที่นับในวันที่อยู่ระหว่างสัปดาห์ (วันจันทร์-วันศุกร์) ตลอดระยะเวลา 365 วัน สามารถคำนวณได้จากการนำจำนวนยานพาหนะในช่วงถนนที่กำหนดระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ในช่วงระยะเวลา 1 ปี มาหารด้วยจำนวนวันใน 1 สัปดาห์ ตลอดช่วงระยะเวลา 1 ปี (โดยทั่วไปจะใช้ 260 วัน)

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวัน (Average daily traffic, ADT) คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณจราจรใน 24 ชั่วโมง ณ ช่วงถนนที่กำหนดตลอดช่วงเวลาที่ทำการสำรวจข้อมูล ซึ่งน้อยกว่า 1 ปี โดยมากมักจะวัดเป็นค่า ADT ของแต่ละเดือนใน 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายสัปดาห์ (Average weekday traffic, AWT) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรใน 24 ชั่วโมง ณ ช่วงถนนที่กำหนดของวันระหว่างสัปดาห์ตลอดช่วงเวลาที่ทำการสำรวจข้อมูล ซึ่งน้อยกว่า 1 ปี โดยมากจะวัดเป็นค่า AWT ของแต่ละเดือนใน 1 ปี

ปริมาณจราจรตามที่อธิบายในข้างต้นนั้น จะมีหน่วยเป็นคันต่อวัน (veh/day) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ปริมาณจราจรรายวันจะพิจารณาเป็นค่ารวมตลอดทั้งช่วงของถนนที่ศึกษา จะไม่ทำการจำแนกทิศทางหรือช่องจราจร ตัวอย่างการคำนวณปริมาณจราจรรายวัน

2) ความเร็ว (Speed)

คือ อัตราการเคลื่อนที่ในหน่วยระยะทางต่อเวลา โดยมักจะมีหน่วยเป็นกิโลเมตร/ชั่วโมง (km/hr) หรือ เมตร/วินาที (m/s) หรือคือส่วนกลับของเวลาที่ยวดยานใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนดคูณด้วยระยะทางนั้น ในกระแสจราจร ยวดยานแต่ละคันนั้น จะวิ่งด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน การอธิบายถึงคุณสมบัติของความเร็วในกระแสจราจรนั้น จึงใช้ลักษณะการกระจายตัวของความเร็วของยวดยานในกระแสจราจรแต่ละคัน โดยในการอธิบายคุณสมบัติดังกล่าวจำเป็นจะต้องใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยเป็นตัวแทนค่าของความเร็วของยวดยานทั้งหมดในกระแสจราจรเพื่อใช้สำหรับอธิบายลักษณะของกระแสจราจรนั้นๆ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- ความเร็วเฉลี่ยที่อิงเวลา (Time mean speed; TMS) คือ ค่าเฉลี่ยความเร็วของยวดยานทั้งหมดที่วิ่งผ่าน ณ ตำแหน่งใดๆ บนถนนหรือช่องจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ความเร็วเฉลี่ยที่อิงระยะทาง (Space mean speed; SMS) คือ ค่าเฉลี่ยความเร็วของยวดยานทั้งหมดที่ครอบครองช่วงถนนที่พิจารณาในช่วงเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากหลักการทางคณิตศาสตร์ ค่าความเร็วเฉลี่ยที่อิงเวลา (TMS) เป็นการหาค่าเฉลี่ยในลักษณะของค่าเฉลี่ยทางเลขคณิต และความเร็วเฉลี่ยที่อิงระยะทาง (SMS) เป็นการหาค่าเฉลี่ยในลักษณะของค่าเฉลี่ยฮาโมนิค ซึ่งในการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจรส่วนมาก จะใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยที่อิงระยะทาง (SMS) เป็นหลัก

3) เวลาในการเดินทาง (Travel Time)

คือ ระยะเวลาทั้งหมดที่ยวดยานใช้ในการเดินทางในช่วงถนนหรือในระยะทางที่กำหนด ขณะที่ เวลารถวิ่ง (Running time) คือ เวลาทั้งหมดเฉพาะช่วงที่รถวิ่งสำหรับใช้ในการเดินทางในช่วงถนนหรือในระยะทางที่กำหนด ความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาทั้งสองประเภทนี้คือ กรณีเวลารถวิ่ง (Running time) จะไม่นำค่าความล่าช้าที่เกิดจากการหยุดรถ (Stopped delays) มาพิจารณาเป็นเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ขณะที่เวลาในการเดินทาง (Travel Time) จะนำค่าความล่าช้าที่เกิดจากการหยุดรถ (Stopped delays) มาพิจารณาร่วมด้วย ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วเดินทางเฉลี่ย จะอ้างอิงกับเวลาในการเดินทางเฉลี่ย ส่วนค่าความเร็วรถวิ่งเฉลี่ย จะอ้างอิงกับเวลารถวิ่งเฉลี่ย

4) ความหนาแน่น (Density)

คือ จำนวนยวดยานซึ่งเดินทางบนช่วงความยาวของถนนที่กำหนด ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีหน่วยเป็นคันต่อกิโลเมตร (vpk) หรือ คันต่อกิโลเมตรต่อช่องจราจร (vpkpl) ซึ่งค่าความหนาแน่นของกระแสจราจรเป็นค่าที่วัดโดยตรงได้ยาก ในทางปฏิบัติจึงใช้การวัดค่าความหนาแน่นของกระแสจราจรจากการตรวจสอบการครอบครองผิวจราจรของยวดยาน โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับ (Detectors) แทน

5) การไหล (Flow)

คือ อัตราการเทียบเท่ารายชั่วโมง ซึ่งยานพาหนะผ่านจุดใดจุดหนึ่งบนช่องทางที่กำหนดไว้ ในระหว่างช่วงเวลาที่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

6) ระยะห่าง (Spacing)

คือ ระยะระหว่างยานพาหนะที่วิ่งต่อกันมาในกระแสจราจร โดยวัดจากตำแหน่งอ้างอิงที่แน่นอนบนตัวรถคันแรกถึงตำแหน่งเดียวกันบนตัวรถคันถัดไปที่วิ่งตามกันมา ตัวอย่างเช่น จากกันชนหน้าของรถคันแรกถึงกันชนหน้าของรถคันถัดไปที่วิ่งตามมา จากเพลาหน้าของรถคันแรกถึงเพลาหน้าของรถคันถัดไปที่วิ่งตามมา เป็นต้น

7) ช่วงห่าง (Headway)

คือ ค่าระยะเวลาหรือระยะทางระหว่างรถ 2 คัน ที่เคลื่อนที่ไปในช่องจราจรเดียวกัน โดยการกำหนดค่าช่วงห่าง (Headway) นี้ สามารถกระทำได้ 2 แบบ คือ

- ใช้วิธีนับเวลา (Time Headway) คือ ค่าความต่างระหว่างเวลาที่ส่วนหน้าของยวดยานมาถึง ณ จุดใดๆ บนถนนที่ได้ทำการกำหนดไว้ กับเวลาที่ส่วนหน้าของยวดยานคันต่อมาได้มาถึงจุดเดียวกันกับรถคันแรก โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็นวินาที (s)

- ใช้วิธีนับระยะทาง (Space Headway) คือ ค่าระยะระหว่างส่วนหน้าของยวดยานคันแรก และส่วนหน้าของยวดยานคันที่ขับตามมา โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็นเมตร (m)

8) ความล่าช้า (Delay)

คือ เวลาที่สูญเสียไปในขณะเดินทาง ซึ่งเป็นผลมาจากปัญหาสภาพการจราจรติดขัดและระบบที่ใช้ในการควบคุมการจราจร หรือสาเหตุอื่นๆ ซึ่งในบางครั้งผู้ขับขี่ไม่สามารถจัดการได้ โดยค่าความล่าช้าที่เกิดขึ้นนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- ความล่าช้าคงที่ (Fixed Delay) เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบควบคุมการจราจรซึ่งต้องเกิดขึ้นเสมอ ไม่ว่าสภาพจราจรจะมีน้อยหรือมากกว่า เช่น ความล่าช้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นบริเวณทางแยก โดยอาจจะเป็นทางแยกควบคุมสัญญาณไฟโดยจราจร ไฟกระพริบ ป้ายหยุด ป้ายระวัง หรือจุดตัดกับทางรถไฟ เป็นต้น

- ความล่าช้าจากปัญหาจราจร (Operational Delay) เป็นความล่าช้าที่มีสาเหตุมาจากความขัดแย้งในส่วนของกระแสจราจร ซึ่งอาจเป็นผลจากการจราจรในส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การมีรถจอด รถเลี้ยว คนข้ามถนน รถเสีย รถจอดซ้อนคัน หรือรถวิ่งตัดกัน นอกจากนั้นยังเป็นผลมาจากสภาพการจราจรในตัวมันเอง เช่น การติดขัดเนื่องจากมีปริมาณจราจรมาก ความจุของถนนไม่เพียงพอ และลักษณะการแทรกตัวของรถหรือการออกไปจากกระแสจราจร

- ความล่าช้าในการเดินทาง (Travel Delay) คือ ผลต่างระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางจริงบนช่วงเส้นทางที่ทำการศึกษากับระยะเวลาที่เกิดขึ้น เมื่อรถวิ่งด้วยอัตราเร็วปกติและการจราจรมีสภาพคล่องตัวไม่ติดขัด หรือเป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการชะลอ (Deceleration) เพื่อที่จะหยุดรถ หรือการเร่ง (Acceleration) เพื่อเคลื่อนตัวรถออกไป

- ความล่าช้าจากการหยุด (Stopped-Time Delay) เป็นช่วงเวลาที่รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในระหว่างการเดินทางบนช่วงของเส้นทางที่ทำการศึกษา ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

9) ความยาวแถวคอย (Queue Length)

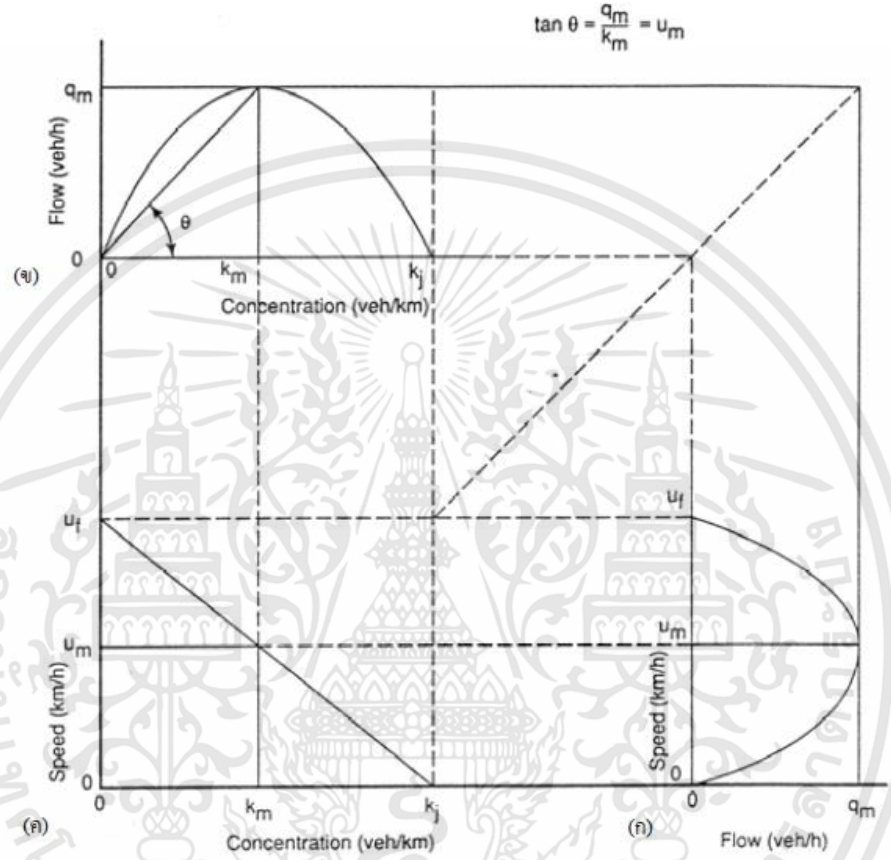
เป็นค่าที่สามารถหาได้จากการบันทึกระยะความยาวของรถที่ติดขัดอยู่ในกระแสจราจร ซึ่งรถนั้นจะมีค่าความเร็วไม่เกิน 10 Km/hr ตัวอย่างเช่น การเก็บข้อมูลของความยาวแถวคอยในขณะรถติดสัญญาณไฟจราจร

2.2.2 ความสัมพันธ์พื้นฐานของกระแสจราจร

ในการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจรนั้น ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันในกระแสจราจรคือ ปริมาณจราจร (Volume) ความเร็ว (Speed) และความหนาแน่น (Density) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร (Volume) กับความเร็ว (Speed) ภายใต้สภาพการไหลที่ไม่มีการขัดจังหวะจากปัจจัยภายนอก อย่างเช่น บริเวณทางแยก บริเวณสัญญาณไฟจราจร จะพบว่าเมื่อความเร็วมีค่าลดลง ค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลมีค่ามากที่สุดแล้ว ค่าความเร็วและค่าการไหลจะลดลง เหลือเพียงค่าความหนาแน่นเท่านั้นที่ยังคงเพิ่มขึ้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณจราจร (Volume) กับค่าความหนาแน่น (Density) โดยทั่วไปแล้ว เมื่อค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลเพิ่มมากขึ้น ค่าความหนาแน่นก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย จนกระทั่งถึงจุดความหนาแน่นวิกฤติ (Critical Density) หรือค่าการไหลสูงสุด ค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลก็จะลดลง แม้ว่าค่าความหนาแน่น จะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปก็ตาม โดยเมื่อไม่มีการไหลของกระแสจราจรแล้ว จะแสดงว่ามีค่าความหนาแน่นสูงสุด ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า ความหนาแน่นแออัด (Jam density) และในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (Speed) กับความหนาแน่น (Density) นั้น โดยปกติค่าความเร็วจะลดลง เมื่อค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งค่าความเร็วของกระแสจราจรมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อถึงจุดความหนาแน่นแออัด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ของกระแสจราจร สามารถแสดงได้ดัง**รูปที่ 2.2**



รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร (Volume) ความเร็ว (Speed) และความหนาแน่น (Density) ของกระแสจราจร (May, 1990)

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทาง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม (Ortuzar and willumsen, 1994) ประกอบไปด้วย

1) คุณลักษณะของผู้เดินทาง ได้แก่ เจ้าของยานพาหนะ (Ownership) โครงสร้างครัวเรือน (Household Structure) รายได้ (Income) ความหนาแน่นของที่พักอาศัย (Residential Density) และการตัดสินใจต่างๆ เช่น ความจำเป็นในการใช้ยานพาหนะในการเดินทาง เป็นต้น

2) คุณลักษณะของการเดินทาง ได้แก่ จุดประสงค์ของการเดินทาง ช่วงเวลาสำหรับการเดินทางที่จะเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) คุณลักษณะของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการจราจรและขนส่ง สามารถจำแนกออกได้เป็นปัจจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Factors) และปัจจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Factors)

- ปัจจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Factors) จะประกอบไปด้วยความสัมพันธ์ทางด้านเวลาและการเดินทาง อย่างเช่น ระยะเวลาในการใช้ยานพาหนะ ระยะเวลาในการคอย และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละรูปแบบของการเดินทาง เป็นต้น ตลอดจนความสัมพันธ์ทางด้านราคาและค่าใช้จ่าย อย่างเช่น ค่าโดยสารที่ใช้ ค่าเชื้อเพลิงสำหรับการเดินทาง เป็นต้น

- ปัจจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Factors) ประกอบไปด้วย ความสะดวกสบายในการเดินทาง ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัย เป็นต้น

McFadden (1976) ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของตัวแปรที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยได้ทำการจำแนกตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยจำแนกตัวแปรที่ใช้ในการจำลองแบบจำลองออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ตัวแปรที่เกี่ยวกับระดับการบริการของระบบขนส่ง โดยผู้ที่จะเดินทางส่วนใหญ่จะตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางจากข้อมูลที่มีอยู่ (สุทธิพงษ์, 2536) โดยสามารถจำแนกออกได้เป็นข้อมูลที่ผู้เดินทางรับรู้อยู่แล้ว (Perceived) และข้อมูลที่วัดได้ (Objective) ดังนี้

- ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เดินทาง (Perceived Data) เป็นข้อมูลที่ผู้เดินทางรับรู้อยู่แล้ว ซึ่งจะเหมาะสำหรับการนำไปสร้างแบบจำลอง เนื่องจากผู้เดินทางที่ได้รับการสัมภาษณ์จะใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

- ข้อมูลที่วัดได้ (Objective Data) จะเป็นข้อมูลเชิงวิศวกรรม ที่จะสะท้อนถึงการเลือกรูปแบบของการเดินทาง จากการศึกษาทำให้สามารถแบ่งตัวแปรในการเลือกรูปแบบการเดินทางออกได้เป็นตัวแปรต่างๆ 4 ประเภท ดังนี้

1. ตัวแปรที่ส่งผลวิกฤต อย่างเช่น ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง ความถี่ในการปล่อยรถ และสิ่งที่ชี้ว่าเป็นรูปแบบการเดินทางที่เหมาะสม เช่น ความต้องการในการใช้รถขณะทำงาน ความสามารถในการขับขี่ เป็นต้น

2. ตัวแปรที่ส่งผลสำคัญ อย่างเช่น การเปลี่ยนถ่ายการโดยสารองค์ประกอบภายในครัวเรือน เช่น การครอบครองยานพาหนะ เป็นต้น

3. ตัวแปรที่ส่งผลคลุมเครือ อย่างเช่น รายได้ภายในครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรในย่านที่พักอาศัย ความเที่ยงตรงในด้านระยะเวลาการเดินทาง และความรู้สึกในด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวแปรที่ส่งผลไม่มากนัก อย่างเช่น อายุ เพศ หรือในด้านความเป็นส่วนตัว เป็นต้น

2) ตัวแปรทางสภาพเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีจำนวน 3 ตัวแปร ที่มีความสำคัญและนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ได้แก่ ลักษณะทางด้านการเงิน อย่างเช่น รายรับและรายจ่ายของผู้เดินทาง ความเป็นเจ้าของยานพาหนะ และลักษณะทางสังคม เช่น อายุ เพศ การศึกษา เป็นต้น

2.3 คุณลักษณะทั่วไปของการจราจร (Traffic Characteristics)

คุณลักษณะทั่วไปของการจราจรเป็นพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายด้านจราจร รวมทั้งการ ค านวณที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์นั้น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์กระแสจราจรในระดับมหาภาคนั้น จะพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์หลัก 3 ค่า ได้แก่ อัตราการไหล (Flow Rate, q) ความหนาแน่น (Density, k) และความเร็ว (Speed, u) นอกเหนือจากองค์ประกอบหลักแล้ว ยังมีพารามิเตอร์อื่นที่เป็นผลจากองค์ประกอบหลักข้างต้น ได้แก่ เฮดเวย์ (Headway) แบ่งได้เป็น Time Headway และ Space Headway (วิรัช หิรัญ, 2558)

2.3.1 อัตราการไหล (Flow Rate ; q)

อัตราเทียบเท่ารายชั่งโมง ซึ่งพาหนะผ่านจุดใดจุด หนึ่งบนช่องทางที่กำหนดไว้ ในระหว่างช่วงเวลาที่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง (vehicle per hour, vph) สามารถคำนวณหาค่าอัตราการไหลเทียบเท่าต่อหนึ่งชั่วโมง ดังนี้

$$Q = \frac{n3600}{T}$$

ซึ่ง Q = ค่าเทียบเท่าอัตราการไหลรายชั่วโมง

n = จำนวนรถที่วิ่งผ่านจุดที่ทำการสำรวจในช่วงเวลา T

T = ช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ เป็น วินาที

2.3.2 ความหนาแน่น (Density; k)

จำนวนยวดยานที่ครอบครองพื้นผิวจราจร ในช่วง ความยาวของถนนหรือช่องจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็น คัน/กิโลเมตร (vehicle per kilometer, vpk) โดยทั่วไปการกำหนดระยะทางเป็น “กิโลเมตร” สำหรับทางหลวงนอกเมือง ส่วน ถนนในเมืองควรพิจารณาความยาวช่วงถนนที่เหมาะสมโดยไม่ควรอยู่ใกล้ทางแยกมากจนเกินไป สามารถคำนวณหาความหนาแน่น ดังนี้

$$K = \frac{n}{L}$$

ซึ่ง k = ความหนาแน่นของยวดยานถนนซึ่งยาว L ณ เวลา T

n = จำนวนยวดยานบนถนนซึ่งยาว L

L = ความยาวของช่วงถนนที่วัดความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ความเร็ว (Speed, u)

เป็นระยะทางที่ยวดยานเดินทางไปได้ในระหว่างช่วงเวลาที่ กำหนด มักมี หน่วยเป็น กิโลเมตร/ชั่วโมง (kilometer per hour ; Km/h) หรือเมตร/วินาที (m/s) คำนวณจากเวลาที่รถเคลื่อนที่ผ่านระยะทางช่วงใดช่วงหนึ่งที่ทราบระยะแน่นอน ดังนี้

$$u = \frac{d}{t}$$

ซึ่ง u = ความเร็ว

d = ระยะทาง

t = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเป็นระยะทาง d

โดยความเร็วของการจราจรจะใช้ค่าเฉลี่ยของความเร็ว สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ความเร็วเฉลี่ยที่อิงเวลา (Time Mean Speed) และ ความเร็วเฉลี่ยอิงระยะทาง (Space Mean Speed)

ความเร็วเฉลี่ยที่อิงเวลา (Time Mean Speed) เป็นค่ากลางทางคณิตศาสตร์ของ ความเร็วของยวดยานที่แล่นผ่านจุดใดจุดหนึ่งบนท้องถนน สูตรที่ใช้ในการหา คือ

$$\bar{U}_t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} ui$$

ซึ่ง $\bar{U}_t$ = ความเร็วเฉลี่ยที่อิงระยะทาง

n = จำนวนยวดยานที่ทำการสำรวจ

ui = ความเร็วของยวดยานคันที่ i

ความเร็วเฉลี่ยอิงระยะทาง (Space Mean Speed) เป็นค่ากลางของความเร็ว ยวดยานที่ผ่านช่วงของถนนที่กำหนด สูตรที่ใช้ในการหา คือ

$$\bar{U}_S = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{ui}} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^{n} ti}$$

ซึ่ง $\bar{U}_S$ = ความเร็วเฉลี่ยที่อิงระยะทาง

n = จำนวนยวดยานที่ทำการสำรวจ

L = ช่วงถนนที่กำหนดไว้ (ค่าคงที่)

T_i = เวลาที่รถคันที่ i ใช้วิ่งผ่านช่วงถนนที่กำหนดไว้

2.3.4 ระระห่างระหว่างรถ (Headway)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.1 ช่วงห่าง (Time Headway, h) คือค่าความแตกต่างระหว่างเวลาที่ส่วนหน้าของยวดยานมาถึงจุดใดๆ บนถนนที่กำหนดกับเวลาที่ส่วนหน้าของยวดยานคันต่อไปได้มาถึงจุดเดียวกับ คันแรก โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็น “วินาที” สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$Hd = \frac{\mathbf{1000}}{\boldsymbol{k}}$$

ซึ่ง hd = Mean-distance headway (เมตร/คัน)

k = ความหนาแน่น (คัน/กิโลเมตร)

2.3.4.2 ระยะห่าง (Distance Headway, d) เป็นระยะระหว่างส่วนหน้าของยวดยานคันแรกและส่วนหน้าของยวดยานคันต่อมา โดยปกติจะมีหน่วยเป็น “เมตร” สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$Hd = \frac{\mathbf{1000}}{\boldsymbol{q}}$$

ซึ่ง ht = Mean-time headway (วินาทีต่อคัน)

q = ปริมาณจราจร (คันต่อชั่วโมง)

2.4 ทฤษฎีกระแสจราจร (Traffic Flow Theory)

บนท้องถนนทั่วไปจะมีจราจรที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละชั่วโมง โดยจะมีความต้องการเดินทาง ในช่วงเช้าจนถึงเย็น ในขณะที่ความต้องการเดินทางลดลงในช่วงกลางคืนจนถึงเช้ามืด ดังนั้นในแต่ละ ช่วงเวลาของวันถนนแต่ละเส้นจะมีสภาพจราจรที่แตกต่างกัน สำหรับสภาพจราจรหนึ่ง ๆ นั้นสามารถ อธิบายได้ด้วยตัวแปรทางด้านจราจร 3 ตัว คือ อัตราการไหล (Flow Rate, q) ความหนาแน่น (Density, k) และความเร็ว (Speed, u) ซึ่งทั้ง 3 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันดังสมการ คือ

$$q=uk$$

ซึ่ง q = อัตราการไหล (คันต่อชั่วโมง)

u = ความเร็วจราจร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

k = ความหนาแน่น (คันต่อกิโลเมตร)

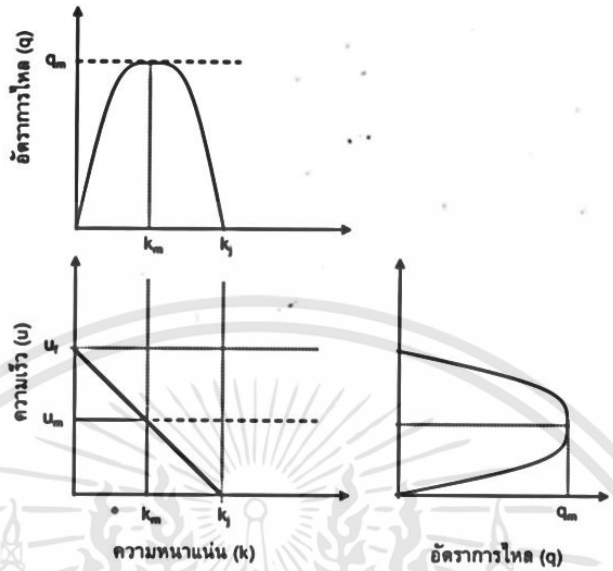
นอกจากตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวดังที่กล่าวมานั้น ยังมีตัวแปรที่ควรศึกษา ดังต่อไปนี้

kj = ความหนาแน่นติดขัด (Jam Density) คือ ความหนาแน่นที่การจราจรติดขัดมากจนกระทั่งยานพาหนะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

uf = ความเร็วอิสระ (Free Speed) คือ ความเร็วของยานพาหนะในกรณีไม่มียานพาหนะอื่นบนถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q = ความสามารถในการรองรับได้ (Capacity) คือ จำนวนยานพาหนะที่มากที่สุดที่แล่นผ่านตำแหน่งใดๆ ในระยะเวลาที่กำหนด

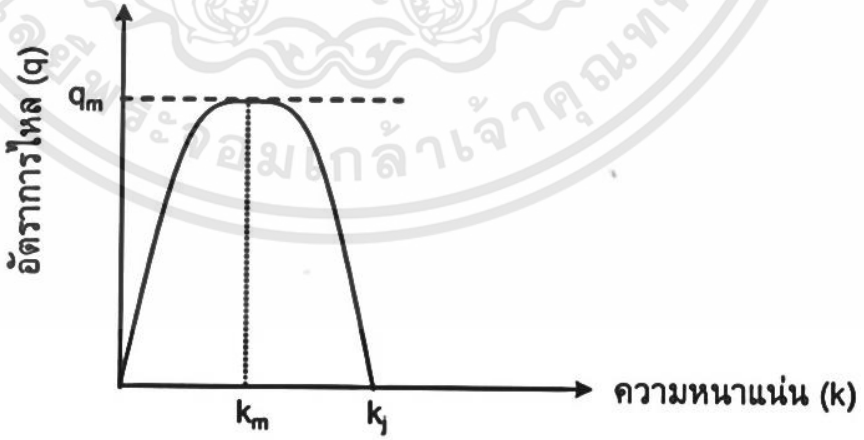


รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความหนาแน่น และความเร็ว

ที่มา: ยอดพล ธนาบูรณ์, 2524

2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความหนาแน่น

เมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้นความหนาแน่นก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย จนกระทั่งความหนาแน่นมีค่าเท่ากับความสามารถในการรองรับได้ (Capacity, Q) ซึ่ง ณ จุดนี้อัตราการไหลจะมีค่ามากที่สุด เรียกว่าอัตราการไหลสูงสุด (Maximum Flow Rate, qm) และหลังจากจุดนี้ไปอัตราการไหลจะลดลงเมื่อความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเกิดความหนาแน่นติดขัด (Jam Density,kj) ซึ่ง ณ จุดนี้อัตราการไหลจะมีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากรถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



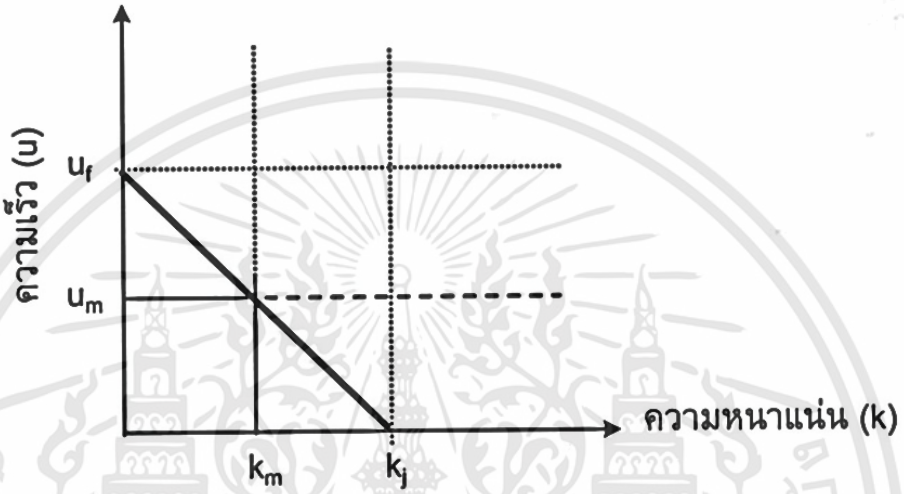
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความหนาแน่น

ที่มา: ยอดพล ธนาบูรณ์, 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่น

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่น มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Relationship) โดยค่าความเร็วจะมีค่าลดน้อยลง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น ณ จุดที่ความหนาแน่นเท่ากับศูนย์ (ไม่มีรถวิ่งบนถนน) ยานพาหนะจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอิสระ (Free Speed, uf) และเมื่อจราจรติดขัดมากๆ จนความเร็วเป็นศูนย์ความหนาแน่นจะมีค่าเท่ากับความหนาแน่นติดขัด (Jam Density,kj) ดังแสดงในรูปที่ 2.5

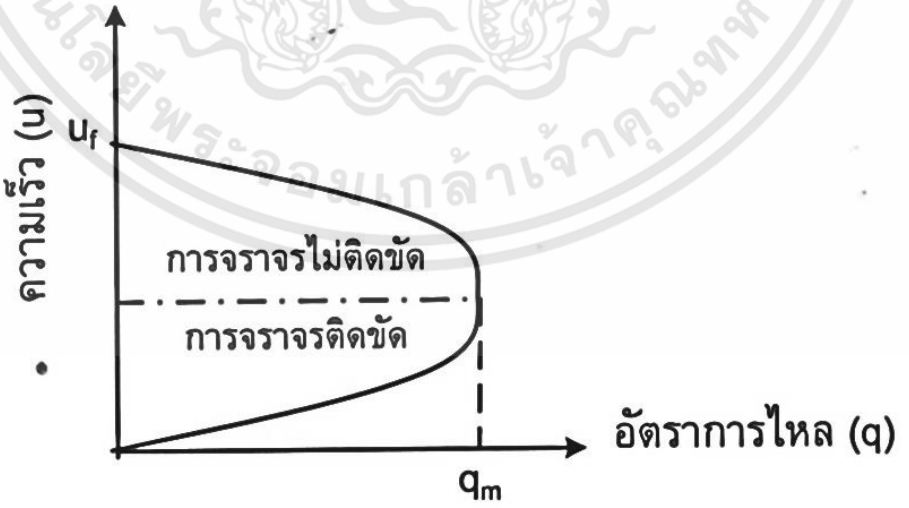


รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่น

ที่มา: ยอดพล ธนาบูรณ์, 2524

2.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหล

โดยทั่วไปความเร็วจะลดลงเมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งถึงจุดค่าความสามารถ ในการรองรับได้ (Capacity, Q) ทั้งความเร็วและอัตราการไหลจะมีค่าลดน้อยลง ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหล

ที่มา: ยอดพล ธนาบูรณ์, 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การศึกษาพื้นที่จอดรถ

ในปัจจุบันพื้นที่จอดรถเป็นหนึ่งในสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเดินทางของผู้คน ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการเดินทาง การตัดสินใจในด้านการหลีกเลี่ยงความหนาแน่นของปริมาณจราจรในเขตเมือง ตลอดจนในด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ด้วยอิทธิพลที่เกิดขึ้น ทำให้พื้นที่จอดรถมีความสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นในด้านการคมนาคมขนส่งในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ จุดเชื่อมต่อการเดินทางต่างๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการจราจรค่อนข้างจะหนาแน่น ทำให้มีความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถสูง การจัดการพื้นที่จอดรถจึงควรมีการจัดการให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการ เพื่อรองรับการเดินทางที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน

2.5.1 ประเภทการศึกษาพื้นที่จอดรถ

โดยทั่วไปแล้วการศึกษาพื้นที่จอดรถจะประกอบไปด้วย การศึกษาความเป็นไปได้ในทางการลงทุน การออกแบบเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน การออกแบบโครงสร้าง และการศึกษาเพื่อรองรับความต้องการในการใช้งาน ซึ่งการศึกษาเพื่อรองรับความต้องการในการใช้งาน และการศึกษาการออกแบบเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน เป็นการศึกษาที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถแบ่งวิธีการศึกษาออกได้เป็น 3 วิธี ได้แก่

1) การศึกษาแผนหลัก (Comprehensive studies) เป็นการศึกษาพื้นที่จอดรถแบบครอบคลุมทั้งพื้นที่ เช่น การศึกษาการจอดรถของพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจ (Central Business District, CBD) โดยการศึกษาแผนหลักนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถเป็นสำคัญ ทั้งนี้ความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถอาจถูกควบคุมโดยเงื่อนไขและสภาพของชุมชน ทำให้ไม่สามารถบอกถึงความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถที่แท้จริงได้ การสำรวจข้อมูลจากทางภาคสนามจะสามารถทำให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการออกแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านพฤติกรรมการเดินทาง ความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ พฤติกรรมการใช้พื้นที่จอดรถ เป็นต้น ข้อมูลความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ จะถูกนำมาสร้างและพัฒนาเป็นแบบจำลอง เพื่อใช้ในการดูแนวโน้มความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถในอนาคต โดยมีตัวแปรที่ใช้สำหรับการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง ได้แก่ การเติบโตของประชากร ข้อมูลส่วนบุคคล แนวโน้มทางสังคม และเศรษฐกิจภายในชุมชน รวมถึงข้อมูลพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของคนในชุมชน ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ จะทำให้ทราบถึงข้อจำกัดของพื้นที่ที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข เพื่อป้องกันปัญหาอันเกิดจากการจอดรถ แนวทางการพัฒนาพื้นที่หรือการวิเคราะห์ทางเลือก (Alternative analysis) จะถูกนำมาใช้เพื่อรับมือกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้น โดยมีข้อควรพิจารณาในการดำเนินการ อย่างเช่น การสนับสนุนหรือการควบคุมการใช้รถยนต์ การระบุผู้ได้รับผลประโยชน์หลักจากพื้นที่จอดรถ แนวทางในการคัดแยกกลุ่มที่ไม่ใช่ผู้ใช้พื้นที่จอดรถหลักในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดตารางการชำระค่าใช้บริการที่จอดรถ การพิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับระยะเข้าถึงพื้นที่ โดยมุ่งเน้นในเรื่องของความสะดวกและปลอดภัย ความพึงพอใจของหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน การกำหนดการใช้พื้นที่ เงินลงทุน ค่าใช้จ่าย และรายได้ในอนาคต

2) การศึกษาแบบจำกัด (Limited studies) เป็นการศึกษาพื้นที่จอดรถที่มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาแบบแผนหลัก แต่จะลดขอบเขตของการศึกษาลงในบางเรื่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการศึกษาที่เจาะจงไปที่พื้นที่จอดรถประเภทใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น และยังจะเป็นการศึกษาเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยไม่มีการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง เพื่อใช้พิจารณาความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถในอนาคต

3) การศึกษาเฉพาะพื้นที่ (Site-specific studies) เป็นการศึกษาพื้นที่จอดรถที่เฉพาะเจาะจงไปในพื้นที่ศึกษาพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยเป็นการศึกษาที่มีการวิเคราะห์เน้นลงไปในรายละเอียดต่างๆ มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาสภาพในปัจจุบัน การวางแผน การขยายการใช้พื้นที่ เป็นต้น พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เหมาะสำหรับการศึกษาประเภทนี้ ได้แก่ แหล่งที่พักอาศัย สำนักงาน โรงพยาบาล สถานศึกษา ห้างสรรพสินค้า ตลอดจนแหล่งอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยรายละเอียดต่างๆ จะได้รับประเมินและนำไปใช้สำหรับการศึกษาแนวโน้มของความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถในอนาคต ซึ่งเป็นการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับผู้คนในหลายๆ กลุ่ม ที่จะมาใช้บริการพื้นที่จอดรถ เนื่องจากว่าในแต่ละกลุ่มคนที่มีความแตกต่างกัน ก็จะมีพฤติกรรมในการใช้บริการพื้นที่จอดรถต่างกันไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อปัจจัยในหลายๆ ด้าน เช่น ระยะเวลาในการจอดรถ เป็นต้น โดยการเปลี่ยนลักษณะการใช้พื้นที่หรือการจัดพื้นที่ให้มีลักษณะเป็นแบบพื้นที่ที่มีความผสมผสานกันนั้น อาจจะต้องมีการให้ความสำคัญกับการวางแผนและออกแบบ เนื่องจากจะมียวดยานมาใช้บริการเพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังจะมีประเภทของยวดยานที่จะมาใช้บริการพื้นที่จอดรถเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งขนาดของยวดยานที่แตกต่างกันอาจจะส่งผลถึงการไหลเวียนของกระแสจราจรภายในพื้นที่จอดรถ และส่งผลต่อการติดขัดบริเวณทางเข้า-ออกพื้นที่จอดรถได้ด้วย

2.5.2 การวิเคราะห์พื้นที่จอดรถ

การศึกษาพื้นที่จอดรถนั้นจะมีตัวชี้วัดที่สำคัญหลายตัว ได้แก่ การครอบครองพื้นที่จอดรถ (Occupancy) การสะสมของยวดยาน (Accumulation) การครอบครองช่องจอดรถ (Turnover) และเวลาเฉลี่ยในการครอบครองพื้นที่จอดรถ (Average duration occupancy) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{การครอบครองพื้นที่จอดรถ} = 100 \times \frac{\text{จำนวนพื้นที่ที่ถูกครอบครอง}}{\text{พื้นที่จอดรถทั้งหมด}}$$

$$\text{การสะสมของยวดยาน} = \text{จำนวนยวดยานทั้งหมดที่จอดรถอยู่ ณ เวลาที่ทำการศึกษา}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การครอบครองช่องจอดรถ = จำนวนยวดยานที่ใช้ช่องจอดรถเดิมอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

$$\text{เวลาเฉลี่ยในการครอบครองพื้นที่จอดรถ} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาครอบครองพื้นที่จอดรถของยวดยานและคัน}}{\text{จำนวนยวดยานทั้งหมดที่เข้ามาจอดในพื้นที่}}$$

2.5.3 ความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ

ความต้องการใช้พื้นที่จอดรถ (Parking Demand) สามารถประเมินได้จากลักษณะของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ว่ามีแนวโน้มในการเดินทางเข้ามายังพื้นที่ที่ศึกษาในปริมาณเท่าใด ลักษณะที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ พื้นที่ทั้งหมดของชั้น (Gross Floor Area, GFA) และพื้นที่ทั้งหมดที่เปิดให้เช่า (Gross Leasable Area, GLA) ในทางปฏิบัติ ความต้องการใช้พื้นที่จอดรถอาจประมาณได้จากตารางสัดส่วนพื้นที่จอดรถดังแสดงใน**ตารางที่ 2.1**

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนพื้นที่จอดรถต่อ 1,000 ตารางฟุตของพื้นที่ทั้งหมดที่เปิดให้เช่า (GLA)

ขนาดรวมของพื้นที่ที่เปิดให้เช่า (Total GLA)	สัดส่วนการใช้พื้นที่ของโรงภาพยนตร์ ร้านอาหาร และสถานที่เพื่อความบันเทิงอื่นๆ				
	0%	5%	10%	15%	20%
0-399,999	4.00	4.00	4.00	4.15	4.30
400,000-419,999	4.00	4.00	4.00	4.15	4.30
420,000-439,999	4.06	4.06	4.06	4.21	4.36
440,000-459,999	4.11	4.11	4.11	4.26	4.41
460,000-479,999	4.17	4.17	4.17	4.32	4.47
480,000-499,999	4.22	4.22	4.22	4.37	4.52
500,000-519,999	4.28	4.28	4.28	4.43	4.58
520,000-539,999	4.33	4.33	4.33	4.48	4.63
540,000-559,999	4.39	4.39	4.39	4.54	4.69
560,000-579,999	4.44	4.44	4.44	4.59	4.74
580,000-599,999	4.50	4.50	4.50	4.65	4.80
600,000-2,500,000	4.50	4.50	4.50	4.65	4.80

ที่มา : ดัดแปลงจาก Urban Land Institute, Parking Requirements for Shopping Centers, 2nd Edition, Washington DC, 1999 อ้างถึงใน Roess, Prassas and McShane (2004) [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถอาจประมาณได้จากการพิจารณารายละเอียดของข้อมูลที่มากยิ่งขึ้นได้ โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$D = \frac{NKRP \times pr}{O}$$

โดยที่ D = ความต้องการใช้พื้นที่จอดรถ หน่วย ที่จอดรถ

N = ขนาดของกิจกรรมที่ระบุด้วยตัวชี้วัดที่เหมาะสม (พื้นที่ทั้งหมดของชั้นการจ้างงาน หน่วยที่พักอาศัย หรือหน่วยของการใช้ประโยชน์พื้นที่อื่นๆ ที่เหมาะสม)

K = สัดส่วนของการเกิดกิจกรรมที่จุดปลายทางในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

R = คน-จุดปลายทางต่อวัน (หรือหน่วยเวลาอื่นๆ) ต่อหน่วยของกิจกรรม

P = สัดส่วนของผู้เดินทางที่มาถึงพื้นที่ศึกษาด้วยรถยนต์

O = ค่าการครอบครองเฉลี่ยของรถยนต์

Pr = สัดส่วนของผู้คนที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประกอบกิจกรรมที่สอดคล้องกับลักษณะการใช้พื้นที่ของพื้นที่ศึกษา

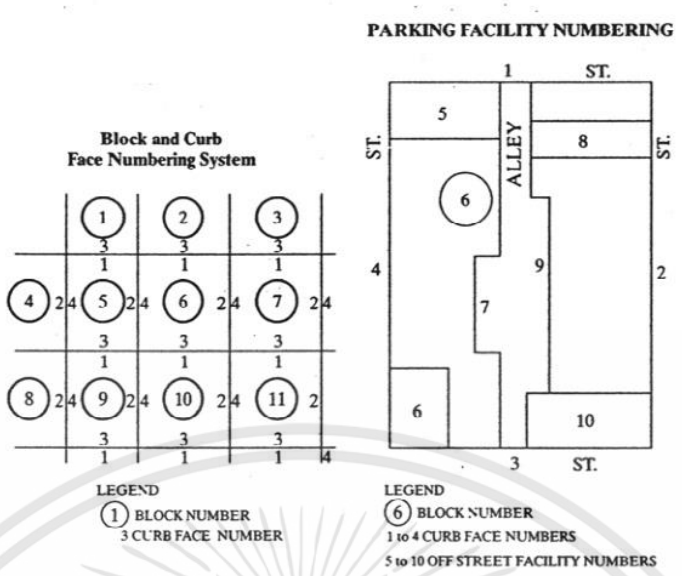
2.5.4 ความสามารถในการรับรองความต้องการใช้พื้นที่จอดรถ

จำนวนยวดยานที่เข้ามาใช้บริการพื้นที่จอดได้ในช่วงเวลาที่กำหนด เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสามารถในการรับรองความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ ในกรณีที่เป็นที่จอดรถแบบจอดชิดขอบ (Curb parking) จะสามารถประมาณค่าจำนวนช่องจอดรถที่สามารถรับรองความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถได้ได้จากข้อแนะนำ ดังต่อไปนี้

- สำหรับการจอดแบบขนานขอบถนน : ความยาวช่องจอดรถเท่ากับ 23 ฟุตต่อช่อง
- สำหรับการจอดแบบทำมุมกับขอบถนน : ความยาวช่องจอดรถเท่ากับ 12 ฟุตต่อช่อง
- สำหรับการจอดทำมุม 90° กับขอบถนน : ความยาวช่องจอดรถเท่ากับ 9.5 ฟุตต่อช่อง

รูปที่ 2.7 เป็นการแสดงตัวอย่างของระบบการกำหนดรหัสแบบง่ายสำหรับการสำรวจข้อมูลพื้นที่จอดรถแบบชิดขอบถนนในเมืองที่มีรูปแบบการจัดพื้นที่ของเมืองเป็นแบบตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการกำหนดรหัสแบบง่ายสำหรับการสำรวจข้อมูลพื้นที่จอดรถแบบชิดขอบถนน
ที่มา: Roess, Prassas and McShane (2004)

2.5.5 การสะสมของยวดยาน และการครอบครองช่องจอดรถ

การสะสมของยวดยาน (Parking accumulation) คือ จำนวนของยวดยานทั้งหมดที่จอดอยู่ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งยวดยานแต่ละคัน จะมีช่วงเวลาในการจอดรถ (Parking duration) ที่แตกต่างกันไป โดยช่วงเวลาในการจอดรถ ก็คือช่วงเวลาที่ยวดยานใช้ในการจอดรถภายในพื้นที่จอดรถ ทำให้เกิดการครอบครองช่องจอดรถ (Turnover) โดยถ้ามีการครอบครองช่องจอดรถเป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือนานกว่านั้น ภายในช่วงเวลา 8 ชั่วโมงที่ทำการศึกษา จะถือได้ว่ามีอัตราการครอบครองช่องจอดรถสูง โดยค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้ในการจอดรถ สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$D = \frac{\sum_X (N_X \times X \times I)}{N_T}$$

โดย D = ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจอดรถ มีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อคัน

N_x = จำนวนยวดยานที่จอดเป็นเวลา x ช่วงเวลา

X = จำนวนช่วงเวลาที่ทำการจอดรถ

I = ระยะเวลาที่ใช้ในการสังเกตช่วงเวลาจอดรถ มีหน่วยเป็นชั่วโมง

N_T = จำนวนยวดยานรวมที่ได้จากการสังเกตการจอดรถ

การครอบครองช่องจอดรถ (Turnover) สามารถแสดงในรูปของค่าอัตราการครอบครองช่องจอดรถ (Turnover rate, TR) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$TR = \frac{N_T}{P_S \times T_S}$$

โดยที่ TR = อัตราการครอบครองช่องจอดรถ มีหน่วยเป็นคันต่อช่องต่อชั่วโมง

N_T = จำนวนยวดยานรวมที่ได้จากการสังเกตจากการจอด

P_S = จำนวนยวดยานทั้งหมดที่จอดในช่องจอดรถอย่างถูกต้องตามระเบียบ

T_S = ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา มีหน่วยเป็นชั่วโมง

2.6 การประเมินผลประโยชน์ของโครงการด้านการขนส่ง

ในปัจจุบันการขนส่งมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนเป็นอย่างมาก การพิจารณาเลือกรูปแบบการขนส่งและการเดินทางจึงมีความจำเป็น ส่งผลให้การวิเคราะห์ พิจารณาและประเมินผลประโยชน์ของโครงการทางด้านการขนส่งจึงมีความสำคัญ เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพในด้านการขนส่งของโครงการที่กำลังจะเกิดขึ้นหรือโครงการที่มีการปรับปรุงแก้ไขผลประโยชน์ของโครงการในด้านการขนส่ง จะประกอบไปด้วย ผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อม ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีการพิจารณาทางด้านผลประโยชน์ทางตรงเป็นสำคัญ ผลประโยชน์ทางตรงที่เกิดขึ้น คือ การประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost Saving, VOC Saving) และการประหยัดมูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value of Time Saving, VOT Saving)

2.6.1 ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost, VOC)

เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่งสำหรับการประเมินผลประโยชน์ของโครงการในด้านการขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้รถในการเดินทาง ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) และค่าใช้จ่ายในการแปรผันกับการใช้รถ (Running Cost) ทั้งนี้ในการศึกษาค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ได้มีการพัฒนาสมการหรือแบบจำลองมานานแล้วในต่างประเทศ ทั้งการนำเสนอในรูปแบบสมการคณิตศาสตร์ หรือกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ โดยการนำไปประยุกต์ใช้งานจะต้องมีการปรับเทียบให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ของแต่ละประเทศ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ได้แก่ ค่าน้ำมัน (Fuel Cost) ค่าน้ำมันหล่อลื่น (Lubricant Cost) ค่ายางรถยนต์ (Tire Cost) ค่าอะไหล่ในการบำรุงรักษา (Maintenance Parts Cost) ค่าแรงงานในการบำรุงรักษา (Maintenance Labor Cost) ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ค่าใช้จ่ายพนักงานประจำรถ (Crew Cost) และค่าดอกเบี้ย (Interest)

ทั้งนี้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่นำมาคำนวณผลประโยชน์ของโครงการทางด้านการขนส่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถบนโครงข่ายถนน อันเนื่องมาจากการก่อสร้างปรับปรุงโครงข่ายถนนให้ดีขึ้น ปัจจัยที่นิยมนำมาใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะทางกายภาพของถนน สภาพภูมิประเทศของสายทาง ความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง และสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท

กรมทางหลวง (2551) [5] ได้อธิบายว่า มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถสามารถหาได้จากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถในขณะที่ยังไม่มีโครงการกับหลังจากมีโครงการแล้ว โดยค่าใช้จ่ายในการใช้รถจะเกิดจากการนำค่าใช้จ่ายในการใช้รถของยานพาหนะตัวแทน คูณด้วย ระยะทางรวมของระบบที่มีการเดินทาง (Vehicle kilometers travelled; VKT)

2.7 การเก็บข้อมูลทางด้านการจราจร

2.7.1 การเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง

ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel time) คือ ระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางที่กำหนด การเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางสามารถเก็บข้อมูลได้ด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

1) วิธีใช้รถทดสอบ (Test-car run) ประกอบด้วยเทคนิคในการเก็บข้อมูล 3 รูปแบบ ได้แก่

1.1) เทคนิครถลอยตัว (Floating car) วิธีนี้จะทำการกำหนดให้คนขับรถทดสอบขับรถแซงรถคันอื่นในกระแสจราจรให้พอๆ กับจำนวนรถที่ขับแซงรถทดสอบ วิธีการนี้ จะทำให้สามารถประมาณค่า Space mean speed ของกระแสจราจรได้

1.2) เทคนิครถเฉลี่ย (Average car) วิธีนี้จะกำหนดให้คนขับรถทดสอบใช้ความเร็วในการเดินทางใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยโดยรวมของกระแสจราจร

1.3) เทคนิครถมากที่สุด (Maximum car) วิธีนี้จะกำหนดให้คนขับรถทดสอบใช้ความเร็วในการเดินทางได้สูงสุดไม่เกินที่กำหนดไว้บนป้ายควบคุมความเร็ว

2) วิธีการตรวจสอบป้ายทะเบียน (License-plate observations) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเก็บข้อมูลบนช่วงถนนที่มีความยาวพอสมควร การเก็บข้อมูลจะกระทำโดยการบันทึกตัวเลขแผ่นป้ายทะเบียน ในขณะที่รถวิ่งผ่านจุดเก็บข้อมูล ทั้งบริเวณต้นทางและปลายทาง ส่งผลให้วิธีนี้ไม่สามารถตรวจสอบระยะเวลาและความเร็วในการเดินทางบนช่วงย่อยๆ ได้

3) วิธีการตรวจสอบบัตรทางด่วน (Toll-road cards) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางตลอดทั้งโครงข่ายของถนนที่ทำการศึกษา ซึ่งบัตรทางด่วนจะบันทึกเวลาเข้าและออกโครงข่ายถนนที่ทำการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลด้วยวิธีการนี้ยังส่งผลให้สามารถทราบข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับจุดต้นทางและจุดปลายทางที่ผู้เดินทางส่วนใหญ่ใช้ในการเดินทางด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วิธีการตรวจสอบจากจุดสังเกตการณ์ (Observation of vehicle from a vantage point) วิธีการนี้จะทำการกำหนดจุดสังเกตการณ์ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบริเวณที่จะทำการเก็บข้อมูลได้อย่างครบถ้วน โดยจะทำการติดตั้งกล้องวิดีโอเพื่อบันทึกข้อมูลสภาพการจราจรตลอดช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล โดยจะนำภาพวีดีโอที่ได้มาทำการคัดแยกข้อมูลต่อไป

2.7.2 การเก็บข้อมูลความเร็ว

ความเร็ว คือ อัตราของการเคลื่อนที่ของจราจร โดยเป็นสัดส่วนของระยะทางในการเดินทางช่วงเวลาหนึ่ง มีหน่วยที่นิยมใช้ คือ กิโลเมตร/ชั่วโมง การเก็บข้อมูลทางด้านความเร็วนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมจราจร เนื่องจากความเร็วที่ผู้ขับขี่ใช้นั้นจะมีผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัย ระยะเวลาในเดินทาง และความสะดวกสบาย อาจสามารถสรุปได้ว่าความเร็วเป็นตัวบอกถึงคุณภาพของการเคลื่อนที่ของจราจร

อุปกรณ์ที่ใช้สำรวจและเก็บข้อมูลทางด้านความเร็วนั้นมีหลายประเภท อย่างเช่น นาฬิกาจับเวลา คอมพิวเตอร์แบบพกพา เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก ปืนเรดาร์ และกล้องวิดีโอ เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละประเภทจะมีความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกันไป

การศึกษาความเร็วที่จุด (Spot Speed Studies) เป็นการศึกษาความเร็วของการจราจร ณ บริเวณที่กำหนด ซึ่งในการเก็บข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1) การจับเวลาบนช่วงระยะทางที่กำหนด (Measuring Time over Distance) ซึ่งสามารถคำนวณความเร็วได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่คงที่ต่อเวลาที่รถวิ่ง ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2**

ตารางที่ 2.2 แสดงระยะกำหนดสำหรับการศึกษาความเร็ว

อัตราความเฉลี่ย	**ระยะทางที่ควรใช้ (m)**	**สมการในการคำนวณความเร็ว (km/hr)**
น้อยกว่า 40 ก.ม./ชม.	30	108/t
ระหว่าง 40-65 ก.ม./ชม.	60	216/t
มากกว่า 65 ก.ม./ชม.	90	324/t

โดยที่ t มีหน่วยเป็นวินาที

การเก็บข้อมูลด้วยวิธีการนี้ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) การทำเครื่องหมายบนพื้นผิวจราจร (Pavement Marking) เป็นวิธีที่สะดวก ง่าย และประหยัด โดยการเก็บข้อมูลจะเริ่มจากการใช้เทปวัดระยะทางที่จะทำการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งทำเครื่องหมาย เพื่อเป็นการอ้างอิงตำแหน่งให้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยจะเริ่มต้นจับเวลาในขณะที่ยวดยานวิ่งผ่านตำแหน่งอ้างอิงตำแหน่งแรก และหยุดเวลาเมื่อยวดยานผ่านตำแหน่งอ้างอิงตำแหน่งถัดไป

1.2) การใช้กล่อง Enoscope (Enoscopes) เป็นวิธีที่สะดวก และประหยัด เช่นเดียวกับวิธีการทำเครื่องหมายบนพื้นผิวจราจร โดยมีขั้นตอนในการเก็บข้อมูลที่มีความคลึงกัน โดยเปลี่ยนการทำเครื่องหมายบนผิวจราจรเป็นการใช้อุปกรณ์กล่อง Enoscope แทน ซึ่งกล่องจะมีลักษณะเป็นกล่องรูปตัว “L” เปิดทั้งสองด้าน และมีกระจกเงาวางทำมุม 45° สำหรับทำหน้าที่สะท้อนแสง เมื่อมีรถวิ่งผ่าน เป็นวิธีการที่สามารถศึกษาความเร็วในเวลากลางคืนได้ โดยการใช้ไฟฉายส่องในแนวตั้งฉากกับกล่อง เมื่อรถแล่นผ่านจะตัดลำแสงไฟฉาย ทำให้ผู้ทดลองสังเกตมองเห็นได้ วิธีนี้จึงเรียกอีกอย่างว่า Flash Box

1.3) การใช้เครื่องมือวัดอิเลคทรอนิกส์ (Electronics) การเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้สามารถลดความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาได้ โดยใช้สายยาง 2 เส้น วางพาดบนผิวถนน สำหรับเป็นตัวส่งสัญญาณเมื่อรถแล่นผ่าน เมื่อรถแล่นทับสายยางเส้นแรกแล้ว จะมีการส่งสัญญาณให้เริ่มจับเวลา และเมื่อรถคันเดียวกันแล่นผ่านสายยางเส้นที่สอง จะมีการส่งสัญญาณให้หยุดจับเวลา โดยจะสามารถคำนวณหาค่าความเร็วในการเดินทางได้จากการนำค่าระยะห่างของสายยาง 2 เส้น มาหารด้วยเวลา

2) การวัดระยะทางบนช่วงเวลาที่กำหนด (Measuring Distance over Time) ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าความเร็วได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่รถวิ่งต่อเวลาที่กำหนด ซึ่งวิธีนี้นิยมใช้ภาพ (Photographic Techniques) ในการหาระยะทางที่รถวิ่งไปได้ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะกำหนดให้เป็นระยะเวลาคงที่ เช่น ให้ถ่ายภาพในทุกๆ 20 วินาที หลังจากนั้นจะทำการวัดระยะทางที่รถวิ่งไปจากภาพถ่ายเหล่านั้น ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ จะได้ข้อมูลที่ถาวรและแม่นยำ แต่มีค่าใช้จ่ายมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการถ่ายภาพทางอากาศ

3) การใช้เรดาร์จับความเร็ว (Radar Meter) เป็นการใช้ปืนเรดาร์ในการยิงจับความเร็วของยวดยานที่วิ่งในกระแสจราจร ตัวอย่างในการใช้วิธีการใช้เรดาร์ในการจับความเร็วนั้น คือ ในเวลาที่ตำรวจใช้ในการตรวจจับความเร็วของยวดยาน

2.7.3 การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร

การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร คือ การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้ในการประกอบการวางแผน ออกแบบ และการดำเนินการทางด้านการจราจร การวิเคราะห์ความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเศรษฐกิจ การควบคุมด้านการจราจรและสภาพแวดล้อม ตลอดจนการค้นคว้าวิจัยเพื่อใช้ปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบให้มีความถูกต้องสมบูรณ์และทันสมัยยิ่งขึ้น หน่วยของปริมาณจราจรจะอยู่ในรูปของคันต่อชั่วโมง (Vehicle per hour; vph) คันต่อวัน (vehicle per day; bpd) หรืออาจอยู่ในรูปของต่อช่องจราจร เช่น คันต่อชั่วโมงต่อหนึ่งช่องจราจร (vehicle per hour per lane; vphpl) เป็นต้น

การสำรวจปริมาณการจราจร หมายถึง การนับจำนวนรถที่เคลื่อนที่ผ่านในบริเวณที่กำหนด ภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย ได้แก่

- เพื่อการแบ่งประเภทถนน
- เพื่อการประเมินสภาพการจราจรและระดับการให้บริการ ณ ปัจจุบัน
- เพื่อการวางแผนปรับปรุงขยายถนน
- เพื่อการวางแผนระบบควบคุมการจราจร
- เพื่อการคาดการณ์ปริมาณจราจรในอนาคต

การสำรวจปริมาณการจราจร จะทำให้ทราบว่าถนนที่ทำการศึกษา มีปริมาณจราจรสูงกว่าหรือน้อยกว่าค่าความจุของถนน (Capacity) ซึ่งถ้าปริมาณจราจรมีค่าใกล้เคียงกับค่าความจุของถนน จะทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทาง ก่อให้เกิดการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจ มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้น ข้อมูลปริมาณจราจรจึงสามารถบอกได้ว่าถนนเส้นนั้นควรมีการปรับปรุงหรือไม่ ตลอดจนยังสามารถนำไปใช้ในการหาอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจร (growth rate) สำหรับคาดการณ์ปริมาณจราจรในอนาคต เพื่อการวางแผนการรองรับปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) การสำรวจโดยใช้วิธีคนนับ (Manual Count Method) เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก โดยจะนับปริมาณจราจรที่แล่นผ่านจุดที่กำหนด ซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยนับรถ (Traffic Counter) เพื่อป้องกันความผิดพลาด รวมทั้งมีความเหมาะสมสำหรับการนับรถแบบแยกประเภทด้วย ซึ่งการแยกประเภทรถและการสำรวจปริมาณรถเลี้ยว มีความสำคัญต่อการออกแบบระบบการควบคุมการจราจรตรงบริเวณทางแยก เช่น ระบบสัญญาณไฟ การกำหนดพื้นที่จอดรถ การออกแบบทางเรขาคณิตทางแยกที่เหมาะสม การจัดช่องจราจร เป็นต้น

2) การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ (Mechanical Count Method) เครื่องมือที่ใช้จะประกอบไปด้วย ตัวจับคลื่น (detector) และเครื่องนับ (counter) โดยตัวจับคลื่นจะเป็นส่วนสำคัญในการนับรถ เปรียบได้กับคนนับรถในวิธีคนนับ แล้วส่งสัญญาณไปยังเครื่องนับ โดยตัวจับคลื่นนั้นมีหลายชนิด ได้แก่

- ชนิดใช้ความดัน (Pneumatic Detector)
- ชนิดใช้ของเหลวแทนความดัน (Hydraulic Detector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนิดโลหะกระทบ (Positive Contact Detector)
- ชนิดใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic Detector)
- ชนิดใช้ลำแสง (Photo Electric Eyes, Radar, infrared, or Ultrasonic Beams)

สำหรับประเทศไทย จะนิยมใช้ชนิดใช้ความดัน ซึ่งประกอบไปด้วย สายยางสำหรับวางพาดบนผิวถนน เมื่อมียานพาหนะแล่นผ่านสายยาง จะเกิดความดันส่งคลื่นไปยังเครื่องนับเพื่อบันทึกจำนวนรถ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือชนิดนี้จะออกแบบให้ล้อทับสองครั้งมีการนับเท่ากับรถหนึ่งคัน ซึ่งกรณีที่มีรถมากกว่า 2 เพลา เช่น รถบรรทุก จะส่งผลให้ค่าคลาดเคลื่อนไปได้

โดยข้อดีของวิธีการสำรวจโดยใช้เครื่องมือนั้น คือ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการนับปริมาณจราจรที่มีระยะเวลาเป็นเวลานาน เช่น การนับปริมาณจราจรตลอดทั้งสัปดาห์ เดือน หรือปี และยังสามารถใช้ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งมีข้อเสีย คือ ไม่สามารถนับรถแบบแยกประเภทได้ ไม่สามารถนับปริมาณรถเลี้ยว สายยางที่ใช้อาจมีการชำรุดได้ และต้องมีการปรับแก้ข้อมูลในบริเวณที่มีรถบรรทุกมาก

3) การสำรวจโดยใช้ภาพถ่าย (Photographic Techniques) การใช้ภาพถ่าย เป็นการนับปริมาณจราจรที่ปรากฏในภาพถ่ายหรือวีดีทัศน์ ซึ่งจะได้ผลอย่างถูกต้องแน่นอน แต่เป็นการสำรวจที่มีค่าใช้จ่ายจะสูง โดยภาพถ่ายส่วนใหญ่จะเป็นภาพถ่ายจากที่สูง เพราะเป็นจุดที่สามารถมองเห็นได้ทั่วบริเวณ

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาและการนำข้อมูลไปใช้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเก็บในช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Hour Count) โดยจะเก็บข้อมูลประมาณ 4 ชั่วโมงต่อวัน

2.8 การวิเคราะห์ความจุ

การวิเคราะห์ความจุของถนน (Capacity Analysis) เป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบถนนให้สามารถรองรับปริมาณการจราจรได้ตรงตามระดับการให้บริการ (Level of Service) ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาระดับการให้บริการของถนนในปัจจุบัน เพื่อนำไปศึกษาและพิจารณาสำหรับการปรับปรุงหรือการออกแบบถนนให้มีความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรนั้น จะส่งผลให้การไหลของกระแสจราจรมีปริมาณมากขึ้น จนมีระดับใกล้เคียงกับความจุของถนน (Capacity) ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทาง ดังนั้น ในการวางแผนและออกแบบถนนจึงต้องมีการวิเคราะห์ความจุ และพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรของถนนนั้นๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ความจุของถนน (Capacity)

คือ อัตราการไหลของปริมาณการจราจรสูงสุดที่ถนนสามารถรองรับได้ ในแต่ละช่วงเวลา โดยไม่เกิดแถวคอย (Queue) ภายใต้เงื่อนไขทางด้านกายภาพของถนน, สภาพการจราจร และการควบคุมการจราจร

ซึ่งเงื่อนไขทางด้านกายภาพของถนน (Roadway Condition) เป็นลักษณะทางเรขาคณิตของถนน ซึ่งประกอบไปด้วย ประเภทของถนน, จำนวนช่องการจราจร, ความกว้างของช่องจราจร, ความกว้างของแนวเขตทางและไหล่ทาง, ความเร็วออกแบบ ตลอดจนระยะแนวทางราบและแนวดิ่ง ส่วนเงื่อนไขของสภาพการจราจร (Traffic Condition) เป็นลักษณะของการไหลของกระแสจราจรบนถนนนั้นๆ การกระจายตัวของกระแสจราจรในแต่ละทิศทาง เป็นต้น

2.8.2 ระดับการให้บริการ (Level of Service)

ระดับการให้บริการ เป็นมาตรวัดในเชิงคุณภาพ (Qualitative Measure) โดยสามารถบอกได้ถึงคุณภาพในการให้บริการของถนนนั้นๆ เช่น สภาพการจราจร ความคล่องตัวของกระแสจราจร ความมีอิสระในการขับขี่หรือในการใช้ความเร็ว โดยจะแสดงเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ 6 ตัว ได้แก่ A, B, C, D, E และ F ซึ่งค่าแต่ละค่าจะแสดงถึงลักษณะและสภาพการจราจรที่แตกต่างกัน

ลักษณะของถนนที่มีความแตกต่างกัน จะส่งผลต่อความสามารถในการให้บริการแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งในแต่ละลักษณะของถนนนั้นก็จะมีเกณฑ์สำหรับระดับการให้บริการที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไป เกณฑ์ที่ใช้กำหนดระดับการให้บริการของถนนจะอ้างอิงตาม Highway Capacity Manual ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3** ถึง**ตารางที่ 2.4**

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าระดับการให้บริการของถนนที่มีลักษณะการไหลแบบไม่มีการกีดขวาง (Uninterrupted Flow)

ประเภทของถนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดระดับการให้บริการ
Two-lane highway	ความเร็ว (Speed) และร้อยละของเวลาที่ต้องขับตาม (percent time-spent-following)
Multilane highway	ความหนาแน่น (Density)
Freeway: Basic Segment	ความหนาแน่น (Density)
Freeway: Ramp Merge	ความหนาแน่น (Density)
Freeway: Ramp Diverge	ความหนาแน่น (Density)
Freeway: Weaving	ความเร็ว (Speed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าระดับการให้บริการของถนนที่มีลักษณะการไหลแบบมีการกีดขวาง (Interrupted Flow)

ประเภทของถนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดระดับการให้บริการ
Urban street	ความเร็ว (Speed)
Signalized intersection	ความล่าช้า (Delay)
Two-way stop intersection	ความล่าช้า (Delay)
All-way stop intersection	ความล่าช้า (Delay)
Roundabout	n/a
Interchange ramp terminal	ความล่าช้า (Delay)

ตารางที่ 2.5 แสดงการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของถนน (Highway Capacity Manual)

Level of Service	Density Range for Basic Freeway Section (pc/mi/ln)	Density Range for Multilane Highways (pc/mi/ln)
A	≥ 0 , ≤11	≥ 0 , ≤11
B	≥ 11 , ≤18	≥ 11 , ≤18
C	≥ 18 , ≤26	≥ 18 , ≤26
D	≥ 26 , ≤35	≥ 26 , ≤35
E	≥ 35 , ≤45	≥ 35 , ≤ (45-45) (Depending on FFS)
F	> 45	> (45-45) (Depending on FFS)

คำอธิบายค่าระดับการให้บริการแต่ละระดับ

- ระดับการให้บริการ A (LOS A) เป็นระดับการให้บริการที่ยวดยานแต่ละคันจะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นการไหลแบบอิสระ การสัญจรของยวดยานแต่ละคันจะไม่ถูกรบกวนกันในกระแสการจราจร มีอิสระในการขับรถและสามารถเลือกใช้ความเร็วได้ตามต้องการ เป็นระดับที่มีความสะดวกสบายต่อคนขับรถมากที่สุด

- ระดับการให้บริการ B (LOS B) เป็นระดับการให้บริการที่มีค่าของความเร็วในการขับขี่ใกล้เคียงกับความเร็วการไหลอิสระ (Free-flow speed) แต่จะมีรถเพิ่มขึ้นในกระแสจราจรจนสังเกตได้ อิสระในการเคลื่อนที่ การแซงจะเริ่มลดลง ระดับความสะดวกสบายจะลดลงจาก LOS A

- ระดับการให้บริการ C (LOS C) เป็นระดับการให้บริการที่ความเร็วในการขับขี่จะถูกกระทบจากรถคันอื่น และการแซงจะต้องมีความระมัดระวังค่อนข้างมาก ระดับความสะดวกสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด ถ้าเกิดอุบัติเหตุบนถนนจะทำให้เกิดแถวคอย (queue) และความล่าช้าขึ้น แต่ในกรณี LOS A และ LOS B จะมีผลต่อการไหลน้อย

- ระดับการให้บริการ D (LOS D) เป็นระดับการให้บริการที่มีความเร็วในการขับขี่เริ่มจะลดลง มีปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้น ความอิสระในการใช้ความเร็วและในการแซงจะถูกจำกัดลงอย่างมาก ระดับความสะดวกสบายค่อนข้างจะแย่ เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบนถนนจะทำให้เกิดแถวคอย (queue) ยาว

- ระดับการให้บริการ E (LOS E) เป็นระดับการให้บริการที่มีปริมาณจราจรเข้าใกล้ระดับความจุของถนน ความอิสระในการแซงมีน้อยมาก ระดับความสะดวกสบายค่อนข้างจะแย่ ถ้ามีการเปลี่ยนช่องการจราจร จะส่งผลให้เกิดความล่าช้ากับกระแสจราจรเป็นอย่างมาก

- ระดับการให้บริการ F (LOS F) เป็นระดับการให้บริการที่มีสภาพการจราจรติดขัด มีแถวคอยเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อปริมาณการจราจรเกินระดับความจุของถนน จะส่งผลให้ยวดยานมีการชะลอและหยุดกันบ่อยขึ้น เป็นระดับการให้บริการที่มีสภาพการไหลไม่คงตัว

ตัวอย่างภาพแสดงระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS) ในแต่ละระดับ แสดงดัง**รูปที่ 2.8**

ระดับของการให้บริการ A (LOS A)

ระดับของการให้บริการ B (LOS B)

ระดับของการให้บริการ C (LOS C)

ระดับของการให้บริการ D (LOS D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับของการให้บริการ E (LOS E)

ระดับของการให้บริการ F (LOS F)

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างภาพแสดงระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS)

2.9 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) หมายถึง การจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulation) โดยเป็นการสร้างแบบจำลองพฤติกรรมและลักษณะในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจริงบนโครงข่ายถนน เพื่อเป็นการนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้สำหรับการวิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นการนำเสนอภาพของสภาพการจราจร จากกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยการสังเกต และการเก็บข้อมูลทางสถิติ การจำลองพฤติกรรมและลักษณะในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจะถูกพิจารณาเป็นช่วงเวลาย่อยๆ (time step) โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ และพฤติกรรมในการขับขี่ของยานพาหนะแต่ละคัน (ทวี วิชัยเมธาวี, 2546)

การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) เป็นการจำลองโดยการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละคันในระบบโครงข่ายถนน ซึ่งเป็นการจำลองสภาพจราจรที่มีความละเอียดและซับซ้อน โดยมีพื้นฐานการจำลองมาจากทฤษฎีการเคลื่อนตัวตามกันของรถ (Car Following) การเปลี่ยนช่องทางการจราจร (Lane Changing) และระยะระหว่างรถที่ยอมรับได้ (Gap Acceptance) โดยจะคำนึงถึงพฤติกรรมของยานพาหนะในแต่ละคันเป็นหลัก ซึ่งการขับขี่ของยานพาหนะกับการเพิ่ม/ลดความเร็ว การชะลอรถ การหยุดรถของรถคันข้างหน้าที่จะมีผลต่อการขับขี่ของรถคันที่ขับตามมา แต่มักจะไม่มีการคำนึงถึงพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ที่ได้รับผลกระทบมาจากพฤติกรรมการขับขี่ของยวดยานข้างเคียง ซึ่งการจำลองสภาพการจราจรสามารถนำไปเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการวิเคราะห์การเดินทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งเป็นการแสดงถึงพฤติกรรมการจราจรของยานพาหนะและเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนน รวมถึงการจำลองระบบทางแยกที่มีความซับซ้อน โครงข่ายที่มีความคับคั่งทางด้านการจราจร และเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของถนนต่อไป ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพจราจรระดับจุลภาค ตัวอย่างเช่น ปริมาณยานพาหนะบนท้องถนน ระดับการให้บริการของถนน ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย การจัดการสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

2.9.1 ความสำคัญของการจำลองสภาพการจราจร

Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong (2010) ได้กล่าวว่า การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation) ในการวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆ เพื่อประเมินผลและเสนอแนะทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นวิธีหนึ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพที่ได้ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เพราะ สามารถจำลองสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบสถานการณ์ต่างๆ ในอนาคต ซึ่งยังไม่เกิดขึ้นจริง ทำให้มีการประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา รวมทั้งสามารถปรับปรุงทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้ก่อนการตัดสินใจ ก่อนการดำเนินการก่อสร้างในอนาคต

ในปัจจุบันปัญหาทางด้านการจราจรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก การแก้ไขปัญหาการจราจรเฉพาะจุดก็ไม่สามารถจัดการกับปัญหาจราจรได้อย่างหมดสิ้น โดยจะต้องเป็นการแก้ไขปัญหาการจราจรแบบครอบคลุมทั้งโครงข่าย ซึ่งการจะหาทางแก้ไขให้ครอบคลุมทั้งโครงข่ายการจราจรนั้นเป็นไปได้ยาก การวิเคราะห์การจัดการกับสภาพจราจรในปัจจุบันโดยการใช้แบบจำลองจึงเป็นวิธีที่มีความสำคัญที่จะสามารถทดสอบและทดลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้เมื่อมีแบบจำลองสภาพการจราจรแล้ว จะสามารถตรวจสอบและสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรในแต่ละโครงข่ายในปัจจุบัน ทำให้สามารถหาทางแก้ไขปัญหาจราจรหรือหาทางเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายการจราจรได้ ตลอดจนสามารถใช้สำหรับการประเมินและทดสอบโครงการก่อสร้างต่างๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้น ทั้งโครงการก่อสร้างถนน ทางด่วน หรือระบบขนส่งสาธารณะต่างๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปของตัวอักษร หรือภาพเคลื่อนไหวของการจำลองสภาพการจราจร

การจำลองสภาพการจราจรนั้น จะเป็นการใช้หลักความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความหนาแน่นและปริมาณการจราจร เป็นพื้นฐานในการจำลอง โดยแยกกันไปในแต่ละกลุ่มของยวดยาน ซึ่งจะมีการสุ่มพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะรูปแบบต่างๆ ให้เป็นไปตามเงื่อนไขในปัจจุบัน

2.9.2 ข้อดีและข้อเสียของการจำลองสภาพการจราจร

<u>ข้อดี</u>

- สามารถเห็นสภาพการจราจรของทั้งโครงข่ายพร้อมๆ กันได้ ทำให้การวิเคราะห์หาทางแก้ไขปัญหาการจราจรหรือการหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพทำได้โดยง่าย

- สามารถจำลองสภาพการจราจรที่ไม่สามารถเกิดขึ้นจริงบนถนนได้ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น ทำให้สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถวิเคราะห์ปัญหาการจราจรที่มีความซับซ้อนได้ เช่น การวิเคราะห์ระบบจราจรอัจฉริยะ (ITS) การวิเคราะห์ทางแยก การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวแบบลูกคลื่น (Shockwave) ผลกระทบทางด้านจราจรต่อการเกิดอุบัติการณ์

- สามารถศึกษาได้ถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงข่าย หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ บนโครงข่าย เช่น ป้ายข้อความจราจรปรับเปลี่ยนได้ (VMS)

- สามารถวิเคราะห์ถึงผลกระทบทางด้านจราจรจากการออกแบบทางด้านเรขาคณิต หรือการควบคุมการจราจรต่างๆ เช่น การออกแบบวงเวียน การออกแบบสัญญาณไฟจราจร การออกแบบทางเดินเท้า เป็นต้น

- สามารถวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของการจราจรที่เกิดจากการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น การเพิ่มทางเชื่อมต่อการเดินทาง การติดตั้ง ramp metering เป็นต้น

- สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะรูปแบบการเข้าของปริมาณจราจร และรูปแบบการให้บริการที่มีซับซ้อนจนไม่สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์

- สามารถเก็บข้อมูลการจราจรจากแบบจำลองสภาพการจราจรได้โดยตรง ช่วยให้เป็นการประหยัดงบประมาณในการเก็บข้อมูลด้านการจราจรในภาคสนาม ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลบางประเภทเป็นไปได้ยากในการจัดเก็บ

- สามารถจำลองสภาพการจราจรได้แบบ real time ทำให้สามารถทราบสภาพการจราจรในปัจจุบันที่เกิดขึ้นอยู่ได้อย่างทันที

- สามารถพัฒนาแบบจำลองระบบใหม่ๆ ได้ และสามารถวิเคราะห์ประสิทธิที่มีความเหมาะสม

- การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลองเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละคัน ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแบบกลุ่ม

- สามารถจำลองสภาพการจราจรซ้ำๆ ได้หลายรอบ ทำให้เกิดความสะดวกและความรอบคอบในการวิเคราะห์สภาพการจราจรในแต่ละทางเลือกได้

- เป็นการจำลองถึงพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะของผู้ใช้ถนน และโครงข่ายถนนที่มีประสิทธิภาพเสมือนจริงที่สุด

- สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลการจราจรได้โดยง่าย

<u>ข้อเสีย</u>

- ผู้ใช้ต้องมีพื้นฐานความรู้ และเข้าใจในการใช้โปรแกรมเป็นอย่างดี

- ต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรที่มีความซับซ้อนให้มีความเสมือนจริงมากที่สุด

- ต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก เพื่อให้การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรมีความเสมือนจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือการปรับแก้ค่าข้อมูลต่างๆ อาจจะต้องใช้ความละเอียดและใช้ระยะเวลานาน

- การใส่ค่าของข้อมูลผิดพลาด แม้จะเล็กน้อย อาจมีผลทำให้ค่าการวิเคราะห์การจำลองสภาพการจราจรมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก

- การจำลองสภาพการจราจรให้มีผลลัพธ์ที่แน่นอนนั้น เป็นไปได้ยาก จึงต้องมีการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อนำค่าทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์และอ้างอิงผล

- การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลอง โดยการสุ่มการกำเนิด ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละการทดสอบ

- มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานค่อนข้างสูง

2.9.3 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นจำนวนหลายโปรแกรม ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีคุณสมบัติ ความสามารถและข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกันไป การเลือกใช้งานจึงมีความจำเป็น โดยจะต้องทำการประเมินถึงความเหมาะสม ความสามารถในการพัฒนาแบบจำลองให้มีความน่าเชื่อถือและให้มีความถูกต้องแม่นยำที่สุด ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ได้แก่

1) โปรแกรม AIMSUN

โปรแกรม Aimsun ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย J. Barcelo และ J.L. Ferrer ณ The Polytechnic University of Catalunya เมือง Barcelona ประเทศสเปน และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการดูแลในเชิงการค้าโดย Transport Simulation Systems หรือ TSS โปรแกรม Aimsun เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการขนส่ง การจำลองสภาพการจราจรในระดับจุลภาค และการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการจราจร (AIMSUN's Micro Simulator User's Manual Version 5.1, 2006)

โปรแกรม Aimsun เป็นโปรแกรมที่ได้รับอนุญาตให้มีการเพิ่มเติมส่วนประกอบลงไปในตัวโปรแกรมได้อย่างไม่จำกัดจำนวน ทั้งส่วนที่ได้ทำการผลิตโดย Transport Simulation Systems หรือ TSS และส่วนที่ถูกพัฒนาโดยผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถทำการเข้าถึงตัวแกนหลักของโปรแกรม Aimsun ได้ และทำการปรับแต่งความสามารถของตัวโปรแกรมได้เหมือนกับที่กระทำโดย TSS โปรแกรม Aimsun สามารถแบ่งองค์ประกอบตามลักษณะการใช้งานได้ 4 ส่วน ดังนี้

- Aimsun Simulator เป็นส่วนของโปรแกรมที่สามารถจำลองสภาพการจราจรในโครงข่ายถนนได้หลายรูปแบบ เช่น ถนนในเมือง ทางด่วน (Freeways) ทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Highways) ถนนวงแหวน รวมถึงโครงข่ายของถนนที่มีการรวมกันของถนนในหลายๆ รูปแบบ และยังมีความสามารถในการแบ่งแยกชนิดของยานพาหนะและผู้ขับขี่ได้ โดยพฤติกรรมของยานพาหนะทุกๆ คันในโครงข่ายถนนนั้นจะถูกจำลองอย่างต่อเนื่องตลอด โดยจะอ้างอิงกับแบบจำลองพฤติกรรมของผู้ขับขี่ (แบบจำลองการเคลื่อนที่ตามกัน แบบจำลองการเปลี่ยนช่องทางจราจร แบบจำลองการยอมรับช่องว่าง) ในส่วนของ Aimsun Simulator ยังมีความสามารถในการจำลองการเกิดอุบัติเหตุ การจำลองระบบควบคุมการจราจรต่างๆ โดยให้ความสำคัญกับระบบขนส่งสาธารณะ การใช้เครื่องมือทางด้านการจราจร เช่น สัญญาณไฟจราจร เป็นต้น การประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยมลภาวะ การใช้พลังงาน การให้รายละเอียดของผลลัพธ์ในเชิงสถิติ เช่น อัตราการไหล ความเร็วของยานพาหนะ ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

- Aimsun Modeller โปรแกรม Aimsun เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้นำไปใช้ได้กับสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถนำเข้าและจัดการกับข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS/Geographic Information System) โดยโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูล CAD และ Bitmap จากแหล่งข้อมูล ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถแก้ไขและนำเสนอโครงการได้อย่างสะดวก โดยโปรแกรมยังสามารถทำการแปลข้อมูลจากโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น จากโปรแกรม EMME/2, โปรแกรม SATURN เป็นต้น

- Aimsun Planner เป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการทางการจราจร โดยมีจุดประสงค์หลัก 2 ข้อ คือ เพื่อสนับสนุนกระบวนการทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการคำนวณเมตริกการเดินทางระหว่างต้นทางถึงปลายทาง (Origin-Destination Matrix) ซึ่งมีความจำเป็นในการวิเคราะห์ความต้องการทางด้านการจราจร สำหรับการวางแผนการขนส่ง และเพื่อทำให้มีแพล็ตฟอร์มการคำนวณสำหรับการจัดการของเมตริกการเดินทางระหว่างต้นทางถึงปลายทาง เพื่อสร้างข้อมูลสำหรับเข้าสู่การจำลองสภาพการจราจรในระดับจุลภาค

- Aimsun Server เป็นส่วนที่ไม่มีการต่อประสานทางด้านกราฟฟิคกับผู้ใช้งาน และสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางเครือข่าย สำหรับเมื่อมีความต้องการในการประมวลผลที่เร็วกว่าเวลาจริง เช่น เมื่ออยู่ในศูนย์ควบคุมกลางเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนการดำเนินการจัดการจราจรก่อนที่จะมีการนำไปใช้จริง

2) โปรแกรม CORSIM (Netsim)

CORridorSIMulation หรือ CORSIM เป็นส่วนหนึ่งของ Traffic Software Integrated System (TSIS) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Federal Highway Administration (FHWA) [8] ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะประกอบไปด้วยโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรจำนวน 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม NETSIM หรือ TRAFNETSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบนโครงข่ายถนน และทางแยกระดับเดียวกัน และโปรแกรม FRESIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรบนระบบทางด่วนที่มีลักษณะไปในทางเรขาคณิตที่มีความซับซ้อน เช่น Lane Add/Drops, Auxiliary Lanes, การเปลี่ยนแปลงความลาดชัน และการยกโค้ง เป็นต้น โดยโปรแกรม FRESIM จะสามารถจำลองสภาพการจราจรบนทางด่วนได้หลายรูปแบบ เช่น Lane Changing, On-ramp Metering และสิ่งอำนวยความสะดวกบนทางด่วนรูปแบบอื่นๆ ผลจากการรวมโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรมนี้เข้าด้วยกัน ทำให้ CORSIM สามารถจำลองได้ทั้งระบบโครงข่ายถนนทั่วไปในระดับเดียวกัน และในระบบทางด่วน รวมถึงระบบโครงข่ายถนนที่ผสมผสานกันระหว่างโครงข่ายถนนทั่วไป (ระดับเดียวกัน) กับระบบโครงข่ายแบบทางด่วน (ยกระดับ) โดยข้อมูลที่ถูกรายงานออกมาจากผลการจำลองของโปรแกรม CORSIM นั้น จะประกอบไปด้วย Total Delay, Stop Delay, Total Stops, Stops/Vehicle, Maximum Queue Length, Fuel Consumption, ระยะทาง, ระยะเวลาในการเดินทาง รวมถึงระดับมลภาวะที่เกิดขึ้น (Kaseko, 2002)

3) โปรแกรม Synchro/Sim Traffic

โปรแกรม Synchro/Sim Traffic เป็นชุดของโปรแกรมคู่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Trafficware เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบสัญญาณไฟจราจร และการจำลองสภาพการจราจรที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window โดยได้รับความนิยมและมีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะหน่วยงานและบริษัทที่ปรึกษาทางด้านวิศวกรรมจราจรและวิศวกรรมขนส่งในประเทศสหรัฐอเมริกา (Kaseko, 2002) โดยโปรแกรม Synchro และโปรแกรม Sim Traffic มีการทำงานแยกกัน ดังนี้

- โปรแกรม Synchro เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรของโครงข่ายถนนทั้งบริเวณทางแยกและทางแยกเดี่ยวให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยอาศัยหลักการในการลดความล่าช้าของการเดินทาง และจำนวนครั้งของการหยุดรถบริเวณทางแยกลงให้เหลือเป็นจำนวนที่น้อยที่สุด โดยความสามารถหลักของโปรแกรม คือ เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ความจุของบริเวณทางแยกที่ถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจร สามารถออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรให้ทำงานประสานกันแบบต่อเนื่องหลายทางแยก ทั้งแบบที่มีเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรแบบเดี่ยวหรือแบบที่มีเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรหลายเครื่อง และสามารถออกแบบระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบแปรเปลี่ยนตามปริมาณจราจรบริเวณทางแยกได้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรม Synchro ที่ได้ จะประกอบด้วยค่า Total Delay, Stop Delay, Total Stops, Stops/Vehicle, LOS, Maximum Queue Length, Queue Penalty, Dilemma Vehicles, Fuel Consumption, ระยะทาง, ระยะเวลาในการเดินทาง และระดับมลภาวะที่เกิดขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม Synchro ยังมักจะถูกใช้งานสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าโปรแกรม Sim Traffic, โปรแกรม CORSIM, โปรแกรม HCS, โปรแกรม TRANSYT-7F, โปรแกรม PASSER และ โปรแกรม VISSIM อีกด้วย (Kaseko, 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรม Sim Traffic เป็นโปรแกรมส่วนที่ใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยมีความสามารถหลัก คือ สามารถจำลองสภาพการจราจรและนำเสนอผลการจำลองในลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหวของยานพาหนะและคนเดินเท้า ทั้งในบริเวณที่ถูกควบคุมและไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรบนถนนภาคพื้นดิน และในระบบทางด่วนได้ โดยข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรของโปรแกรม Sim Traffic จะถูกวิเคราะห์โดยโปรแกรม Synchro ก่อน ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน ข้อมูลปริมาณจราจร และข้อมูลรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่ต้องนำเข้าสู่โปรแกรม Sim Traffic โดยตรง ได้แก่ ข้อมูลลักษณะของยานพาหนะ และพฤติกรรมในการขับขี่ยานพาหนะ (Jones ct, 2004)

รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Synchro/Sim Traffic

4) โปรแกรม PARAllel MICroscopic Simulation (Quadstone Paramics)

โปรแกรม Paramics ถูกพัฒนาขึ้นที่ Edinburgh Parallel Computing Center โดยบริษัท Quadstone Ltd. ในสหราชอาณาจักร เพื่อใช้สำหรับการจำลองพฤติกรรมและลักษณะการเคลื่อนที่ของยานพาหนะเดี่ยวและระบบขนส่งมวลชน ทั้งระบบโครงข่ายถนนท้องถิ่นและระบบโครงข่ายทางด่วนระดับประเทศ โปรแกรม Paramics มีลักษณะที่แตกต่างจากโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรอื่นๆ คือ เป็นโปรแกรมที่ทำงานด้วยบนระบบปฏิบัติการ UNIX แต่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Window ได้ โดยอาศัยโปรแกรม Hummingbird เป็นตัวจำลองสภาพแวดล้อมของระบบปฏิบัติการ UNIX บนระบบปฏิบัติการ Window เพื่อโปรแกรมสามารถทำงานได้ (Choa et al, 2003) การทำงานของโปรแกรม Paramics จะอาศัยการทำงานประสานกันของ 3 โปรแกรมย่อยที่อยู่ภายใน ได้แก่ โปรแกรม Modeler ซึ่งมีคุณสมบัติในการจำลองโครงข่ายถนน, โปรแกรม Analyzer ใช้สำหรับการวิเคราะห์ และแสดงผลการจำลองสภาพการจราจร และโปรแกรม Processor ซึ่งใช้ในการจำลองสภาพการจราจร (ทวี วิชัยเมธาวี, 2546) โปรแกรม Paramics เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการจำลองโครงข่ายถนนที่มีขนาดใหญ่ และมีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งขนาดของโครงข่ายถนนที่โปรแกรมรองรับได้นั้น จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการ Run โปรแกรม (Velez, 2006) นอกจากนี้ ยังมีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแสดงภาพการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันได้ทั้งแบบ 2 มิติ และแบบ 3 มิติ ซึ่งยังสามารถใช้สีที่แตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลอง ช่วยเพิ่มความเข้าใจและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการ การวางแผนการจัดการจราจร รวมทั้งการวิเคราะห์และการประเมินนโยบายทางด้านการขนส่งทั้งในระดับพื้นที่ย่อย และในระดับยุทธศาสตร์ (ทวี วิชัยเมธาวี, 2546)

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Paramics

5) โปรแกรม VISSIM

โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ University of Karlsruhe ประเทศเยอรมณี ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 และถูกพัฒนาต่อโดยบริษัท Planung Transport Verkehr หรือ PTV โดยเป็นส่วนหนึ่งของ PTV Vision ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวางแผนสำหรับการคมนาคมขนส่งและงานด้านวิศวกรรมจราจร โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคทั้งในระบบโครงข่ายถนนในเขตเมืองและในระบบทางด่วนแบบอเนกประสงค์ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถหลากหลายทั้งการจำลองและการวิเคราะห์สภาพการจราจรในรูปแบบและเงื่อนไขต่างๆ เช่น รูปแบบวงเวียน ทางแยกทั้งที่ถูกควบคุมและไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทางต่างระดับ ด่านเก็บเงินค่าผ่านทาง และ Ramp Meter เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากการรายงานผลของการจำลอง ประกอบด้วย ตัวชี้วัดประสิทธิภาพต่างๆ ด้านการจราจร เช่น เวลาในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย ปริมาณจราจร ความเร็วเฉลี่ย จำนวนครั้งของการหยุดรถ เป็นต้น ระดับมลภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการจราจร ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกอีกด้วย (Kaseko, 2002) โปรแกรม VISSM จะประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่แตกต่างกันจำนวน 2 โปรแกรม (PTV, 2009) ได้แก่

- โปรแกรมสร้างการจำลองสภาพจราจร (Traffic Simulator) ถือได้เป็นโปรแกรมย่อยที่เป็นโปรแกรมหลักของโปรแกรม VISSIM มีความสามารถในการสร้างการจำลองสภาพการจราจรโดยอาศัยชุดคำสั่งทางตรรกศาสตร์ของพฤติกรรมในการขับขี่ยานพาหนะ โดยโปรแกรม Traffic Simulator จะสามารถทำการปรับปรุงสถานการณ์ในการจำลองให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่สามารถแปรเปลี่ยนไปได้ในทุกๆ Time step อย่างต่อเนื่อง ตลอดการทำการจำลองสภาพการจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมสร้างสภาวะการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร (Signal State Generator) เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณสภาวะการควบคุมของระบบสัญญาณไฟจราจรใน Time Step ถัดไป โดยจะรับข้อมูลสภาพการจราจรของ Time Step ปัจจุบันที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในการคำนวณ Traffic Simulator จากนั้นจะทำการคำนวณ พร้อมทั้งส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยัง Traffic Simulator อีกครั้ง เพื่อใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขในการปรับปรุงสถานการณ์สำหรับการจำลองสภาพการจราจรใน Time Step ต่อๆ ไป

รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างโปรแกรม VISSIM

2.9.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมจำลองสภาพจราจร

Mosseri (2004) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS, โปรแกรม VISSIM และโปรแกรม Sim Traffic โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาโปรแกรมที่มีความเหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของ Ocean Parkway ในเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในพื้นที่บริเวณที่ได้ทำการศึกษานี้มีรูปแบบเป็นถนนในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทางแบบผสมผสานและมีลักษณะทางกายภาพของถนนในเขตเมืองไม่เป็นไปตามมาตรฐาน โดยจากการศึกษา พบว่า โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยสามารถรองรับโครงข่ายถนนแบบ link-connector และโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนและหนาแน่น นอกจากนี้ โปรแกรม VISSIM ยังสามารถรองรับการแจกแจงการเดินทางได้ทั้งแบบ Static และแบบ Dynamic โดยใช้ข้อมูลจากตารางการเดินทาง (OD matrix) เพียงอย่างเดียวก็ได้

Kaseko (2002) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบถึงความสามารถของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรทั้งสิ้น 3 โปรแกรม ประกอบไปด้วย โปรแกรม VIMSIM, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม SYNCHRO/SIMTRAFFIC โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาโครงการของ Navada Department of Transport หรือ NDOT โดยได้ทำการแบ่งกรณีในการประเมินความสามารถของโปรแกรมออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 การจราจรบนทางด่วนและทางแยกต่างระดับ และกรณีที่ 2 การจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองทั่วไป ซึ่งทางแยกถูกควบคุมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณไฟจราจรแบบทำงานประสานกัน ซึ่งในกรณีที่ 1 การศึกษาการจราจรบนทางด่วนและทางแยกต่างระดับนั้น จะทำการศึกษาในบริเวณถนน US-95 Freeway ในช่วงระหว่าง I-15 Interchange ถึง Lake Mead Interchange โดยใช้โปรแกรม VISSIM และโปรแกรม CORSIM ในการประเมิน โดยแบ่งการจำลองออกเป็น 4 สถานการณ์ ประกอบด้วย บนช่วงทางด่วนทั่วไปในบริเวณ Ramp Metering บนขาลงทางด่วนที่มีช่องจราจรเฉพาะ High Occupancy Vehicle หรือ HOV และในบริเวณที่มีการก่อสร้างหรือซ่อมแซมผิวจราจร (Work Zone) ส่วนในกรณีที่ 2 การศึกษาการจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองทั่วไปซึ่งทางแยกถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรแบบทำงานประสานกัน ซึ่งจะทำการศึกษาในบริเวณถนน Martin Luther King Boulevard ช่วงระหว่าง Washington ถึง Carey ซึ่งในบริเวณดังกล่าวจะประกอบไปด้วยทางแยกสัญญาณไฟจราจรจำนวน 4 ทางแยก โดยจะนำโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม มาใช้ในการประเมิน ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจากทั้ง 2 กรณี ได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.6**

ตารางที่ 2.6 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม VIMSIM, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม SIMTRAFFIC (Kaseko, 2002)

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	VISSIM	Sim Traffic
1) การสร้างโครงข่ายถนนและสิ่งอำนวยความสะดวก (Coding)	ง่าย	มีความยืดหยุ่นสูงแต่ใช้ข้อมูลและเวลามาก	ง่ายที่สุด
2) การจำลองสภาพการจราจร	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	ง่ายที่สุด
3) Operational ของวงเวียน	ทำไม่ได้	ทำได้	ทำไม่ได้
4) Operational ของระบบขนส่งมวลชน	Bus	Bus, LRT	ทำไม่ได้
5) การจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้า	ทำไม่ได้	ทางแยก,ช่วงถนน	ทำไม่ได้
6) การใช้งานตามวัตถุประสงค์	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7) จำนวนแฟ้มข้อมูลของ Output	1 แฟ้ม	มากกว่า 1 แฟ้ม	ไม่ระบุ
8) การนำเสนอ Output ในระดับ Aggregate	นำเสนอ	ไม่นำเสนอ	ไม่ระบุ
9) การนำเสนอ Output ในระดับ Disaggregate	นำเสนอ	นำเสนอ	ไม่ระบุ

จากตาราง พบว่า โปรแกรม CORSIM เป็นโปรแกรมที่สามารถทำการสร้างโครงข่ายถนนได้โดยง่าย มีแฟ้มข้อมูลสำหรับ Output เพียงแฟ้มข้อมูลเดียว ซึ่งได้แก่ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทางด้านการจราจรหลักๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงข่ายถนนและประสิทธิภาพของบริเวณทางแยก ตลอดจนสามารถนำเสนอได้ทั้งในระดับ Aggregate และ Disaggregate แต่ข้อเสียของโปรแกรม CORSIM ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ไม่สามารถใช้ในการจำลองสภาพการจราจรทั้งในรูปแบบวงเวียนและการจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้ ซึ่งโปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถสูงในการจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้า ซึ่งไม่สามารถทำได้ในโปรแกรม CORSIM และโปรแกรม Sim Traffic แต่โปรแกรม VISSIM ยังมีข้อเสียในด้านของการสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลอง ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลและระยะเวลาเป็นจำนวนมากกว่าโปรแกรมอื่นๆ รวมถึงจำนวนแฟ้มข้อมูลของ Output ของโปรแกรม ยังแยกออกเป็นหลายแฟ้มข้อมูล และยังนำเสนอได้เพียง Output ในระดับ Disaggregate เท่านั้น (ซึ่งเหมาะสำหรับการศึกษาการไหลของจราจรในเชิงลึก) ส่วนของโปรแกรม Sim Traffic นั้น เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่าย ทั้งในส่วนการสร้างโครงข่ายถนนและการประมวลผลแบบจำลอง เรียกได้ว่าง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกันในสามโปรแกรมนี้ แต่โปรแกรม Sim Traffic นี้ จะไม่สามารถใช้สำหรับการจำลองการจราจรของระบบขนส่งมวลชนและในระบบวงเวียนได้

Choa, Milam and Stanek (2003) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรจำนวน 3 โปรแกรม คือ โปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM ในด้านของการเตรียมข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง ความสามารถในการสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลอง ความสอดคล้องของผลการจำลองกับผลวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการของ HCM และการนำเสนอสภาพการจราจรในรูปแบบกราฟฟิคหรือภาพเคลื่อนไหว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจร และมีส่วนในการประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้โปรแกรมของวิศวกร หรือนักวางแผนออกแบบ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับโครงการที่กำลังพิจารณา โดยได้มีการทำการศึกษาในระบบโครงข่ายของทางแยกต่างระดับในรูปแบบ Single-Point Urban Interchange ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม ได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.7**

ตารางที่ 2.7 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek, 2003)

ความสามารถของโปรแกรม	**โปรแกรม**		
	CORSIM	**PARAMICS**	**VISSIM**
1) จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	น้อยกว่า Paramics และ VISSIM	ใช้ข้อมูลมากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	
2) เวลาที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง	3 ถึง 4 วัน	ใช้ข้อมูลมากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek 2003) (ต่อ)

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	PARAMICS	VISSIM
3) วิธีการเลือกใช้เส้นทางในแบบจำลอง	Link-Based Routing ซึ่งไม่รองรับ Link ที่มีความยาวน้อยกว่า 50 ฟุต		Path-Based Routing
4) การปรับให้เข้ากับรัศมีวงเลี้ยวของทางแยกต่างระดับ SPUI	ทำได้ยากเนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing	สามารถทำได้โดยใช้ Network Editing Tools ของโปรแกรม	สามารถทำได้
5) การเลือกใช้ช่องจราจรในช่วงระยะ 50 ฟุต ก่อนถึงทางแยก	มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing		ไม่มีความคลาดเคลื่อน
6) ความคลาดเคลื่อนในการเลือกใช้ช่องจราจร ซึ่งเกิดจากขีดจำกัดของ Look Ahead Distance	มี แต่สามารถลดลงได้ โดยใช้ Conditional Turn Movement ของโปรแกรม	มี แต่กำลังถูกแก้ไขใน version ถัดไป	ไม่มีความคลาดเคลื่อน
7) ความล่าช้าที่ทางแยกใน Output ของโปรแกรม	Control Delay ในแต่ละ Link และ Total Delay ของรถเลี้ยวที่ทางแยก	Total delay ในแต่ละ Link	Total Delay ระหว่างจุด 2 จุดในโครงข่ายและรถเลี้ยวที่ทางแยก
8) ความหนาแน่นของการจราจรใน Output ของโปรแกรม	เฉพาะจุด และทั้งช่วงของถนน (Link)	เฉพาะจุดทั้งช่วงถนนและช่องจราจร	เฉพาะจุด ทั้งช่วงถนนและช่องจราจร
9) ความสอดคล้องของปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากการจำลอง	95-99%	86-95%	98-100%
10) ความสอดคล้องของ LOS ของช่วงสลับกระแสจราจร (Weaving Section) ที่ได้จากแบบจำลองกับที่ได้จากวิธี HCM	ต่ำกว่า เนื่องจากเกิด Artificial Barrier ที่จุดต่อเชื่อมระหว่าง Freeway กับ Arterial	สอดคล้องกับค่าที่ได้จาก HCM	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek 2003) (ต่อ)

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	PARAMICS	VISSIM
11) การสร้างกราฟิกของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้ Rectangular Shapes	ใช้ Triangular Shapes	
12) การกำหนดสีของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้สีได้จำกัด	ใช้สีได้มากกว่า CORSIM	
13) วัตถุในแบบจำลอง	ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ	ยานพาหนะ ขนส่งมวลชน คนเดินเท้า และวัตถุอื่นๆ เช่น ต้นไม้ อาคาร	
14) การนำเสนอกราฟฟิกในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว	2 มิติ (คนเดินเท้าไม่แสดงในภาพเคลื่อนไหวแต่มีอิทธิพลต่อรถเลี้ยว)	3 มิติ	
15) ความสามารถในการบันทึกภาพเคลื่อนไหว	ไม่รองรับ	รองรับ	

จาก**ตารางที่ 2.7** ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ผลการจำลองสภาพการจราจรของโปรแกรม VISSM และโปรแกรม PARAMICS มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสำรวจในสนาม ทั้งในหลักวิศวกรรมจราจร และผลจากงานวิจัยของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น California Department of Transportation [Caitrans] มากกว่าผลที่ได้รับจากโปรแกรม CORSIM และยังสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบสองมิติและสามมิติด้วย

Boxill (2007) ได้สรุปถึงจุดเด่นของโปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคแต่ละโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร ได้แก่ โปรแกรม AIMSUN สามารถสร้างแบบจำลอง Gap Acceptance Behavior of Drivers บนพื้นฐานของความล่าช้า ซึ่งแบบจำลองอื่นไม่สามารถทำได้ โปรแกรม VISSIM สามารถสร้างแบบจำลองการขับขี่บริเวณทางแยกที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถจำลองพฤติกรรมการจอดรถริมถนน และการจอดรถสองข้างทางได้ โปรแกรม PARAMICS สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากใช้ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางได้โดยตรง โปรแกรม DYNASIM เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ และมีความเร็วในการประมวลผลสูงสุด ตลอดจนมีความสามารถในการแสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหวสามมิติได้อย่างดีเยี่ยม โปรแกรม S-PARAMICS เหมาะสมกับการจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพื้นที่กว้างและมีความสามารถในการจำลองระบบขนส่งสาธารณะได้ดี และโปรแกรม CUBE DYNASIM เป็นโปรแกรมที่สามารถติดตามการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันและสามารถจำลองพฤติกรรมการขับขี่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้อย่างสมจริง

Ratrout and Rahman (2008) ได้กล่าวว่า โปรแกรม AIMSUN, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม VISSIM มีความเหมาะสมสำหรับการจัดการจราจรบริเวณที่มีการจราจรติดขัดบนถนนสายหลักและในบริเวณทางด่วน โดยที่โปรแกรม AIMSUN มีความเหมาะสมในการสร้างโครงข่ายในเมืองขนาดใหญ่ ขณะที่แบบจำลองของโปรแกรม PARAMICS, โปรแกรม INTEGRATION และโปรแกรม CORSIM มีประสิทธิภาพในการจำลองระบบขนส่งอัจฉริยะได้เป็นอย่างดี

Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong (2010) ได้กล่าวว่า โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่มีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยสามารถแสดงผลในรูปแบบของภาพ 3 มิติ และสามารถจำลองสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น การควบคุมบริเวณทางแยกด้วยระบบสัญญาณไฟจราจร วงเวียน ทางด่วน ทางลอด ทางข้าม และระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดด้านการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระยะทาง ความเร็ว ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยานพาหนะแต่ละคัน เป็นต้น ในขณะเดียวกันได้มีการตรวจสอบตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ จนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ โดยโปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM นั้น เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถเทียบเคียงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งมีฟังก์ชั่นที่ครอบคลุมในการประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพการจราจรได้อย่างดี โดยทั้ง 2 โปรแกรมได้มีข้อแตกต่างกัน คือ โปรแกรม PARAMICS จะไม่สามารถจำลองรถจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงโปรแกรม VISSIM เท่านั้นที่สามารถทำได้ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.8**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำลองสภาพจราจรของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ประสิทธิภาพในการจำลองสภาพการจราจร	โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค					
	AIMSIM	CORSIM	FRESIM	NETSIM	PARAMIC	VISSIM
1.เครื่องมือตรวจจับยวดยาน	√	×	√	√	√	√
2.วงเวียน	×	√	×	×	√	√
3.การปรับขอบทาง	×	√	×	×	√	√
4.การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่	×	√	√	×	√	√
5.ระบบสาธารณะ	√	√	√	√	√	√
6.สัญญาณไฟจราจรแบบคงที่	√	√	√	√	√	√
7.การแสดงผลสามมิติ	√	×	×	×	√	√
8.สัญญาณไฟจราจรแบบเชื่อมโยง	√	√	×	√	√	√
9.สัญญาณจราจรแบบปรับตามปริมาณการจราจรได้	√	×	×	×	√	√
10.การจัดลำดับสิทธิพิเศษแก่ระบบขนส่งสาธารณะ	√	√	×	√	√	√
11.การกำหนดเส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะ	√	√	×	√	√	√
12.ช่องจราจรเฉพาะสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ	√	×	×	√	√	√
13.การยับยั้งการจราจร	×	×	×	×	√	√
14.การควบคุมการเข้าออกทางด่วน	√	√	√	×	√	√
15.รถจักรยานยนต์	×	×	×	×	×	√
16.คนเดินเท้า	×	√	×	√	√	√
17.ที่จอดรถ	×	×	×	×	√	√

ที่มา: Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong, 2010 [7]

2.9.5 แนวคิดพื้นฐานในการจำลองพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะของโปรแกรม VISSIM

โปรแกรม VISSM ได้ใช้แบบจำลองทางจิตฟิสิกส์ของการขับขี่ตามกัน (Psycho-Physical Car Following Model) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Rainer Wiedemann เมื่อปี ค.ศ. 1974

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Longitudinal) และใช้ Rules-Based Algorithm ในการจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ทางด้านข้าง (Lateral) ของยานพาหนะ โดยในแบบจำลองได้รวบรวมยานพาหนะ (Vehicle) และผู้ขับขี่ (Driver) เข้าเป็นหน่วยเดียวกันเรียกว่า Driver-Vehicle-Element หรือ DVE (PTV, 2009)

Ahmed (2005) ได้กล่าวถึงแบบจำลองทางจิตฟิสิกส์ของการขับขี่ตามกัน (Psycho-Physical Car Following Model) ว่าเป็นแบบจำลองแบบ Discrete, Stochastic และ Time Step ในระดับจุลภาค ที่ใช้แนวคิดพื้นฐานในเรื่องค่าเริ่มต้นในการรับรู้ของแต่ละบุคคลเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการขับขี่ในแบบจำลอง โดยจะทำการกำหนดให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามมาที่หลังเริ่มเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการขับขี่ เช่น ลดความเร็ว เบรก เร่งความเร็ว หรือการเปลี่ยนช่องจราจร หลังจากที่เข้าสู่ค่าการรับรู้ในสภาวะใดสภาวะหนึ่งของการขับขี่ตามกัน ซึ่งสภาวะที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของระยะห่าง (Distance) และความแตกต่างระหว่างความเร็ว (Speed Difference) ของยานพาหนะที่แล่นตามกัน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สภาวะ ดังต่อไปนี้

1) สภาวะการขับขี่แบบอิสระ (No Reaction) เป็นสภาวะที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลังไม่ได้รับอิทธิพลจากยานพาหนะคันที่ถูกสังเกตซึ่งแล่นอยู่ข้างหน้า ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลังสามารถเลือกใช้ความเร็วได้ตามต้องการ (Desired Speed) และจะพยายามรักษาระดับความเร็วนั้นไว้

2) สภาวะการขับขี่ขณะเข้าใกล้ยานพาหนะคันที่แล่นอยู่ข้างหน้า (Reaction) เป็นสภาวะที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลังได้รับอิทธิพลจากยานพาหนะคันที่ถูกสังเกตซึ่งแล่นอยู่ข้างหน้า ทำให้ต้องลดความเร็วลงหลังจากที่เริ่มรับรู้ว่ายานพาหนะคันที่ถูกสังเกตมีความต่ำกว่า จนความเร็วของยานพาหนะทั้งสองคันมีค่ากันใกล้เคียงกัน ในระยะห่างที่เท่ากับระยะห่างปลอดภัยที่ต้องการ (Desired Safety Distance) ของผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลัง

3) สภาวะการขับขี่ตามกันไป (Unconscious Reaction) เป็นสภาวะที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลัง พยายามที่จะรักษาระยะห่างปลอดภัยตามที่ต้องการไว้ โดยความแตกต่างระหว่างความเร็วของยานพาหนะทั้งสองคันจะกวัดแกว่งอยู่ใกล้ๆ ค่าศูนย์

4) สภาวะเบรก (Deceleration and Collision) เป็นสภาวะที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะคันที่แล่นตามหลังลดความเร็วลงโดยใช้อัตราหน่วงที่สูงกว่าปกติ (High Deceleration Rate) หลังจากที่เริ่มรับรู้ว่าระยะห่างจากยานพาหนะคันที่แล่นอยู่ข้างหน้าลดความเร็วลงอย่างทันทีทันใด เนื่องจากมียานพาหนะจากช่องจราจรอื่นเปลี่ยนช่องจราจรเข้ามาอยู่ข้างหน้ายานพาหนะคันที่ถูสังเกตดังกล่าว

2.9.6 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการสำหรับการปรับแก้ค่าของตัวแปรบางตัวในแบบจำลอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองมีค่าเสมือนกับค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยผลที่ได้จากแบบจำลองจะถูกนำมาตรวจสอบตามขั้นตอนการทวนสอบแบบจำลอง โดยใช้เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration Target and Criteria) ที่ได้รับการยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งผลการเปรียบเทียบจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการวางแผนการจราจรและการขนส่งได้

กาจญน์กรอง (2013) ได้กล่าวไว้ว่า การปรับเทียบแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง (Calibration) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้แบบจำลองที่ได้ทำการสร้างขึ้นนั้นสามารถสะท้อนได้ถึงสภาพการจราจรที่แท้จริงในแต่ละพื้นที่ศึกษาหรือให้มีความใกล้เคียงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หรือประเมินประสิทธิภาพแนวทางแก้ไขปัญหาจราจรด้วยแบบจำลองมีระดับความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือสูง การปรับเทียบแบบจำลองสามารถทำโดยการประมวลผลแบบจำลองซ้ำๆ ด้วยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จนได้ค่าพารามิเตอร์ที่ให้ผลการจำลองสภาพจราจรใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ซึ่งการปรับเทียบเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคไม่สามารถครอบคลุมได้ครบทุกปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการจราจร โดยเฉพาะปัจจัยที่เป็นปัจจัยเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น เป้าหมายหลักของการปรับเทียบแบบจำลอง ก็คือการหาค่าของกลุ่มพารามิเตอร์ที่จะให้ผลลัพธ์ในการจำลองสภาพจราจรได้ดีและเสมือนจริงมากที่สุด โดยสิ่งที่ต้องมีการคำนึงถึงในการปรับเทียบแบบจำลอง ได้แก่

- การกำหนดระดับความถูกต้องของการปรับเทียบ
- การเลือกพารามิเตอร์สำหรับการปรับเทียบที่เหมาะสม
- การเลือกค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อสภาพจราจร อย่างเช่น ความจุของถนน การเลือกใช้แนวเส้นทาง เป็นต้น
- การปรับเทียบแบบจำลองโดยรวม จากสภาพการจราจรต่างๆ อย่างเช่น ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย เป็นต้น

2.9.7 การปรับแก้แบบจำลอง

Prabnasak (2001) ได้กล่าวว่า ในการปรับแก้แบบจำลองนั้น เป็นการปรับแก้แบบจำลองให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เป็นจริงอยู่ในปัจจุบันให้มากที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ เนื่องจากค่าตัวแปรที่ทางโปรแกรมกำหนดมา อาจไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน โดยการปรับแก้นั้นจะต้องปรับแก้องค์ประกอบ 3 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองการเคลื่อนตัวตามกันของรถ แบบจำลองการเปลี่ยนช่องทางจราจร และแบบจำลองการยอมรับระยะระหว่างรถ ทั้งนี้ ในการปรับแก้ จะมีการคัดเลือกตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการปรับแก้ เช่น พฤติกรรมความก้าวร้าวของผู้ขับขี่ ความระลึกรู้และความตระหนักของผู้ขับขี่ ความเร่งและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหน่วงของยานพาหนะ ความเร็วของยานพาหนะ ระยะห่างระหว่างรถ (Headway) และระยะเวลาในการตอบสนอง (Reaction Time) แต่อย่างไรก็ตาม ตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดที่ควรใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง คือ ระยะห่างระหว่างรถ และระยะเวลาในการตอบสนอง

Gardes, May, Dahlgren, and Skabardonis (2002) ได้กล่าวว่า ในการปรับแก้แบบจำลองจะต้องมีการตรวจสอบถึงลักษณะของการจราจรในแบบจำลอง การสังเกตพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะในแบบจำลอง ซึ่งการปรับแก้นั้นจะเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตั้งต้นและการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโปรแกรม ตัวอย่างเช่น ค่าระยะห่างระหว่างรถและระยะเวลาในการตอบสนอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามความเป็นจริง ทั้งนี้ในการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ จะสามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรหลักในแบบจำลองพื้นฐานได้เช่นกัน เช่น การปรับเปลี่ยนแบบการจำลองการเคลื่อนตัวของรถ แบบจำลองการเปลี่ยนช่องทาง แบบจำลองการยอมรับระยะห่างระหว่างรถ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

2.9.8 การทวนสอบแบบจำลอง (Model Validation)

การทวนสอบแบบจำลอง (Model Validation) คือ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนที่จะมีการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นควบคู่กันไปกับขั้นตอนการปรับแก้แบบจำลอง โดยหากว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าความถูกต้องน้อยกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้นั้น จะต้องมีการปรับแก้แบบจำลองใหม่ เพื่อให้แบบจำลองสามารถแสดงผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหากว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าความถูกต้องมากกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แสดงว่า แบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือ

Gardes, May, Dahlgren, and Skabardonis (2002) ได้กล่าวว่า ก่อนที่จะนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานนั้น จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองก่อน เพื่อให้แบบจำลองมีความสามารถในการแสดงผลที่ถูกต้อง เป็นที่น่าเชื่อถือ การตรวจสอบค่าความถูกต้องจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบในหลายๆ ขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนของการรันโปรแกรม ซึ่งควรมีการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดจากการกำหนดค่าต่างๆ (Coding Error) ตลอดจนการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ และลักษณะการทำงานของแบบจำลองโดยรวมว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ค่าปริมาณรถที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทาง โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงจากภาคสนาม และโดยหลักการทดสอบทางสถิติ

การตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้น ได้มีการพิจารณาโดยใช้ค่าทางสถิติของ GEH ในการเปรียบเทียบค่าของกระบวนการปรับแก้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Quadstone, 2003) ซึ่งค่า GEH เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณในงานด้านวิศวกรรมจราจร เป็นการคาดการณ์ปริมาณจราจร และแบบจำลองด้านการจราจร โดยค่า GEH นั้น เป็นค่าที่พัฒนามาจากหลักการทางสถิติที่เรียกว่า ไค-สแควร์ (Chi-squared) สามารถคำนวณได้จากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$GEH = \sqrt{\frac{(simulated - observed)^2}{0.5x(simulated + observed)}}$$

โดยที่ Simulated คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

ซึ่งค่า GEH ที่ได้สามารถประมวลผลได้ดังนี้

ถ้า GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

ถ้า 5 < GEH < 10 หมายถึง ต้องมีการพิจารณาและตรวจสอบ เพื่อปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

ถ้า GEH > 10 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนาม

โดยมีดัชนีในการชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจจริงมากที่สุด ซึ่งเกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลองของ DMRB เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB แสดงใน**ตารางที่ 2.9**

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB (1996) [15]

ดัชนีชี้วัดการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ	เป้าหมายในการปรับเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH < 5	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ระยะเวลาในการเดินทาง	±15 % (หรือไม่เกิน 1 นาที ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20 %	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20 % (หรือ ±5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน และ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรอนงค์ กฤตยาเกียรณ์ (2002) [1] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดทำพื้นที่จอดรถสำหรับสนับสนุนโครงการระบบขนส่งมวลชน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนร่วมกับการเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคล โดยจะทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทาง ความต้องการในการใช้พื้นที่จอดรถ ตลอดจนการศึกษาถึงความเหมาะสมของพื้นที่ในการจัดทำพื้นที่จอดรถ ซึ่งจากการศึกษา พบว่า หลังจากมีโครงการรถไฟฟ้าเปิดให้บริการแก่ประชาชนนั้น ได้มีประชาชนบางกลุ่มที่มีลักษณะการเดินทางโดยการจอดรถยนต์ส่วนบุคคลไว้ในพื้นที่จอดรถ แล้วจึงเดินทางต่อโดยใช้รถไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันไป แล้วแต่ปัจจัยต่างๆ อย่างเช่น ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ประสิทธิภาพของระบบขนส่งมวลชน โดยหลังจากทำการศึกษานั้น ได้มีการเสนอแนะให้มีการพัฒนาพื้นที่จอดรถ เพื่อสนับสนุนการเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชน สนับสนุนให้การเดินทางมีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นการช่วยสนับสนุนการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลงด้วย

Cardana et al. (2005) [2] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบทาง โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ซึ่งใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการของถนน 2 ช่องจราจร โดยมีการจำลองสภาพการจราจรทางด้านความเร็ว และด้านปริมาณจราจร เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงทางด้านการจราจรจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถนน ซึ่งพบได้ว่า การใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคนั้น สามารถช่วยในการหาลักษณะที่เหมาะสมในการออกแบบทางหรือการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถนนได้ ทำให้สรุปได้ว่าแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้น สามารถใช้ในการประเมินและประมวลผลกระทบจากปริมาณจราจรและสภาพจราจรที่มีต่อความจุและระดับการให้บริการของแนวเส้นทาง ซึ่งทั้งระดับปริมาณจราจร ความจุของถนน และระดับการให้บริการของถนนนั้น เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบทางด้านงานทางทั้งสิ้น

Dowling et al. (2004) [3] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยสรุปได้ว่า การเลือกใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค จะต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการทำงานของโปรแกรมในการจำลองสภาพจราจรต่างๆ ซึ่งแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค สามารถประยุกต์และพัฒนาในการสร้างทางเลือกได้อย่างหลากหลาย มีความครอบคลุมองค์ประกอบทางด้านจราจรและขนส่ง นอกจากนั้นยังสามารถแสดงตัวชี้วัดที่มีความละเอียด และยังสามารถแสดงได้ถึงพฤติกรรมในการขับขี่ของผู้ขับขี่แต่ละคัน แต่ควรมีการศึกษาถึงความสามารถในการทำงานของโปรแกรมแต่ละโปรแกรม และควรมีการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยละเอียดก่อนเลือกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yu et al. (2006) [4] ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการปรับเทียบการจัดการจราจรของรถขนส่งสาธารณะในกรุงปักกิ่ง ประเทศจีน โดยนำโปรแกรม VISSIM มาประยุกต์ใช้ในการจัดการ และใช้ GPS เป็นข้อมูลซึ่งได้มีการเสนอขั้นตอนและวิธีทาง Genetic Algorithm (GA) สำหรับการวัดพฤติกรรมการขับขี่ และใช้ค่า Sum of Squared Error สำหรับเป็นตัวชี้วัดค่าความผิดพลาด โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาการปรับเทียบแบบจำลอง คือ การหาค่าที่ดีที่สุดของพฤติกรรมการขับขี่ ซึ่งวิธีการสร้างแบบจำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้น โดยใช้โปรแกรม MATLAB และในการเก็บข้อมูลการจราจรนั้นจะใช้ GPS ในการเก็บข้อมูล โดยจากผลการศึกษา ทำให้สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่สามารถจัดการจราจรและจำลองพฤติกรรมการขับขี่ได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพ

M. Fellendof and P. Vortisch (2001) [5] ได้ทำการศึกษาถึงระดับความถูกต้องและความสามารถของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM) ในรูปของสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพและลักษณะการไหลของกระแสจราจรที่มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่ คือ 1. ในพื้นที่ของประเทศเยอรมนี และ2.ในพื้นที่ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผลจากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค(โปรแกรม VISSIM) กับค่าที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่จริงนั้น พบว่าแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้นสามารถจำลองกระแสจราจรที่เกิดขึ้นจริงภายใต้เงื่อนไขของการจราจรที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ (2010) [6] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจและเสนอแนะแนวทางการจัดการจราจรบริเวณแยกแคราย ซึ่งในปัจจุบันบริเวณแยกแครายเป็นแยกที่มีสภาพการจราจรที่ติดขัดเป็นอย่างมาก การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางการจัดการจราจรบริเวณแยกดังกล่าว ซึ่งได้มีการศึกษาถึงปริมาณจราจร สัญญาณไฟจราจรและลักษณะทางกายภาพของบริเวณแยกแคราย และได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปพัฒนาเป็นแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เพื่อให้มีการจำลองสภาพจราจรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันพร้อมทั้งใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไข ซึ่งผลที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้นจะทำให้สามารถเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบพฤติกรรมการจราจรในบริเวณทางแยกแครายให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong (2010) [7] ได้ทำการวิเคราะห์ทางเลือกของระบบการจัดการจราจร ณ บริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจร การจัดการจราจร ณ ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในปัจจุบัน และเพื่อประเมินทางเลือกที่ใช้ในการจัดการจราจรในอนาคต โดยใช้โปรแกรม PARAMICS ซึ่งเป็นหนึ่งในโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับ และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและวิเคราะห์ เพื่อช่วยตัดสินใจในการประเมินทางเลือกสำหรับการแก้ไขปัญหาการจราจร ซึ่งในปัจจุบันบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่กำลังประสบกับปัญหาการจราจรติดขัดขั้นวิกฤต อีกทั้งมีผลกระทบจากการเปิดให้บริการของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ เป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางแห่งใหม่บริเวณสี่แยกประตูเมือง ซึ่งมีเส้นทางเชื่อมต่อกับบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง ส่งผลให้ในบริเวณข้างเคียงมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น พื้นที่ดังกล่าวจึงควรได้รับการวิเคราะห์ และเสนอแนะแนวทางเลือกในการแก้ไขปัญหาการจราจรอย่างเร่งด่วน โดยหลังจากการนำข้อมูลการสำรวจพื้นที่ไปใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคแล้ว สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า การวิเคราะห์ทางเลือกในการแก้ไขปัญหาการจราจรได้ทำการวิเคราะห์ โดยใช้ค่า Mean System Speed และค่า Mean System Delay เป็นตัวชี้วัดในภาพรวมของทั้งโครงข่าย และสำหรับในบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองได้ใช้ค่าความเร็วเฉลี่ย ค่าระยะเวลาในการเดินทาง ค่าความล่าช้า และค่าความยาวแถวคอย เป็นตัวชี้วัด พบว่า กรณีทางเลือกในด้านการห้ามจอดรถตามแนวช่วงถนนที่เข้าสู่บริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง และการปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง และสี่แยกประตูเมือง เป็นกรณีทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในช่วงระยะสั้น (1 ปี) และกรณีทางเลือกในด้านการก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมืองและการขยายช่องการจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง เป็นกรณีทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในช่วงระยะกลาง (5 ปี)

ชัยวัฒน์ ใหญ่บก และปรเมศวร์ เหลือเทพ (2015) [8] ได้ทำการศึกษาและเสนอแนะการจัดการจราจรบนถนนกาญจนวนิช ช่วงระหว่างแยกคลองเรียนถึงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีระยะทาง ประมาณ 1.25 กิโลเมตร ซึ่งเส้นทางดังกล่าว เป็นเส้นทางที่มีปริมาณจราจรเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับลักษณะทางกายภาพของถนนได้ถูกออกแบบมาเป็นเวลานาน ทำให้ไม่สอดคล้องกับลักษณะการจราจรในปัจจุบัน ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น เป็นปัญหาการจราจรติดขัดมาเป็นเวลานาน รวมถึงยังเป็นบริเวณที่มีทางแยกสัญญาณไฟจราจรต่อเนื่องกันถึง 4 ทางแยก โดยมีการนำเสนอแนวทางการจัดการจราจรเบื้องต้น โดยเน้นไปที่การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนนเป็นหลัก เช่น ขนาดของช่องรอเลี้ยว ความยาวและความกว้างของเกาะกลาง เป็นต้น และยังได้ทำการวิเคราะห์การจัดการจราจรแบบต่างๆ ด้วยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM พบว่า การวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนมาตรการต่างๆ ที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้น ส่งผลให้ช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดได้ในระดับหนึ่ง โดยสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้ ร้อยละ 13.7 ลดค่าความล่าช้าได้ ร้อยละ 13.9 และลดความยาวแถวคอยได้ ร้อยละ 13.2 ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพทางกายภาพของถนนในสถานที่อื่นๆ ได้ต่อไป

Pitaksringkarn (2003) [9] ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกในการปรับปรุงทางแยกต่างระดับระหว่างทางแยก Interstate 5 กับทางแยก state route 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเมืองซานดีเอโก รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM ซึ่งได้อธิบายถึงกระบวนการในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM โดยได้มีการสำรวจข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง เช่น ความเร็วของยานพาหนะบนช่วงถนน ความยาวของช่องรอเลี้ยว สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท และความยาวแถวคอย เป็นต้น ซึ่งได้ทำการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรในปัจจุบัน แล้วจึงทำการปรับเทียบแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยตัวแปรสำคัญในการปรับเทียบแบบจำลองนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองโดยตรง (Global Parameters) เช่น ลักษณะของยานพาหนะ เป็นต้น และกลุ่มตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองบางส่วน (Local Parameters) เช่น ความเร็ว รอบสัญญาณไฟจราจร เป็นตัน

Oketch (2005) [10] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวหลักเกณฑ์ในการสอบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากจำนวนที่เก็บจากการสำรวจภาคสนามและที่ได้จากแบบจำลอง โดยจะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักทางสถิติ หรือที่เรียกโดยย่อว่า GEH โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งโดยทั่วไปการสอบเทียบแบบจำลองนั้นจะใช้ค่าปริมาณจราจรบนช่วงถนนหรือปริมาณจราจรที่บริเวณทางแยก ส่วนการตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและค่าความยาวแถวคอย

Arup et al. (2007) [11] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยได้นำการศึกษาผลกระทบทางด้านการจราจรที่เกิดจากการพัฒนาโครงข่ายของถนนมาทำการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ซึ่งในแต่ละโครงข่ายของถนนที่ได้นำพัฒนาแบบจำลอง ได้มีการจัดการกับระบบไฟสัญญาณจราจร และเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางด้วย โดยได้เลือกใช้เวลาในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (8.00 น. - 9.00 น.) และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.40 น. - 17.40 น.) ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ซึ่งได้มีการใช้ลักษณะของโครงข่ายถนน พฤติกรรมของผู้ขับขี่ และการควบคุมการจราจรในโครงข่าย ในการปรับเทียบแบบจำลอง และได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยใช้ค่าปริมาณจราจรของโครงข่าย ปริมาณจราจรบริเวณทางแยก และความยาวแถวคอย ทำการตรวจสอบกับค่าที่ได้จากการสำรวจจริง โดยจากการศึกษา พบว่า ผลการตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้ามีค่า GEH เฉลี่ย เท่ากับ 1.8 และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมีค่า GEH เฉลี่ย เท่ากับ 2.6 ซึ่งถือได้ว่ามีความสอดคล้องกับผลการสำรวจเป็นอย่างดี ทำให้แบบจำลองที่ได้มีการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องจากตัวแปรต่างๆ นั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สามารถนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบทางด้านการจราจรต่อๆ ไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนี้ เป็นงานวิจัยที่มีส่วนช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค นอกจากนั้นยังเป็นทั้งแนวทางในการศึกษา แนวทางในการวิเคราะห์และแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพหลังจากมีการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับการศึกษางานวิจัยอื่นๆต่อไปได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา

การศึกษาในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการและขั้นตอนในการศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร ในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM) โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและวิเคราะห์หาการจัดการจราจรที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยวิธีการและขั้นตอนในการศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร ในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยมีหัวข้อในการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนในการศึกษา

3.2 การเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษา

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

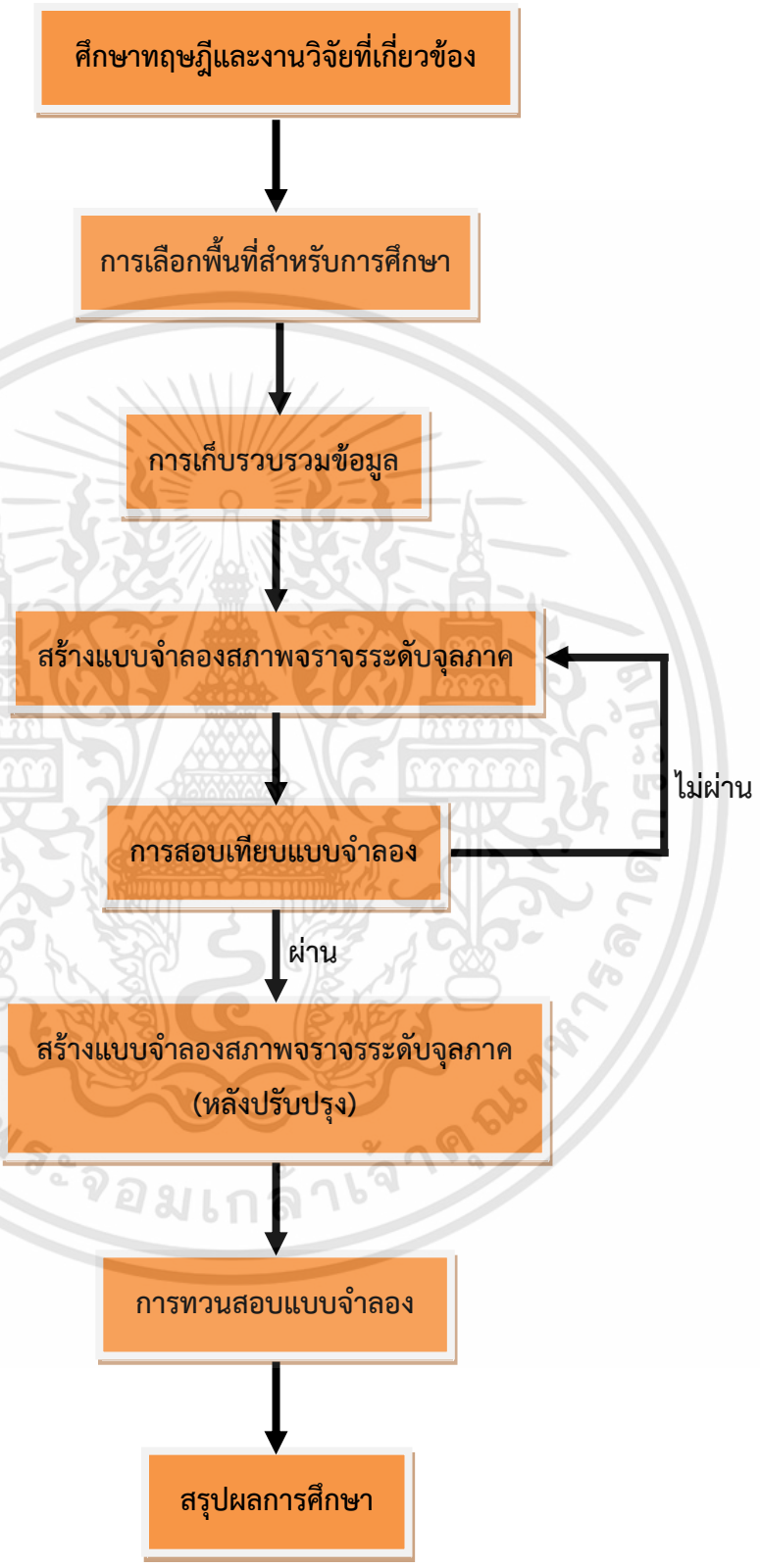
3.4 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM)

3.5 การสอบเทียบและทวนสอบ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนในการศึกษา



รูปที่ 3.1 แผนผังสรุปลำดับและขั้นตอนในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลทำให้ผู้วิจัยพบว่าในปัจจุบันการขนส่งทางอากาศเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจากประชาชน เนื่องจากการขนส่งทางอากาศเป็นระบบขนส่งที่ สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย กำหนดเวลาการเดินทางได้ค่อนข้างแน่นอน และสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้ จึงทำให้สนามบินสุวรรณภูมิมีปริมาณผู้โดยสารเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจะก่อให้เกิดความแออัดมากขึ้นตามการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสารและทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่ผู้โดยสาร การบริหารจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินจึงเป็นสิ่งจำเป็น ด้วยเหตุนี้สนามบินสุวรรณภูมิจึงเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยให้ความสนใจเป็นอย่างมากและเลือกที่จะศึกษาและเก็บข้อมูลมาสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ผล

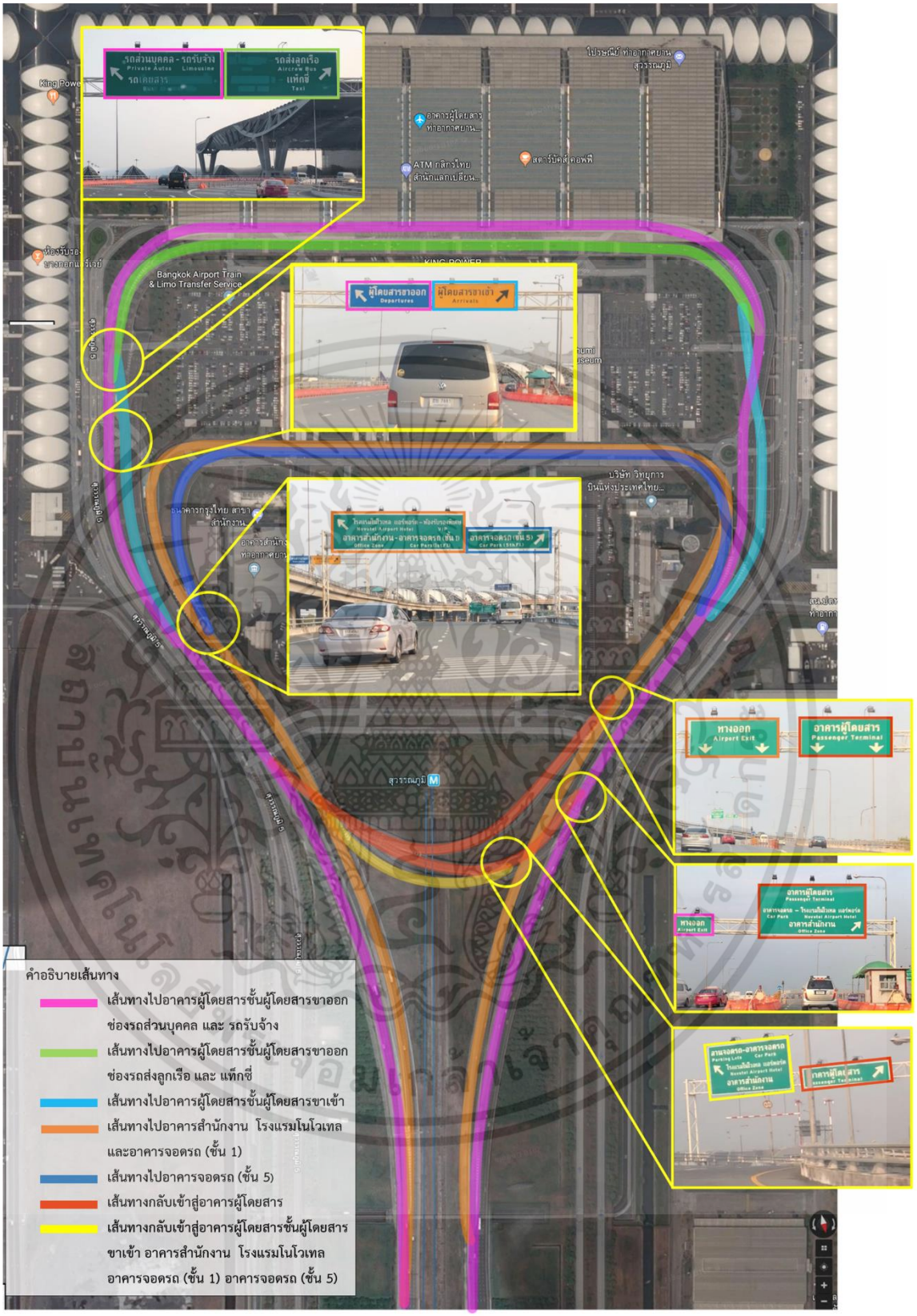
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลที่สำรวจมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ โดยข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจมีดังนี้

3.3.1 การเก็บข้อมูลทางกายภาพของถนนบริเวณพื้นที่ศึกษา

ทำการสำรวจพื้นที่บริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ ดัง**รูปที่3.2** เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ใน การศึกษาและวิเคราะห์ถึงความสามารถในการรองรับปริมาณยวดยานของผู้มาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ ตลอดจนเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์การแก้ไขปัญหาและหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้า-ออกบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการออกเดินสำรวจในพื้นที่จริงของบริเวณโดยรอบของสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งข้อมูล ที่ได้จากการสำรวจ ได้แก่ บริเวณพื้นที่โดยรอบสนามบินสุวรรณภูมิ เส้นทางการและทิศทางสัญจรการเดินรถ จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ปริมาณจราจร ความเร็ว และระยะเวลาในการเดินทาง ตลอดจนแนวทางความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่มีอยู่ในบริเวณพื้นที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

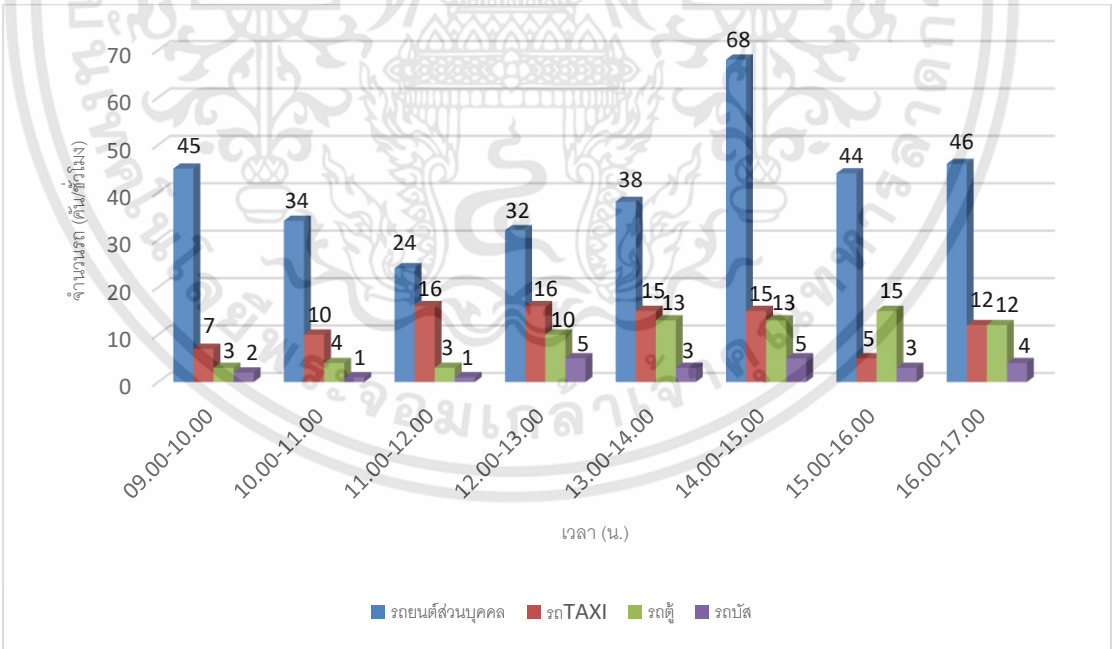
3.3.2 การเก็บข้อมูลการมาใช้บริการ

ข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ เป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการในการใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบในปัจจุบัน เพื่อนำปริมาณความต้องการในการใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่ 2 (ก่อนการปรับแก้) ไปทำการปรับเทียบกับข้อมูลปริมาณความต้องการในการใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่ 2(หลังการปรับแก้) เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินการจัดการสำหรับการรองรับปริมาณการใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่ 2 ตลอดจนสามารถวิเคราะห์หาช่วงเวลาในการใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิส่วนใหญ่ของผู้มาใช้บริการพื้นที่ได้อีกด้วย การเก็บข้อมูลการมาใช้บริการพื้นที่นั้นได้มีวิธีการเก็บข้อมูลโดยการออกพื้นที่สำรวจ ในช่วงเวลาที่มีผู้มาใช้บริการ สนามบินสุวรรณภูมิ โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ เวลา 09.00 น. - 17.00 น. ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนในการสำรวจและเก็บข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 1)

จุดที่ 1 เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล อาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5) หน่วยคัน					
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส	**รวม**
09.00-10.00	45	7	3	2	**57**
10.00-11.00	34	10	4	1	**49**
11.00-12.00	24	16	3	1	**44**
12.00-13.00	32	16	10	5	**63**
13.00-14.00	38	15	13	3	**69**
14.00-15.00	68	15	13	5	**101**
15.00-16.00	44	5	15	3	**67**
16.00-17.00	46	12	12	4	**74**

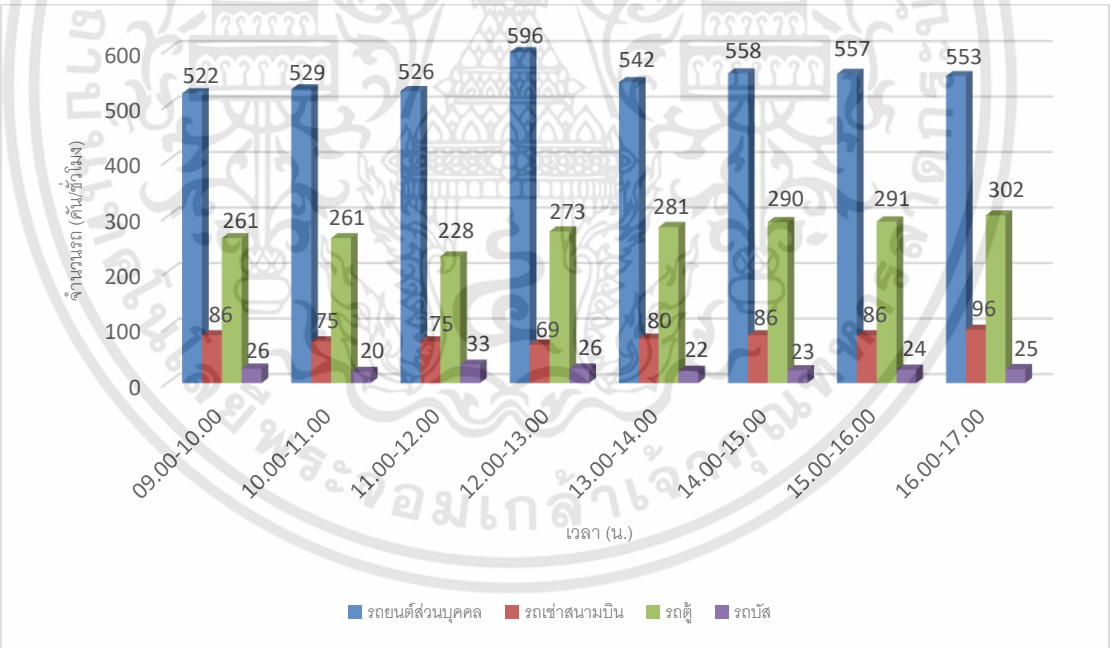


รูปที่ 3.3 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 1 เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล อาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 2)

จุดที่ 2 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถเช่าสนามบิน	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	522	86	261	26
10.00-11.00	529	75	261	20
11.00-12.00	526	75	228	33
12.00-13.00	596	69	273	26
13.00-14.00	542	80	281	22
14.00-15.00	558	86	290	23
15.00-16.00	557	86	291	24
16.00-17.00	553	96	302	25

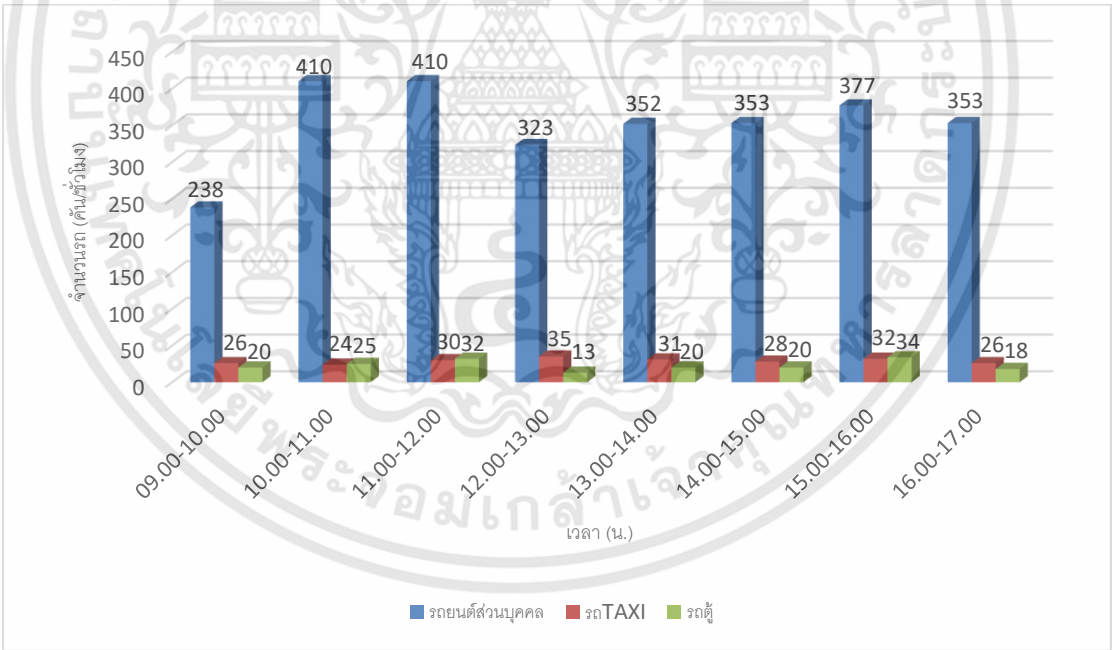


รูปที่ 3.4 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 2 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 3)

จุดที่ 3 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	238	26	20	0
10.00-11.00	410	24	25	0
11.00-12.00	410	30	32	0
12.00-13.00	323	35	13	0
13.00-14.00	352	31	20	0
14.00-15.00	353	28	20	0
15.00-16.00	377	32	34	0
16.00-17.00	353	26	18	0

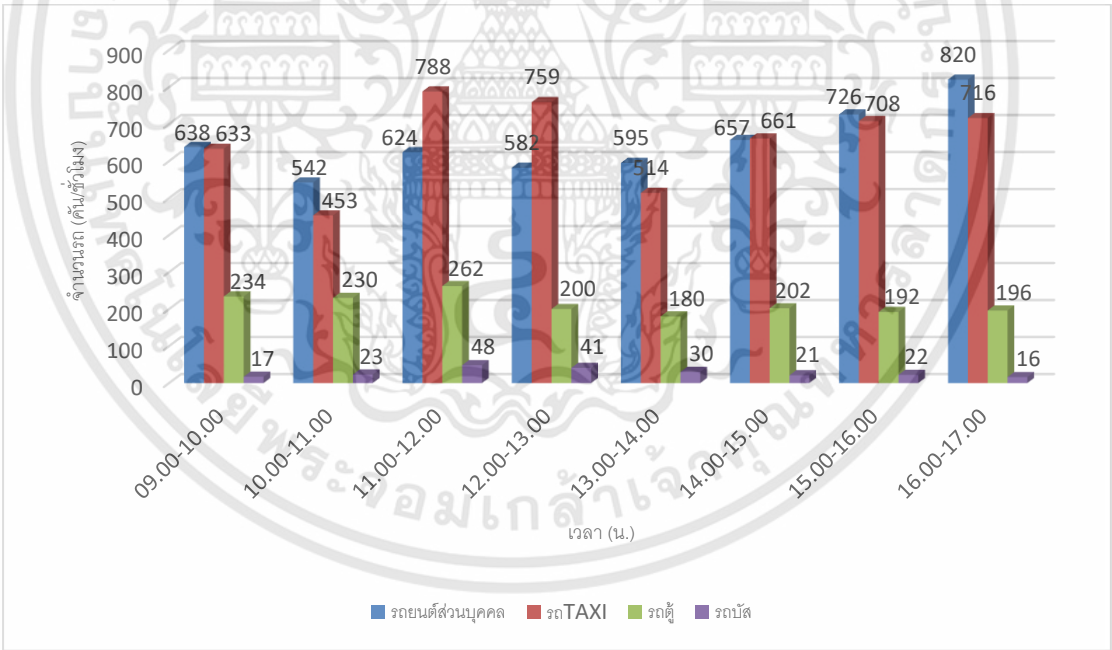


รูปที่ 3.5 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 3 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 4)

จุดที่ 4 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	638	633	234	17
10.00-11.00	542	453	230	23
11.00-12.00	624	788	262	48
12.00-13.00	582	759	200	41
13.00-14.00	595	514	180	30
14.00-15.00	657	661	202	21
15.00-16.00	726	708	192	22
16.00-17.00	820	716	196	16

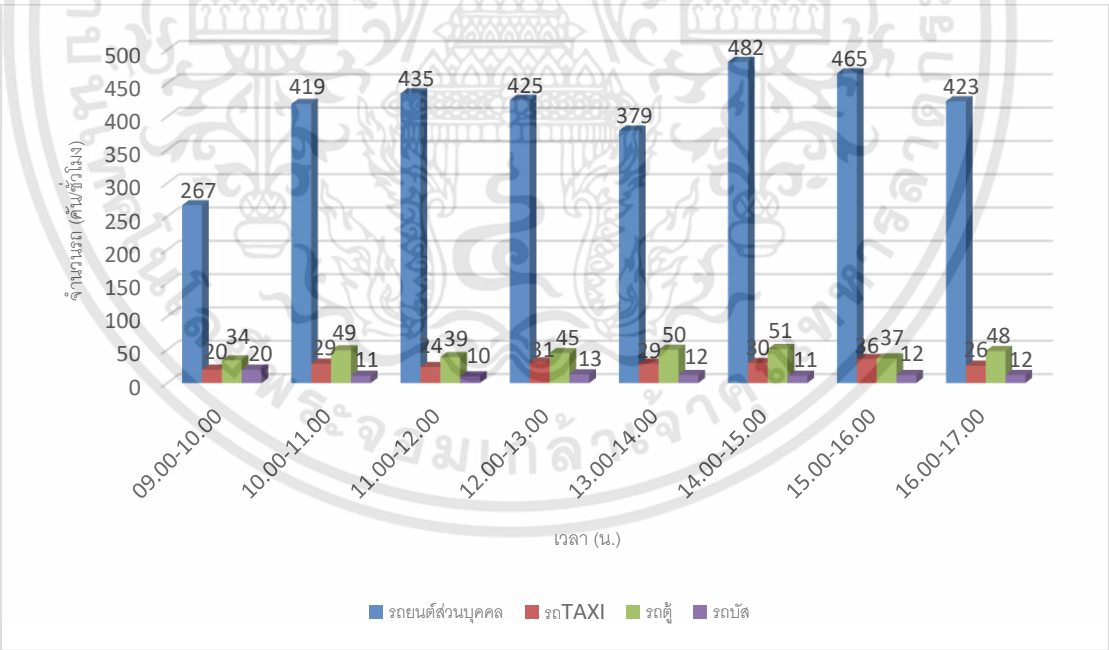


รูปที่ 3.6 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 4 เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 5)

จุดที่ 5 เส้นทางไปอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1) หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	267	20	34	20
10.00-11.00	419	29	49	11
11.00-12.00	435	24	39	10
12.00-13.00	425	31	45	13
13.00-14.00	379	29	50	12
14.00-15.00	482	30	51	11
15.00-16.00	465	36	37	12
16.00-17.00	423	26	48	12

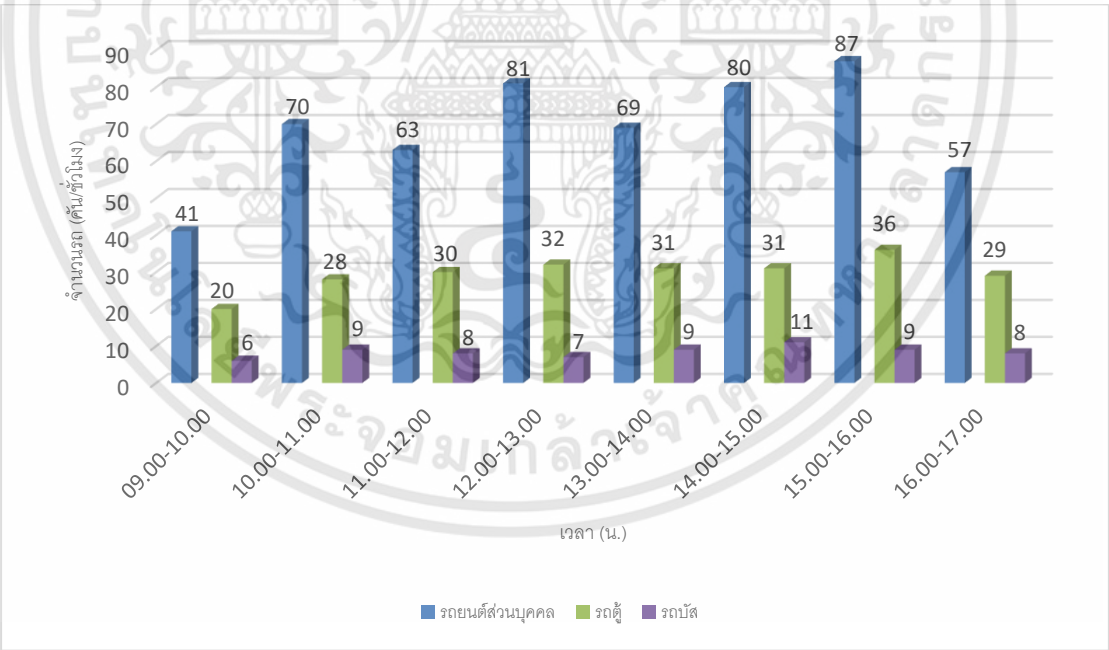


รูปที่ 3.7 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 5 เส้นทางไปอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 6)

จุดที่ 6 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากเส้นทางอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1) หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	41	0	20	6
10.00-11.00	70	0	28	9
11.00-12.00	63	0	30	8
12.00-13.00	81	0	32	7
13.00-14.00	69	0	31	9
14.00-15.00	80	0	31	11
15.00-16.00	87	0	36	9
16.00-17.00	57	0	29	8

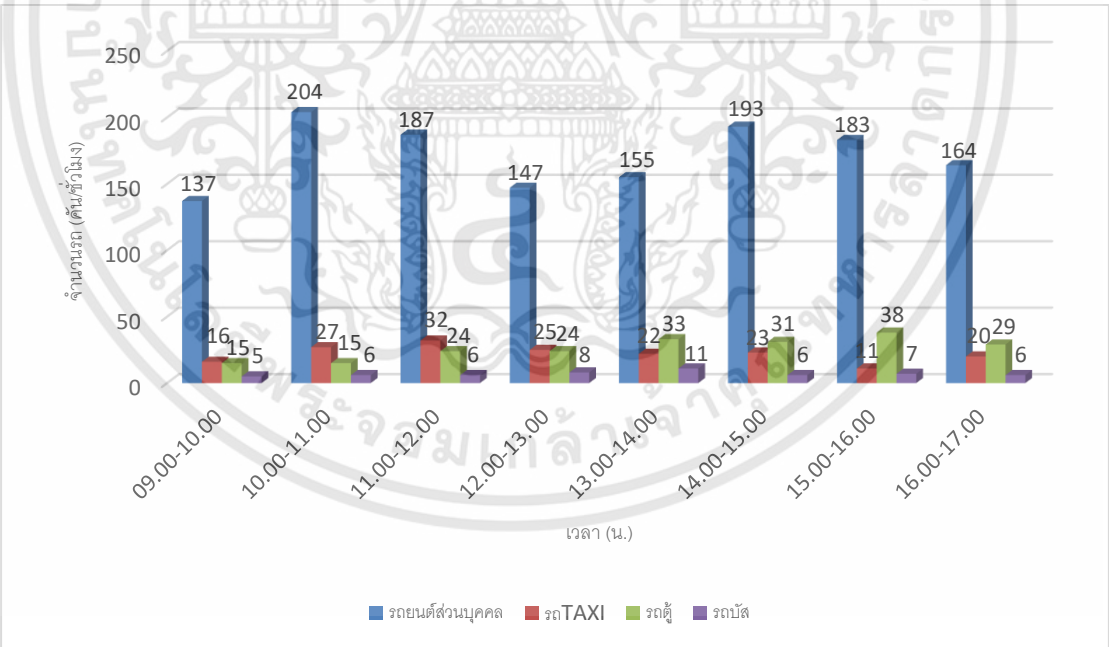


รูปที่ 3.8 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 6 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากเส้นทางอาคารสำนักงาน โรงแรมโนโวเทล และอาคารจอดรถ (ชั้น 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ (จุดที่ 7)

จุดที่ 7 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากอาคารผู้โดยสารและเส้นทางหน้าอาคารจอดรถ (ชั้น 5) หน่วยคัน				
เวลา	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถTAXI	รถตู้	รถบัส
09.00-10.00	137	16	15	5
10.00-11.00	204	27	15	6
11.00-12.00	187	32	24	6
12.00-13.00	147	25	24	8
13.00-14.00	155	22	33	11
14.00-15.00	193	23	31	6
15.00-16.00	183	11	38	7
16.00-17.00	164	20	29	6

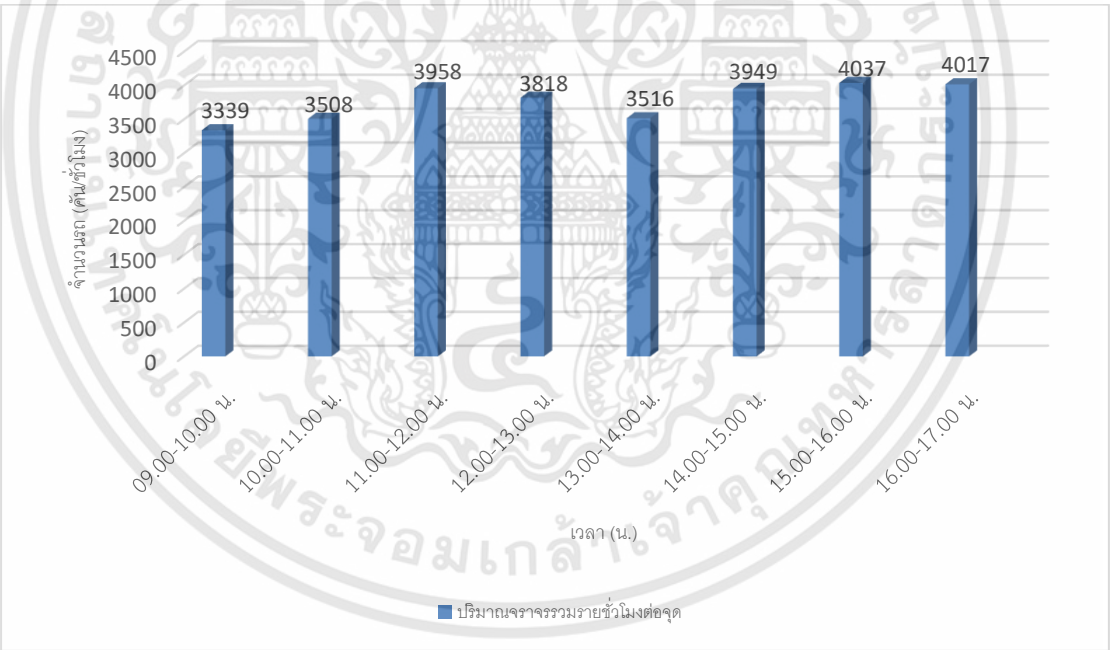


รูปที่ 3.9 ปริมาณจราจรบริเวณจุดที่ 7 เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5) จากอาคารผู้โดยสารและเส้นทางหน้าอาคารจอดรถ (ชั้น 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลการมาใช้บริการบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบรวมทุกจุด

เวลา / จุดที่	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00
1	57	49	44	63	69	101	67	74
2	895	885	862	964	925	957	958	976
3	284	459	472	371	403	401	443	397
4	1522	1248	1722	1582	1319	1541	1648	1748
5	341	508	508	514	470	574	550	509
6	67	107	101	120	109	122	132	94
7	173	252	249	204	221	253	239	219
รวม	**3339**	**3508**	**3958**	**3818**	**3516**	**3949**	**4037**	**4017**



รูปที่ 3.10 ปริมาณจราจรรวมรายชั่วโมง

3.3.3 การเก็บข้อมูลทางวิศวกรรมจราจร

ข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจร จะเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้า-ออกบริเวณจุดรับส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ ข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจรที่ได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล ได้แก่

1) ข้อมูลปริมาณจราจร การเก็บข้อมูลปริมาณจราจรนั้น จะทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของถนนแต่ละเส้นที่อยู่ในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบโดย จะทำการเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นเส้นทางต่างๆ ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลเป็นแบบราย 1 ชั่วโมง ตั้งแต่ช่วงเวลา 09.00 น. - 17.00 น. ซึ่งการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรนั้น จะทำการเก็บข้อมูลโดยการแยก ประเภทของยานพาหนะด้วย โดยจะแบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 2 ประเภท คือ
1. รถยนต์ทั่วไป (รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถแท็กซี่ รถเช่า) และ 2. รถบัส

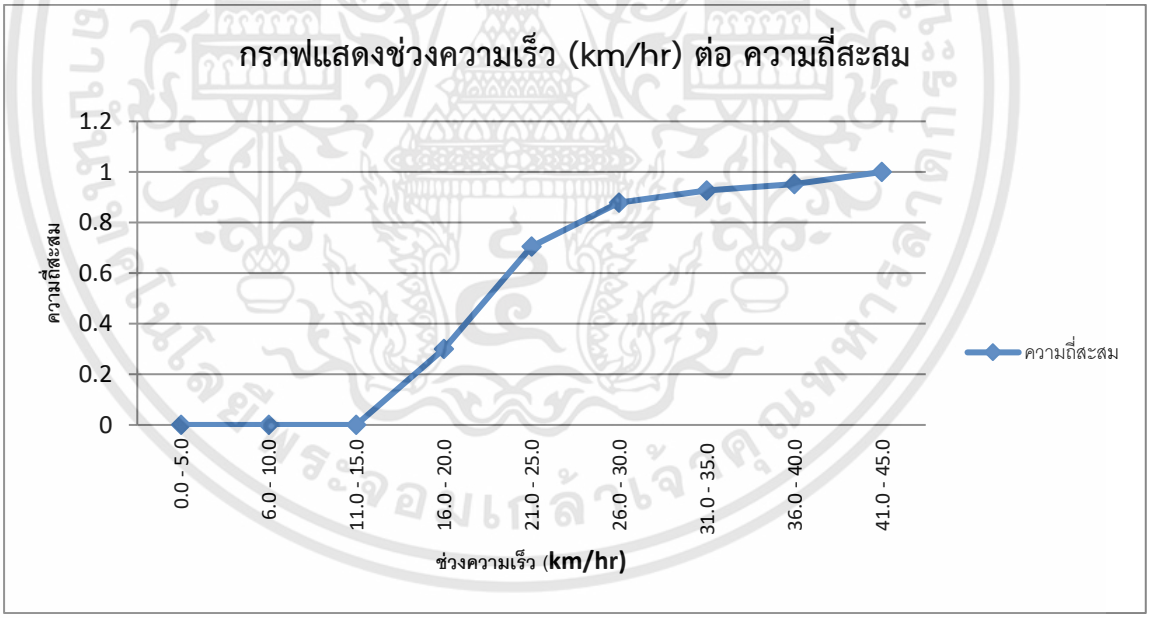
รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างการตั้งกล้องสำหรับเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร

2) ข้อมูลความเร็ว การเก็บข้อมูลความเร็วของรถนั้น จะทำการเก็บข้อมูลความเร็ว ของรถที่สัญจรบนถนนแต่ละเส้นที่อยู่ในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ เพื่อให้ทราบถึงความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละคันที่ใช้ในการสัญจรในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ โดย จะทำการสุ่มวัดค่าความเร็วของรถที่ใช้ในการสัญจรบนถนนแต่ละเส้น ประมาณ 100 ตัวอย่าง ซึ่งการเก็บข้อมูลความเร็วของรถนั้น จะทำการเก็บข้อมูลโดยแบ่งประเภทของยานพาหนะที่เก็บออกเป็น 2 ประเภท เหมือนกับการเก็บข้อมูลปริมาณ จราจร คือ 1. รถยนต์ทั่วไป (รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถแท็กซี่ รถเช่า) และ 2. รถบัส โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงข้อมูลช่วงความเร็วและความถี่ ของรถยนต์ส่วนบุคคล

รถยนต์ส่วนบุคคล			
ช่วงความเร็ว (km/hr)	**ความถี่ (คัน)**	**ความถี่สะสม(คัน)**	**ความถี่สะสม**
0.0 - 5.0	0	0	0
6.0 - 10.0	0	0	0
11.0 - 15.0	0	0	0
16.0 - 20.0	57	57	0.3
21.0 - 25.0	77	134	0.705263158
26.0 - 30.0	33	167	0.878947368
31.0 - 35.0	9	176	0.926315789
36.0 - 40.0	5	181	0.952631579
41.0 - 45.0	9	190	1

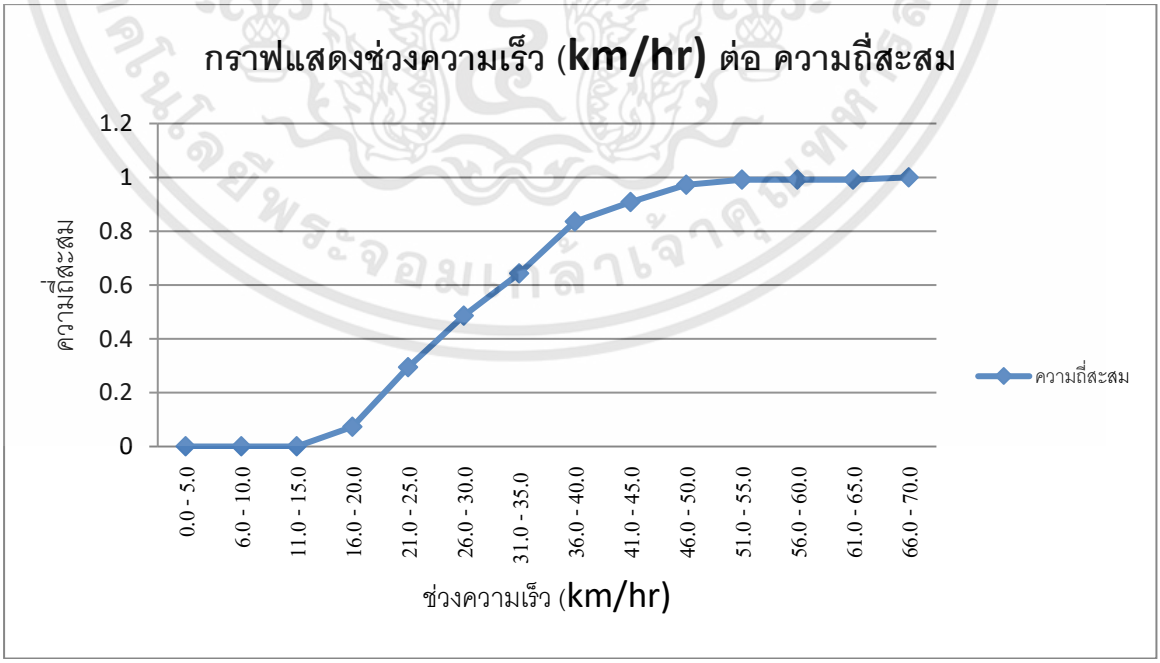


รูปที่ 3.12 แสดงช่วงความเร็ว ต่อ ความถี่สะสมของรถยนต์ส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลช่วงความเร็วและความถี่ ของรถTAXI

รถTAXI			
ช่วงความเร็ว (km/hr)	**ความถี่ (คัน)**	**ความถี่สะสม(คัน)**	**ความถี่สะสม**
0.0 - 5.0	0	0	0
6.0 - 10.0	0	0	0
11.0 - 15.0	0	0	0
16.0 - 20.0	8	8	0.073394495
21.0 - 25.0	24	32	0.293577982
26.0 - 30.0	21	53	0.486238532
31.0 - 35.0	17	70	0.642201835
36.0 - 40.0	21	91	0.834862385
41.0 - 45.0	8	99	0.908256881
46.0 - 50.0	7	106	0.972477064
51.0 - 55.0	2	108	0.990825688
56.0 - 60.0	0	108	0.990825688
61.0 - 65.0	0	108	0.990825688
66.0 - 70.0	1	109	1

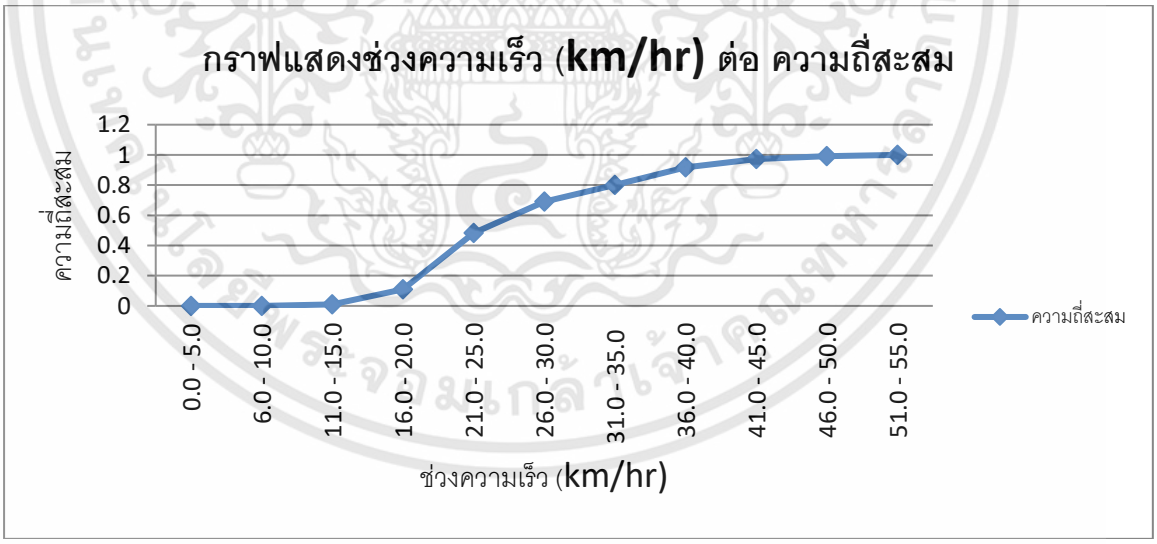


รูปที่ 3.13 แสดงช่วงความเร็ว ต่อ ความถี่สะสมของรถTAXI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลช่วงความเร็วและความถี่ ของรถตู้

รถตู้			
ช่วงความเร็ว (km/hr)	ความถี่ (คัน)	ความถี่สะสม (คัน)	ความถี่สะสม
0.0 - 5.0	0	0	0
6.0 - 10.0	0	0	0
11.0 - 15.0	1	1	0.009090909
16.0 - 20.0	11	12	0.109090909
21.0 - 25.0	41	53	0.481818182
26.0 - 30.0	23	76	0.690909091
31.0 - 35.0	12	88	0.8
36.0 - 40.0	13	101	0.918181818
41.0 - 45.0	6	107	0.972727273
46.0 - 50.0	2	109	0.990909091
51.0 - 55.0	1	110	1

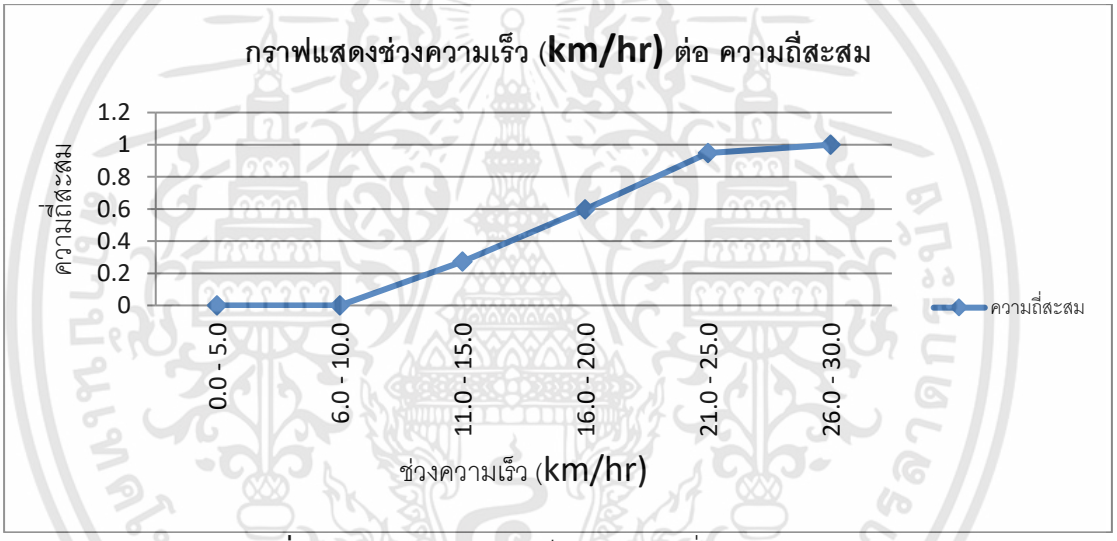


รูปที่ 3.14 แสดงช่วงความเร็ว ต่อ ความถี่สะสมของรถตู้

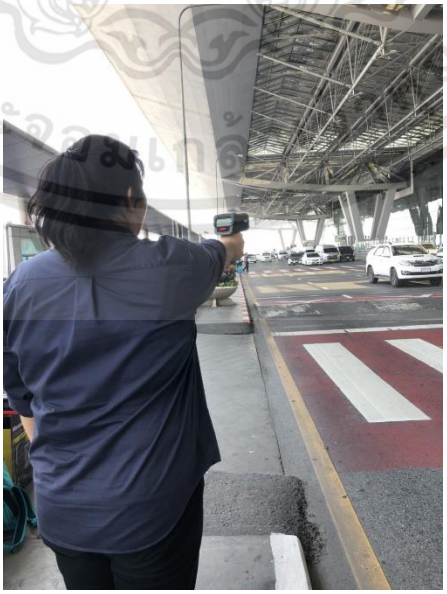
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงข้อมูลช่วงความเร็ว และความถี่ ของรถบัส

รถรถบัส			
ช่วงความเร็ว (km/hr)	**ความถี่ (คัน)**	**ความถี่สะสม(คัน)**	**ความถี่สะสม**
0.0 - 5.0	0	0	0
6.0 - 10.0	0	0	0
11.0 - 15.0	21	21	0.272727273
16.0 - 20.0	25	46	0.597402597
21.0 - 25.0	27	73	0.948051948
26.0 - 30.0	4	77	1



รูปที่ 3.15 แสดงช่วงความเร็ว ต่อ ความถี่สะสมของรถบัส



รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลความเร็วของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง การเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง จะทำการเก็บข้อมูลบนถนนแต่ละเส้นที่อยู่ในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ โดยจะทำการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ในแต่ละเส้นทาง แล้วจึงทำการวัดระยะทางจากจุดอ้างอิงดังกล่าว จากนั้นจึงทำการสุ่มวัดค่าระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันที่ใช้ในการเดินทางจากจุดอ้างอิงดังกล่าว โดยจะทำการสุ่มวัดค่าระยะเวลาในการเดินทางบนถนนแต่ละเส้น ประมาณ 30 – 50 ตัวอย่าง ตั้งแต่ช่วงเวลา 09.00 น. - 17.00 น.

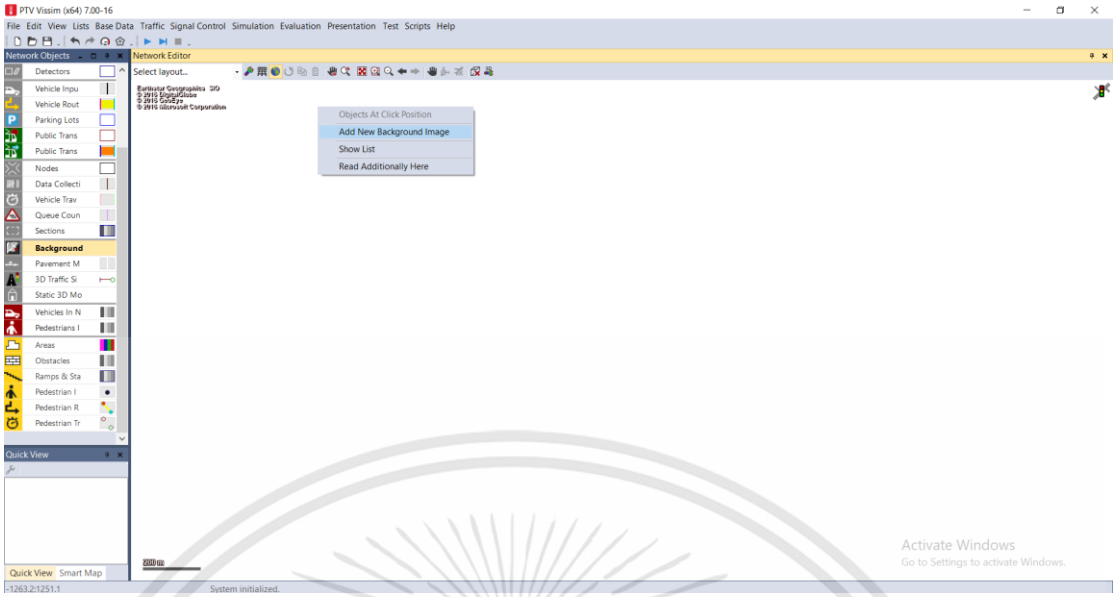
3.4 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM)

การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยในการศึกษา และช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาของสภาพการจราจรที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบันของบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยจะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลมาใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ข้อมูลที่ได้จาการสำรวจและเก็บข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนเส้นทางต่างๆ บริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ ค่าความเร็วของรถ พฤติกรรมในการขับขี่ของผู้ที่สัญจรในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบ ลักษณะทางกายภาพของถนน ขนาดความกว้างของถนน ขนาดความกว้างของช่องจราจร จำนวนช่องจราจรบนถนนแต่ละเส้น เป็นต้น ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะทำการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM ซึ่งเป็นหนึ่งในโปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับ และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและวิเคราะห์ เพื่อช่วยตัดสินใจในการประเมินทางเลือกสำหรับการแก้ไขปัญหาการจราจร ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคมีรายละเอียด ดังนี้

3.4.1 การนำเข้าภาพพื้นหลัง

การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM นั้น จะเริ่มต้นจากการนำเข้าภาพพื้นหลัง ซึ่งเป็นภาพที่แสดงถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยจะทำการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศจากโปรแกรม Google Earth แล้วนำภาพไปปรับมาตราส่วนในโปรแกรม Auto CAD เพื่อให้ได้ภาพที่มีมาตราส่วนเท่าสถานที่จริง แล้วจึงนำภาพที่ปรับมาตราส่วนแล้ว เข้าไปเป็นภาพพื้นหลังในโปรแกรม VISSIM ซึ่งมีขั้นตอนในการนำภาพพื้นหลังเข้าสู่โปรแกรม โดยให้เลือกคำสั่ง Background > Add New Background Image จากนั้นจึงทำการเลือกไฟล์รูปภาพที่ต้องการ การนำเข้าภาพพื้นหลังแสดงดัง**รูปที่ 3.17**

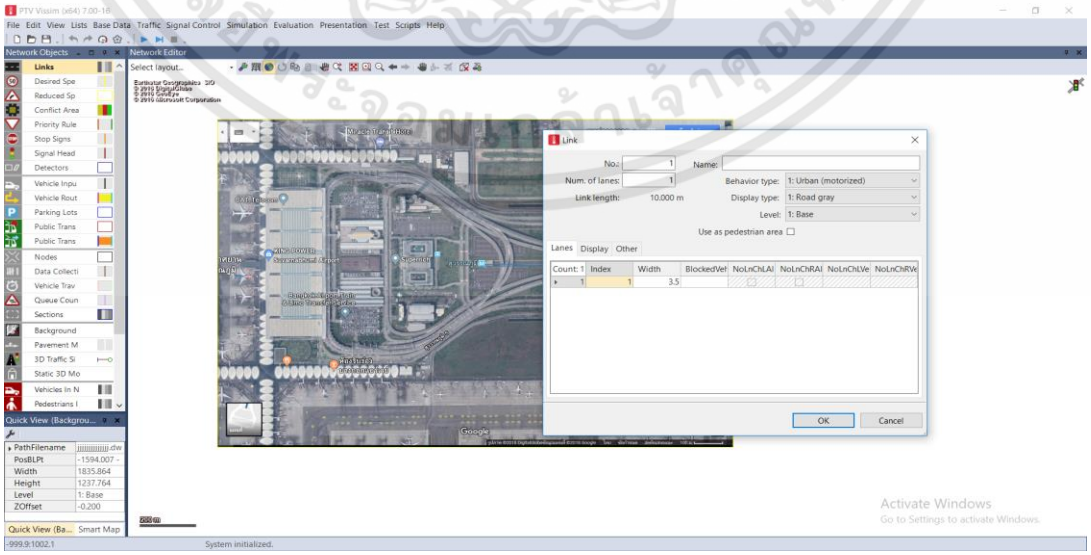
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงการนำเข้าภาพพื้นหลัง

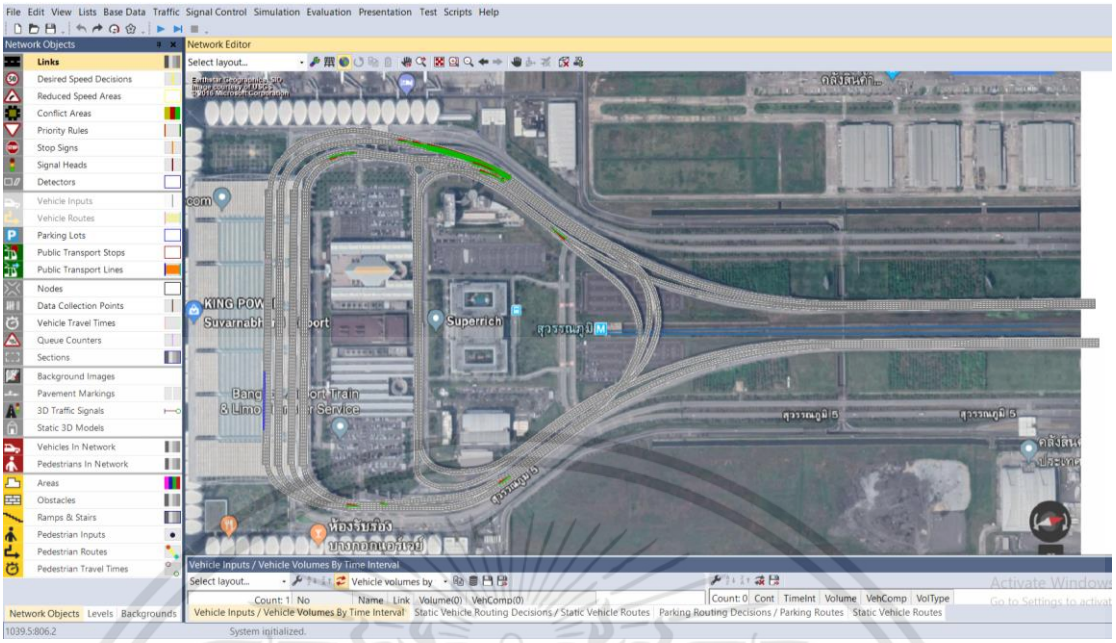
3.4.2 การสร้างโครงข่ายของถนน

เป็นขั้นตอนในการสร้างโครงข่ายของถนนให้มีลักษณะที่สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลมาใช้ในการสร้างโครงข่ายของถนน การสร้างโครงข่ายถนนจะสร้างโดยการใช้คำสั่ง Links ซึ่งเป็นคำสั่งที่จำเป็นจะต้องใส่ข้อมูลทางกายภาพของถนนที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลลงไป ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางของถนนแต่ละเส้น ข้อมูลจำนวนช่องจราจร ข้อมูลขนาดความกว้างของถนนและช่องจราจรบนถนนแต่ละเส้น โดยถนนแต่ละเส้นจะสามารถเชื่อมโยงกันได้ โดยใช้คำสั่ง Connectors ซึ่งในการสร้างโครงข่ายของถนนนั้นจะสามารถกำหนดลักษณะเพิ่มเติมของถนนแต่ละเส้นได้ ตัวอย่างลักษณะเพิ่มเติมที่สามารถกำหนดบนถนนแต่ละเส้นได้ แสดงดัง**รูปที่ 3.18** และ **รูปที่ 3.19**



รูปที่ 3.18 แสดงการสร้างโครงข่ายของถนน

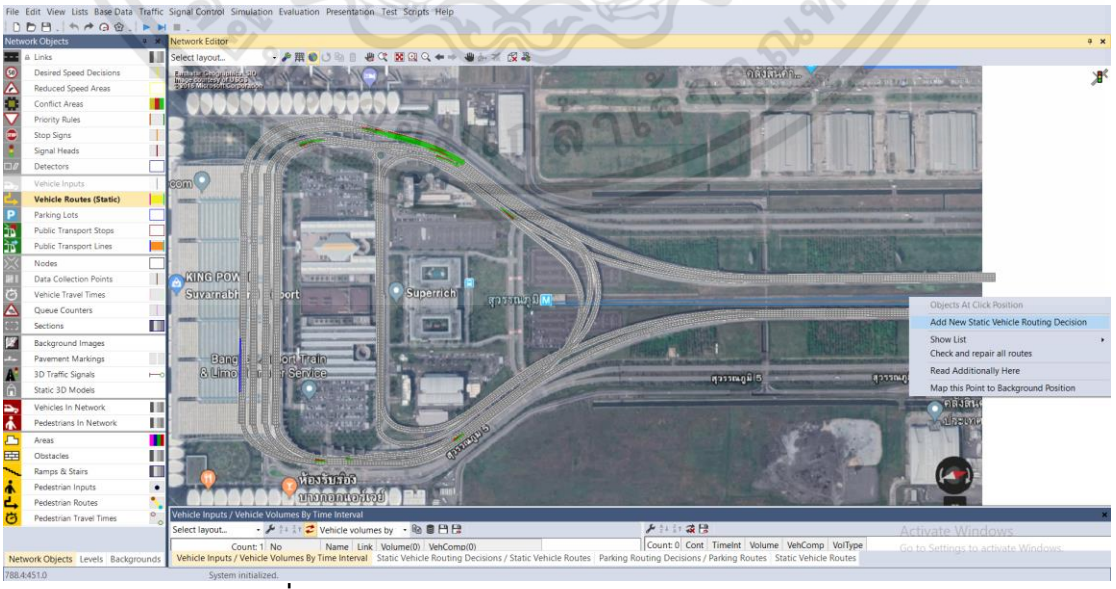
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงโครงข่ายของถนนที่สร้างขึ้น โดยใช้โปรแกรม VISSIM

3.4.3 การกำหนดเส้นทางการจราจร (Routes)

การกำหนดเส้นทางการจราจรเป็นขั้นตอนในการสร้างเส้นทางให้รถวิ่ง โดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละเส้นทาง โดยในเส้นทางบางเส้นทางอาจมีจุดเริ่มต้นเส้นทางเป็นจุดเดียวกัน แต่มีจุดสิ้นสุดเส้นทางคนละบริเวณกัน ซึ่งเส้นทางแต่ละเส้นจะยังสามารถกำหนดหมายเลขของเส้นทาง และชื่อของเส้นทางได้อีกด้วย การกำหนดเส้นทางการจราจรจะใช้คำสั่ง Routes (ทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม) โดยเส้นทางที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น จะปรากฏเป็นเส้นทางสีเหลือง ดังแสดงใน**รูปที่ 3.20**

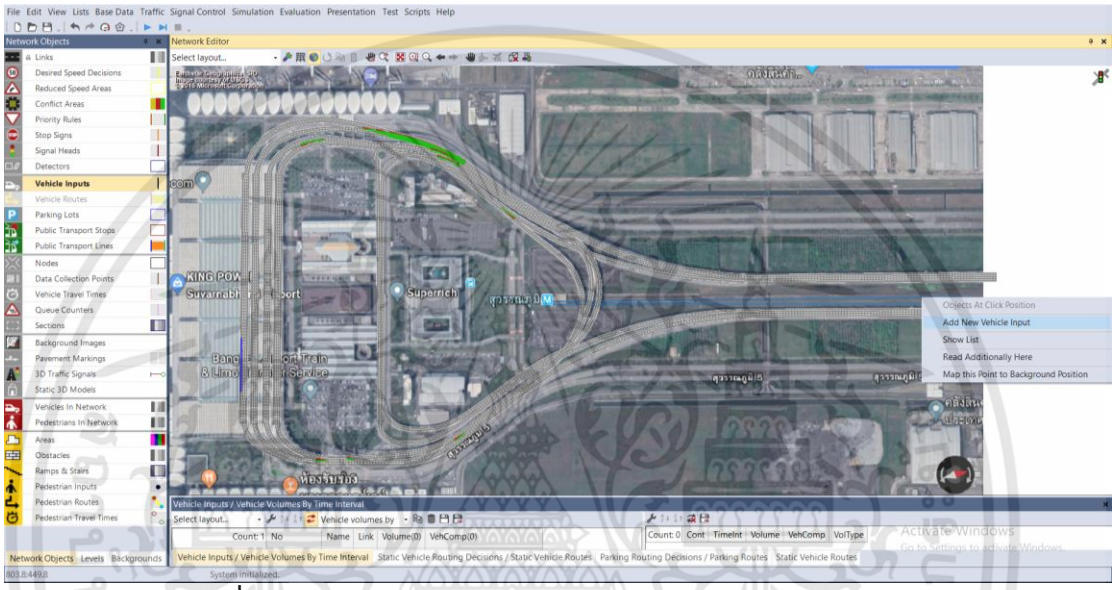


รูปที่ 3.20 แสดงการกำหนดเส้นทางการจราจร (Routes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร (Vehicle Inputs)

การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรเป็นการกำหนดปริมาณจราจรของยานพาหนะชนิดต่างๆ บนถนนแต่ละเส้นในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบทั้งหมด แยกกันไปในแต่ละเส้นทาง โดยใช้คำสั่ง Vehicle Inputs (ทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม) จากนั้นจึงไปเลือกในบริเวณจุดเริ่มต้นการสัญจรของถนน เพื่อทำการนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรของยานพาหนะแต่ละประเภท ดังแสดงใน**รูปที่ 3.21**

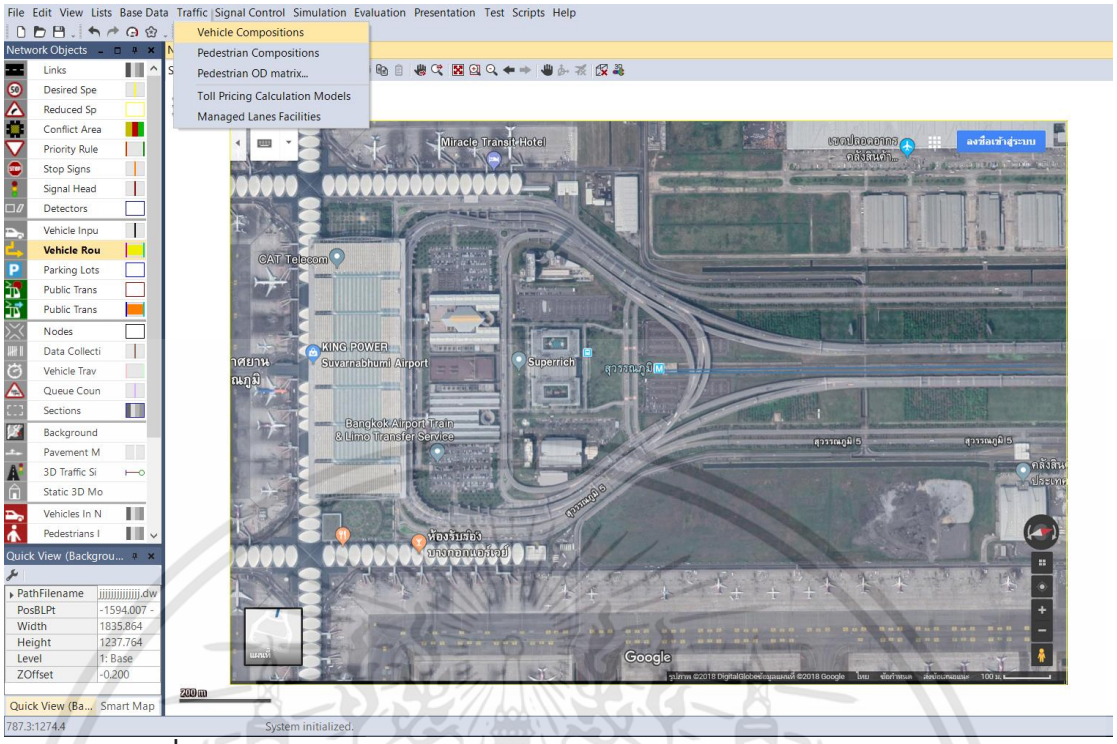


รูปที่ 3.21 แสดงการนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร (Vehicle Inputs)

3.4.5 การกำหนดสัดส่วนของการจราจร (Vehicle Compositions)

เป็นขั้นตอนในการกำหนดสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทบนถนนแต่ละเส้นลงในแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลของถนนแต่ละเส้นในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา การกำหนดสัดส่วนของยานพาหนะเป็นการกำหนดชุดข้อมูลของรถที่วิ่งบนถนนแต่ละเส้น ว่าบนถนนแต่ละเส้นนั้น มีสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทเป็นเท่าใด โดยใช้คำสั่ง Menu > Traffic > Vehicle Compositions ดังแสดงใน**รูปที่ 3.22**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 แสดงการกำหนดสัดส่วนของการจราจร (Vehicle Compositions)

3.4.6 การกำหนดความเร็วของรถ (Desired Speed)

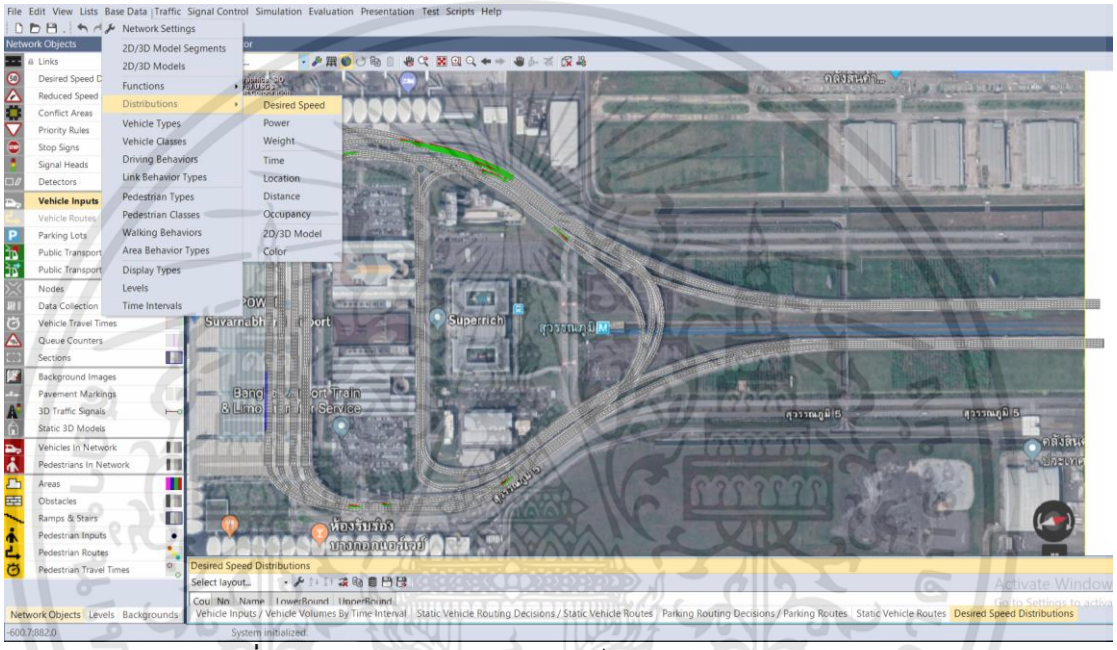
เป็นขั้นตอนในการกำหนดค่าความเร็วของรถแต่ละประเภทที่ใช้ในการสัญจรบนถนนบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ เพื่อให้ค่าความเร็วของรถที่วิ่งบนถนนแต่ละเส้นในแบบจำลองมีความสอดคล้องกับค่าความเร็วของรถที่ได้จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษา การกำหนดค่าความเร็วของรถนั้น จะทำการกำหนดโดยแยกเป็นค่าความเร็วของรถแต่ละประเภท ทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ 1. รถยนต์ทั่วไป (รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถแท็กซี่ รถเช่า) และ 2. รถบัส เหมือนในขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูล ซึ่งการใส่ค่าความเร็วของถนนลงในแบบจำลองนั้น จะเป็นการใส่ค่าในรูปแบบของความเร็วเฉลี่ยสะสม โดยใช้คำสั่ง Menu > Base Data > Distributions > Desired Speed ซึ่งจะได้ข้อมูลออกมาในรูปแบบกราฟความเร็วสะสม ดังแสดงใน**รูปที่ 3.23**

3.4.7 การกำหนดพื้นที่ที่มีตัดกันของถนน (Conflict Areas)

ในบริเวณถนนแต่ละเส้นทางจะมีบริเวณที่เป็นจุดตัดกันของถนนแต่ละเส้น ซึ่งในการขับขี่ยานพาหนะเข้าสู่บริเวณจุดตัดของถนนเส้นต่างๆ นั้น จะต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง ในขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนที่จะทำการกำหนดถึงความระมัดระวังในการเข้าสู่พื้นที่จุดตัดหรือพื้นที่ขัดแย้งกันของถนน โดยการกำหนดนั้นจะอาศัยคุณสมบัติของถนนสายหลักและถนนสายรอง ซึ่งจะใช้คำสั่ง Conflict Areas (ทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม) ในการกำหนด ดังแสดงใน**รูปที่ 3.24**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นได้ว่าในแต่ละเส้นทางจะมีบริเวณที่เป็นแถบสีเขียวกับบริเวณที่เป็นแถบสีแดง ซึ่งแถบสีเขียวนั้น จะเป็นบริเวณที่มีการกำหนดเส้นทางให้เป็นเส้นทางสายหลัก โดยยานพาหนะที่วิ่งมาในเส้นทางนี้จะสามารถเคลื่อนที่ผ่านจุดตัดกันของถนนไปเลยได้ ส่วนในบริเวณที่เป็นแถบสีแดง จะเป็นเส้นทางที่มีการกำหนดให้เป็นเส้นทางสายรอง โดยยานพาหนะที่วิ่งมาในเส้นทางนี้ เมื่อถึงบริเวณจุดตัดกันของถนน จะต้องมีการชะลอความเร็วและให้ยานพาหนะที่วิ่งอยู่บนเส้นทางสายหลักผ่านไปก่อน โดยจะสามารถวิ่งต่อไปได้เมื่อไม่เป็นการกีดขวางการวิ่งของยานพาหนะที่วิ่งมาบนเส้นทางสายหลัก



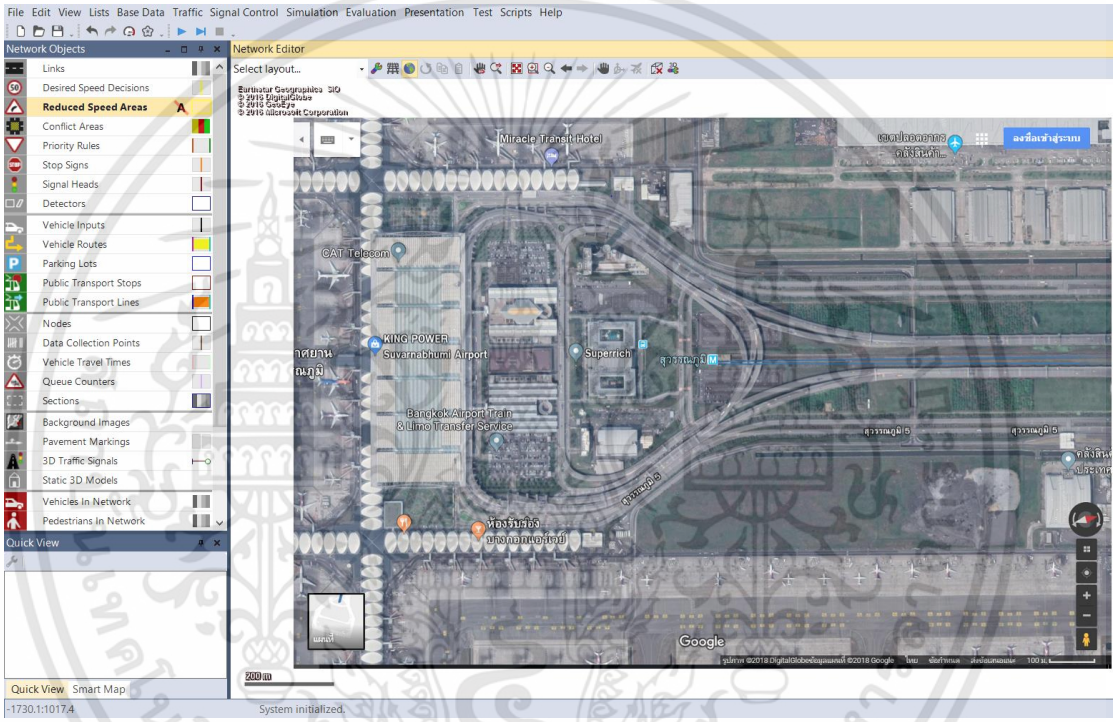
รูปที่ 3.23 แสดงการกำหนดความเร็วของรถ (Desired Speed)

รูปที่ 3.24 แสดงการกำหนดพื้นที่ที่มีตัดกันของถนน (Conflict Areas)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8 การกำหนดพื้นที่ชะลดความเร็ว (Reduce Speed Areas)

การกำหนดพื้นที่ชะลดความเร็วเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่กำหนดถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การกำหนดพื้นที่ชะลอความเร็วจะเป็นการกำหนดถึงพื้นที่ในบริเวณต่างๆ ที่จะต้องมีการชะลดความเร็วของยานพาหนะ เพื่อให้ยานพาหนะที่ขับขี่นั้นมีความเร็วลดลง จุดที่จะต้องมีการกำหนดให้มีการชะลดความเร็วนั้น ได้แก่ บริเวณที่เป็นทางร่วมทางแยก บริเวณทางเลี้ยวต่างๆ บริเวณจุดกลับรถ บริเวณที่เป็นทางเข้าและทางออก เป็นต้น โดยใช้คำสั่ง Reduce Speed Areas (ทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม) ดังแสดงใน**รูปที่ 3.25**



รูปที่ 3.25 แสดงการกำหนดพื้นที่ชะลอความเร็ว (Reduce Speed Areas)

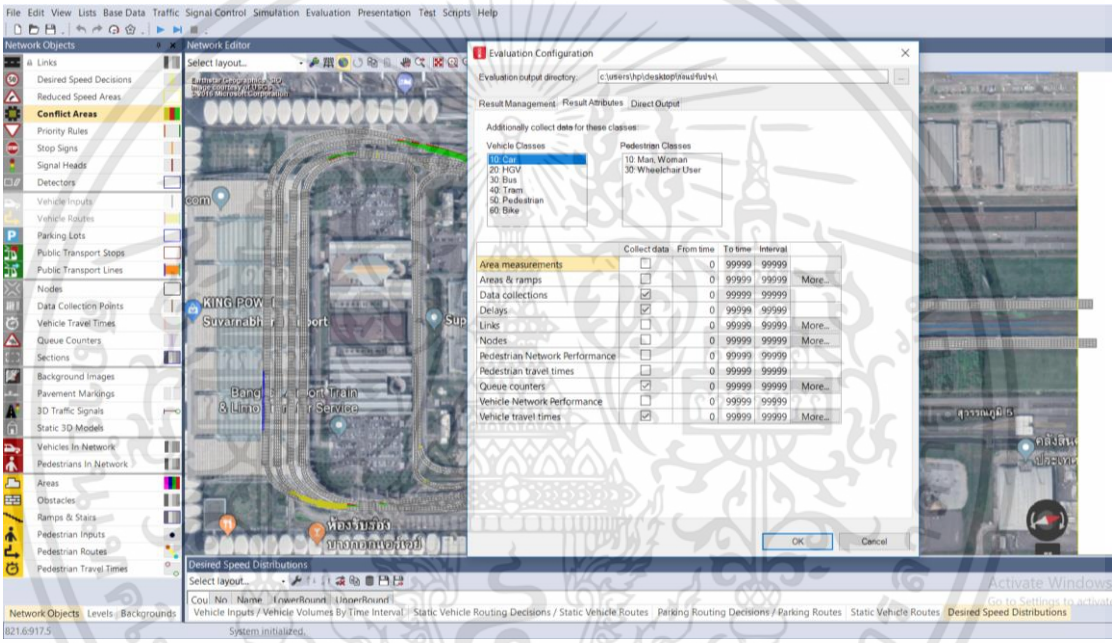
3.4.9 การกำหนดจุดเก็บข้อมูล (Data Correction Points)

การกำหนดจุดเก็บข้อมูลเป็นการกำหนดจุดสำหรับเก็บข้อมูลในบริเวณที่ต้องการทราบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง เพื่อจะได้มีการปรับแก้แบบจำลองให้มีความคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ตลอดจนเป็นการกำหนดจุดเก็บข้อมูลในบริเวณที่ต้องการนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิต่อไป การกำหนดจุดเก็บข้อมูลจะใช้คำสั่ง Data Correction Points (ทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.10 การกำหนดค่าสำหรับเก็บข้อมูล (Evaluation)

การกำหนดค่าสำหรับการเก็บข้อมูลเป็นการกำหนดชนิดของข้อมูลที่จะทำการเก็บหรือบันทึกในบริเวณที่มีการกำหนดจุดเก็บข้อมูลในขั้นตอนก่อนหน้า รวมถึงเป็นการกำหนดค่าสำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ที่จะต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้า-ออกพื้นที่จอดรถของสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิ้งค์ลาดกระบัง โดยการศึกษาในครั้งนี้ ตัวอย่างของข้อมูลที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อๆ ไป ได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลความล่าช้า ข้อมูลความเร็วของรถ ข้อมูลระยะทาง และข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น ซึ่งการกำหนดค่าสำหรับเก็บข้อมูลนั้น จะใช้คำสั่ง Evaluation ดังแสดงใน**รูปที่ 3.26**



รูปที่ 3.26 แสดงการกำหนดค่าสำหรับเก็บข้อมูล (Evaluation)

3.4.11 การประมวลผลของแบบจำลอง (Run Simulation Process)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่จะให้แบบจำลองทำการประมวลผลจากข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการกำหนดเข้าไปในแบบจำลอง โดยในขั้นตอนนี้จะสามารถกำหนดค่าความเร็วในการประมวลผล และสามารถกำหนดจำนวนของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลอง ซึ่งการกำหนดสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง Simulation > Parameters การประมวลผลของแบบจำลองยังสามารถดูได้ทั้งในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวแบบสองมิติ และภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ดังแสดงใน**รูปที่ 3.27**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.27 แสดงการประมวลผลของแบบจำลองในรูปแบบสามมิติ

3.5 การปรับเทียบและทวนสอบแบบจำลอง

หลังจากทำการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง ซึ่งการปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลองนั้นจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้ทำการสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อให้แบบจำลองนั้นมีค่าความถูกต้องและน่าเชื่อถือ การปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลองนั้น จะเริ่มต้นจากการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในเบื้องต้นก่อน ซึ่งการตรวจสอบค่าความถูกต้องในเบื้องต้นของแบบจำลอง จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ การทบทวนข้อมูลนำเข้า (Data Input) และการทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งการทบทวนข้อมูลที่ได้นำเข้าในแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นฐานที่ได้ทำการนำเข้าไปในแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น ตัวอย่างข้อมูลพื้นฐานที่นำเข้าไปในแบบจำลองต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน ข้อมูลปริมาณการจราจร ข้อมูลยานพาหนะแต่ละประเภท ข้อมูลความเร็วของรถ เป็นต้น เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้ทำการสร้างขึ้นนั้น ไม่มีความผิดพลาดในส่วนของการนำข้อมูลเข้าในแบบจำลอง ส่วนในด้านของการทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากแบบจำลองนั้น เป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในเบื้องต้น เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่เป็นธรรมชาติหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลของแบบจำลอง ซึ่งก่อให้เกิดการตรวจสอบค่าความถูกต้อง และมีการแก้ไขเบื้องต้นในบางส่วน เพื่อให้มีความพร้อมที่จะเข้าสู่ขั้นตอนในการปรับเทียบแบบจำลองอย่างละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นขั้นตอนในการปรับแก้ค่าตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองสามารถแสดงผลลัพธ์และพฤติกรรมในการสัญจรให้ออกมาได้อย่างมีความเสมือนจริงมากที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้นจะถูกนำมาตรวจสอบด้วยวิธีการทวนสอบแบบจำลองอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ การปรับเทียบแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคไม่สามารถครอบคลุมได้ครบทุกปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการจราจรได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะปัจจัยที่เป็นปัจจัยเฉพาะในแต่ละพื้นที่ การปรับเทียบแบบจำลองจึงจำเป็นจะต้องมีการปรับเทียบพฤติกรรมของการขับขี่ (Driving Behavior Calibration) ซึ่งเป็นการปรับเทียบพฤติกรรมในการขับขี่ต่างๆ ให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้การจากสำรวจและเก็บข้อมูลมากที่สุด ตัวอย่างพฤติกรรมในการขับขี่ที่นำมาปรับเทียบ ได้แก่ พฤติกรรมการลดความเร็ว พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร พฤติกรรมการวิ่งตามกันของกระแสจราจร และการตัดกันของเส้นทางจราจร เป็นต้น

3.5.2 การทวนสอบแบบจำลอง (Model Validation)

การทวนสอบแบบจำลองเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ซึ่งการทวนสอบแบบจำลองนั้น เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนที่จะมีการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้น จะต้องเป็นผลลัพธ์ที่มีค่าความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ได้ทำการกำหนดไว้ ซึ่งถ้าหากผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างและพัฒนาแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ จะต้องมีการปรับแก้แบบจำลองใหม่ เพื่อให้แบบจำลองสามารถแสดงผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง และมีความเสมือนจริงมากที่สุด ซึ่งหากว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าความถูกต้องมากกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แสดงว่า แบบจำลองนั้นมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำแบบจำลองนั้น ไปใช้ในการวิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ในขั้นตอนต่อๆ ไปได้ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ ได้นำเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB มาใช้ในการศึกษา ซึ่งเกณฑ์ของ DMRB เป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับ และมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในการปรับเทียบแบบจำลองระดับจุลภาค เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB แสดงดัง **ตารางที่ 3.13** โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการเลือกใช้ค่าปริมาณจราจรสำหรับเป็นเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคที่ได้ทำการสร้างและพัฒนาขึ้น

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB (1996)

ดัชนีชี้วัดการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ	เป้าหมายในการปรับเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH < 5	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB (1996) (ต่อ)

ดัชนีชี้วัดการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ	เป้าหมายในการปรับเทียบ
ระยะเวลาในการเดินทาง	±15 % (หรือไม่เกิน 1 นาที ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20 %	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20 % (หรือ ±5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน และ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการเลือกใช้ค่าปริมาณจราจรสำหรับเป็นเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคที่ได้ทำการสร้างและพัฒนาขึ้น จาก**ตารางที่ 3.13** จะเห็นว่าเกณฑ์ในการปรับเทียบที่มีดัชนีชี้วัดการปรับเทียบเป็นค่าปริมาณจราจรนั้น จะต้องมีการคำนวณหาค่า GEH ซึ่งค่า GEH สามารถหาได้จากสมการ

$$GEH = \sqrt{\frac{(simulated - observed)^2}{0.5x(simulated + observed)}}$$

โดยที่ Simulated คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

ซึ่งค่า GEH ที่ได้นั้น จะสามารถประมวลผลได้ ดังนี้

ถ้า GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลจริง

ถ้า 5 < GEH < 10 หมายถึง ต้องมีการพิจารณาและตรวจสอบปริมาณจราจร เพื่อการปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

ถ้า GEH > 10 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนามที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลจริง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาด้วยวิธีการและขั้นตอนต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ทั้งขั้นตอนในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวจและเก็บข้อมูล และขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค จะทำให้ทราบได้ว่า ในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่โดยรอบนั้น มีปัญหาทางด้านวิศวกรรมจราจรอย่างไร และจะส่งผลอย่างไรต่อประสิทธิภาพในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งส่งผลให้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล และการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิในปัจจุบัน ให้สามารถมีการแก้ไขได้อย่างถูกจุด เพื่อจะได้มีการนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งการศึกษาไปที่ การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารในสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่ง มีข้อมูลที่สำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ เส้นทางการสัญจรในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารในสนามบินสุวรรณภูมิ จำนวนช่องจราจรของถนนในแต่ละเส้นทาง ขนาดความกว้างของถนนและความกว้างช่องจราจร ตลอดจนข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจรต่างๆ เช่น ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลความเร็วของรถ ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง สำหรับการเดินทางเข้าสู่บริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารในสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการเข้า-ออกบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารในสนามบินสุวรรณภูมิในปัจจุบัน โดยจะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้า-ออกพื้นที่บริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารในสนามบินสุวรรณภูมิต่อไป

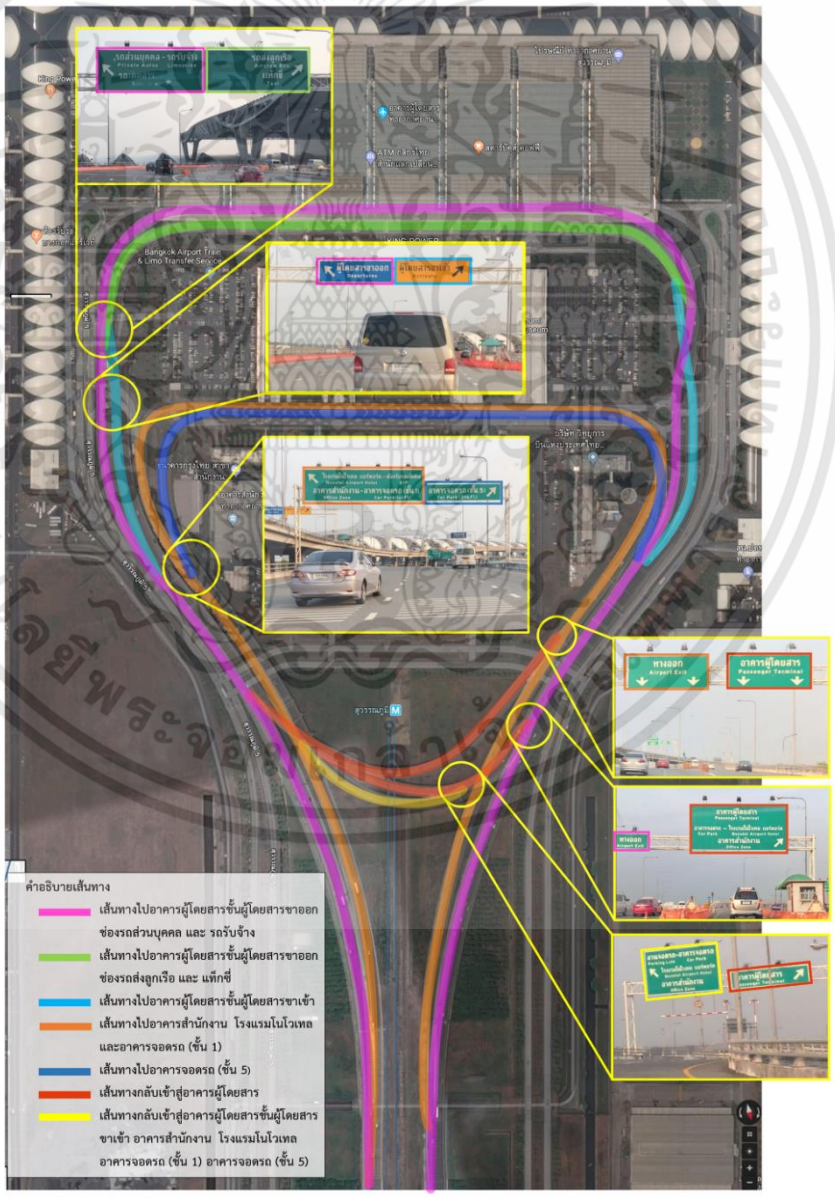
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลจากแบบจำลองที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นในบทที่ 3 ที่ได้ผ่านการปรับแก้ให้มีลักษณะสภาพคล้ายความเป็นจริงมากที่สุดแล้ว

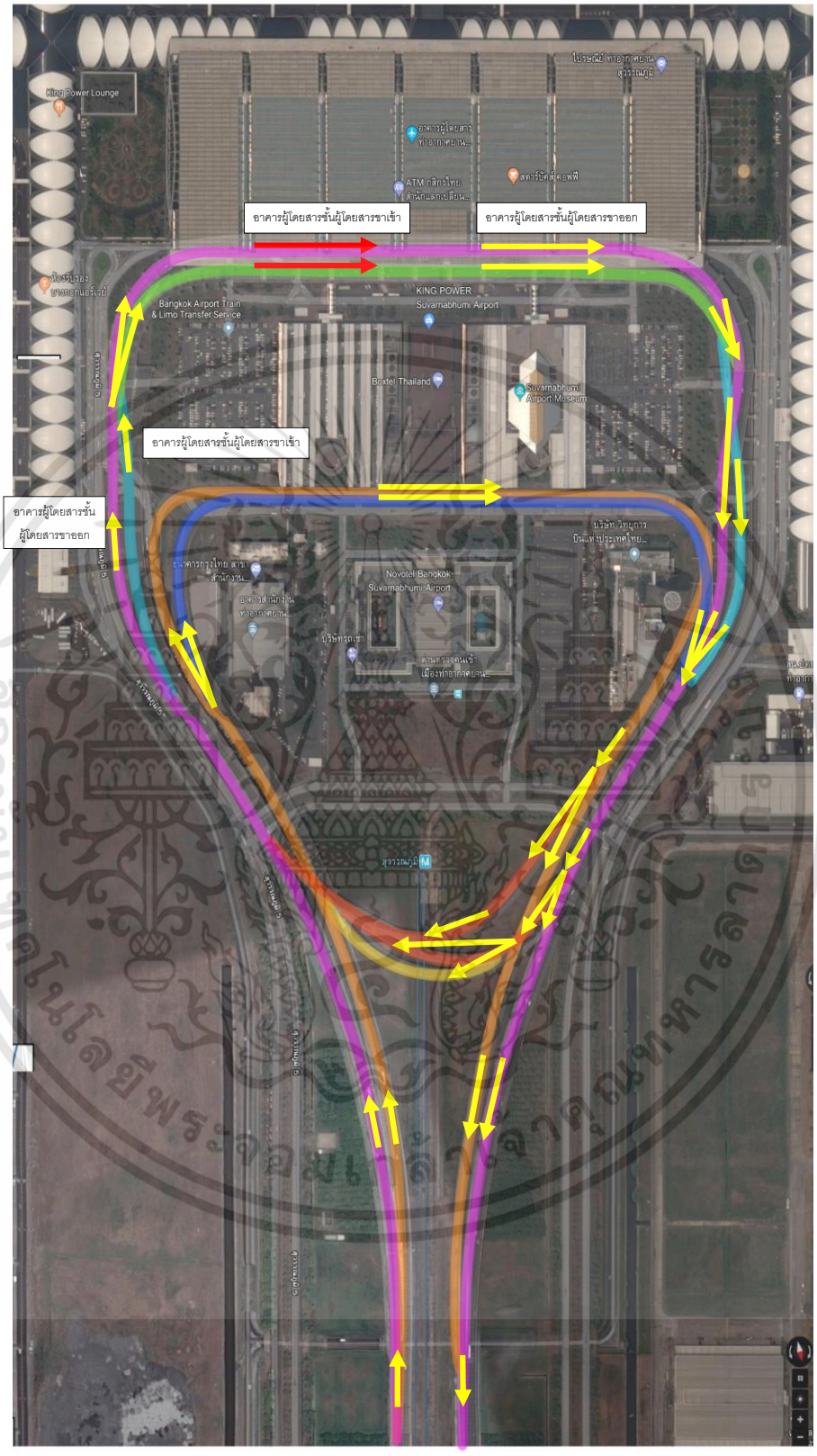
4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาอยู่ในบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิ โดยข้อมูลพื้นที่ที่ทำการศึกษาเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาพถ่ายทางอากาศจากโปรแกรม Google Earth และการลงพื้นที่สำรวจ พื้นที่ที่ทำการศึกษาแสดงดัง**รูปที่ 4.1** และ **รูปที่ 4.2**



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ทิศทางของการจราจร ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

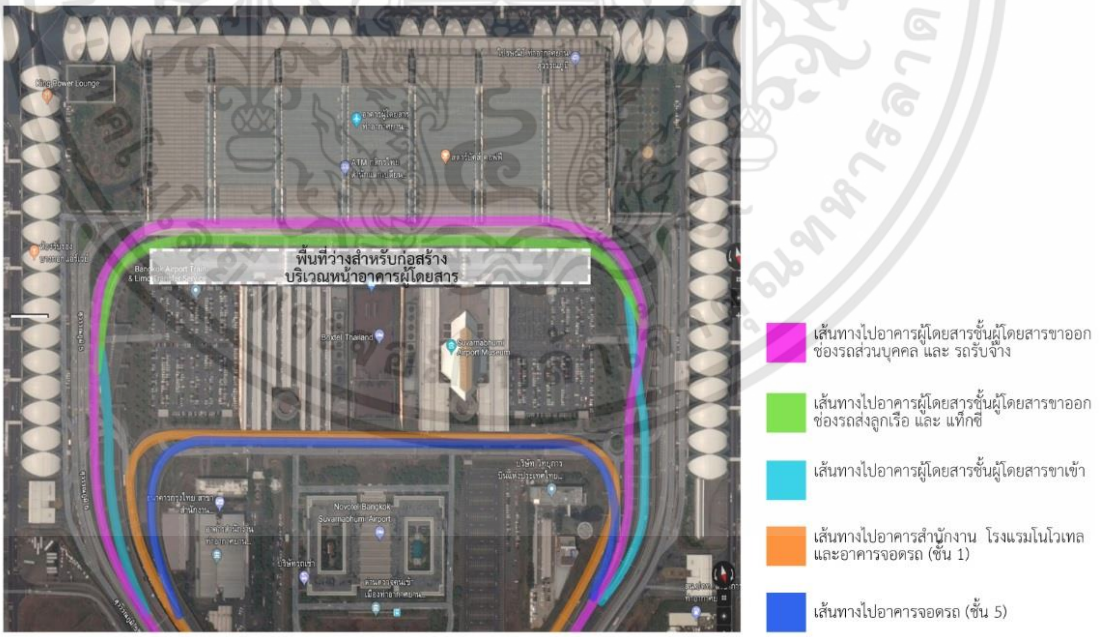
4.2 ผลการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวล แบบจำลองมีค่าที่เสมือนกับค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้จะถูกนำมาประมวลผลและนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจในสนามในช่วง ชั่วโมงเร่งด่วนเวลา 15.00น.-16.00น. ผลเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ดังตารางที่ 3.13 จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งได้ ซึ่งได้ผลการปรับเทียบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

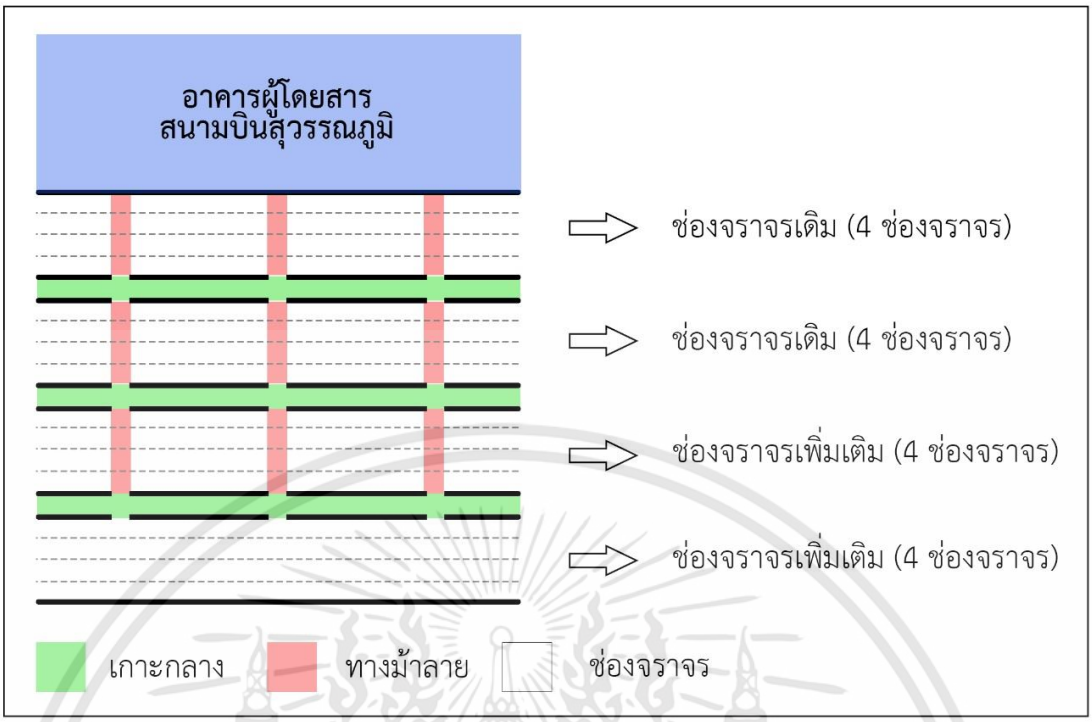
ยานพาหนะ	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการปรับเทียบ	ผ่านเกณฑ์ในการปรับเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง		
รถยนต์	4037	4048	0.173	ผ่าน

หลังจากที่ได้ทำการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบจัดการจราจรที่ลดปัญหาการจราจรที่ติดขัดให้น้อยลงโดยปรับรูปแบบการเดินรถและเพิ่มช่องจราจร



รูปที่ 4.3 พื้นที่ว่างสำหรับก่อสร้างช่องจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 รูปแบบการจัดการจราจรของพื้นที่ศึกษา

4.3 วิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง VISSIM

หลังจากผ่านขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลองให้เหมือนกับสภาพจริงแล้ว จึงเริ่มขั้นตอน การวิเคราะห์แบบจำลองระดับจุลภาคเพื่อหาเครื่องมือสยบการจราจรที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2** ถึง **ตารางที่ 4.5** และ**รูปที่ 4.5** และ**รูปที่ 4.6**

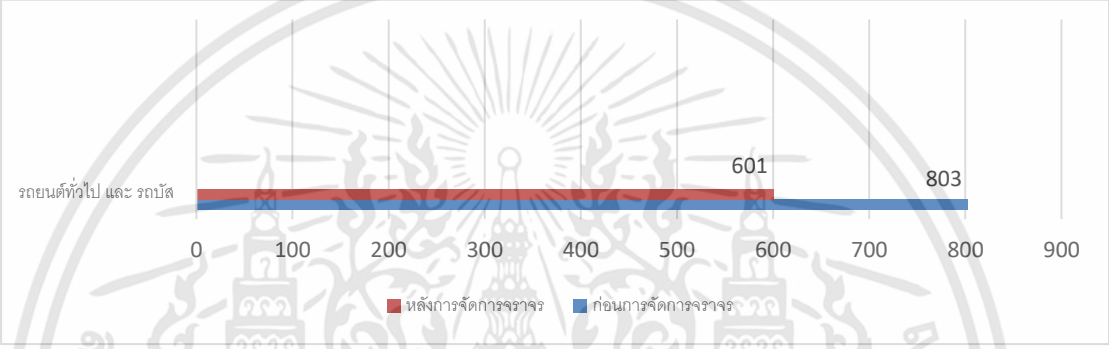
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรของรถยนต์

ยานพาหนะ	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการปรับเทียบ	เกณฑ์ในการปรับเทียบ
	ก่อนการจัดการจราจร (คัน/ชม.)	หลังการจัดการจราจร (คัน/ชม.)		
รถยนต์ทั่วไป และรถบัส	5518	5516	0.0269	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทาง

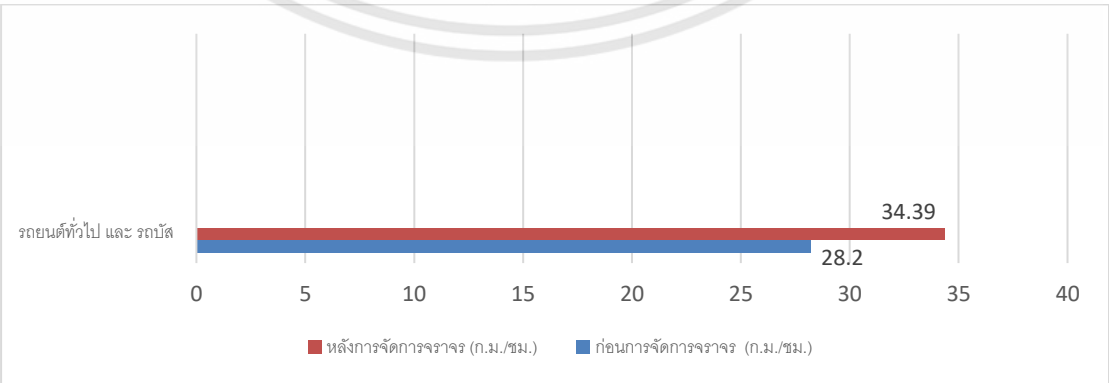
ยานพาหนะ	ระยะเวลาในการเดินทาง	
	ก่อนการจัดการจราจร	หลังการจัดการจราจร
รถยนต์ทั่วไป และ รถบัส	803 วินาที หรือ 13.23 นาที	601 วินาที หรือ 10.10 นาที



รูปที่ 4.5 ระยะเวลาในการเดินทางก่อนการจัดการจราจร และหลังการจัดการจราจร

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์

ยานพาหนะ	ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์		ค่า GEH ที่ได้จาก การปรับเทียบ
	ก่อนการจัดการจราจร (ก.ม./ชม.)	หลังการจัดการจราจร (ก.ม./ชม.)	
รถยนต์ทั่วไป และ รถบัส	28.20	34.39	0.0269



รูปที่ 4.6 ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ก่อนการจัดการจราจร และหลังการจัดการจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นก่อนและหลังปรับปรุง

ยานพาหนะ	เปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นก่อนและหลังปรับปรุง	
	ก่อนการจัดการจราจร	หลังการจัดการจราจร
รถยนต์ทั่วไป และ รถบัส	+36.38	-31.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคในการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยใช้โปรแกรม VISSIM

เนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะโดยมีลำดับหัวข้อในการนำเสนอเรียงดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาและวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยการสำรวจข้อมูลทางด้านจราจร แล้วนำมาสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันได้ เช่น ความล่าช้า ความเร็วที่ใช้บนถนน และระยะเวลาในการเดินทาง

โดยหลังจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 พบว่าบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิในปัจจุบันนั้นมีการสัญจรของยานพาหนะเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว หากเมื่อเปิดสนามบินสุวรรณภูมิระยะที่ 2 แล้ว จะส่งผลทำให้ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวนั้นจะเป็นพื้นที่ที่เกินขีดจำกัดสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะที่จะใช้สัญจร การจราจรจึงติดขัดทำให้เกิดเกิดความล่าช้าไปยังบริเวณใกล้เคียงและเนื่องจากปัญหาสภาพการจราจรติดขัดนั้นส่งผลต่อความสูญเสียทางเศรษฐกิจไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ด้านพลังงาน รวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อจัดการกับปัญหาการจราจรดังกล่าว เพื่อบรรเทาปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัด ได้มีการนำแบบจำลองระดับจุลภาค VISSIM มาใช้จัดการจราจร วิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของรูปแบบทางด้านการจราจร เพื่อลดความล่าช้า และช่วยบรรเทาปัญหาการติดขัดของการจราจรลงได้ จึงมีการนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 โดยการเพิ่มจำนวนช่องจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิ (ขาเข้าชั้น 2 และขาออก ชั้น 4) จากจำนวน 8 ช่องจราจร เป็น 16 ช่องจราจรเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาความหนาแน่นของยวดยานที่เกิดจากจำนวนผู้ใช้บริการที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเพิ่มจำนวนช่องจราจรจำนวนมากนั้นมีสาเหตุมาจากบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารนั้นมีความยาวจำกัดต่างจากสนามบินIncheon International Airport หรือ สนามบิน San Francisco International Airport ที่มีความยาวมากบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยพบว่าผลที่ได้หลังจากการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา คือ ระยะเวลาในการเดินทาง ก่อนการจัดการจราจร มีระยะเวลาในการเดินทางอยู่ที่ 803 วินาที หรือ 13.23 นาที และหลังการจัดการจราจรแล้วมีระยะเวลาในการเดินทางอยู่ที่ 601 วินาที หรือ 10.10 นาที ซึ่งระยะเวลาในการเดินทางลดลงได้ถึง 193 วินาที หรือ 3.13 นาที ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ ก่อนการจัดการจราจร อยู่ที่ 28.20 ก.ม./ชม. และหลังการจัดการจราจรแล้ว อยู่ที่ 34.39 ก.ม./ชม. ซึ่งความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์เพิ่มขึ้นถึง 6.19 ก.ม./ชม. และค่าความหนาแน่นของยวดยานเมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน โดยก่อนการจัดการจราจรมี เปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นถึง 36.38% และหลังการจัดการจราจรมีเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นลดลงถึง 31.81% ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาในการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่ 2 นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ผลสรุปที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในเชิงนโยบายและในส่วนของการวิเคราะห์ได้หลายส่วนโดยแบ่งการนำผลการวิจัยไปใช้ได้ดังนี้

5.2.1 สามารถช่วยในการดำเนินการวางแผนการจัดการจราจรในสนามบินบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2ได้

5.2.2 สามารถเสนอมาตราการจัดการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ

5.2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

5.2.4 สามารถสร้างความพึงพอใจ แก่ผู้มาใช้บริการ

5.2.5 มีส่วนช่วยในการลดการใช้พลังงาน และลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้รถยนต์

5.2.6 สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือในการศึกษานี้ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการใช้วิเคราะห์และประเมินทางเลือกในการจัดการจราจร เนื่องจากสามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ของยวดยานแต่ละคันได้อย่างละเอียด ประเมินผลกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอิทธิพลของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อระบบได้อย่างชัดเจน เหมาะกับการวิเคราะห์สภาพปัญหาการจราจรติดขัดในลักษณะที่สภาพการจราจรมีการแปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา และสามารถแสดงผลสามมิติเพื่อการนำเสนอให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย

จากการทำการวิจัยครั้งนี้แบบจำลองระดับจุลภาคถือเป็นวิธีใหม่ที่วิศวกรได้นำมาเป็นเครื่องมือในการจำลองสภาพการจราจร ซึ่งผลการศึกษาอาจเบี่ยงเบนจากความเป็นจริงได้ เนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านโปรแกรม ผลดังกล่าวย่อมทำให้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นถูกลดความน่าเชื่อถือในคำตอบของแบบจำลองนั้น

อย่างไรก็ตาม อาจยังมีปัจจัยด้านอื่นๆที่มีผลกระทบต่อการติดขัดของกระแสจราจรเพิ่มเติมได้อีก เช่น ความปลอดภัย ทางเดินเท้า การเข้าถึงพื้นที่โดยรอบ และปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลกระทบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] อรอนงค์ กฤตยาเกียรณ์. 2545. “การจัดทำพื้นที่จอดรถสำหรับสนับสนุนโครงการระบบขนส่งมวลชน.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] Cardana, Barros, Seco and Bastos. 2005. “Increasing the Level of Service in 2-lane, 2-way Roads: A Simulation-Based Approach.” Urban Transport. WIT Press; 77.Page 789-795.

[3] Dowling, Skabardonis and Alexiadis. 2004. Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Micro Simulation Modeling Software. Dowling Associates, Inc. CA, USA

[4] L. Yu, X. Chen, T. Wan and J. Guo. 2006. “Calibration of VISSIM for Bus Rapid Transit Systems in Beijing Using GPS Data.” *Journal of Public Transportation*, 9(3). Page 239-257.

[5] M. Fellendof and P. Vortisch. 2001. “Validation of the Microscopic Traffic Flow Model VISSIM in Difference Real-World Situations.” 80th TRB Annual Meeting.

[6] อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ. 2553. “การสำรวจและเสนอแนะแนวทางการจัดกรจราจรบริเวณแยกแคราย.” วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับพิเศษ,การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5. หน้า 357-363.

[7] Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong. 2010. “Analysis of Traffic Management System Alternatives at the Five-Leg Junction (The City Spiritual House) in the Khon Kaen City Using PARAMICS.” 3rd ATRANS Symposium Student Chapter Session, Bangkok. Page 28-38.

[8] ชัยวัฒน์ ใหญ่บก และปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2558. “การวิเคราะห์การจัดการจราจรของชุดทางแยกต่อเนื่อง กรณีศึกษาเทศบาลนครหาดใหญ่.” วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1. หน้า 103-114.

[9] Pitaksringkarn J. and Pitaksrigkran L. 2003. “The Use of Micro-Simulation Modeling in the Comprehensive Transportation Planning Process: San Diego's Experience.” Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol.5. Page 2133-2135.

[10] Oketch T. and Carrick. 2005. “Calibration and Validation of a Micro-Simulation Model in Network Analysis.” Presentation at the TRB Annual Meeting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

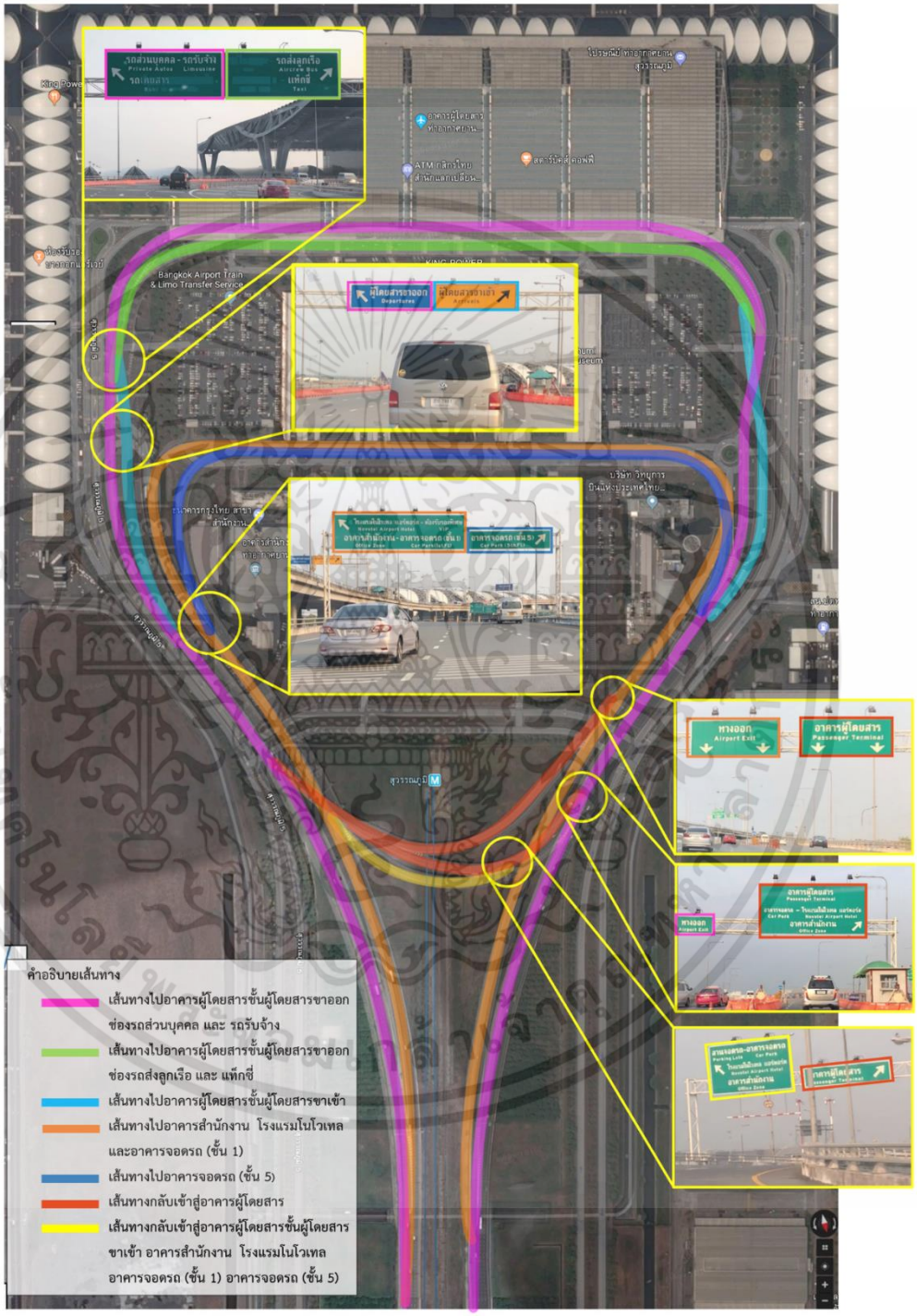
[11] O. Arup and Partners Scotland. 2007. “PARAMICS Model Calibration and Validation.” 4th Properties, Outline Planning Application for Leith Docks Transport Assessment. Page 20-39.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

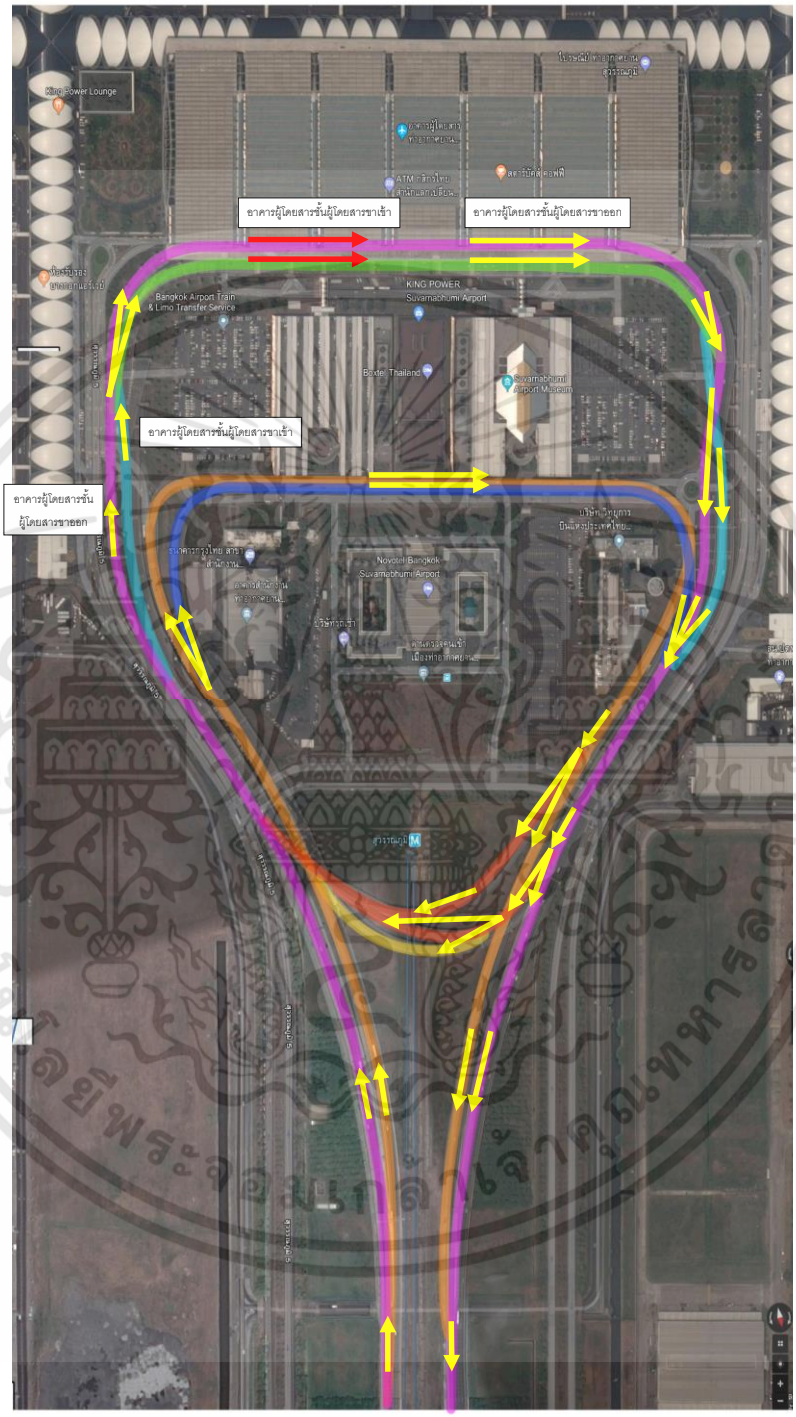
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลด้านการจราจรจากสภาพจริง



รูปที่ ผก.1 ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผก.2 ทิศทางของการจราจร ตำแหน่งที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผก.3 ปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารชั้นที่ 4

รูปที่ ผก.4 ปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค: กรณีศึกษา สนามบินสุวรรณภูมิ

A TRAFFIC MANAGEMENT STUDY FOR A PICK-UP AND DROP-OFF AREA USING TRAFFIC MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF SUVARNABHUMI INTERNATIONAL AIRPORT

ณัฐชยา สวัสดีผล[1,*] จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร[2] และ สกุล ห่อวโนทยาน[3]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: jip_ct32_kmitl@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาและวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยการสำรวจข้อมูลทางด้านจราจร แล้วนำมาสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันได้ เช่น ความล่าช้า ความเร็วที่ใช้บนถนน ความยาวของแถวคอย และระยะเวลาในการเดินทาง การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 ทั้งนี้ผลการศึกษามีประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการจราจรในสนามบินต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การจัดการจราจร, จุดรับส่งผู้โดยสาร, แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค, สนามบินสุวรรณภูมิ

Abstract

This study is intended to increase the efficiency of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport. Traffic data around the terminal was collected. Then using VISSIM, which is a program that can simulate the movement behavior of each vehicle, such as delay, speed used on the road, creates a micro-traffic model. This study has studied and analyzed the comparison between the efficiency of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport and the design of the enhancement of the pick-up point at the passenger terminal within the Suvarnabhumi Airport when opening the 2nd phase. The results of the research can also be applied to other airports for maximum benefits.

Keywords: Traffic Management, Pick-Up, Traffic Micro Simulation, Suvarnabhumi Airport

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ทำให้กรุงเทพมหานครกลายเป็นศูนย์กลางความเจริญในทุกๆด้านของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านการเงินและการลงทุน ด้านการจ้างงาน ด้านการศึกษา ด้านการแพทย์ รวมไปถึงด้านการท่องเที่ยว และการที่มีกิจกรรมทุกรูปแบบให้เลือกทำเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการเดินทางจากทั่วทุกที่มายังกรุงเทพมหานคร ในปัจจุบันการขนส่งทางอากาศจึงเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจากประชาชน เนื่องจากการขนส่งทางอากาศเป็นระบบขนส่งที่สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย กำหนดเวลาการเดินทางได้ค่อนข้างแน่นอน และสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้ จึงทำให้สนามบินสุวรรณภูมิมีปริมาณผู้โดยสารเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พบว่าในปี พ.ศ.2558 มีผู้โดยสารรวมอยู่ที่ 52,384,217 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 55,473,021 คน ในปี พ.ศ.2559 และเพิ่มขึ้นเป็น 59,079,215 คน ในปีพ.ศ.2560 และเพิ่มขึ้นเป็น 62,814,644 คน ในปี พ.ศ.2561 โดยจะก่อให้เกิดความแออัดมากขึ้นตามการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสารและทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่ผู้โดยสาร ซึ่งปัจจุบันสนามบินสุวรรณภูมิกำลังมีการก่อสร้างระยะที่2 ดังรูปที่ 1 เพื่อรองรับการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสาร ดังนั้นการบริหารจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิในปัจจุบันจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับรองรับยวดยานที่จะสัญจรเข้ามายังบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการประยุกต์ใช้โปรแกรม Verkehr In Stadten – SIMulationsmodell (VISSIM) ประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจร เนื่องจากโปรแกรม VISSIM สามารถจำลองการเคลื่อนตัวของยวดยานได้หลายชนิดพร้อมๆกัน สามารถจำลองเหตุการณ์ต่างๆได้ แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติได้ และโปรแกรมยังสามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางด้านการจราจรได้อีกด้วย เช่น ความเร็ว ระยะทาง ความยาวแถวคอย ความล่าช้า และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยวดยานแต่ละคัน เป็นต้น ซึ่งโปรแกรม VISSIM นี้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ จนสามารถนำแบบจำลองที่ได้จากโปรแกรมมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจและทั้งนี้ผลที่ได้จากงานวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอมาตราการจัดการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ โดยการสำรวจข้อมูลทางด้านจราจร แล้วนำมาสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM และวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาพื้นที่และสภาพการจราจร

1.3.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา โดยทำการศึกษารถยนต์ทั่วไป (รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถแท็กซี่ รถเช่า) และรถบัส

1.3.3 เก็บข้อมูลลักษณะกายภาพของถนน และพื้นที่โดยรอบอาคารผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ เก็บข้อมูลเส้นทางการเข้า – ออกบริเวณพื้นที่อาคารผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ เก็บข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง และเก็บข้อมูล-ความเร็วรถ

1.3.4 ใช้โปรแกรม VISSIM ในการจำลองสภาพการจราจรบริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิและพื้นที่ใกล้เคียงให้เหมือนกับสภาพจริง

1.3.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

1.3.6 เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถช่วยในการดำเนินการวางแผนการจัดการจราจรในสนามบินบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2ได้

1.4.2 สามารถเสนอมาตราการจัดการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ

1.4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2กับการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

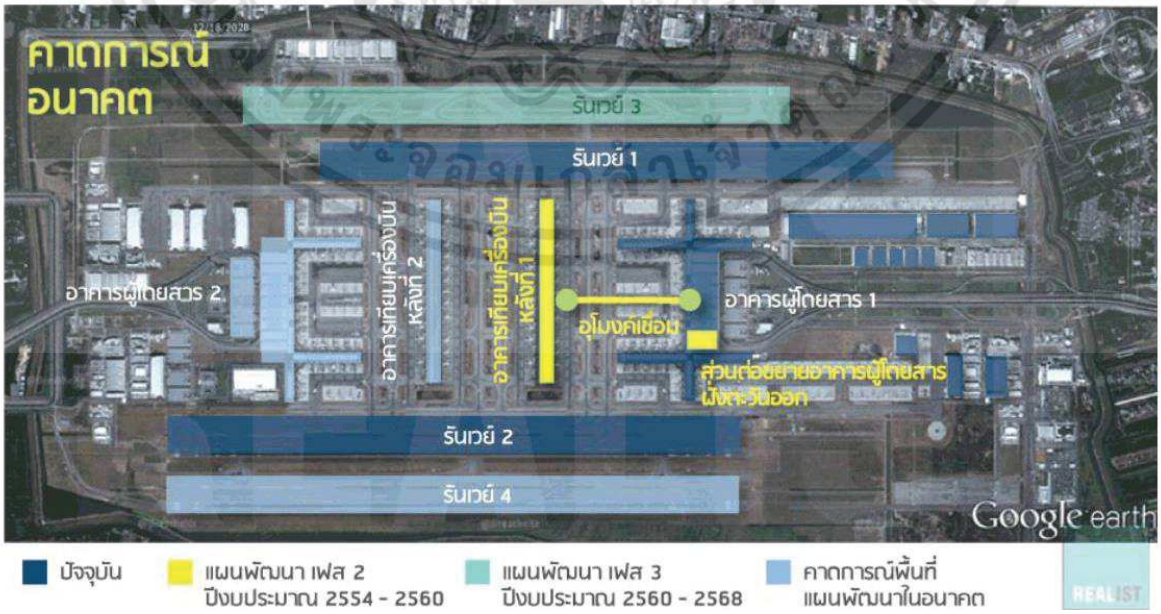
1.4.4 สามารถสร้างความพึงพอใจ แก่ผู้มาใช้บริการ

1.4.5 มีส่วนช่วยในการลดการใช้พลังงาน และลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้รถยนต์

1.4.6 สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับสนามบินอื่นๆได้

2. ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

M. Fellendof and P. Vortisch (2001) [1] ได้ทำการศึกษาถึงระดับความถูกต้องและความสามารถของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (โปรแกรม VISSIM) ในรูปของสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพและลักษณะการไหลของกระแสจราจรที่มี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 แผนพัฒนางานก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ ระยะที่ 2

ลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่ คือ 1. ในพื้นที่ของประเทศเยอรมนี และ2.ในพื้นที่ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผลจากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค(โปรแกรม VISSIM) กับค่าที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่จริงนั้น พบว่าแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้นสามารถจำลองกระแสจราจรที่เกิดขึ้นจริงภายใต้เงื่อนไขของการจราจรที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Dowling, Skabardonis and Alexiadis. (2004) [2] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยสรุปได้ว่า การเลือกใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค จะต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการทำงานของโปรแกรมในการจำลองสภาพจราจรต่างๆ ซึ่งแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคสามารถประยุกต์และพัฒนาในการสร้างทางเลือกได้อย่างหลากหลาย มีความครอบคลุมองค์ประกอบทางด้านจราจรและขนส่ง นอกจากนั้นยังสามารถแสดงตัวชี้วัดที่มีความละเอียด และยังสามารถแสดงได้ถึงพฤติกรรมในการขับขี่ของผู้ขับขี่แต่ละคัน แต่ควรมีการศึกษาถึงความสามารถในการทำงานของโปรแกรมแต่ละโปรแกรม และควรมีการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยละเอียดก่อนเลือกใช้งาน

Oketch T. and Carrick. (2005) [3] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการสอบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากจำนวนที่เก็บจากการสำรวจภาคสนามและที่ได้จากแบบจำลอง โดยจะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักทางสถิติ หรือที่เรียกโดยย่อว่า GEH โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งโดยทั่วไปการสอบเทียบแบบจำลองนั้นจะใช้ค่าปริมาณจราจรบนช่วงถนนหรือปริมาณจราจรที่บริเวณทางแยก ส่วนการตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและค่าความยาวแถวคอย

Cardana, Barros, Seco and Bastos. (2005) [4] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบทาง โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ซึ่งใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงระดับการให้บริการของถนน 2 ช่องจราจร โดยมีการจำลองสภาพการจราจรทางด้านความเร็ว และด้านปริมาณจราจร เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงทางด้านการจราจรจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถนน ซึ่งพบได้ว่า การใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคนั้น สามารถช่วยในการหาลักษณะที่เหมาะสมในการออกแบบทางหรือการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถนนได้ ทำให้สรุปได้ว่าแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้น สามารถใช้ในการประเมินและประมวลผลกระทบจากปริมาณจราจรและสภาพจราจรที่มีต่อความจุและระดับการให้บริการของแนวเส้นทาง ซึ่งทั้งระดับปริมาณจราจร ความจุของถนน และระดับการให้บริการของถนนนั้น เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบทางด้านงานทางทั้งสิ้น

2.1 พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรคือบริเวณหรือพื้นที่ที่เป็นจุดรวมของระบบขนส่ง และโครงข่ายถนนต่างๆที่มาบรรจบกัน เพื่อรองรับการเดินทางของผู้คน ที่ส่งผลให้บริเวณพื้นที่ดังกล่าว เป็นบริเวณที่มีการสัญจรกันอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดการรวมกลุ่มกันของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งความสำคัญของพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรนั้น ได้มีการกล่าวถึง ดังนี้

- Streering Group (1963) ได้กล่าวถึง หลักการพื้นฐานของพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร โดยอธิบายว่า ระบบขนส่งจะเป็นตัวเชื่อมกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรขึ้น เช่น การรวมกลุ่มเพื่อนันทนาการ การขนส่งผู้โดยสาร การค้า-การบริการ และการบริการเคลื่อนที่ต่างๆ
- Brian Richards (1967) ได้กล่าวถึง พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรของระบบขนส่งสาธารณะว่า ตามหลักแนวคิดของโครงข่ายการขนส่งนั้น จะหลีกเลี่ยงความจำเป็นในการเปลี่ยนถ่ายหรือจำกัดจุดในการเชื่อมต่อ แต่ในทางปฏิบัติจริงการเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารในเมืองเป็นไปได้มาก โดยเฉพาะในเมืองขนาดใหญ่ โดย 50 เปอร์เซ็นต์ ของการเดินทางมักต้องการพื้นที่เปลี่ยนถ่ายของระบบขนส่งสาธารณะ
- Brian J.L. Berry (1967) ได้กล่าวว่า พื้นที่ที่มีการเข้าถึงได้อย่างสะดวก จะเป็นพื้นที่ที่มีสินค้า และบริการต่างๆ ส่งผลให้เป็นพื้นที่ที่สามารถให้บริการแก่ประชากรที่เข้ามาในพื้นที่ จนทำให้กลายเป็นพื้นที่ศูนย์กลาง (Central Place) หรือพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรนั่นเอง
- Murphy (1968) ได้กล่าวไว้ว่า พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญหากโครงข่ายการคมนาคม และระบบขนส่งต่างๆ มีการสัญจรกันอย่างหนาแน่น โดยปราศจากพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจรที่มีศักยภาพรองรับโครงข่ายคมนาคมและระบบขนส่ง จะส่งผลให้ไม่เกิดการเชื่อมโยงที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม ของพื้นที่โดยรอบ

2.2 การพัฒนาพื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร

พื้นที่เปลี่ยนถ่ายการสัญจร เป็นพื้นที่ที่มีการรวมกันของกิจกรรมหลักๆ ได้แก่ กิจกรรมในด้านการค้า ที่อยู่อาศัย และกิจกรรมในการเปลี่ยนถ่ายการสัญจร ซึ่งกิจกรรมทั้งสองรูปแบบจะมีความสัมพันธ์ต่อกัน ก่อให้เกิดการขยายตัวของแหล่งเศรษฐกิจ การขยายตัวของเมืองก่อให้เกิดความหลากหลายในการขนส่ง เป็นแหล่งรวมของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งเป็นการสนับสนุนในการพัฒนาระบบขนส่ง เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางให้สามารถครอบคลุมและมีการใช้งานพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจร

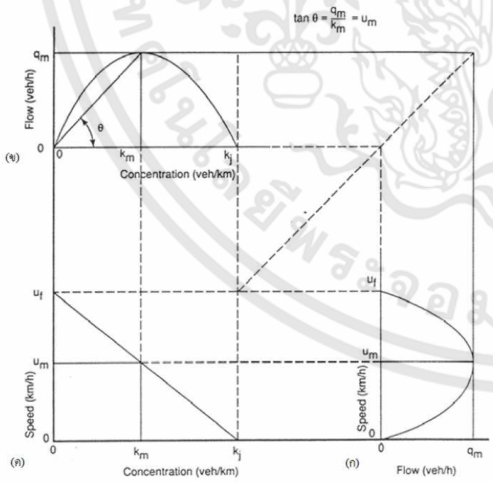
ในการศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกระแสจราจรนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจลักษณะพื้นฐานของสภาพการจราจร ซึ่งสามารถทำได้โดยการกำหนดตัวแปรที่เหมาะสม สำหรับใช้อธิบายถึงลักษณะพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในกระแสจราจร ตัวแปรที่นิยมใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจร ได้แก่ ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic Volume and Rate of Flow) ความเร็ว (Speed) ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time) ความหนาแน่น (Density) ระยะห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Spacing) และช่วงห่าง (Headway) ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยในด้านการวางแผน (Planning) การออกแบบ (Designing) และในด้านการประเมินประสิทธิภาพ (Evaluating the Effectiveness)

2.4 ความสัมพันธ์พื้นฐานของกระแสจราจร

ในการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของกระแสจราจรนั้น ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันในกระแสจราจรคือ ปริมาณจราจร (Volume) ความเร็ว (Speed) และความหนาแน่น (Density) [5] (ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร (Volume) กับความเร็ว (Speed) ภายใต้สภาพการไหลที่ไม่มีการขัดจังหวะจากปัจจัยภายนอก อย่างเช่น บริเวณทางแยก บริเวณสัญญาณไฟจราจร จะพบว่าเมื่อความเร็วมีค่าลดลง ค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลมีค่ามากที่สุดแล้ว ค่าความเร็วและค่าการไหลจะลดลง เหลือเพียงค่าความหนาแน่นเท่านั้นที่ยังคงเพิ่มขึ้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณจราจร (Volume) กับค่าความหนาแน่น (Density) โดยทั่วไปแล้ว เมื่อค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลเพิ่มมากขึ้น ค่าความหนาแน่นก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย จนกระทั่งถึงจุดความหนาแน่นวิกฤติ (Critical Density) หรือค่าการไหลสูงสุด ค่าปริมาณจราจรหรือค่าการไหลก็จะลดลง แม้ว่าค่าความหนาแน่น จะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปก็ตาม โดยเมื่อไม่มีการไหลของกระแสจราจรแล้ว จะแสดงว่ามีค่าความหนาแน่นสูงสุด ซึ่งเรียกว่า ความหนาแน่นแออัด (Jam density) และในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (Speed) กับความหนาแน่น (Density) นั้น โดยปกติค่าความเร็วจะลดลง เมื่อค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งค่าความเร็วของกระแสจราจรมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อถึงจุดความหนาแน่นแออัด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ของกระแสจราจร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร (Volume) ความเร็ว(Speed) และความหนาแน่น (Density) ของกระแสจราจร [5]

ที่มา ดัดแปลงจาก May (1990)

3. วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา

3.1 การเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลทำให้ผู้วิจัยพบว่าในปัจจุบันการขนส่งทางอากาศเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจากประชาชน จึงทำให้สนามบินสุวรรณภูมิมีปริมาณผู้โดยสารเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจะก่อให้เกิดความแออัดมากขึ้นตามการขยายตัวของปริมาณผู้โดยสารและทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่ผู้โดยสาร ดังรูปที่ 3 การบริหารจัดการจราจรบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินจึงเป็นสิ่งจำเป็น ด้วยเหตุนี้สนามบินสุวรรณภูมิจึงเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยให้ความสนใจเป็นอย่างมากและเลือกที่จะศึกษาและเก็บข้อมูลมาสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ผล โดยทำการศึกษาในเวลา 09.00น. - 17.00น. และเลือกช่วงเวลา 15.00น. - 16.00น.นำมาใช้วิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารมากที่สุด

(ก) ปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารชั้นที่ 4

(ข) ปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสาร ชั้นที่ 2

รูปที่ 3 ปริมาณจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสาร

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลที่สำรวจมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพในบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ โดยข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจดังรูปที่ 4 มีดังนี้

- ข้อมูลลักษณะกายภาพของถนน และพื้นที่โดยรอบอาคารผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ

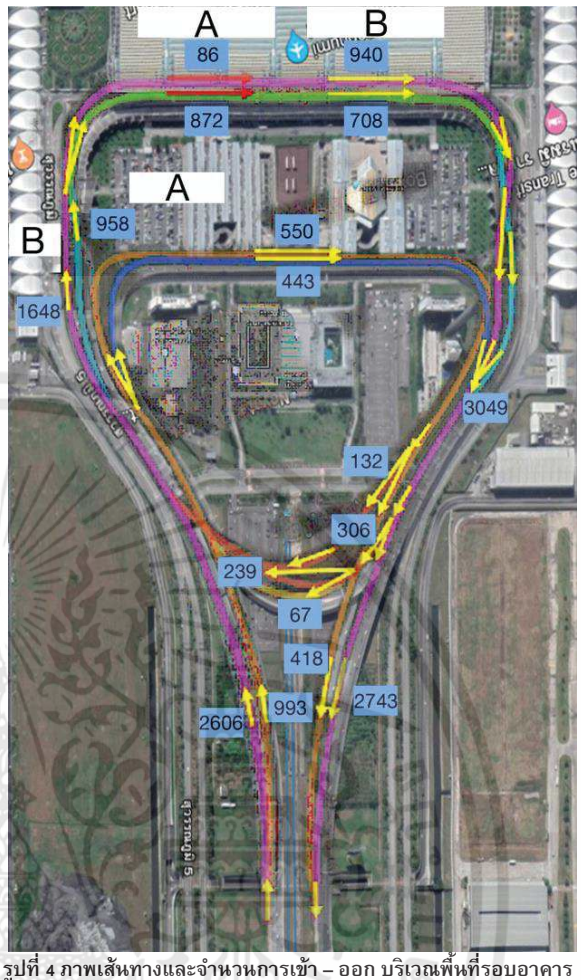
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลเส้นทางการเข้า – ออก บริเวณพื้นที่อาคารผู้โดยสารของสนามบินสุวรรณภูมิ
- ข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง
- ความยาวแถวคอย
- ความเร็วรถ

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร

เส้นทาง	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน 15.00น. - 16.00น. (คัน/ชั่วโมง)		
	รถยนต์	รถ TAXI	รถบัส
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก	918	708	22
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า	848	86	24
เส้นทางไปอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลและอาคารจอดรถ (ชั้น 1)	502	36	12
เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5)	411	32	0
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสาร	344	11	16
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลอาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5)	59	5	3



รูปที่ 4 ภาพเส้นทางและจำนวนการเข้า – ออก บริเวณพื้นที่รอบอาคารผู้โดยสาร (A : อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า, B : อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก)

3.3 การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพสภาพจราจรระดับจุลภาค

3.3.1 การนำเข้าภาพพื้นหลัง

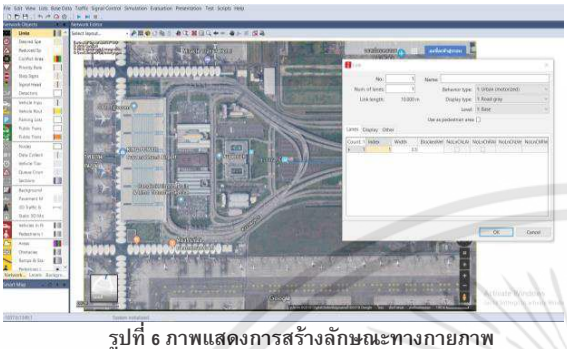
โดยการนำภาพถ่ายทางอากาศจากโปรแกรม Google Earth ไปปรับมาตราส่วนในโปรแกรม Auto Cad จากนั้นนำไฟล์(.dwg) เข้าสู่โปรแกรม VISSIM ซึ่งจะได้ภาพพื้นหลังเพื่อสร้างลักษณะทางกาย

รูปที่ 5 ภาพแสดงการนำเข้าภาพพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.□2 การสร้างลักษณะทางกายภาพ

การสร้างลักษณะทางกายภาพเริ่มโดยการใช้คำสั่ง Links ซึ่งจำเป็นต้องใส่ข้อมูลทางกายภาพที่ได้จากการสำรวจลงไปในโปรแกรม เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร เป็นต้น การเชื่อมถนนแต่ละเส้นเข้าด้วยกันจะต้องใช้คำสั่ง Connector



รูปที่ 6 ภาพแสดงการสร้างลักษณะทางกายภาพ

□3.3 ข้อมูลปริมาณจราจร

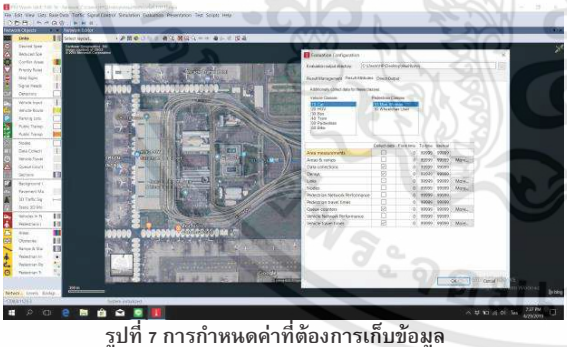
กำหนดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลลงในโปรแกรม ได้แก่ กำหนดเส้นทางจราจร ปริมาณจราจร ความเร็วของรถ ลักษณะการวิ่ง และตั้งค่าการชะลอรถบริเวณทางแยก

3.3.4 การกำหนดความเร็วของผู้ใช้ถนน

กำหนดความเร็วของผู้ใช้งานถนนของถนนแต่ละเส้น ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลมา โดยข้อมูลที่ได้มานั้นจะถูกนำมาเขียนในรูปของเปอร์เซ็นต์และเปอเซ็นต์สะสม

3.3.5 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล

กำหนดคำสั่งในการเก็บข้อมูลต่าง ๆที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น ค่าปริมาณจราจร ระยะเวลาในการเดินทาง ค่าความหนาแน่น เป็นต้น



รูปที่ 7 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล

3.3.7 การประมวลผลแบบจำลอง

เป็นขั้นตอนในการดำเนินแบบจำลองเพื่อหาค่าต่าง ๆที่ต้องการวิเคราะห์

3.3.8 การปรับเทียบและทวนสอบแบบจำลอง

ตรวจสอบแบบจำลองเพื่อทำการวัดค่าความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น และทำการปรับแก้ในส่วนของข้อมูลที่ส่งผลให้พฤติกรรมการขับขี่ในแบบจำลองคลาดเคลื่อนไป

ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง

ตัวชี้วัดการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ	เป้าหมายการปรับเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH<5	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการปรับเทียบ
เวลาในการเดินทาง	±15% (หรือไม่เกิน 60 วินาที ถ้ามีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการปรับเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20%	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการปรับเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20% (หรือ ±5 คัน เมื่อ ความยาวแถวคอยที่ สำรวจไม่เกิน 10 คัน หรือ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการปรับเทียบ

GEH (Geoffrey E. Havers (1970)) เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณในงานด้านวิศวกรรมจราจร เป็นการคาดการณ์ปริมาณจราจร และแบบจำลองด้านการจราจร โดยสมการ GEH ได้มาจากชื่อของ Geoffrey E.Havers โดยค่า GEH พัฒนามาจากหลักการทางสถิติที่เรียกว่า ไค-สแควร์ (Chi-Squared) ซึ่งรวมเอาทั้งความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรและความแตกต่างสัมบูรณ์ โดยกระบวนการดังกล่าวได้อ้างอิงมาและมีการพัฒนาต่อมาโดย UKs Design Manual for Roads and Bridges (DMRB Vol. 12 Traffic Appraisal in Urban Areas(1996)) ซึ่งนำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณจากการประมวลผลในแบบจำลองและค่าที่ได้จากการสำรวจจริงจราจรใน 1 ชั่วโมงเท่านั้น (หากใช้ปริมาณจราจรมากกว่าหรือน้อยกว่า1 ชั่วโมง ต้องแปลงให้เทียบเท่า 1 ชั่วโมง) โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณค่า GEH ดังแสดงในสมการที่ 1

$$GEH = \sqrt{\frac{(simulate - observed)^2}{0.5(simulate + observed)}} \quad (1)$$

เมื่อ Simulated คือ ค่าที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากสำรวจจริง

ค่าของ GEH ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องและคุณภาพของข้อมูลสามารถพิจารณาดังนี้

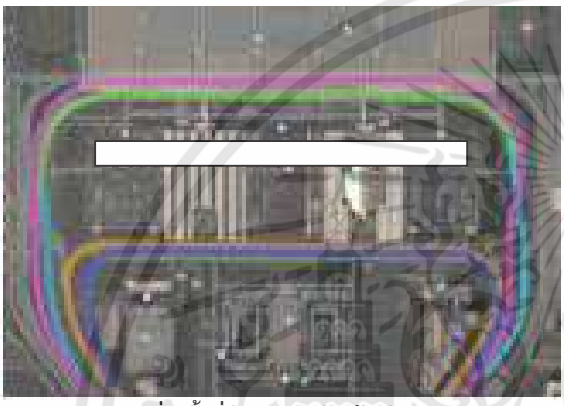
- ค่า GEH < 5.0 แสดงว่าการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณามีความสอดคล้องอย่างดีกับผลการสำรวจจริงในภาคสนาม
- ค่า 5 < GEH < 10 ต้องมีการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณามีความสอดคล้องอย่างดีกับผลการสำรวจจริงในภาคสนามใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่า 10 < GEH แสดงว่าการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณาไม่มีความสอดคล้องกับผลการสำรวจจริงในภาคสนาม

4. ผลการศึกษา

หลังจากที่ได้ทำการสอบเทียบแล้วนั้น ได้วิเคราะห์เพื่อออกแบบการจัดการจราจรเพื่อลดปัญหาการจราจรที่ติดให้น้อยลงโดยการเพิ่มจำนวนช่องจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ (ขาเข้าชั้น 2 และขาออก ชั้น 4) จากจำนวน8 ช่องจราจร เป็น 16 ช่องจราจร โดยการแยกรถยนต์ส่วนบุคคลออกมาวิ่งใน 8 ช่องจราจรที่ได้ออกแบบก่อสร้างเพิ่มเติม



รูปที่ 8 พื้นที่ว่างสำหรับก่อสร้างช่องจราจร

จากการสำรวจปริมาณจราจรในปัจจุบัน ดังตารางที่ 3 พบว่าปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเวลา15.00น. - 16.00น. มีปริมาณจราจรรวมสูงถึง 4037 (คัน/ชั่วโมง) และเมื่อสนามบินสุวรรณภูมิเปิดระยะที่2 จะมีปริมาณจราจร ดังตารางที่ 4 รวมสูงถึง 5504 (คัน/ชั่วโมง) โดยมีเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นถึง 36.38% จึงได้ทำการวิเคราะห์และเสนอแนวทางแก้ไขโดยการเพิ่มจำนวนช่องจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ (ขาเข้าชั้น 2 และขาออก ชั้น 4) เพื่อลดค่าความหนาแน่นลง ดังตารางที่ 5 ซึ่งผลที่ได้คือมีเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นลดลงถึง 31.81%

ตารางที่ 3 ปริมาณจราจรในปัจจุบัน

เส้นทาง	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน 15.00น. - 16.00น. (คัน/ชั่วโมง)		
	รถยนต์	รถ TAXI	รถบัส
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก	918	708	22
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า	848	86	24
เส้นทางไปอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลและอาคารจอดรถ (ชั้น 1)	502	36	12
เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5)	411	32	0
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสาร	344	11	16
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลอาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5)	59	5	3

ตารางที่ 4 ปริมาณจราจรหลังจากสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2

เส้นทาง	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน 15.00น. - 16.00น. (คัน/ชั่วโมง)		
	รถยนต์	รถ TAXI	รถบัส
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก	1252	965	30
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า	1156	117	33
เส้นทางไปอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลและอาคารจอดรถ (ชั้น 1)	684	49	16
เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5)	560	44	0
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสาร	469	15	22
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลอาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5)	80	7	4

ตารางที่ 5 ปริมาณจราจรหลังจากสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 หลังปรับปรุง

เส้นทาง	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน 15.00น. - 16.00น. (คัน/ชั่วโมง)		
	รถยนต์	รถ TAXI	รถบัส
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก	0	965	30
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า	0	117	33
เส้นทางไปอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลและอาคารจอดรถ (ชั้น 1)	684	49	16
เส้นทางไปอาคารจอดรถ (ชั้น 5)	560	44	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสาร	469	15	22
เส้นทางกลับเข้าสู่อาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้าอาคารสำนักงานโรงแรมโนโวเทลอาคารจอดรถ (ชั้น 1) อาคารจอดรถ (ชั้น 5)	80	7	4
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาออก (ก่อสร้างเพิ่มเติม)	1252	0	0
เส้นทางไปอาคารผู้โดยสารชั้นผู้โดยสารขาเข้า (ก่อสร้างเพิ่มเติม)	1156	0	0

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นก่อนและหลังปรับปรุง

	เปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่น
ก่อนปรับปรุง	+36.38
หลังปรับปรุง	-31.81

5. บทสรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ประเมินประสิทธิภาพ และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาบริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่2 จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มจำนวนช่องจราจรที่บริเวณหน้าอาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิ (ขาเข้าชั้น 2 และขาออก ชั้น 4) จากจำนวน8 ช่องจราจร เป็น 16 ช่องจราจรเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาความหนาแน่นของยวดยานที่เกิดจากจำนวนผู้ใช้บริการที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าผลที่ได้หลังจากการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา คือค่าความหนาแน่นของยวดยานเฉลี่ยลดลงถึง ร้อยละ 31.81 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาในการเพิ่มประสิทธิภาพจุดรับส่งผู้โดยสารที่อาคารผู้โดยสารภายในสนามบินสุวรรณภูมิเมื่อเปิดระยะที่ 2 นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ทางผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคารและรศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณบริษัท เอสทูอาร์ คอนซัลติ้ง จำกัด ที่ให้คำปรึกษาเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ที่อนุญาตให้เข้าสำรวจและเก็บข้อมูลต่างๆภายในสนามบินสุวรรณภูมิ ขอขอบคุณคุณชาดา ทีราโมโต ,คุณธนาคาร นาคสินธุ์ ผู้ให้คำปรึกษาในการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค คุณหฤทัสถ์ พ่อบาล คุณสุวรรณา กรึงชัง คุณณัฐชา สวัสดีผล ที่มีส่วนช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

[1] M. Fellendof and P. Vortisch. 2001. “Validation of the Microscopic Traffic Flow Model VISSIM in Difference Real-World Situations.” 80th TRB Annual Meeting.

[2] Dowling, Skabardonis and Alexiadis. 2004. Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Micro Simulation Modeling Software. Dowling Associates, Inc. CA, USA

[3] Oketch T. and Carrick. 2005. “Calibration and Validation of a Micro-Simulation Model in Network Analysis.” Presentation at the TRB Annual Meeting.

[4] Cardana, Barros, Seco and Bastos. 2005. “Increasing the Level of Service in 2-lane, 2-way Roads: A Simulation-Based Approach.” Urban Transport. WIT Press; 77.Page 789-795.

[5] สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. 2551. วิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา วิศวกรรมขนส่ง (Transportation Engineering) ชลบุรี : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวณัฐชยา สวัสดีผล
วัน เดือน ปี เกิด	09 ธันวาคม 2533
ที่อยู่	587-589 ถนน ไกรเพชร ตำบล หน้าเมือง อำเภอ เมืองราชบุรี จ.ราชบุรี 70000
ประวัติการศึกษา	2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี จังหวัดราชบุรี 2557 ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1. การวางแผนและการจัดการทางด้านวิศวกรรมจราจร 2. การวิเคราะห์สภาพจราจร โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค 3. การเก็บข้อมูลจราจร
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ พ.ศ.2562	ณัฐชยา สวัสดีผล ,ผศ.ดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร และรศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน “A Traffic Management Study for A Pick-Up and Drop-Off Area Using Traffic Micro Simulation Modeling Technique: A Case Study of Suvarnabhumi International Airport” การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติครั้งที่ 24 วันที่ 10 – 12 กรกฎาคม 2562 ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อ.เมือง จ.อุดรธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้