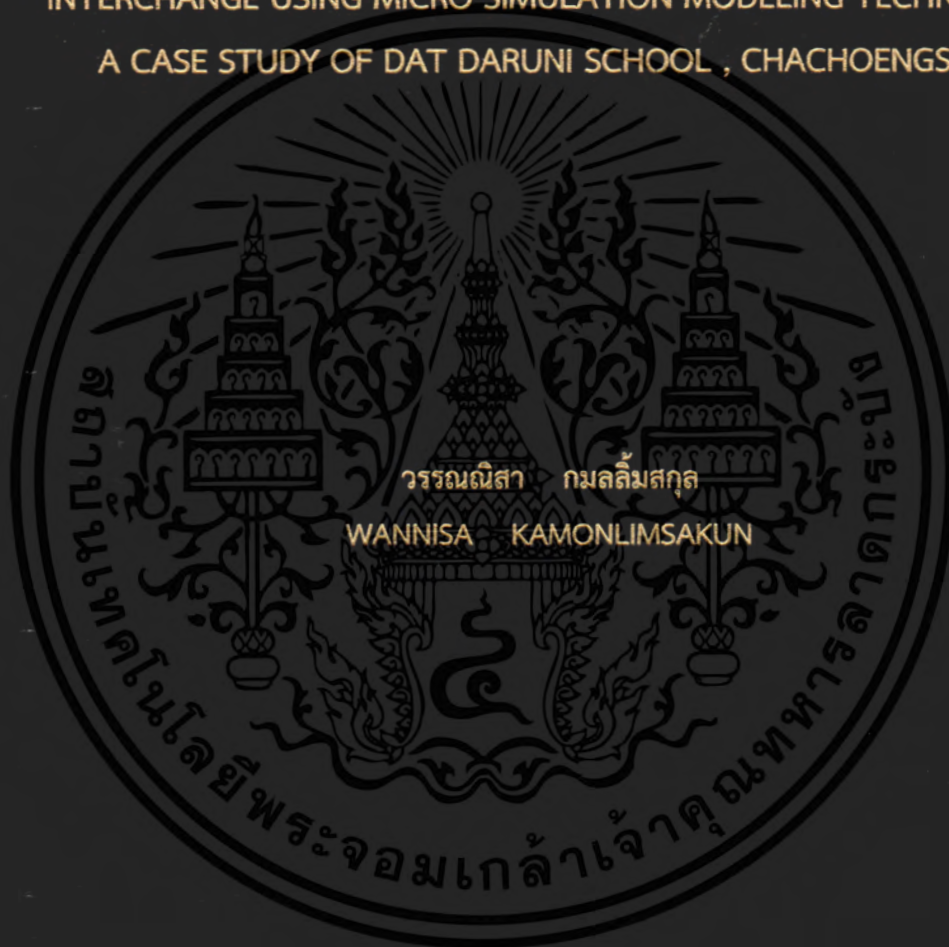


การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับ
โดยแบบจำลองจราจรระดับจุลภาค : กรณีศึกษาแยกหน้าโรงเรียนตัดครุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา

TRAFFIC OPERATIONAL ANALYSIS OF CONTINUOUS FLOW URBAN
INTERCHANGE USING MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE :
A CASE STUDY OF DAT DARUNI SCHOOL , CHACHOENGSAO



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-EN-M-093-130

การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับ
โดยแบบจำลองจราจรระดับจุลภาค : กรณีศึกษาแยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา

TRAFFIC OPERATIONAL ANALYSIS OF CONTINUOUS FLOW URBAN
INTERCHANGE USING MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE :
A CASE STUDY OF DAT DARUNI SCHOOL , CHACHOENGSAO



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-EN-M-093-130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRAFFIC OPERATIONAL ANALYSIS OF CONTINUOUS FLOW URBAN
INTERCHANGE USING MICRO SIMULATION MODELING TECHNIQUE :
A CASE STUDY OF DAT DARUNI SCHOOL , CHACHOENGSAO



WANNISA KAMONLIMSAKUN

A THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-EN-M-093-130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับโดย
แบบจำลองจราจร ระดับจุลภาค : กรณีศึกษาแยกหน้า โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา

Thesis Title Traffic Operational Analysis of Continuous Flow Urban Interchange using
Micro Simulation Modeling Technique : A Case Study of Dat Daruni School ,
Chachoengsao

นักศึกษา นางสาววรรณนิสา กมลลิมสกุล






รหัสประจำตัว 56601227

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2018-EN-M-093-130

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ลัดดา	ต้นวานิชกุล	
ผศ.ดร.ภาสกร	ชั้นทองทิพย์	
ผศ.ดร.อาทิตย์	เพชรศศิธร	
ดร.ปรีดา	จาดูรพงศ์	
ดร.จรัส	พิทักษ์ศฤงคาร	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 เวลา 10.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุม 3 ชั้น 5 อาคาร A

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ ขอสงวนสิทธิ์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องแจ้งให้เจ้าของเอกสารทราบดีก่อนนำออกไปใช้

ณ วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับโดยแบบจำลองจราจร ระดับจุลภาค : กรณีศึกษาแยกหน้าโรงเรียนตัดตรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา
นักศึกษา	นางสาววรรณณิศา กมลลิมสกุล
รหัสนักศึกษา	56601227
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องแก้ไข จึงได้มีการประยุกต์ทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (CFI) เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมือง SPUI (Single-Point Urban Interchange) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ซึ่งวิธีการนี้สามารถแก้ปัญหาการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการสร้างสะพานข้ามแยกเพียงอย่างเดียว งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงสภาพจราจรบริเวณทางแยกหน้าโรงเรียนตัดตรุณี ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง (Single-Point Urban Interchange : SPUI) ปัจจุบันได้ประสบปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน จึงจะทำการปรับปรุงทางแยกนี้ให้เป็นทางแยกแบบผสมผสานระหว่างทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง(Single-Point Urban Interchange : SPUI) กับทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพจราจรในปัจจุบันกับสภาพจราจรหลังการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection)แล้ว โดยจะทำการเปรียบเทียบกันในเรื่องของความยาวแถวคอย ความล่าช้าในการเดินทาง ความเร็วรถ และระยะเวลาในการเดินทาง โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาและสร้างแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค ซึ่งการออกแบบทางแยกแบบนี้ จะเป็นการช่วยลดจุดติดบริเวณทางแยกหลักเพื่อลดปัญหาสภาพจราจรติดขัดที่เกิดขึ้นให้น้อยลงได้ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงทางแยกเพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกและเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยกได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Traffic operational analysis of Continuous Flow Urban Interchange using Micro Simulation Modeling Technique : A case study of Dat Daruni school , Chachoengsao
Student	Miss. Wannisa Kamonlimsakun
Student ID.	56601227
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2018
Thesis Advisor	Dr. Jumrus Pitaksaringkarn

ABSTRACT

At present, the traffic jams at intersection, it is another issue that needed to be resolved urgently. Therefore, the application of the Continuous Flow Intersection (CFI) to the Single-Point Urban Interchange (SPUI), also called the Continuous Flow Urban Intersection (CFUI). This could solve problem of the traffic jams effectively than building the Single-Point Urban Interchange alone. This research aims to improve traffic flow at the intersection of Dat Daruni School. This area is a Single-Point Urban Interchange. Now, the area is the problem of traffic jams during rush hour. Therefore, it will improve this intersection from Single-Point Urban Interchange (SPUI) to the continuous flow Intersection (CFI), also called the Continuous Flow Urban Intersection (CFUI). For make a comparison between the current traffic conditions and traffic after the improve is the Continuous Flow Urban Intersection (CFUI) ago. It is comparable in terms of queue, delay, speed and travel time by using micro – simulation. The design of this intersection. To reduce main intersection point and reduce the traffic problems. However, This results of the study can be used as a guide to improve the intersection for solve traffic jams at intersections and increase the efficiency of the intersection in the future.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อาจไม่สำเร็จล่วงไปด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย อันดับแรกผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง คอยอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจเสมอมา ทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบริษัท เอสทูอาร์ คอนซัลติ้ง จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปการะในการเก็บข้อมูลและโปรแกรม vissim ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆทุกท่าน ที่คอยชี้แนะ ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี

วรรณนิสา กมลลัมสุกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	4
2.1 การสำรวจข้อมูลจราจร.....	4
2.2 ระยะเวลาขับรถ.....	11
2.3 ความยาวแถวคอย.....	12
2.4 ทางแยกลักษณะต่างๆ.....	12
2.5 การจำลองสภาพการจราจร.....	24
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดย.....	34
ใช้โปรแกรม VISSIM	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV ภาษาอังกฤษถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
3.1 สรุปลำดับขั้นตอนในการศึกษา.....	44
3.2 การเลือกพื้นที่ทำการศึกษา.....	45
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	47
3.4 การสร้างและพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาค.....	50
3.5 การตรวจสอบความถูกต้องในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค....	71
3.6 การสอบเทียบและทวนแบบจำลอง.....	72
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	74
4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน.....	74
4.2 ข้อมูลปริมาณการจราจร.....	76
4.3 ผลการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	78
4.4 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการจำลองสภาพจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	92
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	92
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	97
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	98
ภาคผนวก ก ข้อมูลด้านการจราจรสภาพจริง.....	100
ภาคผนวก ข ข้อมูลด้านการจราจรจากแบบจำลอง VISSIM.....	118
ภาคผนวก ค ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่.....	143
ประวัติผู้เขียน.....	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และวางอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	สรุปลักษณะต่างๆของทางแยกต่างระดับ.....21
2.2	ผลการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกของ SPUI และการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI.....23
2.3	การเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, VISSIM และ SimTraffic จากการศึกษา ของ Kaseko.....30
2.4	การเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, Paramics และ VISSIM จากการศึกษา Choa et al.....31
2.5	เกณฑ์ในการทวนสอบแบบจำลองสภาพการจราจรในการศึกษาของ Choa et al.....33
2.6	การเปรียบเทียบโปรแกรม CORSIM, VISSIM, Paramics และ Simtraffic จากการศึกษาของAhmed.....38
2.7	กลุ่มของค่าตัวแปรที่ใช้ในการสอบเทียบในการศึกษาของ Ahmed.....40
3.1	เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง.....72
4.1	ประเภทยานพาหนะที่ทำการสำรวจและ Passenger Car Equivalent Factor.....74
4.2	ปริมาณจราจรช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเร่งด่วนเย็น.....75
4.3	ผลการปรับเทียบแบบจำลอง.....77
4.4	ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....78
4.5	ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรก่อนและหลังปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า.....81
4.6	ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรก่อนและหลังปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น.....82
4.7	แสดงความเร็วเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุง ในช่วงเร่งด่วนเช้า.....83
4.8	แสดงความเร็วเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น.....83
4.9	แสดงความล่าช้าเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า.....84
4.10	แสดงความล่าช้าเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น.....85
4.11	แสดงค่าความยาวแถวคอยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า.....87
4.12	แสดงค่าความยาวแถวคอยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น.....88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (ไม่ขึ้นสะพาน) ในช่วงเร่งด่วนเช้า.....	89
4.14 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (ไม่ขึ้นสะพาน) ในช่วงเร่งด่วนเย็น.....	89



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องนับจำนวนสะสม (Accumulating hand counter).....	5
2.2	เครื่องนับยวดยานบริเวณทางแยก.....	6
2.3	เครื่องนับแบบท่อความดัน (Pneumatic road tube).....	6
2.4	การติดตั้งอุปกรณ์นับรถแบบท่อความดัน.....	7
2.5	เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก (Magnetic loop detector).....	9
2.6	การติดตั้งเครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก.....	9
2.7	การดำเนินการของ CFI.....	13
2.8	การดำเนินการของ CFI.....	13
2.9	ลักษณะการดำเนินการของ CFI.....	14
2.10	ลักษณะการดำเนินการของ CFI.....	14
2.11	ลักษณะการดำเนินการของ CFI.....	15
2.12	ปริมาณจราจรที่รองรับได้ของทางแยกในลักษณะทั่วไปและทางแยกรูปแบบCFI.....	16
2.13	รูปแบบ PFI (ซ้าย) และ USC (ขวา) ที่ออกแบบในการศึกษาของCheong.....	16
2.14	ค่าความล่าช้าเฉลี่ยในเงื่อนไขปริมาณจราจรที่ทางแยกสมมูลกัน.....	17
2.15	ความล่าช้าเฉลี่ยในเงื่อนไขปริมาณจราจรที่ทางแยกไม่สมมูลกัน.....	18
2.16	ทางแยกต่างระดับแบบยกข้ามทางแยก (Overpass หรือ Flyover).....	19
2.17	ทางแยกต่างระดับแบบทางลอดผ่าน (Underpass).....	19
2.18	รูปแบบการดำเนินการของ SPUI.....	22
2.19	รูปแบบการดำเนินการของ SPUI และการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI.....	23
2.20	เปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ถูกต้องพัฒนาขึ้น โดยใช้โปรแกรม VISSIM ที่มีความยาวของ Time Step เท่ากับ 1.0 และ 0.1 วินาที.....	35
2.21	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหลของกระแสจราจรบน Autobahn ขนาด 2 ช่องจราจร ที่ได้จากการสำรวจ (ด้านซ้าย) และที่ได้การจำลอง สภาพการจราจร (ด้านขวา)	35
2.22	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหลของกระแสจราจรบน Freeway ขนาด 5 ช่องจราจร ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้จากการสำรวจ (ด้านซ้าย) และการจำลอง (ด้านขวา).....	36
2.23	การกระจายตัวของความเร็วที่ต้องการใช้ในการขับเคลื่อนถนนสายหลัก.....	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงขั้นตอนในการทำงานวิจัย.....	44
3.2	แสดงพื้นที่บริเวณทางแยกหน้าโรงเรียนตัดตฤณี.....	45
3.3	แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนฉะเชิงเทรา-บางน้ำเปรี้ยว)	46
3.4	แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนมรุพงษ์)	46
3.5	แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนสุขประยูร)	46
3.6	แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนมหาจักรพรรดิ)	47
3.7	การเก็บข้อมูลทางกายภาพถนนโดยใช้ล้อวัดระยะ.....	47
3.8	การเก็บปริมาณจราจรโดยการบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ.....	48
3.9	การเก็บข้อมูลความเร็วรถโดยใช้ Radar gun.....	48
3.10	การสำรวจระยะเวลาในการเดินทางโดยให้รถทดสอบวิ่งปะปนไปตามกระแสจราจร.....	49
3.11	แถวคอย.....	49
3.12	แสดงภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา	50
3.13	แสดงวิธีการนำไฟล์รูปมาใส่ในโปรแกรม VISSIM.....	51
3.14	แสดงการปรับค่าใช้ถนนในเมืองไทย	51
3.15	แสดงหน้าต่างกรอกข้อมูลของถนน	52
3.16	แสดงเส้นถนนที่ทำการลากทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา	53
3.17	การกำหนดความเร็วของรถ (Desired Speed)	53
3.18	แสดงค่า Desired speed	54
3.19	แสดงหน้าต่างแบบจำลองชนิดของยานพาหนะบนถนน (Vehicle Compositions).....	54
3.20	แสดงการเลือกชนิดยาน และการใส่ความเร็วให้กับยาน	55
3.21	แสดงหน้าต่างของ Vehicle Inputs	55
3.22	แสดงการใส่ปริมาณจราจร	56
3.23	หน้าต่างกำหนดคุณสมบัติการเลือกเส้นทางของยาน	56
3.24	แสดงตัวอย่างเส้นทางการเดินของยาน	57
3.25	แสดงการปรับแก้ข้อมูลเส้นทางการเดินของยานพาหนะ	57
3.26	แสดงการสร้างพื้นที่บนโค้งที่ต้องการลดความเร็ว	58
3.27	แสดงการใส่ค่า Conflict	59
3.28	การสร้างโครงข่ายถนนโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IX อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.29	การสร้างโครงข่ายถนนโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO60
3.30	การนำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพและปริมาณจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO61
3.31	การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO62
3.32	การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO62
3.33	การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO63
3.34	การปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO63
3.35	การประมวลผลแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO64
3.36	การประมวลผลแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO64
3.37	แสดงหน้าต่าง Signal Control65
3.38	แสดงหน้าต่าง Edit Signal Control65
3.39	แสดงหน้าต่างการกำหนดเฟสสัญญาณไฟ66
3.40	แสดงหน้าต่างการตั้งค่าสัญญาณไฟเขียว-ไฟแดง66
3.41	แสดงหน้าต่างการติดตั้ง Signal Heads67
3.42	แสดงหน้าต่างการติดตั้ง Queue Counter68
3.43	แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการวัด Travel Time68
3.44	การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation)69
3.45	การประมวลผลแบบจำลอง (Run Simulation Process)70
3.46	การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสองมิติ โดยใช้โปรแกรม VISSIM70
3.47	การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสามมิติ โดยใช้โปรแกรม VISSIM71
4.1	ลักษณะทางกายภาพของจุดสำรวจ74
4.2	ตำแหน่งของทางแยกหลักที่ทำการศึกษา75
4.3	ทิศทางของการจราจรช่วงก่อนการปรับปรุง78
4.4	การนำ CFI มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ SPUI81
4.5	ลักษณะการดำเนินการทางด้านจราจรของ SPUI ในแบบจำลอง82
4.6	การนำ CFI มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ SPUI ในแบบจำลอง82
4.7	ตำแหน่งที่เริ่มนับความยาวแถวคอย88
4.8	เส้นทางสำรวจระยะเวลาในการเดินทาง90
5.1	กราฟสรุปค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น.....93
5.2	กราฟสรุปค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Average Queue) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น.....94
5.3	กราฟสรุปค่าความเร็วเฉลี่ย (Average Speed) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น.....95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และข้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.4	กราฟสรุปค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย(Average Delay) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น.....96
5.5	กราฟเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดของทางแยกหลังการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI.....97



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการคมนาคมขนส่งมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากระบบขนส่งสามารถเชื่อมโยงเครือข่ายของระบบสังคมและเศรษฐกิจของประเทศเข้าไว้ด้วยกัน เมื่อสังคมมีการขยายตัวมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มของจำนวนประชากร การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะก่อให้เกิดความต้องการในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบและก่อให้เกิดปัญหาต่างๆตามมามากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการจราจรติดขัดในบริเวณทางแยกซึ่งนับวันได้ทวีความรุนแรงไปเรื่อยๆ จนเป็นหนึ่งในปัญหาที่พบมากที่สุดในเขตเมืองที่กำลังขยายตัว ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ต่อผู้ขับขี่และผู้ที่ใช้ถนน ถึงแม้ว่าจะมีการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มจำนวนช่องจราจรบริเวณทางแยก ทำให้ทางแยกสามารถรองรับปริมาณจราจรได้สูงขึ้น แต่ก็ทำให้เกิดจุดตัดของกระแสจราจรเพิ่มมากขึ้น ความล่าช้าบริเวณทางแยกก็จะเพิ่มสูงตามไปด้วย มีการพัฒนาทางแยกให้เป็นทางแยกต่างระดับ วิธีการนี้สามารถแก้ไขปัญหการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ก็ใช่วิธีที่ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนาน ใช้เงินลงทุนสูง จึงได้มีการคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาจราจรติดขัดรูปแบบใหม่ เรียกว่า ทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (Continuous Flow Intersection) หรือ CFI โดยการลดจุดตัดบริเวณทางแยกหลัก ด้วยการย้ายช่องจราจรสำหรับรถที่จะรอเลี้ยวขวาบริเวณทางแยกตัดข้ามมายังช่องจราจรขวาสุดของทางเดินรถตรงในทิศทางตรงข้าม และมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบริเวณจุดตัดดังกล่าวด้วย วิธีการนี้สามารถลดความล่าช้าและความยาวแถวคอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าทางแยกแบบดั้งเดิม (Conventional Flow Intersection) แต่ต่ำกว่าทางแยกต่างระดับ ปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์ทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (CFI) เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ซึ่งวิธีการนี้สามารถแก้ปัญหการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการสร้างสะพานข้ามแยกเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษานี้จึงได้นำเทคนิคทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) มาประยุกต์เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรองรับปริมาณจราจรบริเวณทางแยก โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค VISSIM7.0 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปัจจุบันมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับแบบจำลองหลังปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดบริเวณทางแยกได้เป็นอย่างดีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการจราจร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้ CFI ในรูปแบบผสมผสานเข้ากับทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange) เข้าด้วยกัน สำหรับแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดในบริเวณทางแยก

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ในเรื่องของความล่าช้า ความยาวแถวคอย ความเร็วรถและระยะเวลาในการเดินทาง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ทางแยกที่ทำการศึกษาคือเลือกจากทางแยกที่อยู่ในพื้นที่เขตเมืองและมีสภาพการจราจรที่หนาแน่น มีทางแยกต่างระดับรูปแบบ SPUI อยู่ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกพื้นที่บริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี ซึ่งมีปริมาณจราจรหนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น

1.3.2 การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM 7.0 เป็นเครื่องมือ และใช้การศึกษาที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการศึกษา

1.3.3 การศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection)

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ทบทวนเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและการออกแบบการศึกษา

1.4.2 สำรวจพื้นที่บริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่จะทำการศึกษา เพื่อเก็บข้อมูล วัตถุประสงค์และบันทึกผล โดยจะทำการศึกษาในช่วงโมงเร่งด่วนวันจันทร์ - วันศุกร์ ช่วงเวลา 07.00 น.- 08.00 น. และ 16.00 น. - 17.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 เก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย

- ปริมาณจราจร
- ความเร็วรถ
- ความยาวแถวคอย
- รอบสัญญาณไฟจราจร
- ลักษณะทางกายภาพของถนน

1.4.4 สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม VISSIM รวมทั้งปรับแก้แบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองมีสภาพเสมือนจริงมากที่สุด เพื่อที่จะนำมาใช้เปรียบเทียบกับแบบจำลองหลังการปรับปรุง

1.4.5 ประเมินผลที่ได้จากแบบจำลองโปรแกรม VISSIM

1.4.6 สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการใหม่ๆ สำหรับการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกต่อไป

1.5.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้

1.5.3 สามารถใช้โปรแกรม VISSIM 7.0 ในการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาค ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5.4 สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณทางแยก เพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดในพื้นที่อื่นๆต่อไปได้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

เนื้อหาในบทนี้เป็น การทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากวิทยานิพนธ์ วารสารและตำราทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในงานวิจัย การนำเสนอมีลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 การสำรวจข้อมูลจราจร
- 2.2 ระยะเวลาขับรถ
- 2.3 ความยาวแถวคอย
- 2.4 ทางแยกลักษณะต่างๆ
- 2.5 การจำลองสภาพการจราจร
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM

2.1 การสำรวจข้อมูลจราจร

การศึกษาสภาพการจราจรมีขั้นตอนหลักที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจข้อมูล (Data collection) การจัดเก็บข้อมูล (Data reduction) และการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) สำหรับหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการสำรวจข้อมูลจราจรโดยจะจำแนกการสำรวจข้อมูลออกตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งโดยทั่วไปก็คือข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การหาค่าพารามิเตอร์หลัก สำหรับอธิบายสภาพการจราจรนั่นเอง ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาสภาพการจราจรได้แก่ ปริมาณจราจร ความเร็ว เวลาในการเดินทาง และความล่าช้า

2.1.1. การสำรวจปริมาณจราจร โดยทั่วไป การสำรวจปริมาณจราจรสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

- การนับโดยใช้พนักงานเก็บข้อมูล (Manual counting methods)
- เครื่องนับเชิงกลแบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable mechanical counters)
- เครื่องนับติดตั้งถาวร (Permanent counters)

2.1.1.1. การนับโดยใช้พนักงานเก็บข้อมูล (Manual counting methods)

การสำรวจปริมาณจราจรด้วยวิธีการที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าการนับรถนั้น หลายกรณีจำเป็นต้องใช้การนับด้วยแรงงานมนุษย์ ประการแรก เนื่องจากในบางกรณี การสำรวจปริมาณจราจรที่ใช้เวลาในการสำรวจน้อยกว่า 8 หรือ 10 ชั่วโมงนั้น ในกรณีดังกล่าว การนำอุปกรณ์สำหรับนับรถแบบติดตั้งถาวร หรือการนำอุปกรณ์นับรถแบบเคลื่อนย้ายได้มาใช้ นั้น อาจไม่สะดวกในการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่เสียไป ด้วยเหตุนี้ แทนการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว การนับรถโดยใช้พนักงานจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมเนื่องจาก ความสะดวก รวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ยุ่งยากซับซ้อน ประการที่สอง การสำรวจข้อมูลบางประเภท สามารถดำเนินการได้สะดวก และได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากกว่า ถ้าใช้พนักงานนับรถเป็นผู้สำรวจข้อมูล อาทิ การจำแนกประเภทรถยนต์ การเลี้ยว และการกลับรถ การนับจำนวนคนเดิน และการครอบครองพื้นผิวจราจร เป็นต้น แม้ว่าในปัจจุบัน การนับจำนวนยวดยานสามารถดำเนินการได้โดยอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์ตรวจจับ (Detectors) แล้วก็ตาม แต่การนับรถด้วยพนักงานทำให้สามารถจำแนกข้อมูลเชิงคุณภาพได้มากกว่าการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว อาทิ สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างรถแท็กซี่และรถยนต์ส่วนบุคคลหรือความแตกต่างระหว่างรถโดยสารประจำทางและรถบรรทุกตอนเดียวได้ ขณะที่อุปกรณ์ตรวจจับไม่สามารถจำแนกข้อมูลเชิงคุณภาพได้ นอกจากนี้ การนับรถด้วยพนักงานสามารถวางแผนดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว ใช้อุปกรณ์ไม่มาก และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการสำรวจข้อมูล ได้แก่ แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล จำนวนยวดยานแบบแยกประเภท และอาจใช้อุปกรณ์เสริม ได้แก่ เครื่องนับจำนวนสะสม (Accumulating hand counters) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 เป็นตัวอย่างของเครื่องนับด้วยพนักงานสำหรับเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยก



รูปที่ 2.1 เครื่องนับจำนวนสะสม (Accumulating hand counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 เครื่องนับยวดยานบริเวณทางแยก

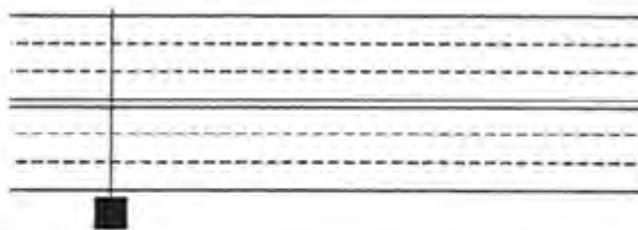
2.1.1.2 อุปกรณ์นับเชิงกลแบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable mechanical counters)

อุปกรณ์นับรถประเภทนี้ใช้หลักการของการส่งสัญญาณความดัน (Pneumatic pulse) ซึ่งเกิดจากการที่ยวดยานวิ่งผ่านท่ออย่างกว้างตามความกว้างของช่องจราจร (Pneumatic road tube) ความดันที่เกิดขึ้นจะถูกส่งจากท่อผ่านไปยังเครื่องนับแบบสะสม (Accumulating counters) ซึ่งจะทำให้การบันทึกจำนวนครั้งของการวิ่งผ่านท่อของยวดยานในช่วงเวลาทำการสำรวจข้อมูล นอกจากนี้ยังมีเครื่องนับแบบรายงานผลด้วยการพิมพ์ (Printed-tape counters) ซึ่งจะทำให้การพิมพ์จำนวนครั้งของการวิ่งผ่านท่อโดยอัตโนมัติ ทุกเวลาที่ตั้งค่าไว้ ตัวอย่างเครื่องนับดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัตถุประสงค์ในการสำรวจข้อมูลจราจรที่ต่างกัันดังแสดงในรูปที่ 2.4

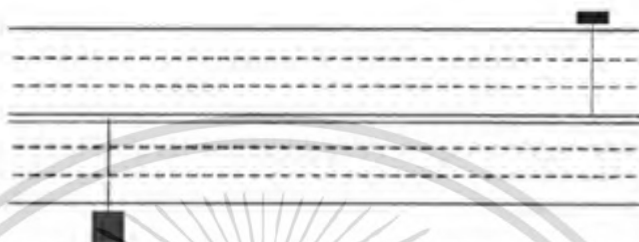


รูปที่ 2.3 เครื่องนับแบบท่อความดัน (Pneumatic road tube)

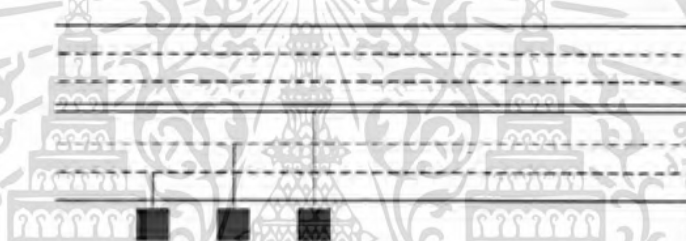
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การติดตั้งสำหรับกรนับจำนวนเพลารวมบนถนน 2 ทิศทาง



(ข) การติดตั้งสำหรับกรนับจำนวนเพลายกแยกแต่ละทิศทาง



(ค) การติดตั้งสำหรับกรนับจำนวนเพลายกตามช่องจราจรในทิศทางเดียว

รูปที่ 2.4 การติดตั้งอุปกรณ์นับรถแบบท่อความดัน

ข้อจำกัดของวิธีการนี้ก็คือ จำนวนที่เครื่องนับบันทึกนั้นจะเป็นจำนวนเพลาของยวดยานที่วิ่งผ่านท่อ ไม่ใช่จำนวนยวดยาน แต่ละเพลาของยวดยานที่วิ่งผ่านท่อ จะทำให้เกิดสัญญาณความดันถูกส่งไปบันทึกที่เครื่องนับ ด้วยเหตุนี้ ในกรณีที่ยวดยานในกระแสจราจรไม่ได้เป็นรถยนต์ที่มีสองเพลาทันที ควรใช้การนับรถด้วยพนักงานมาทำการสำรวจตัวอย่าง เพื่อนำผลการสำรวจที่ได้ไป ใช้ในการปรับแก้จำนวนเพลาที่นับได้ ให้สอดคล้องกับจำนวนยวดยานที่นับได้ โดยการจำแนกประเภทของยวดยานตามจำนวนเพลา จากนั้นคำนวณหาจำนวนเพลาเฉลี่ยต่อยวดยาน และใช้ค่านี้สำหรับปรับแก้จำนวนยวดยานทั้งหมดที่นับได้ตลอดช่วงเวลาทำการสำรวจข้อมูลให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ดังแสดงตัวอย่างการปรับแก้ในตารางที่ 4.6 เมื่อกำหนดให้ในการสำรวจข้อมูลจราจรครั้งหนึ่งด้วยความดันบนถนนสองช่องจราจรในเวลา 24 ชั่วโมง สามารถนับจำนวนยวดยานที่วิ่งผ่านท่อได้ 8,500 คัน และทำการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมด้วยพนักงานนับรถเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบประเภทของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยวดยานทั้งหมดที่มีอยู่ในกระแสรถจักรยาน และจำนวนเพลลาของยวดยานแต่ละประเภทเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าปรับแก้

ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีการบันทึกภาพที่ทันสมัยมากขึ้น การบันทึกสภาพการจราจรด้วยกล้องวิดีโอ ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจร กล้องวิดีโอจะถูกนำไปติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมที่ทำให้สามารถบันทึกภาพการเคลื่อนที่ของยวดยานในกระแสรถจักรยานได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมช่วงถนน หรือทางแยกที่ต้องการสำรวจข้อมูล ข้อได้เปรียบของการใช้กล้องวิดีโอก็คือ สามารถบันทึกรายละเอียดทุกอย่างที่เกิดขึ้น รวมถึงวันที่และเวลาที่ทำการสำรวจข้อมูลด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ภาพที่บันทึกได้จะถูกนำไปใช้ในการนับรถในสำนักงาน ทำให้พนักงานนับรถไม่เกิดความล้าที่อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของข้อมูลได้ และสามารถทำการนับแยกประเภทยวดยาน และจำแนกตามช่องจราจรได้อย่างสะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ ยังเป็นวิธีการที่สามารถทำการตรวจสอบข้อมูลซ้ำได้ตามที่ต้องการ ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบรายละเอียดเพิ่มเติมจากข้อมูลชุดเดิม

2.1.1.3. อุปกรณ์นับติดตั้งถาวร (Permanent counters)

การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบางประเภท อาทิ การสำรวจปริมาณจราจรระดับจังหวัดและภูมิภาค ฯลฯ จำเป็นต้องดำเนินการสำรวจข้อมูลอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน (24 ชั่วโมง) หรือตลอดทั้งปี (365 วัน) กรณีดังกล่าว ต้องการอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบปริมาณจราจรได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องใช้พนักงานในการควบคุมอุปกรณ์ดังกล่าวตลอดเวลา ในกรณีเช่นนี้ เครื่องนับปริมาณจราจรแบบติดตั้งถาวรจะถูกนำมาใช้ ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับยวดยาน (Detectors) อุปกรณ์บันทึกข้อมูล และอุปกรณ์ประมวลผล ที่ถูกติดตั้งไว้อย่างถาวรบนช่วงถนน หลักที่จำเป็นต้องใช้ในการสำรวจข้อมูลในลักษณะดังกล่าว อาทิ บนถนนสายหลัก หรือทางแยกขนาดใหญ่ เป็นต้น

อุปกรณ์นับรถแบบติดตั้งถาวร สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1. เครื่องตรวจจับแบบแผ่นความดัน (Pressure-plate detector)

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยแผ่นโลหะสองแผ่นประกบกันฝังอยู่ในพื้นผิวจราจร ระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองจะมีสปริงและวัสดุรองรับการกระแทกติดตั้งไว้ เมื่อยวดยานวิ่งผ่านผิวจราจรที่มีแผ่นโลหะดังกล่าวฝังอยู่ น้ำหนักยวดยานจะทำให้แผ่นโลหะทั้งสองติดกันชั่วคราวก่อให้เกิดสัญญาณที่มีลักษณะเป็นกระแสไฟฟ้าส่งไปยังเครื่องรับเพื่อทำการบันทึกข้อมูลต่อไป

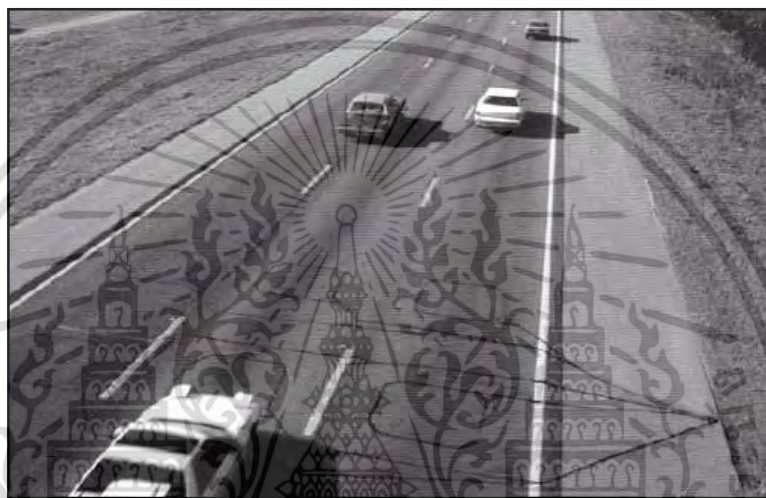
2. เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก (Magnetic loop detector)

วงรอบที่ทำขึ้นจากลวดจะถูกฝังไว้ในพื้นผิวจราจร วงรอบนี้จะถูกเชื่อมต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นโดยรอบวงรอบนี้ เมื่อมียวดยานวิ่งผ่านพื้นผิวจราจรในบริเวณที่มีวงรอบดังกล่าวฝังอยู่ จะมีการรบกวนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้น สัญญาณที่เกิดจากการรบกวนนี้จะถูกส่งไปยังเครื่องรับเพื่อบันทึกเป็นข้อมูลปริมาณจราจรต่อไป

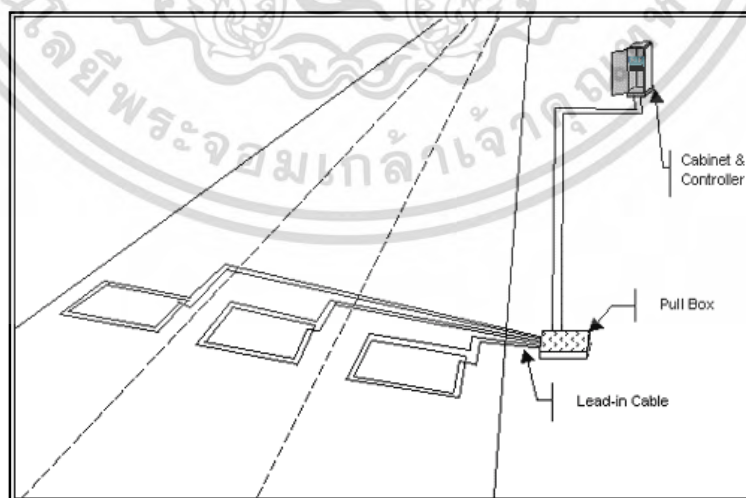
3. เครื่องตรวจจับแบบคลื่น (Sonic detector)

เครื่องรับส่งคลื่นจะถูกติดตั้งบริเวณริมถนน หรือเหนือช่องจราจร คลื่นที่ถูกส่งออกไปเมื่อกระทบกับยานก็จะสะท้อนกลับมายังเครื่องรับ และบันทึกเป็นข้อมูลปริมาณจราจร

ลักษณะของข้อมูลที่บันทึกโดยอุปกรณ์ทั้งสามประเภทนี้มีความแตกต่างกัน เครื่องตรวจจับแบบแผ่นความดันจะบันทึกข้อมูลเป็นจำนวนเพลลาของยานที่วิ่งผ่าน ขณะที่เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก และเครื่องตรวจจับแบบคลื่น จะบันทึกข้อมูลเป็นจำนวนยานที่วิ่งผ่าน ตัวอย่างของอุปกรณ์ตรวจจับ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.5 เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก (Magnetic loop detector)



รูปที่ 2.6 การติดตั้งเครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. การสำรวจความเร็ว

อุปกรณ์ที่ใช้สำรวจความเร็วรถยนต์มีหลายประเภท ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา คอมพิวเตอร์แบบพกพา เครื่องตรวจจับแบบคลื่นแม่เหล็ก ปืนเรดาร์ และกล้องวิดีโอ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละประเภทจะมีความเหมาะสมสำหรับลักษณะงานที่แตกต่างกันไป

ความเร็วของรถยนต์สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการพื้นฐานต่อไปนี้

- มาตรวัดเรดาร์ (Radar meter) การตรวจจับความเร็วของรถยนต์ที่กำลังวิ่งผ่านจุดคงที่ใดๆ บนถนนโดยใช้อุปกรณ์เรดาร์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับความเร็วอื่นๆ ซึ่งทำให้สามารถวัดค่าความเร็วรถยนต์ได้โดยตรง

- กำหนดช่วงสั้นๆ ขึ้นบนถนนโดยกำหนดแนวอ้างอิงขึ้น 2 แนว ตามความกว้างถนนในตำแหน่งที่ต้องการสำรวจความเร็ว และทำการบันทึกเวลาที่รถแต่ละคันใช้ในการวิ่งบนช่วงถนนนั้น

- กำหนดช่วงถนนที่มีความระยะทางพอสมควร จากนั้นบันทึกเวลาในการเดินทางที่รถยนต์ใช้ในการเดินทางในช่วงถนนนั้น

- ใช้รถทดสอบ (Test-car) วิ่งบนช่วงถนนที่กำหนดไว้ โดยทำการบันทึกเวลาในการเดินทางที่ใช้ในการวิ่งแต่ละรอบ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาความเร็ว

2.1.3 การสำรวจเวลาในการเดินทาง

เวลาในการเดินทาง (Travel time) คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการสัญจรในช่วงถนนใดๆ หรือจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางที่กำหนดไว้ เวลาในการเดินทางสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการต่อไปนี้

- วิธีรถทดสอบ (Test-car runs) ประกอบด้วยเทคนิคในการสำรวจข้อมูล 3 รูปแบบ ได้แก่

1. เทคนิคครอลอยตัว (Floating car) วิธีนี้คนขับรถทดสอบจะถูกกำหนดให้ขับแข่งรถคันอื่นในกระแสจราจรให้พอๆ กับจำนวนรถที่ขับแข่งรถทดสอบ ด้วยวิธีการนี้ คนขับจะสามารถประมาณค่า Space mean speed ของกระแสจราจรได้ หรืออาจนำระยะทางแต่ละช่วงหารด้วยเวลาที่ใช้เดินทางในแต่ละช่วง ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถหาค่า Space mean speed ได้

2. เทคนิครถเฉลี่ย (Average car) วิธีการนี้ คนขับจะถูกกำหนดให้ใช้ความเร็วในการเดินทางที่ใกล้เคียงกับความเร็วโดยรวม หรือความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจร

3. เทคนิครถมากที่สุด (Maximum car) วิธีการนี้จะกำหนดให้คนขับใช้ความเร็วในการเดินทางได้สูงสุดไม่เกินที่กำหนดไว้บนป้ายควบคุมความเร็ว

- การตรวจสอบป้ายทะเบียน (License-plate observations) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสำรวจเวลาในการเดินทางบนช่วงถนนที่มีความยาวพอสมควร การสำรวจทำได้โดยการจดตัวเลข 3 หลักท้ายของทะเบียนรถขณะที่รถวิ่งผ่านสถานีสำรวจข้อมูลซึ่งตั้งอยู่บนตำแหน่งต้นทางของช่วงถนนที่ทำการสำรวจข้อมูล และขณะที่รถวิ่งออกจากช่วงถนนที่ทำการสำรวจข้อมูล ณ สถานีสำรวจข้อมูลซึ่งตั้งอยู่ที่ปลายทางของช่วงถนนนั้น วิธีนี้จะไม่สามารถตรวจสอบเวลาและความเร็วในการเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงย่อยๆ ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนที่ศึกษาได้ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะอยู่ในรูปของเวลาที่หมดที่ใช้ในการเดินทาง

- การตรวจสอบบัตรทางด่วน (Toll-road cards) เป็นการสำรวจเวลาที่ใช้ในการเดินทางตลอดทั้งโครงข่ายถนนที่ทำการศึกษา บัตรทางด่วนจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการบันทึกเวลาเข้าและออกโครงข่ายถนนที่ทำการสำรวจข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยวิธีนี้จะเป็นเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการเดินทางบนโครงข่ายถนน ซึ่งรวมถึงเวลาที่ใช้ในการหยุดพักระหว่างทางด้วย การตรวจสอบบัตรทางด่วนยังทำให้ทราบข้อมูลจุดต้นทางปลายทางของผู้ขับขี่เพิ่มเติมด้วย

- การตรวจสอบจากจุดสังเกตการณ์ (Observation of vehicle from a vantage point) กำหนดจุดสังเกตข้อมูลในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบริเวณที่จะสำรวจข้อมูลได้ครบถ้วน จากนั้นทำการติดตั้งกล้องวิดีโอเพื่อบันทึกสภาพการจราจรตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เมื่อนำภาพที่บันทึกได้มาทำการตัดแยกข้อมูล ก็จะได้เวลาในการเดินทางตามที่ต้องการ

2.1.4 การสำรวจความล่าช้า

การศึกษาความล่าช้าที่ทางแยกเป็นการศึกษาเพื่อประเมินความล่าช้าเนื่องจากการหยุดของรถยนต์และคนเดินเท้าที่ใช้ทางแยกนั้น การหาค่าความล่าช้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นช่วยในการวางแผนปรับปรุงทางแยก ทำให้การสัญจรทั้งทางรถยนต์และคนเดินเท้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือควบคุมประสิทธิภาพจราจรที่มีอยู่ ตรวจสอบรอบเวลา และจังหวะสัญญาณไฟที่เป็นอยู่

โดยปกติความล่าช้าที่ทางแยกมักมีค่ามากกว่าในช่วงโค้งค้ำและต่ำกว่าในช่วงปกติ ดังนั้นจึงมักทำการศึกษาความล่าช้าในช่วงเวลาช่วงโค้งค้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพปัจจุบัน การศึกษานี้มีประโยชน์ต่อการออกแบบและหามาตรการควบคุมการจราจรและกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจร เช่น การห้ามจอด การห้ามเลี้ยว การจัดช่องเฉพาะทาง การเพิ่มช่องทางจราจรอื่นๆ เป็นต้น

2.2 ระยะเวลานับรถ (Counting Period)

ระยะเวลาที่ใช้ในการนับรถจะขึ้นกับจุดมุ่งหมายของการนำข้อมูลที่ได้มาใช้ โดยใช้วิธีการนับรถด้วยมือ การนับรถโดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติหรือวิธีการสังเกตการณ์เคลื่อนที่ ก็ขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย เช่น งบประมาณ เป็นต้น

2.2.1 การนับ 24 ชั่วโมง

การนับ 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณการจราจรในหนึ่งวัน จะกระทำที่วันหนึ่งของสัปดาห์ ตั้งแต่เที่ยงคืนของวันนั้น แต่ถ้าจะดูลักษณะการจราจรของวันทำงานในสัปดาห์ ก็มักจะเลือกนับตั้งแต่เที่ยงวันของวันจันทร์จนถึงเที่ยงวันของวันศุกร์ โดยกำหนดเลือกการจราจรในช่วง 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ เพราะในช่วงเช้าวันจันทร์และเย็นวันศุกร์ การจราจรจะไม่เหมือนปกติ มีอิทธิพลของวันหยุดมากระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การนับ 16 ชั่วโมง

โดยเริ่มตั้งแต่ 06.00 น. ถึง 22.00 น. ซึ่งการจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระยยะเวลานับนี้

2.2.3 การนับ 12 ชั่วโมง

ระยยะเวลานับจะอยู่ในช่วง 07.00 น. ถึง 19.00 น. ซึ่งจะคลุมการจราจรในช่วงทำงานทั้งหมด เหมาะสำหรับถนนตามหมู่บ้านและแหล่งพาณิชย์การ ถ้าท้องที่ไหนมีร้านค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่เปิดดึกถึง 21.00 น. หรือ 21.30 น. การนับก็ควรขยายออกให้ครอบคลุมเวลาเหล่านี้ด้วย

2.2.4 การนับช่วงเวลาเร่งด่วน

ช่วงเวลาเร่งด่วนในแต่ละวันจะมีสองช่วง คือ ช่วงไปทำงาน และช่วงกลับจากทำงาน การนับการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าจะเริ่มตั้งแต่ 07.00 น. จนถึง 09.00 น. หรือจนถึง 09.30 น. สำหรับการนับช่วงเย็นของเวลาเร่งด่วนจะอยู่ระหว่าง 16.00 น. จนถึง 18.00 น. หรืออาจจะนับตั้งแต่ 15.00 น. จนถึง 18.00 น.

2.2.5 การนับในช่วงวันหยุด

ช่วงเวลาของการจราจรในวันหยุดปกติจะเริ่มตั้งแต่เวลา 18.00 น. ของเย็นวันศุกร์จนถึงเวลา 06.00 น. ของเช้าวันจันทร์

2.3 ความยาวแถวคอย (Queue Length)

ค่าความยาวแถวคอยสามารถหาได้จากการบันทึกระยะเวลาความยาวของรถที่ติด โดยรถที่มีความเร็วไม่เกิน 10 กม./ชม. ให้ถือเป็นรถที่อยู่ในแถวคอย

การเก็บข้อมูลนั้นอาจจะต้องใช้คนถึง 2 คน ควรเก็บข้อมูลมากกว่า 15 รอบสัญญาณ โดยแต่ละรอบสัญญาณควรมีรถในแถวคอยอย่างน้อย 8 คันและใน 15 รอบสัญญาณนั้นไม่จำเป็นต้องติดกัน

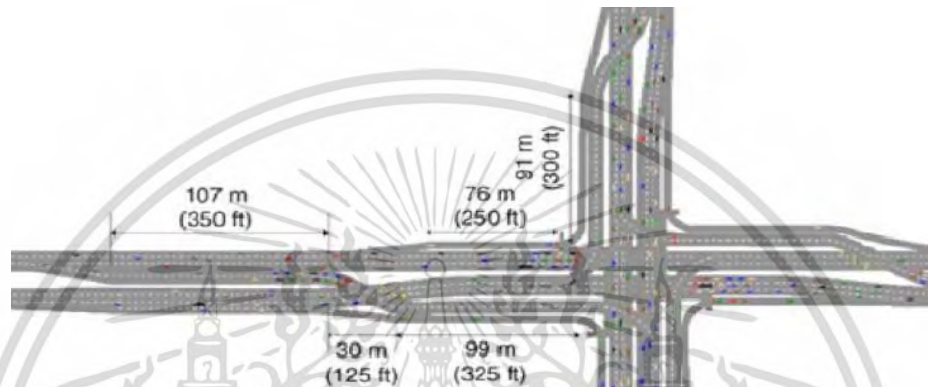
- จำนวนรถในแถวคอยเมื่อเริ่มสัญญาณไฟเขียว
- เวลาที่เริ่มสัญญาณไฟเขียว
- เวลาที่ล้อหลังของรถในแถวคอยคันที่ 4 ผ่านเส้นหยุด (รถ 4 คันแรกจะประกอบไปด้วยระยะห่างเชิงเวลารวมกับความล่าช้าเริ่มต้น)
- เวลาที่ล้อรถคันหลังสุดท้ายผ่านเส้นหยุดหรือสิ้นสุดสัญญาณไฟเขียว

2.4 ทางแยกลักษณะต่างๆ

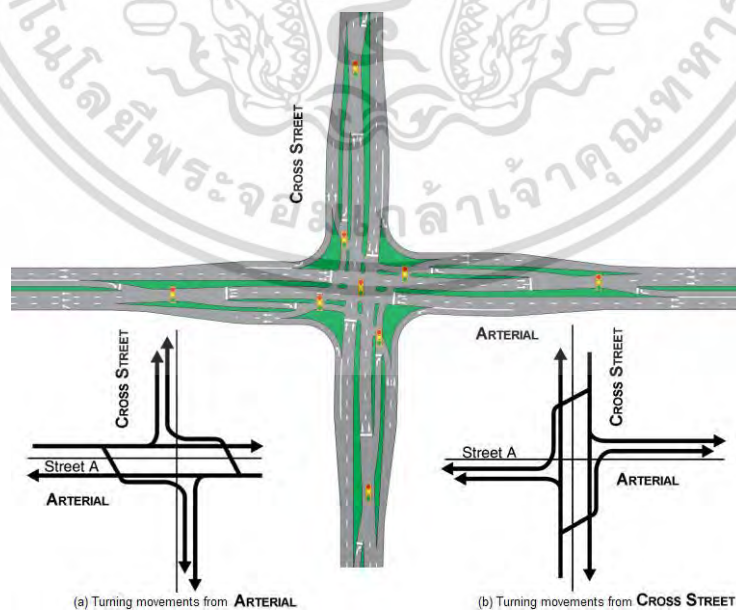
2.4.1 ทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ Continuous Flow Intersection (CFI)

Continuous Flow Intersection (CFI) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ Displace Left Turn (DLT) (Jagannathan : 2004) เป็นหนึ่งในรูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการจราจรบริเวณทางแยกที่มีลักษณะพิเศษที่มีลักษณะการดำเนินการคือ การนำช่องจราจรเลี้ยวขวา (กรณีรถวิ่งเลนซ้าย) ไปไว้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านจราจรที่มีทิศทางตรงกันข้ามก่อนจะถึงทางแยกหลัก เพื่อเป็นการลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกหลักลง ทำให้รถที่ต้องการเลี้ยวขวาต้องวิ่งตัดข้ามทิศทางการจราจรตรงกันข้าม ซึ่งจุดตัดที่เกิดขึ้นนั้นเรียกว่า ทางแยกรอง ทั้งนี้ที่ทางแยกรองจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร 2 เฟส ที่ทำงานประสานกันกับสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกหลัก และระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองมีระยะทางประมาณ 90 - 150 เมตร (Hummer 2000 ; Reid 2000 ; Pitaksringkarn 2005 ; Cheong et.al. 2008) ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ถึงรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 การดำเนินการของ CFI (Boonchawee 2010)



รูปที่ 2.8 การดำเนินการของ CFI (Reid 2004 ; Boonchawee 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 ลักษณะการดำเนินการของ CFI



รูปที่ 2.9 ลักษณะการดำเนินการของ CFI

ขั้นตอนที่ 1 รถที่ต้องการเลี้ยวขวาจะแล่นเข้าสู่ช่องทางจราจรสำหรับชะลอความเร็ว โดยอาจจะต้องหยุดที่ทางแยกรอง ในจังหวะสัญญาณไฟแดงของรถเลี้ยวขวาที่ทางแยกรอง



รูปที่ 2.10 ลักษณะการดำเนินการของ CFI

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเริ่มสัญญาณไฟเขียว รถจะแล่นข้ามช่องทางจราจรของรถทิศทางตรงในทิศทางตรงข้ามเพื่อเข้าสู่ช่องทางจราจรเลี้ยวขวาของ CFI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



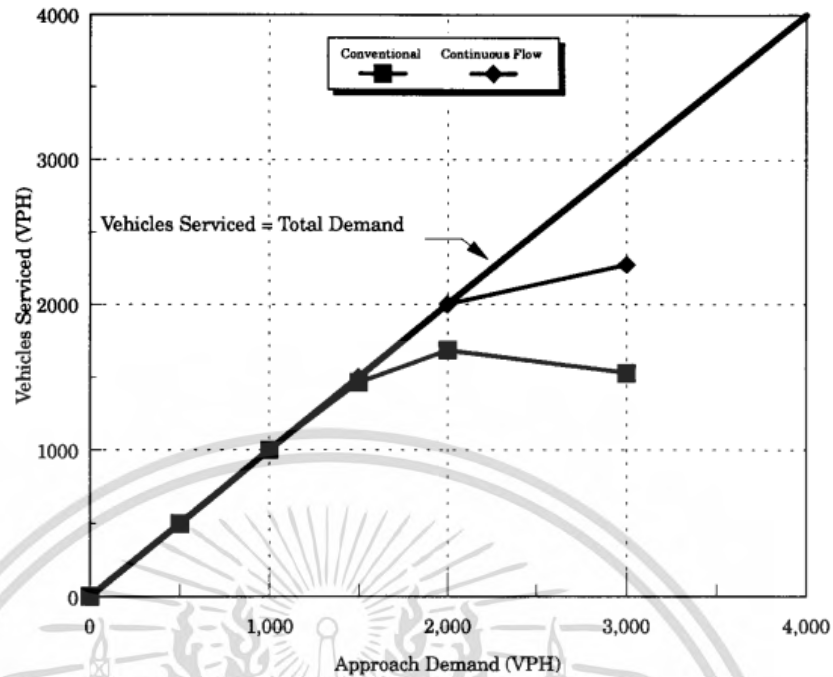
รูปที่ 2.11 ลักษณะการดำเนินการของ CFI

ขั้นตอนที่ 3 รถจะแล่นบน ช่องจราจรเลี้ยวขวาของ CFI เข้าสู่ทางแยกหลัก และเมื่อแล่นถึงทางแยกหลักจะเป็นจังหวะที่ได้สัญญาณไฟเขียว ทำให้สามารถเลี้ยวขวาที่ทางแยกหลักได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดอีก

2.4.1.2 การศึกษาทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI

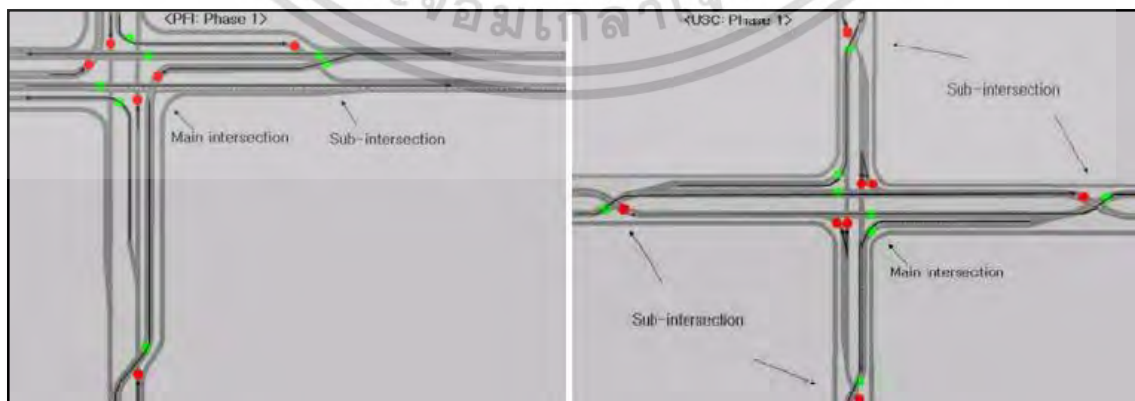
(Goldblatt et.al. 1994 ; Boonchawee 2010) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจราจรของ CFI กับประสิทธิภาพของทางแยกในรูปแบบทั่วไป ซึ่งถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม TRAF-NETSIM ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบผลการจำลองที่ได้ ซึ่งผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า CFI ส่งผลให้ค่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางและประสิทธิภาพการจราจรสูงกว่าทางแยกในรูปแบบทั่วไปถึง 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ CFI ยังสามารถรองรับปริมาณจราจรได้สูงกว่าทางแยกในรูปแบบทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกอยู่ในระดับสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



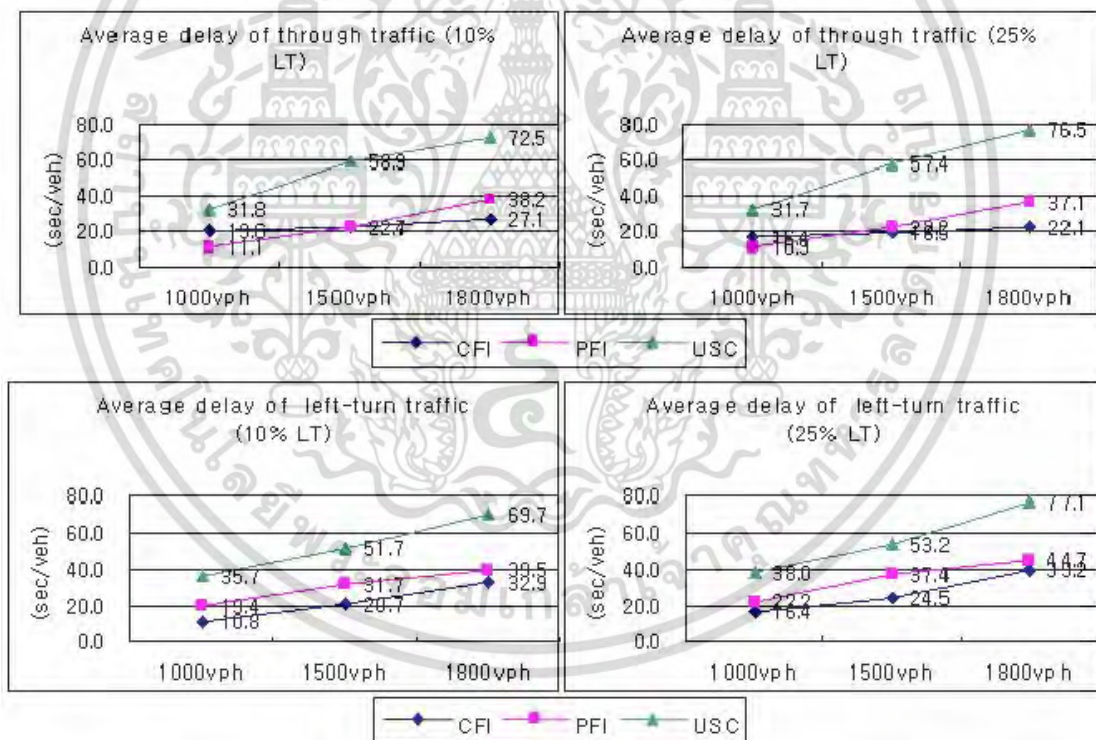
รูปที่ 2.12 ปริมาณจราจรที่รองรับได้ของทางแยกในลักษณะทั่วไปและทางแยกรูปแบบCFI (Goldblatt et.al. 1994 ; Boonchawee 2010)

(Cheong 2008 ; Rahwanji 2008 ; Chang 2008) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรของทางแยกที่มีลักษณะพิเศษ 3 รูปแบบ ที่มีลักษณะการดำเนินการคล้ายคลึงกัน คือ มีการนำช่องจราจรเลี้ยวซ้าย (กรณีรถวิ่งเลนขวา) ไปไว้ทางด้านจราจรที่มีทิศทางตรงกันข้าม ประกอบด้วย Continuous Flow Intersection (CFI), Parallel Flow Intersection (PFI) และ Upstream Signalized Crossover (USC) ดังแสดงในรูปที่ 2.13



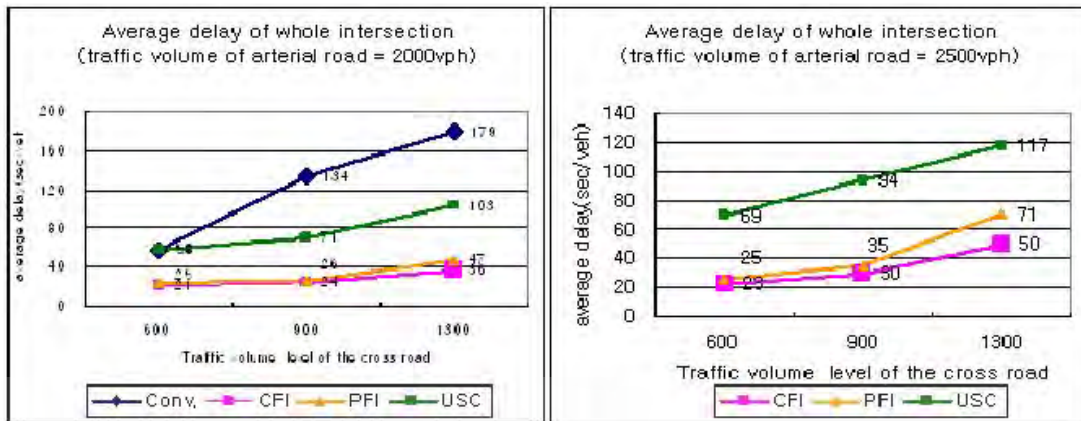
รูปที่ 2.13 รูปแบบ PFI (ซ้าย) และ USC (ขวา) ที่ออกแบบในการศึกษาของ (Cheong : 2008) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในการศึกษายังได้แบ่งสภาพทางกายภาพของทางแยกออกเป็น 2 กรณี คือ 1. ลักษณะทางเรขาคณิตและปริมาณจราจรของแต่ละขาทางแยกเท่ากันหมด โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองของ CFI และ PFI เท่ากับ 100 เมตร และ USC เท่ากับ 120 เมตร 2. ขาทางแยกของถนนสายหลักมากกว่าถนนสายรอง คือ ช่องจราจรทิศทางตรงและทิศทางเลี้ยวซ้ายมีมากกว่าทิศทางละ 1 ช่องจราจร โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างทางแยกหลักและทางแยกรองของทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าระหว่าง 100 – 250 เมตร ซึ่งใช้ความยาวแถวคอยสูงสุดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดเงื่อนไขการจราจรที่มีสัดส่วนรถเลี้ยวซ้ายที่ทางแยกแตกต่างกันอีกกรณีหนึ่งด้วย และได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคของทางแยกที่ออกแบบ โดยใช้โปรแกรม VISSIM จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรในเงื่อนไขการจราจรต่างๆ ของทางแยกทั้ง 3 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ถึงรูปที่ 2.15 ตามลำดับ และได้สรุปผลการศึกษาว่า CFI มีค่าความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยกต่ำกว่าทางแยกอื่นๆ เกือบทุกเงื่อนไขการจราจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อระดับปริมาณจราจรและสัดส่วนรถเลี้ยวซ้ายเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 2.14 ค่าความล่าช้าเฉลี่ยในเงื่อนไขปริมาณจราจรที่ทางแยกสมดุกัน (เท่ากันหมด) จากการศึกษาของ (Cheong 2008 ; Rahwanji 2008 ; Chang 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ความล่าช้าเฉลี่ยในเงื่อนไขปริมาณจราจรที่ทางแยกไม่สมดุลกัน จากการศึกษาของ (Cheong 2008 ; Rahwanji 2008 ; Chang 2008)

จากการทบทวนผลการศึกษาของ (Hildebrand 2007 ; Cheong 2008 ; Rahwanji 2008 ; Chang 2008 ; Boonchawee 2010) สรุปได้ว่า CFI เป็นทางแยกที่มีลักษณะพิเศษที่มีประสิทธิภาพการจราจรสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ปริมาณจราจรบนถนนสายรองและสัดส่วนรถเลี้ยวขวาที่ทางแยกมีปริมาณสูง (กรณีรถวิ่งเลนซ้าย)

2.4.2 ทางแยกต่างระดับ (Interchange)

(AASHTO 1994 ; Wongrawd 2003) ได้ให้คำจำกัดความของทางแยกต่างระดับ คือ บริเวณทางแยก (จุดตัดกันหรือเชื่อมกัน) ของถนนตั้งแต่ 2 สายขึ้นไป ที่มาตัดหรือเชื่อมกัน มีการแยกระดับของถนนมากกว่าหนึ่งระดับขึ้นไป และเมื่อระบบถนนที่แยกนั้นๆ ได้ออกแบบเป็นทางแยกต่างระดับแล้ว ผลที่ตามมาคือ จะเป็นการลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก เพิ่มประสิทธิภาพระดับการให้บริการ ความจุ และความปลอดภัยบริเวณทางแยก ทั้งนี้ยังได้แนะนำหลักในการคัดเลือกรูปแบบทางแยกต่างระดับไว้เป็นพื้นฐานง่ายๆ ว่าต้องเข้าใจถึงลักษณะพื้นฐานของแต่ละรูปแบบของทางแยกต่างระดับ ซึ่งประกอบด้วย ความจุ ความปลอดภัย การให้บริการ ความต้องการพื้นที่เขตทาง ราคาค่าก่อสร้าง และมาตรฐานของชั้นทางที่ทางแยกนั้นๆ ซึ่งได้สรุปไว้ว่า ในการคัดเลือกทางแยกต่างระดับหนึ่งๆ จะมีรูปแบบที่เหมาะสมที่ต้องเลือกนั้นประมาณ 2 – 3 รูปแบบเท่านั้น

2.4.2.1 รูปแบบของทางแยกต่างระดับ

รูปแบบของทางแยกต่างระดับ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.4.2.1.1 รูปแบบทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อม (Grade Separated Without Ramps) จะถูกพิจารณาออกแบบก็ต่อเมื่อปริมาณจราจรที่ต้องการเลี้ยวมีไม่มากพอต่อความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างทางลาดเชื่อม หรือเมื่อปริมาณจราจรที่ต้องการจะข้ามผ่าน (Cross) มากกว่าปริมาณจราจรที่ต้องการที่จะเข้าร่วม (Join) หรือออกจาก (Leave) ทางอยู่ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสูง โดยเฉพาะในเขตเมือง เพื่อลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก บางกรณีนิยมออกแบบตรงบริเวณที่มีสภาพยุ่งยากต่อการก่อสร้างทางแยกต่างระดับรูปแบบอื่นซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และความเหมาะสมต่างๆ ทางแยกต่างระดับรูปแบบนี้จะช่วยให้การจราจรมีความปลอดภัยและเคลื่อนที่ได้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ทางแยกต่างระดับแบบยกข้ามหรือสะพานลอยข้ามทางแยก (Overpass หรือ Flyover) และทางแยกต่างระดับแบบทางลอดผ่าน (Underpass) หรือ อุโมงค์ (Tunnel) ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ถึงรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 ทางแยกต่างระดับแบบยกข้ามทางแยก (Overpass หรือ Flyover) (Wongrawd : 2003)



รูปที่ 2.17 ทางแยกต่างระดับแบบทางลอดผ่าน (Underpass) (Wongrawd : 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1.2 ทางแยกต่างระดับแบบมีทางลาดเชื่อม (Grade Separated with Ramps)

เป็นทางแยกที่มีทางต่างระดับกันตั้งแต่หนึ่งระดับขึ้นไปของทางหลวงตั้งแต่สองสายขึ้นไปที่มีการเชื่อมเข้าหากันเพื่อให้การจราจรสามารถผ่านไปมาได้ตลอด โดยไม่เกิดการติดขัดตามบริเวณทางแยกนั้น หรือเป็นทางแยกต่างระดับซึ่งยวดยานที่วิ่งผ่านเข้ามาในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสามารถแยกออกไปทางอื่นได้โดยทางที่มาเชื่อมต่อซึ่งอาจจะเป็น Loop หรือ Ramp ก็ได้ เพื่อขจัดจุดขัดแย้งจากการเลี้ยวและการตัดกันที่ระดับพื้นดิน รูปแบบของทางแยกต่างระดับแบบมีทางลาดเชื่อมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น จำนวนขาของทางแยกที่มาตัดกัน ปริมาณรถทางตรง ปริมาณรถเลี้ยว ลักษณะภูมิประเทศ ข้อกำหนดในการออกแบบ มาตรฐานทางของทางสายนั้นๆ พื้นที่และราคาค่าก่อสร้าง เป็นต้น โดยทั่วไปจะมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะต่างๆ ดังนี้

- Interchange หรือทรัมเป็ต (Trumpet Type) และ Y Interchange
 - Diamond Interchange และ SPUI (Single Point Urban Interchange)
 - Cloverleaf Interchange
 - Partial Cloverleaf Interchange
 - Directional Interchange
 - ทางแยกต่างระดับรูปแบบอื่นๆ เป็นการออกแบบทางแยกต่างระดับเฉพาะที่เป็นกรณีพิเศษ ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการรวมรูปแบบพื้นฐานของทางแยกต่างระดับหลายๆ แบบเข้าด้วยกัน ตามแต่จุดประสงค์ในการออกแบบเพื่อรองรับบริเวณทางแยกนั้นๆ เช่น Bridge Roundabout Interchange, Complex Interchange เป็นต้น
- โดยปัจจัยเบื้องต้นที่นำมาพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบของทางแยกต่างระดับ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปลักษณะต่างๆของทางแยกต่างระดับ (Gerber and Fontaine 1999 ; Wongrawd2003)

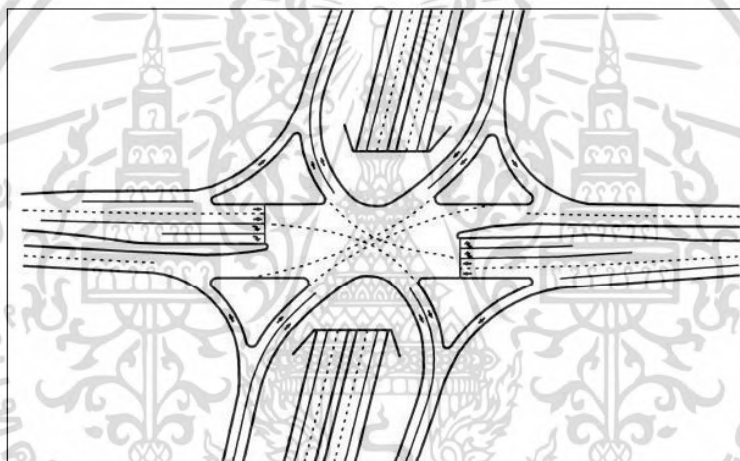
รูปแบบของทางแยกต่างระดับ	ความต้องการใช้พื้นที่ก่อสร้าง	การให้บริการการจราจร	ราคาค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
Diamond	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	เป็นรูปแบบที่ธรรมดาที่สุด
SPII	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำถึงปานกลาง	เหมาะสำหรับเขตในเมือง มีปัญหาสำหรับคนเดินข้าม
Partial Cloverleaf	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	มีLoop ที่สามารถให้บริการกับปริมาณรถเลี้ยวขวาที่มีจำนวนมาก
Full Cloverleaf	สูง	ปานกลาง	สูง	ไม่มีปัญหา weaving
Trumpet	ปานกลางถึงสูง	ปานกลาง	ปานกลางถึงสูง	ควรใช้ในกรณีที่เป็นทางสามแยก
Directional	สูงมาก	สูง	สูงมาก	เหมาะสำหรับทางแยกที่ทางหลวงพิเศษมาตัดกัน

นอกจากปัจจัยต่างๆดังตารางที่ 2.1 ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกมากที่ควรนำมาพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบของทางแยกต่างระดับ เช่น คุณสมบัติของดินฐานราก สิ่งแวดล้อม ความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ การใช้ที่ดินในอนาคต และปัจจัยอื่นๆอีกที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกรูปแบบของทางแยกต่างระดับ ซึ่งปัจจัยต่างๆนี้จะมีผลกระทบต่อแต่ละทางแยกไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1.3 ทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง (Single-Point Urban Interchange, SPUI)

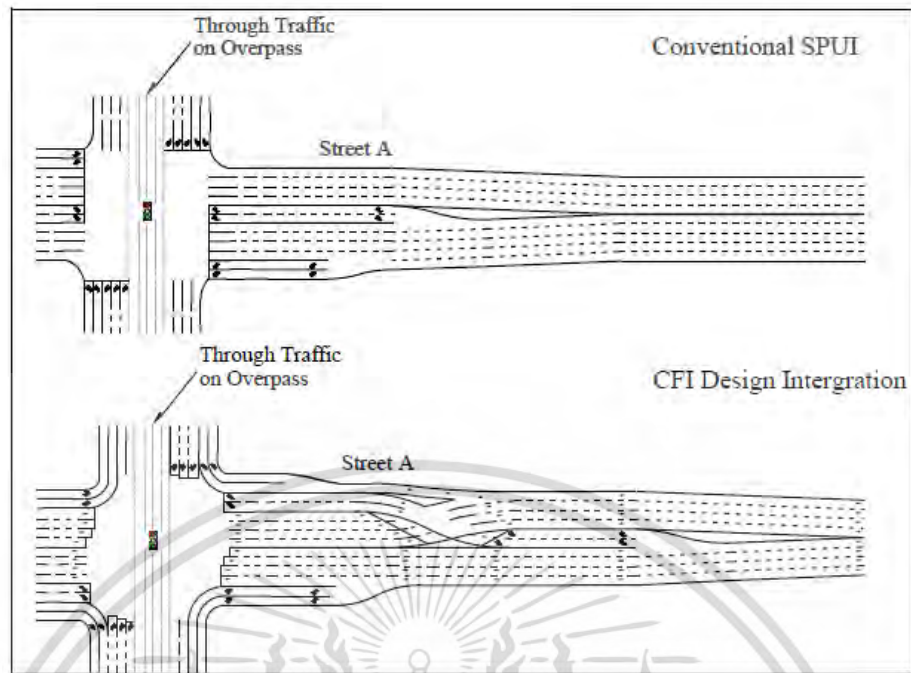
Single-point urban interchange (SPUI) เป็นการจัดการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรบริเวณทางแยกโดยวิธีการพัฒนาเป็นสะพานข้ามแยก ซึ่งเริ่มมีการใช้ครั้งแรกในช่วงต้นปี 1970 (ASSHTO : 2004) และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในเวลารวดเร็ว โดยเป็นรูปแบบทางแยกต่างระดับแบบโดมอนด์ในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ที่ออกแบบให้รถเลี้ยวขวาของทางสายหลักกับรถทางตรงและรถเลี้ยวขวาของทางสายรองทั้งหมดถูกนำมารวมเป็นจุดเดียว ซึ่งเป็นการลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกลงแทนที่จะมี 2 ทางแยกดังในรูปแบบโดมอนด์ปกติ ควบคุมโดยใช้สัญญาณไฟจราจรและสามารถลดรอบสัญญาณไฟจราจรจาก 4 เฟส เหลือ 3 เฟส ซึ่งในปัจจุบันการจัดการจราจรโดยวิธีนี้มีอยู่ทั่วไปในพื้นที่เขตเมือง อันเนื่องมาจากสามารถแก้ไขการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 รูปแบบการดำเนินการของ SPUI (Pitaksringkarn and Ratanamahatana 2008)

2.4.3 การศึกษารูปแบบการดำเนินการทางแยกจากการผสมผสานกันของ Continuous Flow Intersection (CFI) กับ Single-Point Urban Interchange (SPUI)

(Pitaksringkarn and Ratanamahatana 2008) ได้ทำการศึกษาและสรุปว่า การประยุกต์ใช้ SPUI ในแยกที่มีปริมาณจราจรสูงมาก ๆ ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกให้ได้ผลที่พึงพอใจ ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้นำเสนอแนวคิดที่จะนำการจัดการทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI มาผสมผสานกับ SPUI เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการจราจรบริเวณทางแยกให้สูงขึ้น ทำให้ลดรอบสัญญาณไฟจราจรลงจากการใช้ SPUI เพียงอย่างเดียว จากเดิม 3 เฟส เหลือ 2 เฟส ซึ่งมีลักษณะการดำเนินการ แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 รูปแบบการดำเนินการของ SPUI และการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI (Pitaksringkarn and Ratanamahatana 2008)

และในการศึกษาครั้งนี้ได้ยกกรณีตัวอย่างที่เมืองลอสแอนเจลิส ประเทศปารีส และผลการศึกษาสรุบได้ว่าการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI ช่วยลดค่าความล่าช้าได้ถึงประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์จากการใช้ SPUI เพียงวิธีเดียว ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกของ SPUI และการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI (Pitaksringkarn and Ratanamahatana 2008)

	Modeled Flow (vph)	Average Actual Entering Flow (vph)	Average Delay (sec/veh)	STD	CV
SPUI	12,283	10,163	72.03	2.29	0.03
CFI Integretion	12,283	10,163	29.05	0.76	0.03
Percent Delay Difference 59.70 percent					

Note : vph = vehicles per hour; STD = Standard Deviation; CV = Coefficient of Variance; and sec/veh = seconds per vehicle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การก่อสร้าง การคัดเลือกพื้นที่ ความปลอดภัยทางเดินเท้า การเข้าถึงพื้นที่โดยรอบ และปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลกระทบต่อจากการนำรูปแบบที่ทำการนำเสนอขึ้นมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยก ควรจะต้องมีการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.5 การจำลองสภาพการจราจร

ในทางวิศวกรรมขนส่งการจำลองส่วนใหญ่จะหมายถึง การจำลองสภาพจราจร (Traffic Simulation) คือ การสร้างแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของลักษณะสภาพ การจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนท้องถนน ทางแยก หรือโครงข่ายถนนหนึ่งๆได้ เพื่อนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานี้มาใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้น และเปรียบเทียบผลที่ได้กับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริง เป็นการนำเสนอสภาพการจราจร โดยการแสดงในรูปกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยการสังเกตและเก็บข้อมูลทางสถิติ ผ่านทางแบบจำลองสภาพการจราจร (Traffic Modeling)

แบบจำลองสภาพการจราจร (Traffic Modelling) คือ รูปแบบการนำเสนอหรือชิ้นงาน ที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจร เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การเดินทาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์อีกทั้งยังมีการแสดงถึงพฤติกรรมของยานพาหนะ และเหตุการณ์การที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนนอีกด้วย ตัวอย่างเช่น

- ปริมาณยานพาหนะที่วิ่งบนถนน
- ทางรถไฟ
- ช่องทางเดินรถประจำทาง
- ทางกลับรถ
- การจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจร
- อุบัติเหตุ
- ช่องทางรถบรรทุก
- ช่องทางใช้ความเร็วสูง
- แยกคอก

ที่กล่าวมานี้จะเรียกเป็นรูปแบบการจำลองระดับมหภาค (Macroscopic Simulation) ซึ่งนอกจากนี้ ยังมีการจำลองระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) ที่มีความละเอียดและซับซ้อนกันยิ่งขึ้น การจำลองระดับจุลภาคเป็นการคำนึงถึงพฤติกรรมของยานพาหนะแต่ละคันการขับขึ้นของยานพาหนะ แต่ละคันการเพิ่มความเร็วลดความเร็วและการหยุดของคันหน้า จะมีผลต่อการขับขึ้นของยานพาหนะที่ขับตามมาแต่จะไม่มีการคำนึงถึงพฤติกรรมการขับขึ้นที่ได้รับผลกระทบมาจากขับขึ้นของยานพาหนะข้างเคียง นอกจากนี้ยังใช้กับ

- การควบคุมการปล่อยรถ
- การออกแบบด่านเก็บค่าผ่านทาง

- การควบคุมการจราจรในเมือง
- การจัดการจราจรในพื้นที่กว้าง
- ปฏิกริยาของผู้เดินเท้าและผู้ขับขี่รถยนต์
- ความผิดปกติของแผนผังและทางแยกที่ซับซ้อน
- การจัดการเหตุการณ์ต่างๆ
- การบริการฉุกเฉิน

2.5.1 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulation Programs)

2.5.1.1 โปรแกรม CORSIM (Netsim)

CORridor SIMulation (CORSIM) เป็นส่วนหนึ่งของ Traffic Software Integrated System [TSIS] ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Federal Highway Administration [FHWA] ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย CORSIM ประกอบด้วยโปรแกรมจำลองสภาพการจราจร 2 โปรแกรม คือ NETSIM หรือ TRAFNETSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค บนโครงข่ายถนนและทางแยกระดับเดียวกัน ในเขตเมืองและ FRESIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรบนระบบทางด่วน ที่มีลักษณะทางเรขาคณิตซับซ้อนเช่น Lane Add/Drops, Auxiliary Lanes, การเปลี่ยนแปลงความลาดชัน และการยกโค้ง เป็นต้น โดย FRESIM สามารถจำลองการดำเนินการจราจรบนทางด่วนได้หลายรูปแบบ เช่น Lane Changing, On-ramp Metering และสิ่งอำนวยความสะดวกบนทางด่วนรูปแบบอื่นๆ ผลการรวมทั้ง 2 โปรแกรมนี้เข้าด้วยกัน ทำให้ CORSIM สามารถจำลองได้ทั้งระบบโครงข่ายถนนทั่วไป และระบบทางด่วน รวมถึงระบบโครงข่ายถนนที่ผสมผสานกัน ระหว่างทางด่วนกับถนนทั่วไป โดยข้อมูลที่ถูกรายงานในผลการจำลองของโปรแกรม CORSIM ประกอบด้วย Total Delay, Stop Delay, Total Stops, Stops/Vehicles ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง Maximum Queue Length Fuel Consumption และระดับมลภาวะที่เกิดขึ้น (Kaseko,2002)

2.5.1.2 โปรแกรม PARAllelMI Croscopic Simulation (QuadstoneParamics)

Paramics ถูกพัฒนาขึ้นที่ Edinburgh Parallel Computing Center โดยบริษัท Quadstone Ltd ในสหราชอาณาจักร เมื่อปี ค.ศ. 1992 เพื่อใช้สำหรับการจำลองพฤติกรรมและลักษณะการเคลื่อนที่ของยานยนต์เดี่ยวและระบบขนส่งมวลชน ทั้งบนโครงข่ายถนนท้องถิ่นและบนโครงข่ายทางด่วนระดับประเทศ Paramics มีลักษณะแตกต่างจากโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรอื่นๆ คือ เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ UNIX แต่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Window ได้ โดยอาศัยโปรแกรม Hummingbird เป็นตัวจำลองสภาพแวดล้อม UNIX บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ทำงาน (Choa et al., 2002) โดยการทำงานของ Paramics จะอาศัยการ

ทำงานประสานกันของ 3 โปรแกรมย่อยที่อยู่ภายในประกอบด้วย Modeler (ใช้ในการจำลองเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายถนน) Analyzer (ใช้ในการวิเคราะห์และจัดทำผลการจำลอง) และ Processor (ใช้ในการจำลองสภาพการจราจร) (ทวิ วิชัยเมธาวิ, 2545) Paramics เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการจำลองโครงข่ายถนนที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะมีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถจำลองโครงข่ายถนนที่มีขนาด 4,000,000 Link 1,000,000 Node 32,000 zone และ 1,000,000 จุดควบคุมได้ ซึ่งอาจถือได้ว่าขนาดของโครงข่ายถนนที่ Paramics รองรับได้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการ Run โปรแกรม (Velez, 2006) นอกจากนี้ ความสามารถในการแสดงภาพเคลื่อนไหวการเคลื่อนที่ของยานยนต์แต่ละคันได้ทั้งมุมมอง 2 มิติ และ 3 มิติ และการใช้สีที่แตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลอง ยังช่วยเพิ่มความเข้าใจในการดำเนินการจราจรของสิ่งอำนวยความสะดวกการจัดการจราจรและการประเมินนโยบายการขนส่งทั้งในระดับพื้นที่ย่อยและระดับยุทธศาสตร์ (ทวิ วิชัยเมธาวิ, 2545)

2.5.1.3 โปรแกรม HCS

โปรแกรม HCS เป็นโปรแกรมที่ใช้แบบจำลองมหภาคที่พิจารณาลักษณะจราจรเป็นกลุ่มยวดยานของ HCM ในการจำลองสภาพการจราจร และสามารถวิเคราะห์สภาพการจราจรได้เฉพาะทางแยกเดี่ยวเท่านั้น ทั้งนี้โปรแกรม HCS โดยลำพังไม่สามารถจำลองสภาพการจราจรได้ จะต้องอาศัยโปรแกรม CINEMA เป็นตัวช่วยในการจำลองสภาพการจราจรอีกที

2.5.1.4 โปรแกรม Synchro/SimTraffic

Synchro/SimTraffic เป็นชุดของโปรแกรมคู่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Trafficware เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบสัญญาณไฟจราจรและการจำลองสภาพการจราจรที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ที่ได้รับความนิยมและถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในหน่วยงานที่รับผิดชอบและบริษัทที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรในประเทศสหรัฐอเมริกา (Kaseko, 2002) โดย Synchro/SimTraffic มีโปรแกรมย่อยที่แยกกันทำงาน 2 โปรแกรม ดังนี้

- Synchro เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรของโครงข่ายทางแยก หรือทางแยกเดี่ยวให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอาศัยหลักการในการลดความล่าช้า และจำนวนครั้งของการหยุดที่ทางแยกลงให้เหลือน้อยที่สุด ความสามารถหลักของโปรแกรม คือ สามารถวิเคราะห์ความจุของทางแยก ที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร ให้ทำงานประสานกันแบบหลายทางแยก ทั้งแบบเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรเดี่ยว หรือแบบหลายเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร และออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบแปรเปลี่ยน ตามปริมาณจราจรที่ทางแยก ข้อมูลในรายงานผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม Synchro ประกอบด้วย Total Delay, Stop Delay, Total Stops, Stops/Vehicle, ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง, LOS, Maximum Queue Length, Queue Penalty, Dilemma Vehicles, Fuel Consumption และระดับมลภาวะที่เกิดขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม Synchro ยังมักจะถูกใช้สร้าง Input Files ของโปรแกรม SimTraffic, CORSIM, HCS, TRANSYT-7F, PASSER และ VISSIM อีกด้วย (Kaseko, 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SimTraffic เป็นโปรแกรมส่วนที่ใช้ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ซึ่งใช้ลักษณะของผู้ขับขี่และยานยนต์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับโปรแกรม CORSIM โดยบริษัท Trafficware ได้นำส่วนที่ถูกเผยแพร่มาใช้ในโปรแกรม SimTraffic ความสามารถหลักของโปรแกรม SimTraffic คือ สามารถจำลองและนำเสนอผลการจำลองในลักษณะภาพเคลื่อนไหวของยานยนต์ (รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก และรถโดยสารสาธารณะ) และคนเดินเท้า ทั้งในบริเวณทางแยกที่ถูกควบคุมและไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร บนโครงข่ายถนนทั่วไปรวมถึงในระบบทางด่วนได้ ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรของโปรแกรม SimTraffic (เช่น ลักษณะโครงข่ายถนน ปริมาณจราจร และรอบสัญญาณไฟจราจร) จะถูกสร้างโดยโปรแกรม Syncho สำหรับข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรม Simtraffic ได้โดยตรง ได้แก่ ลักษณะของยานยนต์และพฤติกรรมรถขับขี่ (Jones ct., 2004)

2.5.1.5 โปรแกรม TRANSYT

โปรแกรมทรานสิตเป็นโปรแกรมที่ใช้ออกแบบจำลองมหภาค ในการจำลองสภาพการจราจรและสามารถแนะนำวิธีการจัดสัญญาณไฟจราจร เพื่อใช้ในการประเมินผลการจัดสัญญาณไฟจราจร เป็นที่เหมاسبกับสถานะที่เป็นเงื่อนไขที่ถูกสร้างไว้ได้ในระดับโครงข่าย เช่น เงื่อนไขในการสร้างวิธีจัดสัญญาณไฟ ให้มีความล่าช้าใช้ที่เก็ต้น้อยที่สุด โปรแกรมทรานสิตจะประเมินสภาพการจราจรได้ทั้งในแง่ความล่าช้า จำนวนการหยุดและการเผาผลาญเชื้อเพลิง อีกทั้งโปรแกรมทรานสิตยังสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปของกราฟ ความสัมพันธ์ที่แสดงลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มยวดยาน ข้อดีอีกประการหนึ่งของโปรแกรมทรานสิต คือสามารถปรับเปลี่ยนแบบจำลองได้อย่างอิสระ โดยสามารถกำหนดพารามิเตอร์และมีสมการความสัมพันธ์ให้เลือกใช้จำนวนมากพอสมควร

2.5.1.6 โปรแกรม VISSIM

VerkehrInn Staden – SIMulations modell (เทียบเท่ากับ Traffic in Cities – Simulation Model ในภาษาอังกฤษ) VISSIM ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ University of Karlsruhe ที่ประเทศเยอรมนี ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 และถูกพัฒนาต่อในบริษัท Planung Transport Verkehr [PTV] (Velez,2006) โดยเป็นส่วนหนึ่งของ PTV Vission ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่ใช้ในการวางแผนการคมนาคมขนส่ง และงานด้านวิศวกรรมจราจร VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ทั้งบนโครงข่ายถนนในเขตเมืองและบนระบบทางด่วนแบบอนุกรมประสงค์ เนื่องจากมีความสามารถหลากหลายทั้งการจำลองและวิเคราะห์สภาพการจราจรในเงื่อนไขต่างๆ เช่น วงเวียน ทางแยกทั้งที่ถูกควบคุมและไม่ถูกควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร ทางแยกต่างระดับ ด่านเก็บเงินค่าผ่านทาง(Toll Plaza) ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และ Ramp Meter เป็นต้น ข้อมูลที่รายงานในผลการจำลองของโปรแกรมประกอบด้วย ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจร เช่น ปริมาณจราจร ความเร็วเฉลี่ย เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ความล่าช้าความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งของการหยุด เป็นต้น ระดับมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการจราจร และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก เป็นต้น (Kaseko,2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม VISSIMประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน 2 โปรแกรม (PTV,2005) ดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมสร้างการจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulator) ถือเป็นโปรแกรมหลักของ VISSIM ซึ่งใช้ในการสร้างการจำลองสภาพการจราจรโดยอาศัยชุดคำสั่งทางตรรกศาสตร์ของพฤติกรรมรถที่ขับตามกันและการเปลี่ยนช่องจราจรของผู้ขับขี่ โดย Traffic Simulator จะทำการปรับปรุงสถานการณ์ในการจำลองตามเงื่อนไขที่แปรเปลี่ยนไปในทุกๆ Time Stop อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาที่ทำการจำลอง

2. โปรแกรมสร้างสถานะการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร (Signal State Generator) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณสถานะการควบคุมของระบบสัญญาณไฟจราจรใน Time Stop ถัดไป โดยจะรับข้อมูลสภาพการจราจรของ Time Stop ปัจจุบันที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ Traffic Simulator จากนั้นทำการคำนวณและส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยัง Traffic Simulator อีกครั้งหนึ่ง เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขอันหนึ่งในการปรับปรุงสถานการณ์ในการจำลองสภาพการจราจรใน Time Stop ถัดไป

แบบจำลองพฤติกรรมรถที่ขับตามกันในโปรแกรม VISSIM

โปรแกรม VISSIM ใช้แบบจำลองจิตฟิสิกส์ของการขับตามกัน (Psycho-Physical Car Following Model) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Rainer Wiedemann เมื่อปี ค.ศ.1974 ในการจำลองพฤติกรรมรถที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Longitudinal) และใช้ Rules-Based Algorithm ในการจำลองพฤติกรรมรถที่เคลื่อนที่ทางด้านข้าง (Lateral) ของยานพาหนะ โดยในแบบจำลองได้รวมรวมยานพาหนะ (Vehicle) และผู้ขับขี่ (Driver) เข้าเป็นหน่วยเดียวกัน เรียกว่า Driver-Vehicle-Element [DVE] (PTV,2005)

Ahmed (2005) กล่าวว่า Psycho-Physical Car Following Model เป็นแบบจำลองแบบ Discrete, Stochastic และ Time Step ในระดับจุลภาคที่ใช้แนวคิดพื้นฐานเรื่องค่าเริ่มต้น (น้อยที่สุดหรือมากที่สุด) ในการรับรู้ของแต่ละบุคคล (Individual Perception Threshold) เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมรถที่ขับตามกันในแบบจำลอง โดยในแบบจำลองจะกำหนดให้ผู้ขับขี่ยานยนต์คันที่แล่นตามหลังเริ่มเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมรถที่ขับตามกัน เช่นลดความเร็ว เบรก เร่งความเร็ว หรือเปลี่ยนช่องจราจร หลังจากที่เข้าสู่ค่าการรับรู้ในสถานะใดสถานะหนึ่งของการขับตามกัน ซึ่งสถานะที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของระยะห่าง (Distance) และความแตกต่างระหว่างความเร็ว (Speed Difference) ของยานยนต์ที่แล่นตามกัน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สถานะ ดังต่อไปนี้

1. สถานะการขับที่อิสระ (No Reaction) เป็นสถานะที่ผู้ขับขี่ยานยนต์คันที่แล่นตามหลัง ไม่ได้รับอิทธิพลจากยานยนต์คันที่ถูกสังเกต ซึ่งแล่นอยู่ข้างหน้า ทำให้ผู้ขับขี่ยานยนต์คันที่แล่นตามหลังสามารถเลือกใช้ความเร็วได้ตามการ (Desired Speed) และจะพยายามรักษาระดับความเร็วนั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาวะการขับซึ่งขณะเข้าใกล้ยานยนต์คันที่แล่นอยู่ข้างหน้า (Reaction) เป็นสภาวะที่ผู้ขับซึ่งยานยนต์คันที่แล่นตามหลัง ได้รับอิทธิพลจากยานยนต์คันที่ถูกสังเกต ซึ่งแล่นอยู่ข้างหน้า ทำให้ต้องลดความเร็วลงหลังจากที่เริ่มรับรู้ว่ายานยนต์คันที่ถูกสังเกต มีความเร็วต่ำกว่าจนความเร็วของยานยนต์ทั้งสองคันมีค่าใกล้เคียงกัน (กวดแกว่งอยู่ใกล้ๆค่าศูนย์) ในระยะห่างที่เท่ากับระยะห่างปลอดภัยที่ต้องการ (Desired Safety Distance) ของผู้ขับซึ่งยานยนต์คันที่แล่นตามหลัง

3. สภาวะการขับซึ่งตามกันไป (Unconscious Reaction) เป็นสภาวะที่ผู้ขับซึ่งยานยนต์คันที่แล่นตามหลัง พยายามที่จะรักษาระยะห่างปลอดภัยตามที่ต้องการไว้ โดยความแตกต่างระหว่างความเร็วของยานยนต์ทั้งสองคัน จะกวดแกว่งอยู่ใกล้ๆค่าศูนย์

4. สภาวะเบรก (Deceleration and Collision) เป็นสภาวะที่ผู้ขับซึ่งยานยนต์คันที่แล่นตามหลังลดความเร็วลง โดยใช้อัตราหน่วงที่สูงกว่าปกติ (High Deceleration Rate) หลังจากที่ได้รับรู้ว่าระยะห่างจากยานยนต์ คันที่แล่นอยู่ข้างหน้ามีค่าน้อยกว่าระยะปลอดภัยที่ต้องการ ซึ่งอาจเกิดจากยานยนต์คันที่ถูกสังเกตซึ่งแล่นอยู่ข้างหน้าลดความเร็วลง อย่างทันทีทันใด เนื่องจากมียานยนต์ จากช่องจราจรอื่นเปลี่ยนช่องจราจรเข้ามาอยู่ข้างหน้ายานยนต์คัน ที่ถูกสังเกตดังกล่าว

2.5.2 เปรียบเทียบลักษณะของโปรแกรม

Kaseko (2002) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม จำลองสภาพการจราจร 3 โปรแกรม ประกอบด้วย VIMSIM, CORSIM และ SYNCHRO/SIMTRAFFIC เพื่อคัดเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในโครงการของ Nevada Department of transport [NDOT] โดยในการศึกษาได้ทำการประเมินความสามารถของโปรแกรม ใน 2 เงื่อนไข คือ (1) เงื่อนไขการจราจรบนทางด่วนและทางแยกต่างระดับ ซึ่งได้แบ่งการจำลองออกเป็น 4 สถานการณ์ ประกอบด้วย บนช่วงทางด่วนทั่วไป ในบริเวณ Ramp Metering บนช่วงทางด่วนที่มีช่องจราจรเฉพาะ High Occupancy Vehicles [HOV] และในบริเวณที่มีการก่อสร้างหรือซ่อมแซมผิวจราจร (Work Zone) โดยโปรแกรมที่ถูกประเมินในเงื่อนไขนี้คือ VISSIM และ CORSIM พื้นที่ศึกษาในเงื่อนไขนี้ คือ US-95 Freeway ช่วงระหว่าง I-15 Interchange ถึง Lake Mead Interchange และ (2) เงื่อนไขการจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองทั่วไปซึ่งทางแยกถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรแบบทำงานประสานกัน โดยพื้นที่ศึกษาในเงื่อนไขนี้ คือ Martin Luther King Boulevard ช่วงระหว่าง Washington ถึง Carey ซึ่งประกอบไปด้วยทางแยกสัญญาณไฟจราจร 4 ทางแยก ในเงื่อนไขที่สองนี้ใช้ในการประเมินความสามารถของทั้ง 3 โปรแกรมซึ่งผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจากเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมินทั้ง 2 เงื่อนไข แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, VISSIM และ SimTraffic จากการศึกษา ของ Kaseko

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	โปรแกรม		
	CORSIM	VISSIM	SimTraffic
1.การสร้างโครงข่ายถนนและสิ่งอำนวยความสะดวก (Coding)	ง่าย	มีความยืดหยุ่นสูงแต่ใช้ข้อมูลและเวลามากกว่า	ง่ายที่สุด
2.การ Run แบบจำลองสภาพการจราจร	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.จำนวนเพิ่มข้อมูลของ Output	1	มากกว่า1เพิ่ม	ไม่ระบุ
8.นำเสนอ Output ในระดับAggregate	นำเสนอ	ไม่นำเสนอ	ไม่ระบุ
9.นำเสนอ Output ในระดับ Disaggregate	นำเสนอ	นำเสนอ	ไม่ระบุ

จากตารางที่ 2.3 พบว่าโปรแกรม CORSIM มีจุดแข็ง คือ การสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลองทำได้ง่าย นอกจากนี้ Output มีเพียงเพิ่มข้อมูลเดียว ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจรหลักๆ ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงข่ายถนนและทางแยก อีกทั้งยังถูกนำเสนอทั้งในระดับ Aggregate และ Disaggregate อีกด้วย จุดอ่อนของ CORSIM ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ไม่สามารถใช้ในการจำลองสภาพการจราจร ภายในวงเวียนและการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้ ในขณะที่ โปรแกรม VISSIM มีจุดแข็ง คือ มีความยืดหยุ่นสูงในการสร้างโครงข่ายถนน และสิ่งอำนวยความสะดวกทำให้สามารถสร้างทางโค้ง และวงเวียนในแบบจำลองได้ นอกจากนี้ยังสามารถรองรับการดำเนินการจราจรของสิ่งอำนวยความสะดวกได้หลายรูปแบบ เช่น LRT, วงเวียน และการข้ามถนนของคนเดินเท้า ซึ่งทำได้ยากหรือทำไม่ได้ในโปรแกรม CORSIM และ SimTraffic อย่างไรก็ตาม VISSIM มีจุดอ่อน คือ การสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลองต้องใช้จำนวนข้อมูล และเวลามากกว่าโปรแกรมอื่นๆ นอกจากนี้ Output ของโปรแกรม VISSIM ยังแยกออกเป็นหลายเพิ่มข้อมูลอีกทั้ง ยังนำเสนอ Output ในระดับ Disaggregate เท่านั้น (ซึ่งเหมาะสำหรับการศึกษาการไหลของจราจรในเชิงลึก) ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการประมวลผลการจำลองให้เป็นระดับ Aggregate โดยใช้เครื่องมืออื่นอีกครั้งหนึ่ง ในส่วนของโปรแกรม SimTraffic มีจุดแข็ง คือ การใช้งานทำได้ง่ายที่สุดในทั้งสามโปรแกรม ทั้งในส่วนการสร้างโครงข่ายถนนและการประมวลผล

แบบจำลอง แต่อย่างไรก็ตาม SimTraffic (ซึ่งใช้ควบคู่กับโปรแกรม Synchro) จะถูกใช้งานในการจำลองสภาพจราจรเบื้องต้น (อย่างง่าย) เท่านั้น ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยใช้โปรแกรมอื่น ที่มีความสามารถสูงกว่าต่อไป โดยในการศึกษาครั้งนี้ SimTraffic ไม่สามารถใช้ในการจำลองการดำเนินการจราจรของระบบขนส่งมวลชน และวงเวียนได้

Choa et al. (2003) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรหลัก ที่ถูกใช้งานอยู่ในช่วงเวลานั้น 3 โปรแกรม คือ CORSIM, Paramics และ VISSIM ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมข้อมูลที่ต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ความยากง่ายในการสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลอง ความสอดคล้องของผลการจำลองกับผลการวิเคราะห์ที่ใช้วิธีการของ HCM และการนำเสนอสภาพการจราจรในรูปแบบกราฟฟิก (graphic) และภาพเคลื่อนไหว เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะประกอบในการตัดสินใจเลือกใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรของวิศวกรจราจรและนักวางแผนการขนส่งให้เหมาะสมกับรูปแบบของโครงการที่กำลังพิจารณา โดยในการศึกษาได้ใช้ทั้ง 3 โปรแกรม พัฒนาให้เป็น Single-Point Urban Interchange [SPUI] ซึ่งเป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบใหม่ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งผลการเปรียบเทียบในแต่ละประเด็น แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, Paramics และ VISSIM จากการศึกษา Choa et al.

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	โปรแกรม		
	CORSIM	Paramics	VISSIM
1.จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	น้อยกว่า Paramics และ VISSIM	ใช้ข้อมูลมากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	
2.เวลาที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง	3 ถึง 4 วัน	ใช้เวลามากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	
3.วิธีการเลือกใช้เส้นทางในแบบจำลอง	Link-Based Routing (ซึ่งไม่รองรับ Link ที่มี ความยาวน้อยกว่า 50 ฟุต)		Path-Based Routing
4.การปรับให้เข้ากับบริบทมีวงเลี้ยว(ซึ่งมากกว่าปกติ)ของ SPUI	ทำได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing	สามารถทำได้โดยใช้ Network Editing Tools ของโปรแกรม	สามารถทำได้
5.การเลือกใช้ช่องจราจรในช่วง 50 ฟุต ก่อนถึงทางแยก	มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing		ไม่มีความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ความคลาดเคลื่อนในการเลือกใช้ช่องจราจรซึ่งเกิดจากขีดจำกัดของ Look Ahead Distance	มี แต่สามารถลดลงได้โดยใช้ Conditional Turn Movement ของโปรแกรม	มี แต่กำลังถูกแก้ไขใน Version ถัดไป	ไม่มีความคลาดเคลื่อน
7.ความล่าช้าที่ทางแยกใน Output ของโปรแกรม	Control Delay ในแต่ละ Link และ Total Delay ของรถเดี่ยวที่ทางแยก	Total Delay ในแต่ละ Link	Total Delay ระหว่างจุด 2 จุดในโครงข่าย และของรถเดี่ยวที่ทางแยก
8.ความหนาแน่นของการจราจรใน Output ของโปรแกรม	เฉพาะจุด และทั้งช่วงของถนน (Link)	เฉพาะจุดทั้งช่วงถนน และช่องจราจร	เฉพาะจุด ทั้งช่วงถนน และช่องจราจร
9.ความสอดคล้องของปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจกับการจำลอง	95-99%	86-95% เป็นผลจาก Link-Based Routing และ Look Ahead Distance	98-100%
10.ความสอดคล้องของ LOS ของช่วงสลับกระแสจราจร(Weaving Section)ที่ได้จากแบบจำลองกับที่ได้จากวิธี HCM	ต่ำกว่าค่าจาก HCM เนื่องจากเกิด Artificial Barrier ที่จุดต่อเชื่อมระหว่าง Freeway กับ Arterial	สอดคล้องกับค่าที่ได้จาก HCM	
11.การสร้างกราฟฟิกของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้ Rectangular Shapes	ใช้ Triangular Shapes	
12.การกำหนดสีของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้สีได้จำกัด	ใช้สีได้มากกว่า CORSIM	
13.วัตถุในแบบจำลอง	ยานพาหนะประเภทต่างๆ		ยานพาหนะ ระบบขนส่งมวลชน คนเดินเท้า และวัตถุอื่น เช่น ต้นไม้ และอาคาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.การนำเสนอกราฟฟิก (Graphic) ในรูปแบบ ภาพเคลื่อนไหว	2 มิติ (คนเดินเท้าไม่ ถูกแสดงใน ภาพเคลื่อนไหวแต่มี อิทธิพลต่อรถเลี้ยว)	3 มิติ	3 มิติ
15.ความสามารถในการ บันทึกภาพเคลื่อนไหว	ไม่รองรับ		รองรับ

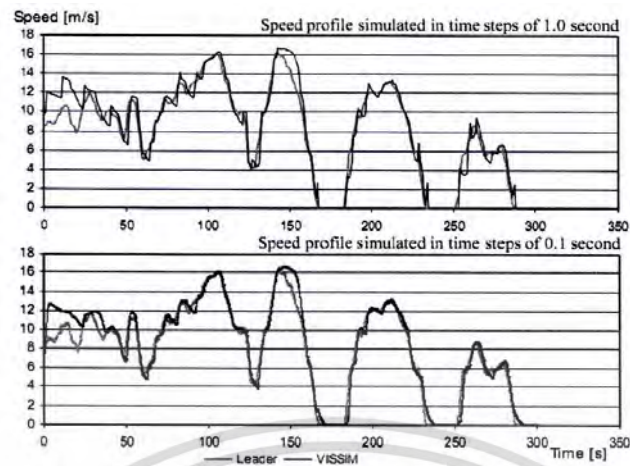
Choa et al. ได้สรุปผลการศึกษาว่า โดยภาพรวมแล้ว ผลการจำลองสภาพการจราจรของ โปรแกรม VISSIM และ Paramics มีความสอดคล้องจากผลที่ได้จากการสำรวจในสนาม หลัก วิศวกรรมจราจร และผลการทบทวนงานวิจัยของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น California Department of Transportation [Caitrans] มากกว่าผลที่ได้จากโปรแกรม CORSIM นอกจากนี้ยัง ได้นำเสนอตัวอย่างบางส่วนของเกณฑ์ในการทวนสอบแบบจำลองสภาพการจราจรที่ได้รับการยอมรับ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น Caltrans

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ในการทวนสอบแบบจำลองสภาพการจราจรในการศึกษาของ Choa et al.

ตัวแปร	คำอธิบาย	เกณฑ์ที่ยอมรับ
ปริมาณจราจรที่รองรับ	ความแตกต่างระหว่างปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากผลการจำลอง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percent)	95 ถึง 105% ของค่าที่สังเกต
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทาง	ความแตกต่างระหว่างเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากผลการทดลอง	± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทาง	ความแตกต่างระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากผลการจำลอง	± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความหนาแน่นของการจราจรบนทางด่วน	ความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของการจราจรบนทางด่วนที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากการจำลองคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percent)	90 ถึง 110% ของค่าที่สังเกต
ความยาวแถวคอยเฉลี่ยหรือมากที่สุด	ความแตกต่างระหว่างความยาวแถวคอยที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากผลการจำลอง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percent)	80 ถึง 120% ของค่าที่สังเกต

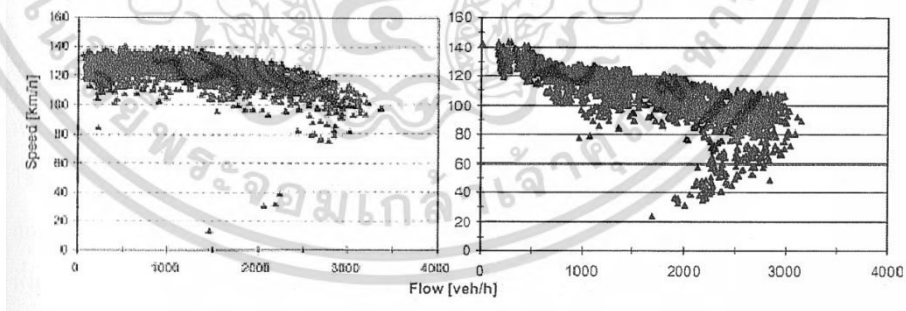
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM

Fellendorf, Vortsch (2001) ได้ทำการศึกษาความถูกต้อง ของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยการใช้โปรแกรม VISSIM ในเงื่อนไขการจราจร ที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางการไหลของกระแสจราจรที่แตกต่างกันออกไป คือ ในพื้นที่ประเทศเยอรมนีและในพื้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในกรณีศึกษาประเทศเยอรมนี ได้เลือกใช้ Autobahn ขนาด 2 ช่องจราจร ซึ่งสามารถคำนวณความจุได้เท่ากับ 1,800 คันต่อชั่วโมงต่อช่องจราจร เป็นพื้นที่ศึกษา และในกรณีศึกษาประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เลือกใช้ทางด่วน (Freeway) ขนาด 5 ช่องจราจร ซึ่งมีความจุเท่ากับ 2,700 คันต่อชั่วโมงต่อช่องจราจร เป็นพื้นที่ศึกษา โดยสาเหตุที่ Freeway ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีความจุสูงกว่า Autobahn ในประเทศเยอรมนี เนื่องมาจาก Freeway มีการจำกัดความเร็วที่ใช้ในการขับขี่ และไม่มีข้อบังคับเข้มงวดในเรื่องการเลือกใช้ช่องจราจรเหมือนบน Autobahn ในขณะที่ Autobahn เป็นทางด่วนที่ไม่มีการจำกัดความเร็วที่ใช้ในการขับขี่ เว้นแต่ในบริเวณทางต่อเชื่อม และในบางช่วงที่มีสภาพการจราจรหนาแน่น ซึ่งจะถูกจำกัดความเร็วที่ใช้ในการขับขี่ไว้ที่ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอาจถือเอาความเร็วดังกล่าวนี้เป็นตัวแทนของความเร็วที่ใช้ในการขับขี่บน Autobahn ได้ ในส่วนในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร ในแต่ละพื้นที่ศึกษา Fellendorf และ Vortisch ได้ใช้พฤติกรรมของผู้ขับขี่ในระดับจุลภาค เป็นข้อมูลในการสอบเทียบแบบจำลอง ในขณะที่การทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ได้ใช้ความสอดคล้องระหว่างความสอดคล้อง ในระดับมหภาค เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหลของกระแสจราจร ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง เป็นเกณฑ์ในการประเมินจากการศึกษา ในขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลอง Fellendorf และ Vortisch พบว่าความยาวของ Time step เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความถูกต้องแม่นยำของการจำลอง โดยในแบบจำลองอันเดียวกันการจำลองที่ใช้ Time step ที่มีความยาวนานกว่าจะให้ผลการจำลองที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงกว่า การใช้ Time Step ที่มีความยาวมากกว่าในแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 2.20 นอกจากนี้ ยังได้แนะนำว่า เพื่อความมั่นใจในความถูกต้องแม่นยำของผลการจำลองที่ได้ ควรใช้ Time Step ที่มีความยาวนานน้อยกว่า 1 วินาที เมื่อทำการจำลองสภาพการจราจรที่ระดับปริมาณจราจร (ซึ่งมีเสถียรภาพ) สูงกว่า 2,000 คันต่อชั่วโมง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในแบบจำลองที่อัตราเร่งของยานยนต์ มีอิทธิพลต่อผลการจำลองอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ในแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระดับมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการจราจร ควรใช้ Time Step ที่มีความยาวประมาณ 0.2 วินาที ในการจำลอง ซึ่งผลการค้นพบดังกล่าว ทำให้ Fellendorf และ Vortisch เลือกใช้ Time Step เท่ากับ 1 วินาที ในการจำลองสภาพการจราจรบน Autobahn เนื่องจากมีปริมาณจราจรต่ำกว่า 2,000 คันต่อชั่วโมง และใช้ Time Step เท่ากับ 0.2 วินาที ในการจำลองสภาพการจราจรบน Freeway เนื่องจากมีปริมาณจราจรสูงกว่า 2,000 คันต่อชั่วโมง



รูปที่ 2.20 เปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม VISSIM ที่มีความยาวของ Time Step เท่ากับ 1.0 และ 0.1 วินาที (Fellendorf, Vortisch, 2001)

ในการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจร โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกับข้อมูลที่ได้จากการจำลองระดับมหภาค ในกรณีศึกษาในประเทศเยอรมนี พบว่าผลการจำลองที่ได้จากโปรแกรม VISSIM มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสำรวจที่ได้จากการสำรวจทั้งลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล และความจุของ Autobahn ซึ่งมีค่าประมาณ 3.500 คันต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 2.21

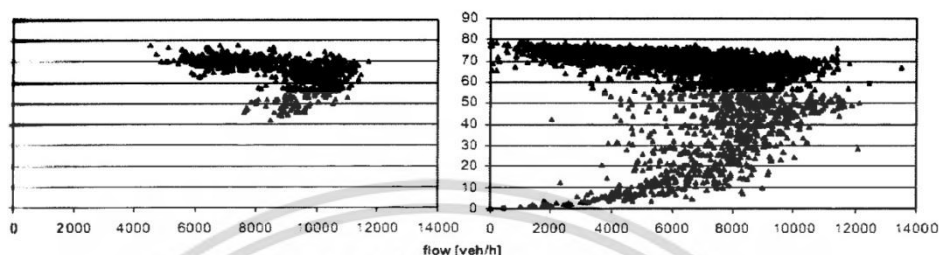


(Fellendorf, Vortisch, 2001)

รูปที่ 2.21 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหลของกระแสการจราจรบน Autobahn ขนาด 2 ช่องจราจร ที่ได้จากการสำรวจ (ด้านซ้าย) และที่ได้การจำลองสภาพการจราจร (ด้านขวา)

ในส่วนของการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ในกรณีศึกษาประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ไม่ครอบคลุมในทุกระดับปริมาณจราจร แต่ยังสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นจุดที่ลักษณะการไหลของกระแสจราจร เปลี่ยนจากแบบมีเสถียรภาพไปเป็นแบบไม่มีเสถียรภาพได้อย่างชัดเจน คือ ที่ระดับปริมาณจราจรประมาณ 12,000 คันต่อชั่วโมง หรือ 2,400 คันต่อชั่วโมงต่อช่องจราจร ในขณะที่ ผลที่ได้จากการจำลองมีความครอบคลุมในทุกระดับปริมาณจราจร และมีลักษณะสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสำรวจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุดที่มีลักษณะการไหลของกระแสจราจรเปลี่ยนจากแบบมีเสถียรภาพไปเป็นแบบไม่มีเสถียรภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.22



(Fellendorf, Vortisch, 2001)

รูปที่ 2.22 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการไหลของกระแสจราจรบน Freeway ขนาด 5 ช่องจราจร ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้จากการสำรวจ (ด้านซ้าย) และการจำลอง(ด้านขวา)

Fellendorf และ Vortisch ได้สรุปผลการศึกษาว่า จากผลการสอบเทียบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลในระดับจุลภาคและจากผลการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลในระดับมหภาค แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม VISSIM ซึ่งใช้แบบจำลองจิตฟิสิกส์ของการขับขี่ตามกันในแบบจำลองพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่สามารถจำลองลักษณะการไหลของกระแสที่เกิดขึ้นจริงภายใต้เงื่อนไขการจราจร ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการประยุกต์ใช้แบบจำลองจะต้องทำการปรับปรุงแบบจำลอง ให้มีความเหมาะสมกับเงื่อนไขการจราจรที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้นก่อน อย่างน้อยที่สุดในด้านกฎข้อบังคับของการจราจร และในด้านพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ ในพื้นที่ที่นำแบบจำลองนั้นไปประยุกต์ใช้

J Pitaksringkarn, L Pitaksringkarn (2003) ได้นำเสนอบทบาทของการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ในกระบวนการวางแผนทางด้านการคมนาคมขนส่ง โดยได้นำเสนอขั้นตอนและวิธีการ รวมถึงผลที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือในการแบบหลายทางเลือกบนพื้นฐานของการวัดประสิทธิภาพทางด้านการวางแผนการขนส่งและทางด้านวิศวกรรมจราจร ของทางเลือกที่ถูกนำเสนอในโครงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยก Interstate 5 (I5) ตัดกับ State Route 56 (SR56) ในบริเวณใกล้เคียงกับ Diamond Interchange ในเมือง san Diego รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทางเลือกที่ถูกนำเสนอในโครงการดังกล่าว ประกอบด้วย ทางเลือกที่หนึ่ง คือ การก่อสร้างถนนและทางแยกต่างระดับ มูลค่า 137 ล้านดอลลาร์ต่อเชื่อมโดยตรงระหว่าง I5 กับ SR56 และทางเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สอง คือ การก่อสร้างถนนและทางแยกต่างระดับ มูลค่า 30 ล้านดอลลาร์ต่อเชื่อมโดยตรงระหว่าง SR56 กับถนนสายรองของ Diamond Interchange (ถนนสายหลักของ Diamond Interchange คือ I5) โดยกระบวนการประเมินแบบหลายทางเลือก โดยใช้วิธีการจำลองสภาพการจราจรในโครงการดังกล่าวเริ่มต้น จากการสำรวจข้อมูลที่ต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลองซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งและความเร็วที่ระบุไว้ ที่ป้ายจำกัดความเร็วในการขับขี่ ความยาวของช่องพักรถเลี้ยวของรถเลี้ยวขวาและเลี้ยวซ้าย พื้นที่ที่ใช้ในการเปลี่ยนช่องจราจร ความล่าช้าและความยาวแถวคอยในพื้นที่ศึกษา รวมถึงรอบสัญญาณไฟจราจร ทั้งที่ทางแยกและจุดเชื่อมต่อเข้าสู่ทางด่วน ซึ่งได้มา Caltrans และ City of San Diego เป็นต้น จากนั้นได้ทำการสร้างโครงข่ายถนนและปรับแก้ค่าตัวแปรในแบบจำลอง ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ (1) ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาพการจราจรทั้งโครงข่ายถนน (Global Parameter) เช่น ความเร็วที่ต้องการใช้ในการขับขี่ อัตราเร่งและอัตราหน่วงสูงสุดของยานยนต์ และเวลาห่างน้อยที่สุด เป็นต้น และ (2) ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาพจราจรเฉพาะช่วงถนนใดช่วงถนนหนึ่ง (Local Parameter) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ความเร็วเฉลี่ยและปริมาณจราจรในทิศทางต่างๆที่ทางแยก ความยาวแถวคอยในแต่ละขาทางแยก พื้นที่ที่ใช้ในการเปลี่ยนช่องจราจร รวมถึงรอบสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกและที่จุดต่อเชื่อมเข้าสู่ทางด่วน เป็นต้นในขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาแบบจำลอง คณะผู้ประเมินได้ทำการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยใช้ความสอดคล้องของความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยกที่ได้จากการจำลองและที่ได้จากการสำรวจเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา หลังจากนั้นได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นกับทางเลือกที่ถูกนำเสนอ โดยได้ทำการจำลองสภาพการจราจรและวัดประสิทธิภาพของทางเลือกทั้ง 2 ทางเลือก ในเงื่อนไขการจราจรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคตอีก 25 ปี ซึ่งผลการจำลองและผลการวิเคราะห์ที่ได้ แสดงให้เห็นว่า ทางเลือกที่สองมีประสิทธิภาพในการให้บริการด้านการจราจรสูงกว่าทางเลือกที่หนึ่ง อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่าอีกด้วย นอกจากนี้ผลการจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวยังช่วยให้ผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจและสาธารณชนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจไม่มีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมจราจร สามารถเข้าใจการดำเนินการด้านการจราจรและประสิทธิภาพของทางเลือกต่างๆที่ถูกนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจเลือกดำเนินโครงการที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจร และในด้านความคุ้มค่าของการลงทุนต่อไป

Ahmed (2005) ได้ทำการศึกษากระบวนการในการสอบเทียบและการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่ถูกพัฒนาโดยใช้โปรแกรม VISSIM ในเงื่อนไขการจราจรที่เกิดขึ้นในเมือง Khobar และ Dammam ประเทศซาอุดีอาระเบีย เพื่อค้นหาความคล้ายคลึงกันและความแตกต่างกันระหว่างลักษณะการจราจร และพฤติกรรมการขับขี่บนถนนในเขตเมืองที่เกิดขึ้นในประเทศเยอรมนี กับที่เกิดขึ้นในประเทศซาอุดีอาระเบีย และเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรในแบบจำลองสภาพการจราจร ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม VISSIM ที่จำเป็นต้องทำการปรับแก้ค่า เพื่อให้แบบจำลองมีความเหมาะสมกับเงื่อนไขการจราจรที่แตกต่างออกไป โดยในการศึกษาได้ทำการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทบทวนงานวิจัย คู่มือการใช้งาน และงานทางด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในช่วงเวลานั้น ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวได้พบว่า VISSIM เป็นเพียงโปรแกรมเดียว ที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง และประสบผลสำเร็จในหลายๆประเทศ ภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร และพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่ที่แตกต่างกันออกไป โดยถูกใช้ในการประเมินวิธีการปรับปรุงการจราจรหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนมาก นอกจากนี้ VISSIM ยังสามารถแสดงผล ในรูปแบบกราฟิกได้เหนือกว่าโปรแกรมอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ทำให้ VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกเลือกใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ในประเทศซาอุดีอาระเบียในการศึกษาของ Ahmed

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบโปรแกรม CORSIM, VISSIM, Paramics และ Simtraffic จากการศึกษาของ Ahmed (Ahmed, 2005)

หัวข้อที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร			
	CORSIM	VISSIM	Paramics	SimTraffic
1.การจำลองเส้นทางเดินรถประจำทาง	รองรับ	รองรับ	รองรับ	ไม่รองรับ
2.ป้ายหยุดรถประจำทางที่ฝั่งซ้ายของถนน	ไม่รองรับ	รองรับ	ไม่รองรับ	ไม่รองรับ
3.ความถูกต้องของปฏิสัมพันธ์ระหว่างรถโดยสารประจำทาง	มีข้อจำกัด	รองรับ	รองรับ	ไม่รองรับ
4.ความยืดหยุ่นของตารางเดินรถประจำทาง	มีข้อจำกัด	รองรับ	มีข้อจำกัด	ไม่รองรับ
5.Link ที่มีระยะสั้นกว่า 50 ฟุต	ไม่รองรับ	รองรับ	มีข้อจำกัด	มีข้อจำกัด
6.การนำเข้าข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศและ AutoCAD	ไม่รองรับ	รองรับ	รองรับ	ไม่รองรับ
7.การแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ	ไม่รองรับ	รองรับ	มีข้อจำกัด	ไม่รองรับ

กระบวนการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ในประเทศซาอุดีอาระเบียในการศึกษาของ Ahmed เริ่มต้นจากการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา โดยเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ พื้นที่ที่ศึกษาต้องไม่เป็นพื้นที่ที่การสำรวจ และการรวบรวมข้อมูลที่เป็นต้องใช้ในกระบวนการพัฒนาแบบจำลองทำได้ยาก ซึ่งในการศึกษาได้เลือก Dhahran Street ช่วงระหว่างทางแยกตัดกับ Makkah street ถึงทางแยกตัดกับ King Abdul Aziz Street ในเมือง Damman เป็นพื้นที่ศึกษาสำหรับการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น จากนั้นได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ดังกล่าว โดยข้อมูลที่ทำการรวบรวมและทำการสำรวจสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ (1) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลอง (Basic Input Data) ได้แก่ ลักษณะทางเลขาคณิตของโครงข่ายถนน ปริมาณจราจรบนช่องถนน ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางที่ทางแยก ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง ลักษณะของยวดยานแต่ละประเภท สัดส่วนยวดยานแต่ละประเภทในกระแสจราจร ตำแหน่งป้ายหยุด และรวมควบคุมการจราจร (2) ข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง (Data for model Calibration) โดยทั่วไปจะเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจร ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เวลาเฉลี่ยที่ในการเดินทาง ความเร็วเฉลี่ยบนช่วงถนน ความยาวแถวคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยสูงสุด หลังจากที่เสร็จสิ้นขั้นตอนการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในสนาม Ahmed ได้ทำการ Coding โครงข่ายถนนในแบบจำลอง และตรวจสอบข้อผิดพลาดในแบบจำลอง ที่อาจเกิดขึ้นจากการ Coding จากนั้นได้เริ่มกระบวนการสอบเทียบแบบจำลอง โดยเริ่มจากการ Run แบบจำลองสภาพการจราจร โดยใช้ค่าปกติของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมจราจรที่นำมาพร้อมกับโปรแกรม VISSIM (พฤติกรรมจราจรในประเทศเยอรมนี) ในการจำลองซึ่งการ Run แบบจำลองแต่ละครั้งจะใช้เวลา 20-30 นาที ต่อช่วงเวลาในการจำลองสภาพการจราจร 1 ชั่วโมง 15 นาที โดยช่วงเวลา 15 นาทีแรก จะใช้ในการเริ่มต้น (Initialize หรือ Warm-up) การจำลองจากนั้นข้อมูลทางสถิติของสภาพการจราจรในระหว่างการจำลองจะถูกบันทึกหลังจากผ่านไป 15 นาทีไป การ Run แบบจำลองจะกระทำในชุดแรก 10 ครั้ง โดยใช้หมายเลขเริ่มต้นสำหรับการสุ่มแตกต่างกัน จากนั้นจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการจำลองที่ได้ เพื่อใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการ Run แบบจำลองที่ต้องการต่อไป

ในส่วนของการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจร ในการศึกษาครั้งนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การปรับแก้ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่ในเขตเมือง ซึ่งประกอบด้วย Number of observed Vehicles (ความสามารถในการคาดคะเนและตอบสนองต่อพฤติกรรมของยานยนต์คันอื่นในกระแสจราจร) Additive and Multiplicative Part of Desired safety Distance (ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณระยะห่างปลอดภัย และถือเป็นตัวแปรหลักมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลอิมตัวของช่วงถนน) Amber Signal Decision (แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของผู้ขับขี่ในช่วงเวลาไฟเหลือง) และ Distance Required in Changing Lane (จุดที่ผู้ขับขี่เริ่มเปลี่ยนช่องจราจรก่อนที่จะถึงจุดเริ่มต้นของเส้นทางใหม่) โดย Ahmed ได้กำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการสอบเทียบขึ้นมา 8 ชุด ดังแสดงใน ตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 กลุ่มของค่าตัวแปรที่ใช้ในการสอบเทียบในการศึกษาของ Ahmed

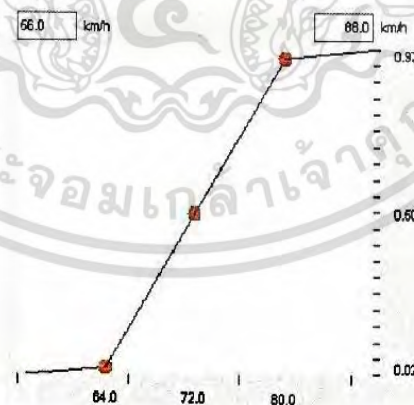
ชุดที่	ตัวแปร				
	No. of Observed Vehicles	Additive Part of Desired Safety Distance	Multiplicative Part of Desired Safety Distance	Amber Signal Decision Model	Lance Change Distance (m)
ค่าปกติ	2	2	3	Continuous Check	200
1	4	2.25	3.25	One Decision	300
2	2	2.25	3.25	One Decision	300
3	2	2.25	3.25	Continuous Check	300
4	2	2.25	3.25	One Decision	200
5	2	2.25	3.25	Continuous Check	200
6	4	2.25	3.25	Continuous Check	300
7	4	2.25	3.25	One Decision	200
8	4	2.25	3.25	Continuous Check	200

จากการเปรียบเทียบความสอดคล้องของค่าตัวแปร ประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจร (MoEs) ซึ่งประกอบด้วย เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทาง ความเร็วเฉลี่ยบนช่วงถนน ความยาวแถวคอยเฉลี่ย และความยาวแถวคอยสูงสุด ที่ได้จากการสำรวจภาคสนามในเมือง Khobar กับที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้ชุดของค่าตัวแปรในตารางที่ 2.11 พบว่าค่าตัวแปรในชุดที่ 8 เป็นค่าตัวแปรเพียงชุดเดียวที่ให้ค่าแตกต่างระหว่าง MoEs ที่ได้จากการจำลองกับการสำรวจ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับสำหรับการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่แนะนำโดย Caltrans (ตารางที่ 2.8) ในทุกเกณฑ์แต่อย่างไรก็ตามค่าตัวแปรในชุดดังกล่าวจำเป็นต้องถูกทำการทวนสอบเพื่อยืนยันความถูกต้อง กับเงื่อนไขการจราจรชุดใหม่อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป โดยในการศึกษาครั้งนี้การทวนสอบความถูกต้องของค่าตัวแปรชุด ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองได้ถูกกระทำกับเงื่อนไขการจราจรที่เกิดขึ้นในพื้นที่ใหม่ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่เดิม คือ ในพื้นที่เมือง Dammam ซึ่งวิธีการทวนสอบดังกล่าวนี้มีขั้นตอน และวิธีการเหมือนกับที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง คือ เริ่มต้นจากการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคขึ้นมาใหม่ โดยใช้ข้อมูลที่สำรวจได้จากพื้นที่ศึกษาในเมือง Dammam และใช้ค่าตัวแปรชุดที่ได้จากขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลองในเมือง Khobar ในการ Run แบบจำลองสภาพการจราจรในพื้นที่ศึกษาในเมือง Dammam จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบความสอดคล้องของ MoEs ที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค กับที่ได้จากการสำรวจภาคสนามในเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dammam ซึ่งพบว่า ความแตกต่างระหว่าง MoEs ที่ได้จากการจำลองกับที่ได้จากการสำรวจมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ที่แนะนำโดย Caltrans ในทุกเกณฑ์ในขั้นตอนสุดท้ายของงานวิจัย Ahmed ได้สรุปผลการศึกษาค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่ของโปรแกรม VISSIM ที่ได้จากขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลองในพื้นที่เมือง Khobar และได้ผ่านการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองในพื้นที่เมือง Dammam ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพการจราจร ในเขตเมืองในพื้นที่อื่นๆของประเทศซาอุดีอาระเบียได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งในเรื่องของการจราจรที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

Oricchio (2007) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่ในบริเวณทางแยก ที่ถูกควบคุมไฟจราจร ในช่วงจังหวะที่ระบบควบคุมไฟจราจรทำงานปกติ ซึ่งอาจมาสาเหตุมาจากฟ้าผ่าหรือไฟดับ โดยในการศึกษาได้ทำการออกแบบทางแยก ที่ใช้ในกรณีศึกษาขึ้นมาใหม่และได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของทางแยกดังกล่าว โดยใช้โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น ได้กำหนดให้มีรถยนต์ในกระแสจราจรเพียงประเภทเดียว คือ รถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car) และได้กำหนดลักษณะทางกายภาพต่างๆของรถยนต์ส่วนบุคคล โดยใช้ค่าปกติของโปรแกรม VISSIM ในส่วนของประเภทของผู้ขับขี่ ได้แบ่งผู้ขับขี่ออกเป็น 6 ประเภท ตามพฤติกรรมตอบสนองต่อการควบคุมการจราจรของไฟจราจรในแต่ละสถานการณ์ และได้ใช้ค่ากระจายตัวของความเร็วที่ต้องการใช้ในการขับขี่ จากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ต้องการใช้ในการขับขี่ ที่ได้จากการสำรวจในสนาม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าเท่ากับ 72 และ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ(บนถนนสายหลัก) ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การกระจายตัวของความเร็วที่ต้องการใช้ในการขับขี่บนถนนสายหลัก (Oricchio, 2007)

ในส่วนของพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่ในลักษณะอื่นๆ เช่น พฤติกรรมจราจรที่ตามกัน และพฤติกรรมจราจรเปลี่ยนช่องจราจร ได้ใช้ตัวแปรที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมจราจรบริเวณทางแยกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยก SR ตัดกับ SR 138 ในเมือง Atlanta รัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นทางแยกที่มีลักษณะทางกายภาพสอดคล้องกับทางแยกที่ออกแบบ โดยในการศึกษาได้ทำการสำรวจลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกในพื้นที่จริงและโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ และได้ทำการสำรวจข้อมูลลักษณะการจราจรที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้ Jamar Board, Hand-Held Data Recording Device และอุปกรณ์บันทึกภาพเคลื่อนไหว จากนั้นได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคของทางแยก SR 155 ตัดกับ SR 138 และทำการ Run แบบจำลองดังกล่าว โดยใช้ความยาวของ Time Step เท่ากับ 0.5 วินาที และใช้ช่วงเวลาในการจำลอง (Period) เท่ากับ 3,600 วินาที โดยไม่มีช่วง Warm Up ก่อนที่จะเริ่มบันทึกข้อมูลทางสถิติของสภาพจราจรในแบบจำลอง ซึ่งผลจากการ Run แบบจำลองสภาพการจราจรในครั้งที่ 1 โดยใช้ค่าปกติของชุดตัวแปรด้านพฤติกรรม การขับขี่ในเขตเมืองของโปรแกรม VISSIM (Wiedemann 74 Model) พบว่าความสอดคล้องของค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานด้านจราจร (ความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยก ความยาวแถวคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยสูงสุดที่ทางแยก) ที่ได้จากการจำลองและที่ได้จากการสำรวจไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ จึงได้ทำการปรับแก้ค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการขับขี่ที่ใช้ในการจำลองครั้งที่ 1 โดยอาศัยการสังเกตลักษณะการจราจรและพฤติกรรมการขับขี่ที่เกิดขึ้นในบริเวณทางแยกที่ศึกษาจากภาพเคลื่อนไหวที่ถูกบันทึกไว้ซึ่งผลการสังเกต พบว่ารถยนต์ที่จอดต่อท้ายกันในขณะรอข้ามทางแยกมักจะจอดให้ชิดกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้น จึงได้ทำการปรับแก้ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระยะห่างระหว่างรถยนต์ที่จอดต่อท้ายกัน ซึ่งได้แก่ Average Standstill Distance โดยได้ทำการปรับแก้จากค่าปกติ 2 เมตร ให้เหลือเพียง 1 เมตร หลังจากนั้นทำการ Run แบบจำลองอีกครั้งหนึ่ง และได้ทำการเปรียบเทียบความสอดคล้องของค่าตัวชี้วัด ที่ได้จากการจำลองกับที่ได้จากการสำรวจอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ Oricchio จึงได้ใช้ค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการขับขี่ ชุดที่ใช้ในการ Run แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคของทางแยก SR 155 ตัดกับ SR 138 ในครั้งที่ 2 นี้ ในการจำลองสภาพการจราจร ในบริเวณทางแยกที่ออกแบบในสถานการณ์ต่างๆ ที่ทำการศึกษาต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีดำเนินการจำลองสภาพจราจรบริเวณทางแยกที่เป็นทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง Single-point urban interchange (SPUI) และหลังจากปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคโปรแกรม VISSIM

ขั้นตอนการดำเนินงานในการการศึกษามีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 3.1 สรุปลำดับขั้นตอนในการศึกษา
- 3.2 การเลือกพื้นที่ทำการศึกษา
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การสร้างและพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาค
- 3.5 การตรวจสอบความถูกต้องในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค
- 3.6 การสอบเทียบและทวนแบบจำลอง

3.1 สรุปลำดับและขั้นตอนในการศึกษา



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการทำงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

เกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 พื้นที่ศึกษาเป็นทางแยกที่อยู่ในพื้นที่เขตเมืองและมีทางแยกต่างระดับรูปแบบ SPUI อยู่ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น

3.2.2 เป็นทางแยกที่มีปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนทั้งตอนช่วงเช้าและช่วงเย็น

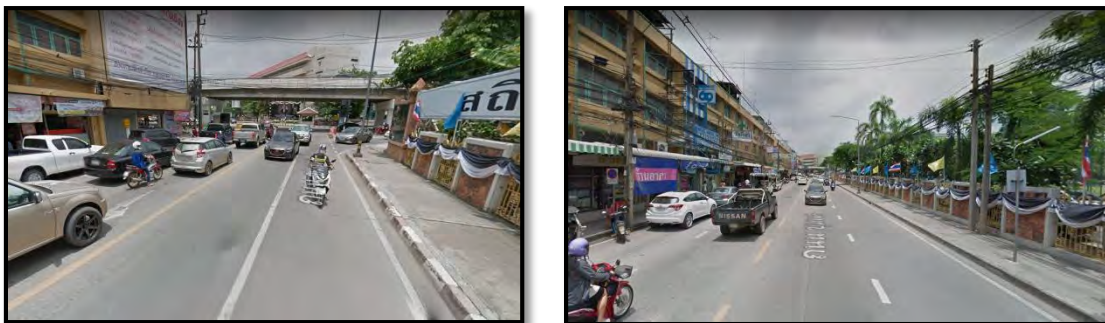
3.2.3 เป็นทางแยกที่มีปริมาณรถตรงไปและรถเลี้ยวขวาในแต่ละทิศทางอยู่ในระดับสูง

จากเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่กล่าวไปในข้างต้น ในการศึกษาคั้งนี้จึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นกรณีศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นสี่แยกที่มีปริมาณจราจรอยู่ในระดับสูง เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นย่านการค้า โรงเรียน



รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่บริเวณทางแยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนฉะเชิงเทรา-บางน้ำเปรี้ยว)



รูปที่ 3.4 แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนมรุพงษ์)



รูปที่ 3.5 แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนสุขประยูร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงพื้นที่ศึกษา (ถนนมหาจักรพรรดิ)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เก็บข้อมูลทางด้านกายภาพของถนน (Geometric Roadway)

การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษานั้น ได้แก่ จำนวนช่องจราจรของทางแยกแต่ละทิศทาง ความกว้างช่องจราจร ความกว้างของเกาะกลาง ความกว้างฟุตบาท ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ล้อวัดระยะในการวัดค่าต่างๆ เนื่องจากบริเวณทางแยกมียานพาหนะผ่านอยู่ตลอดเวลาทำให้ไม่สะดวกที่จะใช้เทปวัดระยะ



รูปที่ 3.7 การเก็บข้อมูลทางกายภาพถนนโดยใช้ล้อวัดระยะ

3.3.2 การเก็บข้อมูลลักษณะการจราจร

ในการศึกษานี้จะเก็บข้อมูลปริมาณจราจร ความยาวแถวคอย ความเร็วรถ ระยะเวลาในการเดินทาง รวมทั้งการเก็บข้อมูลรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร (Cycle Length) ในแต่ละทิศทาง (Phase Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเก็บปริมาณจราจร จะแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น ช่วงเช้าเวลา 7.00 - 8.00 น. ช่วงเย็นเวลา 16.00 - 17.00 น. โดยแยกชนิดของรถเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1.รถยนต์ส่วนบุคคล 2.รถมอเตอร์ไซด์ 3.รถบรรทุก 4.รถโดยสารประจำทาง การเก็บข้อมูลปริมาณจราจรมีหลากหลายวิธี ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้จะใช้การบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ละเอียดและง่ายต่อการเก็บข้อมูล



รูปที่ 3.8 การเก็บปริมาณจราจรโดยการบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ

- การเก็บข้อมูลความเร็ว ในการศึกษาคั้งนี้จะทำการเก็บข้อมูลความเร็วโดยใช้ Radar Gun ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วเฉพาะจุด หรือ Time mean speed หรือ Spot speed ที่สะดวกในการใช้งาน



รูปที่ 3.9 การเก็บข้อมูลความเร็วรถโดยใช้ Radar gun

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะเวลาในการเดินทาง สํารวจโดยให้รถทดสอบวิ่งปะปนไปตามกระแสรถ โดยใช้ความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยของกระแสรถและจับเวลาและวิ่งรถทดสอบมากกว่า 6 เที่ยวในแต่ละทิศทาง



รูปที่ 3.10 การสำรวจระยะเวลาในการเดินทางโดยให้รถทดสอบวิ่งปะปนไปตามกระแสรถ

- ค่าความยาวแถวคอย สามารถหาได้จากการบันทึกระยะเวลาความยาวของรถที่ติดไฟแดง โดยรถที่มีความเร็วไม่เกิน 10 กม./ชม. ให้ถือเป็นรถที่อยู่ในแถวคอยด้วย ซึ่งใช้ล้อวัดระยะในการวัดระยะเวลาความยาวของรถที่ติดไฟแดง



รูปที่ 3.11 แถวคอยรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการจำลองสภาพการจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM 7.0

3.4.1 การปรับ scale ภาพถ่ายทางอากาศจาก Google Earth ในโปรแกรม Auto Cad

3.4.1.1 นำภาพถ่ายทางอากาศที่เราได้เตรียมจาก Google Earth ซึ่งจะได้สเกลมาด้วย



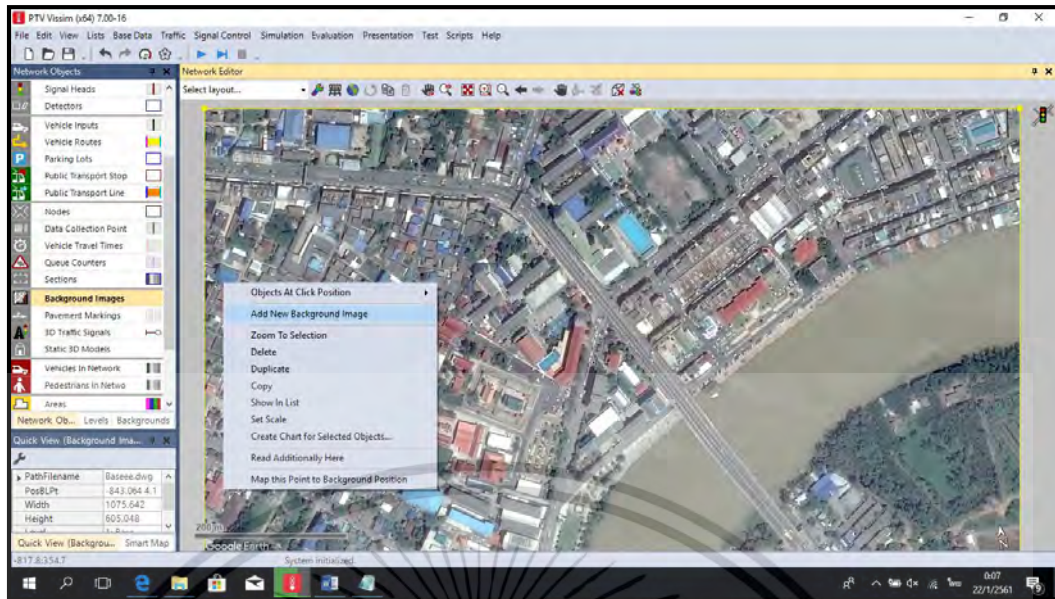
รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา

3.4.1.2 นำไปเข้าโปรแกรม Auto Cad ซึ่งจะใช้คำสั่ง SC เทียบค่าสเกลในภาพ Google Earth กับใน Auto Cad เพื่อให้ได้ระยะต่างๆในแผนที่ลงใน VISSIM ขั้นต่อไปได้ถูกต้อง

3.4.2 การนำเข้าภาพพื้นหลังในโปรแกรม VISSIM

หลังจากนำภาพถ่ายทางอากาศที่เราทำการปรับ scale แล้ว มาลงใน VISSIM โดยเลือก Background Images → คลิกขวาเลือก Add New Background Image แล้วเลือกรูปที่เราเซฟมาจาก Auto Cad ดังแสดงในรูปที่ 3.13

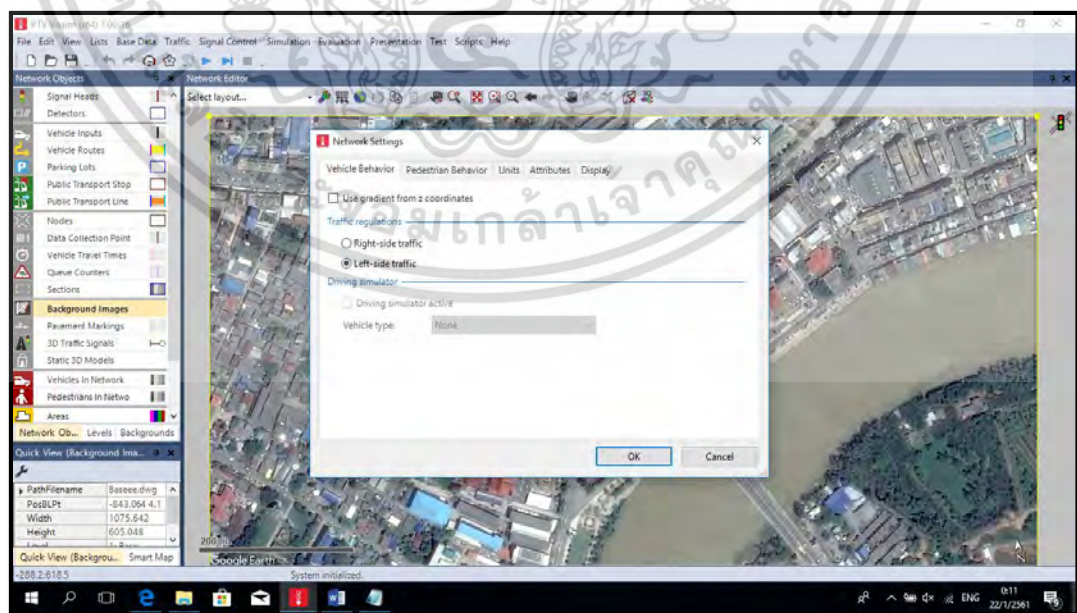
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงวิธีการนำไฟล์รูปมาใส่ในโปรแกรม VISSIM

3.4.3 การปรับค่าการใช้ถนนในประเทศไทย


ประเทศไทยปกติรถจะวิ่งทางเลนด้านซ้าย ซึ่งไม่เหมือนต่างประเทศที่รถจะวิ่งเลนชิดขวา สามารถทำการปรับที่ได้ที่ Base Data → Network Settings → Traffic Regulations เลือกเป็น Left Side Traffic ดังแสดงในรูปที่ 3.14

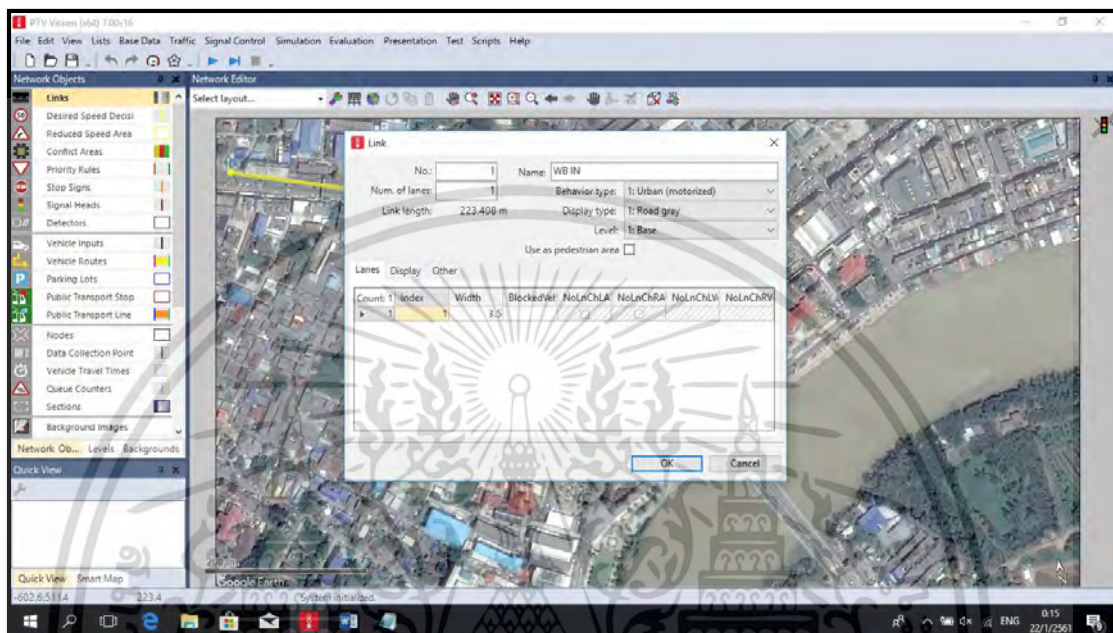


รูปที่ 3.14 แสดงการปรับค่าใช้ถนนในเมืองไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การสร้างถนน (Links & Connectors)

ทำการลากเส้นถนน โดยเลือก  (Links) จากนั้นกด Ctrl ค้างบริเวณที่ต้องการสร้างถนน ลากออกไปแล้วก็ปล่อยก็จะได้ถนนตามที่ต้องการ และมีตารางปรากฏออกมาดังรูปที่ 3.15 และ 3.16

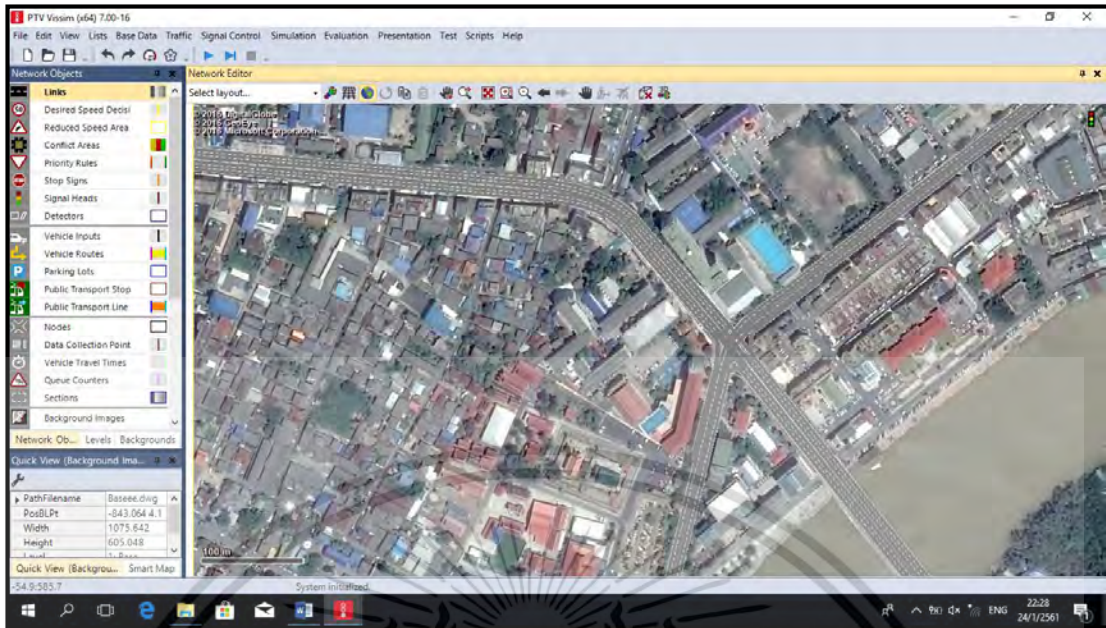


รูปที่ 3.15 แสดงหน้าต่างกรอกข้อมูลของถนน

จากในหน้าต่างใน รูปที่ 3.15 เราสามารถกำหนดองค์ประกอบของถนนผ่านตัวเลือกต่างๆ ได้ดังนี้

- ชื่อถนน (Name of Road)
- จำนวนช่องทางจราจร (No. of Lanes)
- ชนิดของพฤติกรรมใช้ถนน (Behavior Type)
- รูปแบบการแสดงผล (Display Type)
- ความกว้างช่องทางจราจร (Lane Width)
- ความกว้างช่องทางจราจรหลายขนาด (Various Lane Widths)
- เลนห้ามเข้า (Lane Closure)
- ห้ามเปลี่ยนเลน (No Lane Change)
- เปลี่ยนทิศทางการวิ่งของยานยนต์ (Change Direction)
- ใช้เป็นช่องคนเดิน (Use as Pedestrian Area)

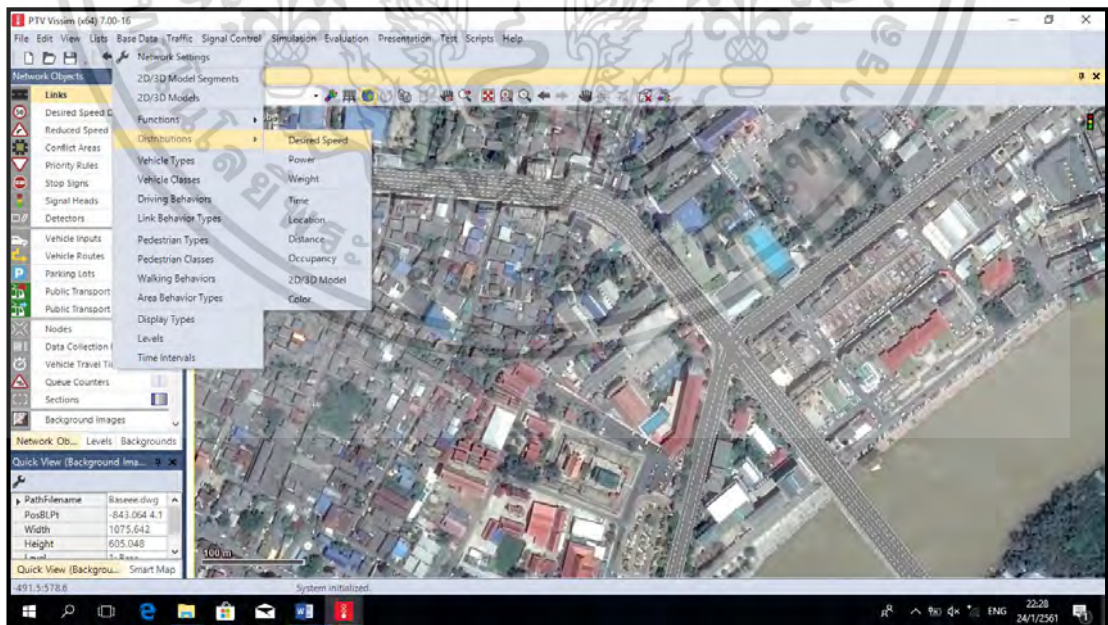
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงเส้นถนนที่ทำการลากทั้งหมดในพื้นที่ๆศึกษา

3.4.5 การกำหนดความเร็ว (Desired speed)

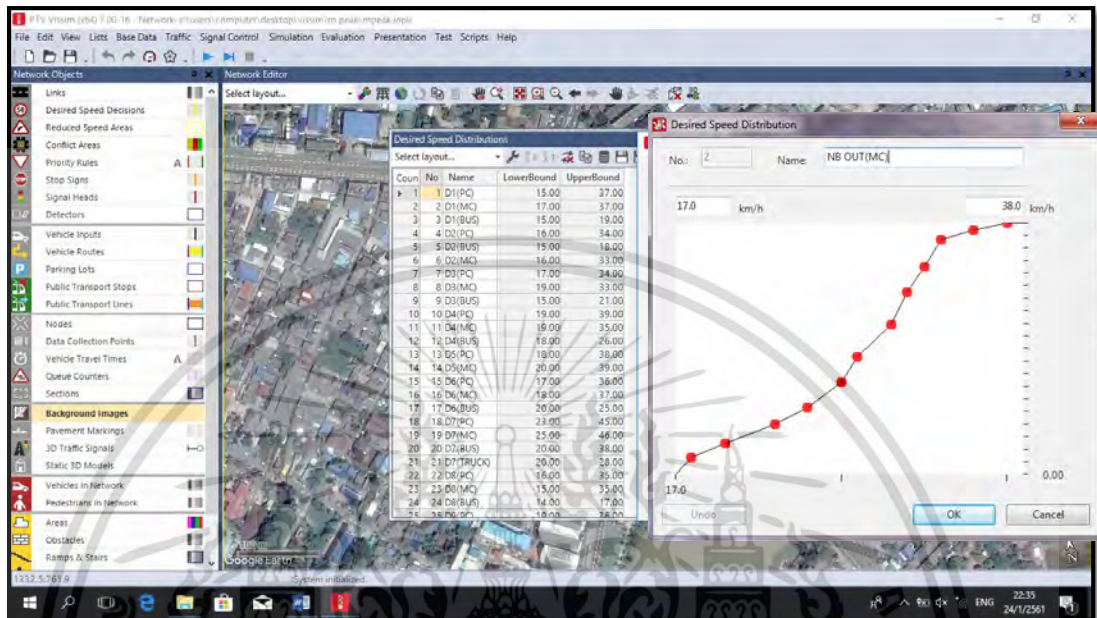
3.4.5.1 ทำการเลือกที่ Base Data → Distributions → Desired speed จะได้ตารางออกมาดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การกำหนดความเร็วของรถ (Desired Speed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

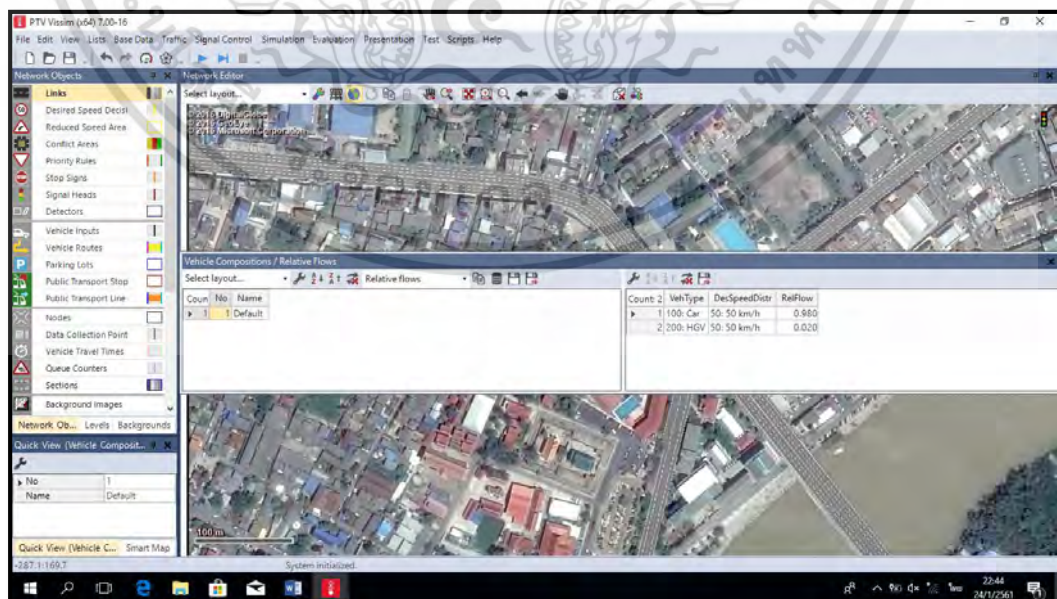
3.4.5.2 จากนั้นคลิกขวาเลือก Add จะได้ตารางออกมาเราก็ทำการใส่ชื่อของความเร็ว โดยกำหนดช่วงความเร็วที่ไปตามข้อมูลสำรวจมาจากภาคสนาม จากนั้นก็พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Percentile กับความเร็วที่ได้ทำเอาไว้ลงไปทีละจุดดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงค่า Desired speed

3.4.6 สร้างแบบจำลองชนิดของยานพาหนะบนถนน (Vehicle Compositions)

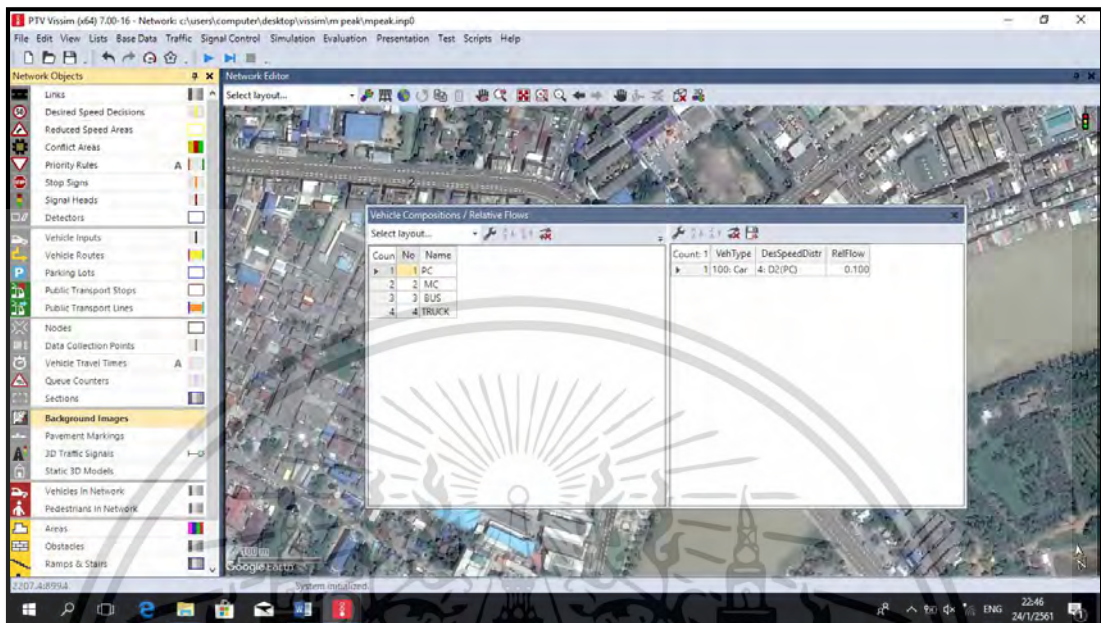
เลือกที่ Traffic → Vehicle Compositions จะได้ตารางออกมาดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงหน้าต่างแบบจำลองชนิดของยานพาหนะบนถนน (Vehicle Compositions)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

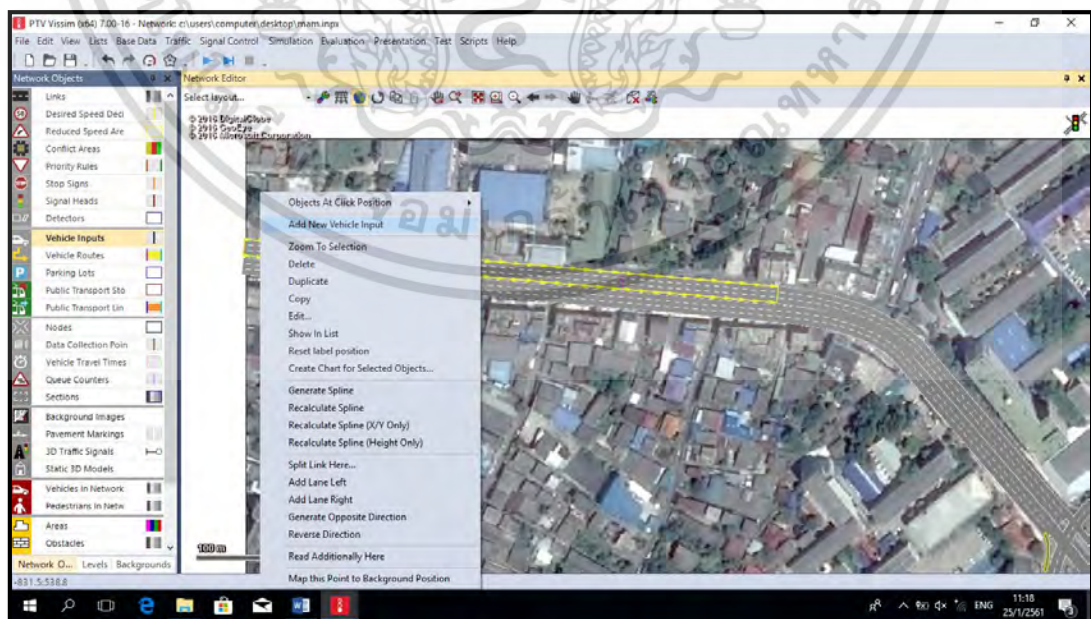
จากนั้นคลิกขวาเลือก Add เพื่อกำหนดชนิดยานยนต์ แล้วเลือกที่ Add อีกครั้งเพื่อทำการเลือกชนิดยานยนต์ และกำหนดความเร็วของยานยนต์แต่ละชนิดจาก Desired speed ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดงการเลือกชนิดยานยนต์ และการใส่ความเร็วให้กับยานยนต์

3.4.7 ใส่ข้อมูลยานยนต์ที่เดินทางผ่านถนนเส้นทางต่างๆ

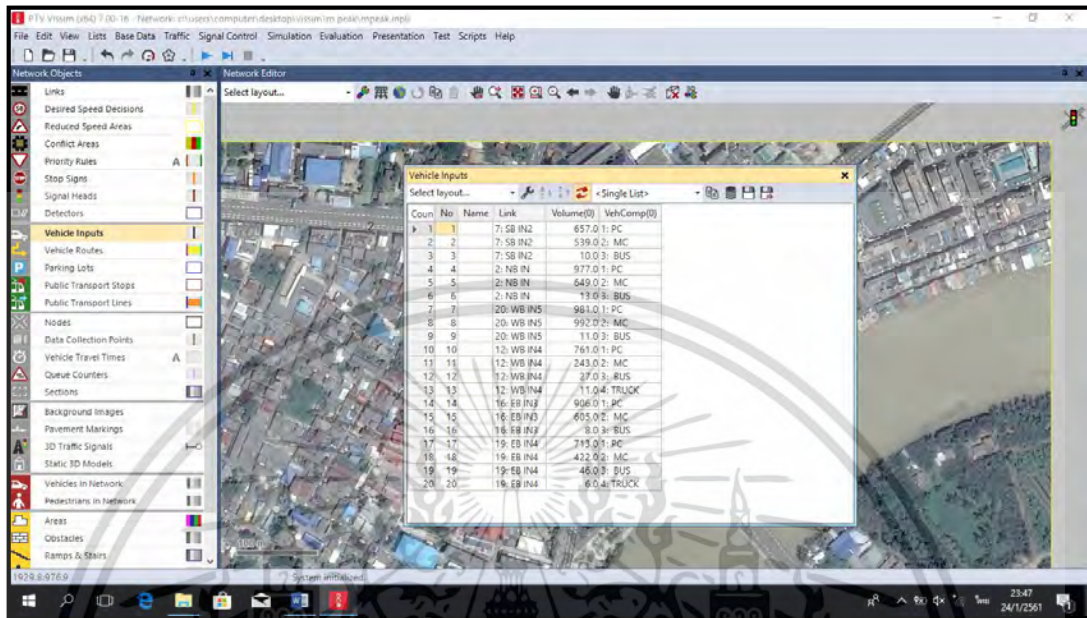
เลือกที่  (Vehicle Inputs) จากนั้นไปคลิกที่เส้นทางที่ต้องการใส่ปริมาณจราจร แล้วทำการคลิกขวาเลือก Add New Vehicle Input ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แสดงหน้าต่างของ Vehicle Inputs


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นคลิกขวาตรง Vehicle Input เลือก Show List จะได้ตารางออกมา ให้ใส่ปริมาณจราจร ในช่อง Volume ช่องสุดท้าย Vehicle Compositions ให้เลือกชนิดของยานพาหนะ ทำแบบนี้ในทุกๆ เส้นทางที่ต้องการให้ยานพาหนะเข้าสู่ระบบ จะได้ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงการใส่ปริมาณจราจร

3.4.8 สร้างเส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ (Routes)

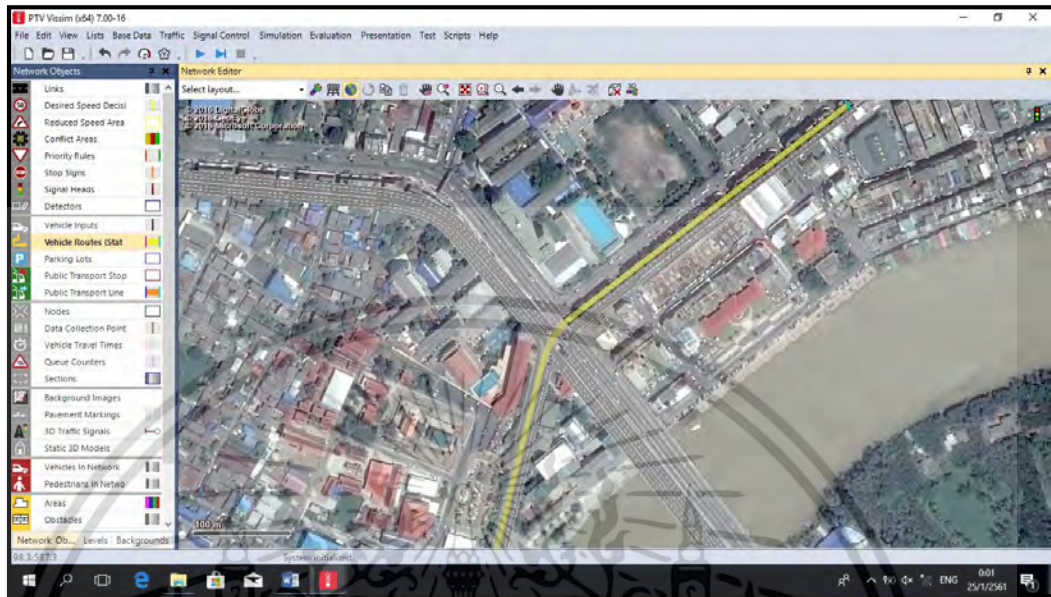
โดยเลือกที่  (Vehicle Routes) จากนั้นทำเลือกถนนที่ต้องการจะกำหนดอัตราส่วนการเดินทาง แล้วคลิกขวาจะได้แถบสีชมพูออกมาคือจุดเริ่มการเลือกเส้นทาง (Routing) ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 หน้าต่างกำหนดคุณสมบัติการเลือกเส้นทางของยานพาหนะ

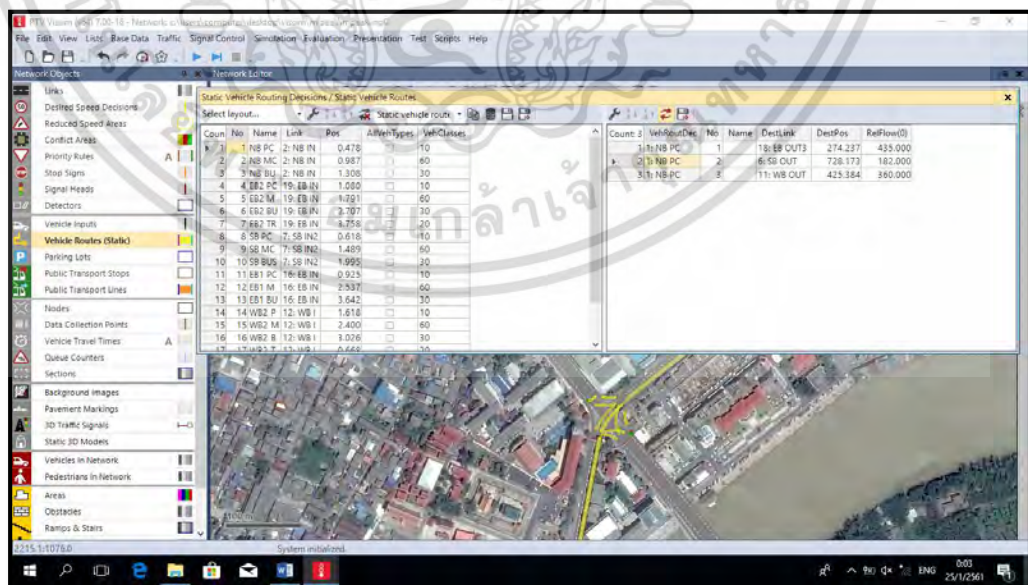
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งปลายทางที่ต้องการให้รถยนต์เดินทางไป แล้วคลิกซ้ายจะได้เป็นแถบสีฟ้าแสดงถึงจุดปลายทาง และแถบสีเหลืองแสดงถึงเส้นเส้นทางของการเดินทางของรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงตัวอย่างเส้นทางการเดินทางของรถยนต์


สร้างเส้นทางการเดินทางของรถยนต์แต่ละชนิดให้ครบทุกๆเส้นทาง โดยสามารถแก้ไขเส้นทางการเดินทางรถยนต์ ได้โดยดับเบิลคลิกที่เส้นสีแดงเพื่อแก้ไขรายละเอียดในหน้าต่าง ทางช่องขวามือสุด ดังแสดงในรูปที่ 3.25

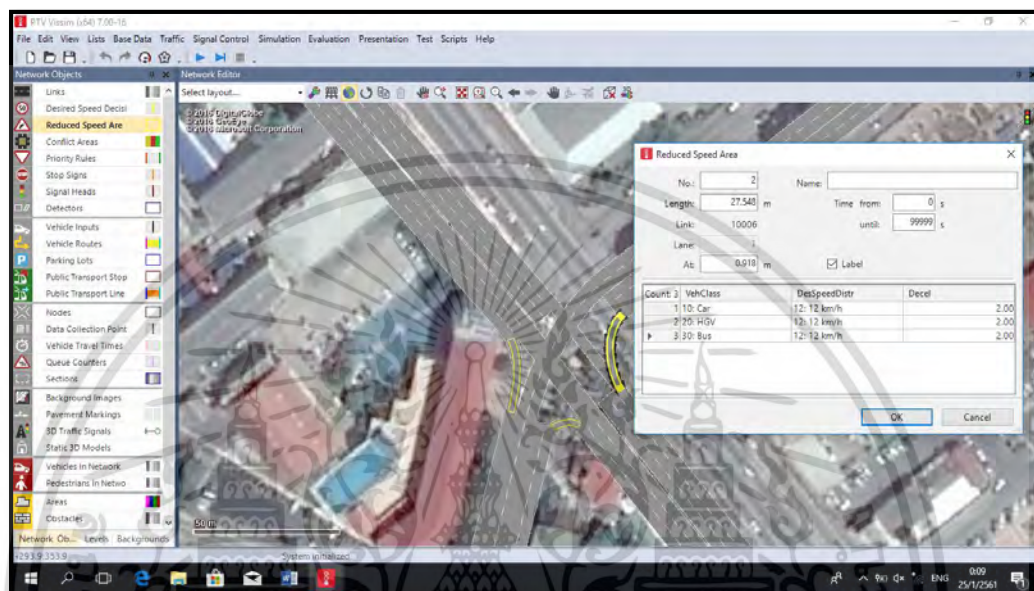


รูปที่ 3.25 แสดงการปรับแก้ข้อมูลเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9 การลดความเร็วของยานที่เข้าโค้ง (Reduce Speed Area)

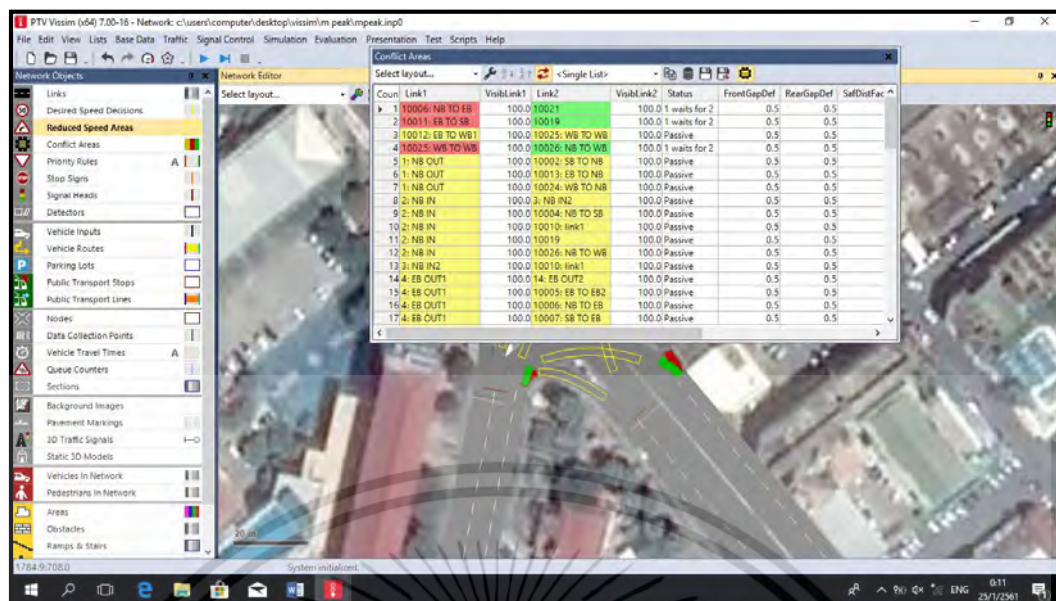
ทำการเลือกที่  จากนั้นคลิกซ้ายเพื่อเลือกบริเวณที่ต้องการลดความเร็วแล้วกด Ctrl ค้าง พร้อมคลิกขวาออกไปเป็นระยะที่ต้องการให้ยานลดความเร็ว เมื่อเสร็จแล้วจะได้เป็นกรอบสี่เหลี่ยมสีเหลืองดังรูป นอกจากนี้ ยังสามารถกำหนดชนิดยานและความเร็วที่ยานแต่ละชนิดที่เดินทางผ่านเส้นทางดังกล่าวได้ ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แสดงการสร้างพื้นที่บนโค้งที่ต้องการลดความเร็ว

3.4.10 การสร้างพื้นที่ระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน (Conflict Areas)

สร้างเขตระวังเหตุเนื่องจากการตัดกันของถนน โดยการกดเลือก  แล้วตั้งทิศทางหลักและทิศทางรองโดยที่ทิศทางหลักเป็นสีเขียว และทิศทางรองเป็นสีแดงโดยทิศทางรองจะต้องให้ทางยานที่มาในทิศทางหลักหรือให้ทิศทางสีเขียวไปก่อนสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 3.27

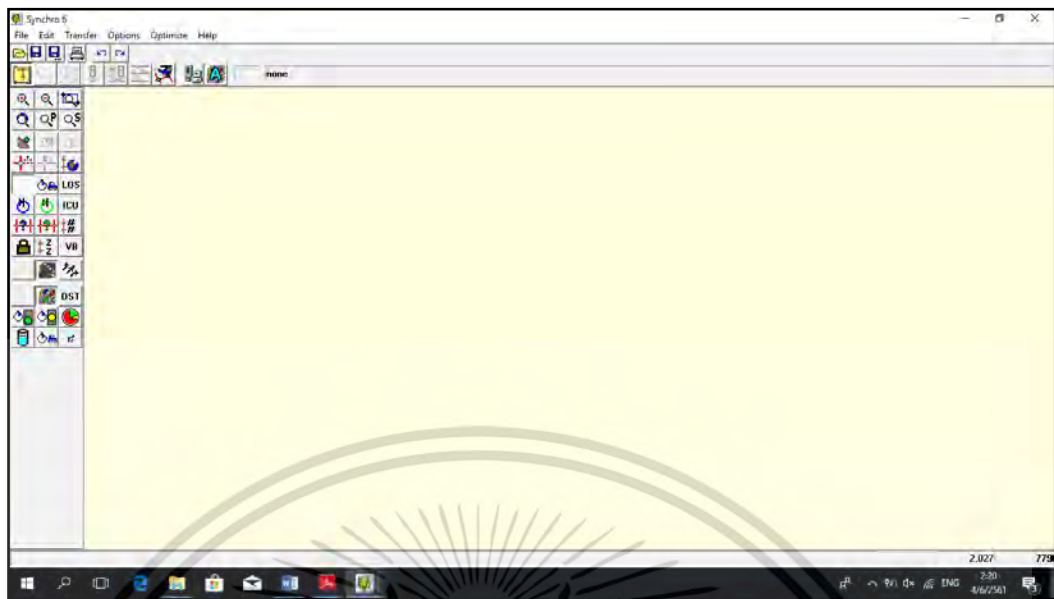


รูปที่ 3.27 แสดงการตั้งค่า Conflict

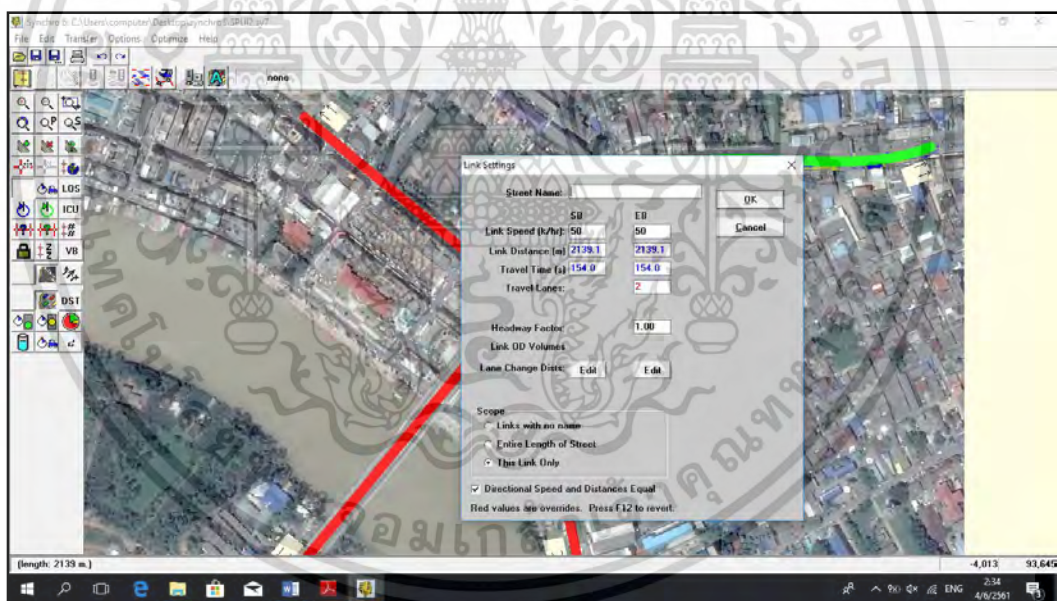
3.4.11 การกำหนดค่าสัญญาณไฟจราจร (Signal Control)

เป็นขั้นตอนในการหาความยาวและจังหวะของรอบสัญญาณไฟจราจร ซึ่งจะใช้โปรแกรม SYNCHRO เป็นเครื่องมือในการออกแบบ เพื่อหารอบสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โปรแกรม SYNCHRO มีการกำหนดทิศทางการเดินทางของยานพาหนะที่แตกต่างจากประเทศไทย นั่นคือ ยานพาหนะจะเดินทางในลักษณะรถวิ่งเลนขวา ดังนั้น ในการนำข้อมูลต่างๆที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาใช้ในโปรแกรมจะต้องทำการปรับแก้ก่อน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับโปรแกรมมากที่สุด ซึ่งขั้นตอนต่างๆในการใช้โปรแกรม SYNCHRO มีรายละเอียดดังนี้

3.4.11.1 การสร้างโครงข่ายถนน เป็นขั้นตอนในการสร้างถนนให้มีลักษณะตามพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยใช้คำสั่ง Add Link และสามารถกำหนดองค์ประกอบต่างๆของถนนได้ เช่น ชื่อถนน ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.28 ถึงรูปที่ 3.29



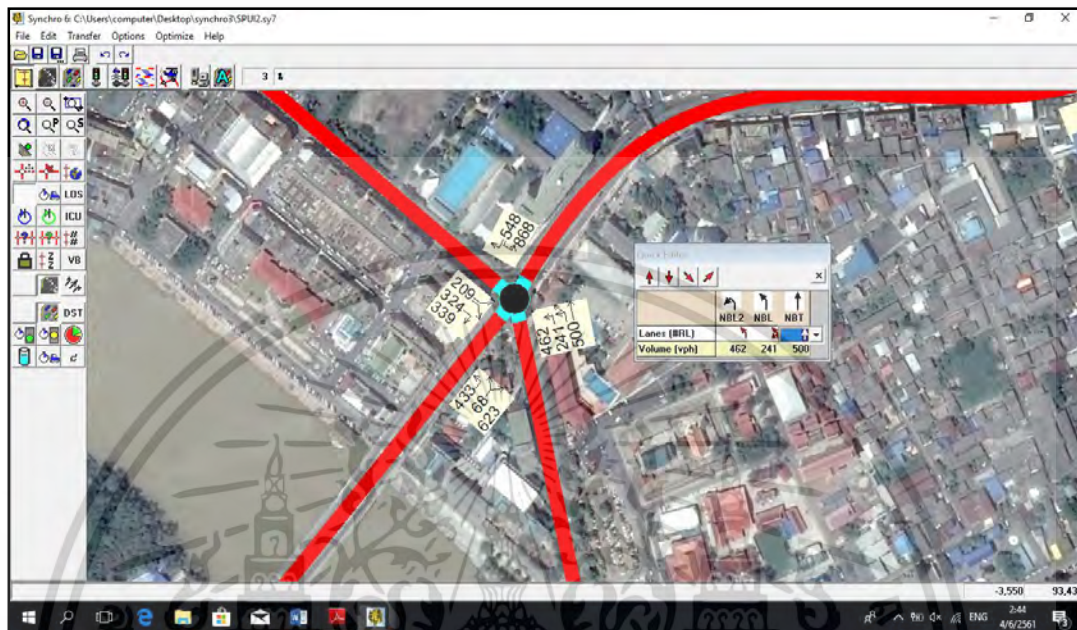
รูปที่ 3.28 การสร้างโครงข่ายถนนโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO



รูปที่ 3.29 การสร้างโครงข่ายถนนโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11.2 การนำเข้าปริมาณจราจร เป็นขั้นตอนการกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางและลักษณะทางกายภาพของถนนได้แก่ จำนวนช่องจราจร ให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 การนำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพและปริมาณจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

3.4.11.3 การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรเป็นขั้นตอนในการตั้งค่าพื้นฐานต่างๆที่ได้จากการเก็บข้อมูล เช่น ระยะเวลาไฟเหลือง รูปแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกเปอร์เซนต์รถบรรทุก เป็นต้น ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Lane Window Volume Window และ Timing Window ดังแสดงในรูปที่ 3.31 ถึงรูปที่ 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LANE WINDOW	NBL2	NBL	NBT	SBU	SBT	SBR	SBR2	SEL	SER	SER2	NEL2	NEL	NER
Lanes and Shoulder [B/L]	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ideal Sat'd Flow [vphpl]	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width [m]	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Grade [%]	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
Area Type	-	-	Other	-	-	Other	-	-	Other	-	-	Other	-
Storage Length [m]	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-
Storage Lanes [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Lost Time [s]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Leading Detector [m]	15.0	15.0	15.0	15.0	-	-	-	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Trailing Detector [m]	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Turning Speed [km/h]	25	25	-	15	15	15	15	25	15	15	25	25	15
Right Turn Channelized	-	-	None	-	-	Free	-	-	None	-	-	None	-
Curb Radius [m]	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	-	-	-
Add Lanes [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lane Utilization Factor	0.25	0.25	1.00	1.00	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	0.850	1.000	0.850	0.850	1.000	0.850
Left Turn Factor [prot]	0.950	0.950	1.000	0.950	-	-	-	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	0.950
Saturated Flow Rate [prot]	1606	1606	1780	1691	-	-	-	1512	1691	1512	1512	1691	1512
Left Turn Factor [perm]	0.950	0.950	1.000	0.461	-	-	-	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	0.950
Right Ped Bike Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Left Ped Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Saturated Flow Rate [perm]	1606	1606	1780	821	-	-	-	1512	1691	1512	1512	1691	1512
Right Turn on Red	-	-	-	-	-	-	-	Yes	-	Yes	-	Yes	-
Saturated Flow Rate [RTOR]	0	0	0	0	-	-	-	645	0	368	0	412	0
Headway Factor	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01

รูปที่ 3.31 การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

VOLUME WINDOW	NBL2	NBL	NBT	SBU	SBT	SBR	SBR2	SEL	SER	SER2	NEL2	NEL	NER
Traffic Volume [vph]	482	241	500	888	0	0	548	209	324	329	433	68	32
Coordinating Blocks [B/h]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coordinating Blocks [B/h]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages [B/h]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Add. Parking Lanes?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Parking Maneuvers [B/h]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traffic from mid-block [%]	-	-	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Link ID Volumes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adjusted Flow [vph]	502	262	543	943	0	0	596	227	352	368	471	74	677
Lane Group Flow [vph]	392	382	543	943	0	0	596	227	352	368	471	751	0

รูปที่ 3.32 การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3.33 shows the SYNCHRO software interface for setting traffic signal timing. The 'TIMING WINDOW' is open, displaying parameters for a 4-way intersection. The 'Control Type' is set to 'Pretimed'. The 'Cycle Length' is 100.0 seconds. The 'Actuated C.L.' is 100.0 seconds. The 'Lock Timings' are set to 2.0 seconds for all red times. The 'Offset Settings' are set to 0.0 seconds. The 'Begin of Green' is set to 2-NBL. The 'Masters' are set to Single. The 'Volume to Capacity Ratio' is 1.08. The 'Control Delay (s)' is 110.1. The 'Queue Delay (s)' is 0.0. The 'Total Delay (s)' is 110.1. The 'Level of Service' is F. The 'Approach Delay (s)' is 156.2. The 'Approach LOS' is F. The 'Queue Length 50th (m)' is 92.3. The 'Queue Length 95th (m)' is 153.3. The 'Stops (vph)' are 291. The 'Fuel Used (l/h)' is 79.

รูปที่ 3.33 การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

3.4.11.4 การปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นขั้นตอนในการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อหาค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ในโปรแกรม VISSIM ต่อไป ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Optimize ดังแสดงในรูปที่ 3.34

Figure 3.34 shows the SYNCHRO software interface with the 'Optimize' menu option highlighted. The 'Optimize' menu is open, showing options like 'Intersection Spits', 'Intersection Cycle Length', 'Intersection Offset', 'Partition Network', 'Network Cycle Lengths...', and 'Network Offsets'. The 'TIMING WINDOW' is also visible in the background, showing the same parameters as in Figure 3.33.

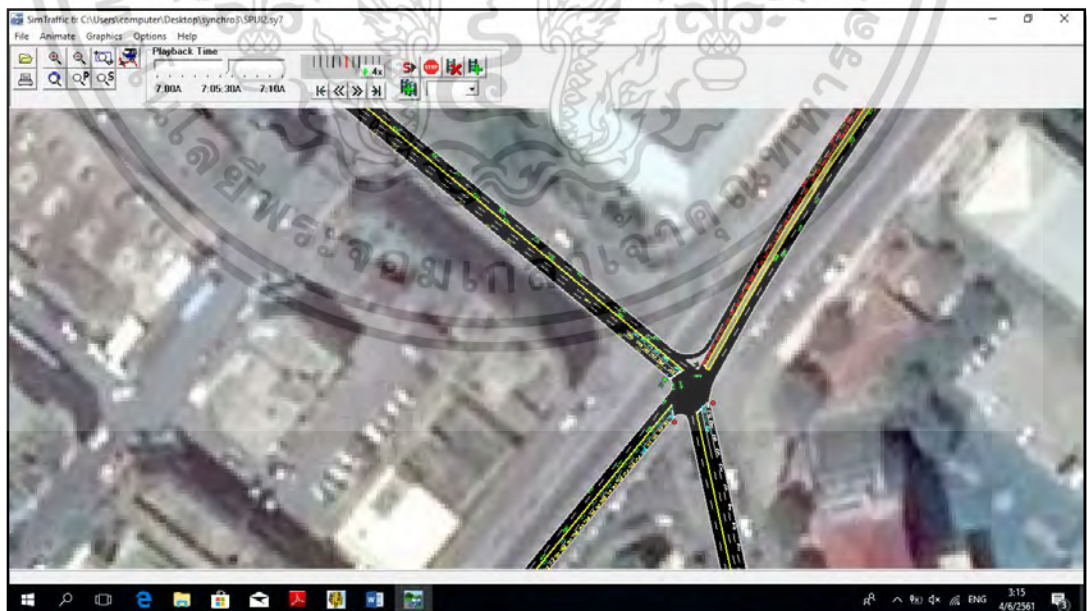
รูปที่ 3.34 การปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้โปรแกรมSYNCHRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11.5 การประมวลผลแบบจำลอง เป็นขั้นตอนในการประมวลผลและตรวจสอบข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยกดที่ SimTraffic Animation ดังแสดงในรูปที่ 3.35 ถึงรูปที่ 3.36

	NBL2	NBL	NBT	SBU	SBT	SBR	SBR2	SEL	SER	SER2	NEL2	NEL	NER	PED	HOLD
Lanes and Sharing (BRL)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic Volume (vph)	462	241	500	868	0	0	548	209	324	339	433	68	623		
Turn Type	Split	Split	custom				Free		Prot	Perm	Split				
Protected Phases	2	2	2	6					G	G	4	4			
Permitted Phases				6			Free				6				
Detector Phases	2	2	2	6			None		6	6	6	4	4		
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0					4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
Minimum Split (s)	21.0	21.0	21.0	21.0					21.0	21.0	21.0	21.0	21.0		
Total Split (s)	26.0	26.0	26.0	30.0					50.0	50.0	50.0	24.0	24.0		
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0					3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0	2.0					2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
Recall Made	Max	Max	Max	Max				Max	Max	Max	Max	Max	Max		
Actuated Effect Green (s)	22.0	22.0	22.0	46.0			100.0	46.0	46.0	46.0	20.0	20.0			
Actuated g/C Ratio	0.22	0.22	0.22	0.46			1.00	0.46	0.46	0.46	0.20	0.20			
Volume to Capacity Ratio	1.08	1.08	1.39	2.49			0.35	0.29	0.51	0.41	1.33	1.18			
Control Delay (s)	110.1	110.1	221.0	639.2			0.8	18.1	22.2	3.2	227.1	115.1			
Queue Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total Delay (s)	110.1	110.1	221.0	639.2			0.0	18.1	22.2	3.2	227.1	115.1			
Level of Service	F	F	F	F				B	C	A	F	F			
Approach Delay (s)			156.2	428.7				13.9			158.3				
Approach LOS			F	F				B			F				
Queue Length 50th (m)	92.2	92.2	148.2	250.2			0.0	28.0	48.9	0.0	120.9	112.6			
Queue Length 95th (m)	115.2	115.2	197.1	338.2			0.0	45.0	75.7	15	150.9	211.6			
Stop (vph)	251	251	305	601			0	126	224	25	300	259			
Fuel Used (l/hr)	79	79	154	657				112	31	50	43	152	176		

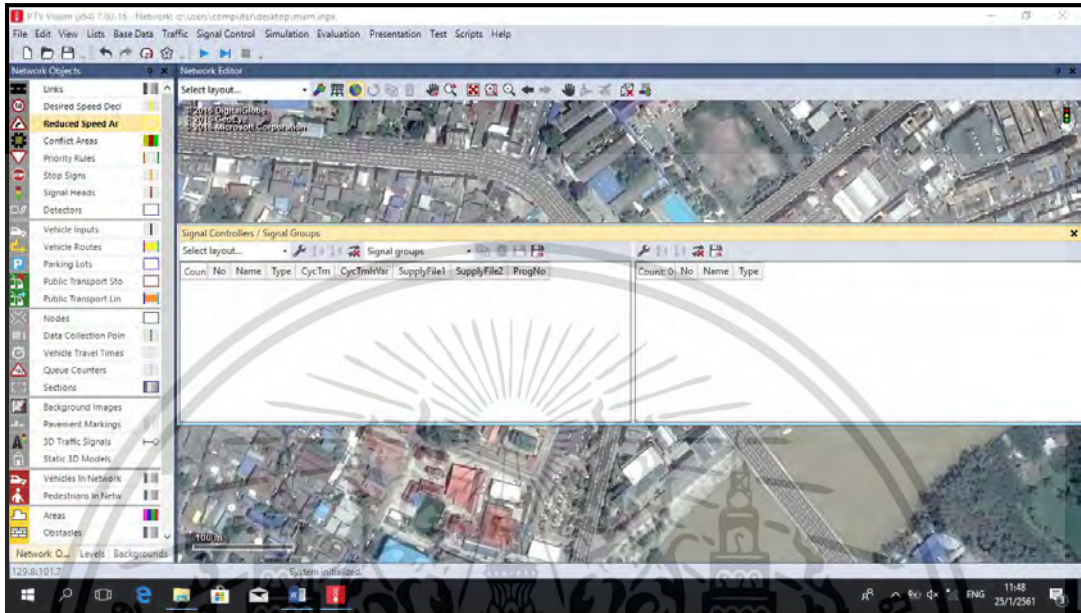
รูปที่ 3.35 การประมวลผลแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO



รูปที่ 3.36 การประมวลผลแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO

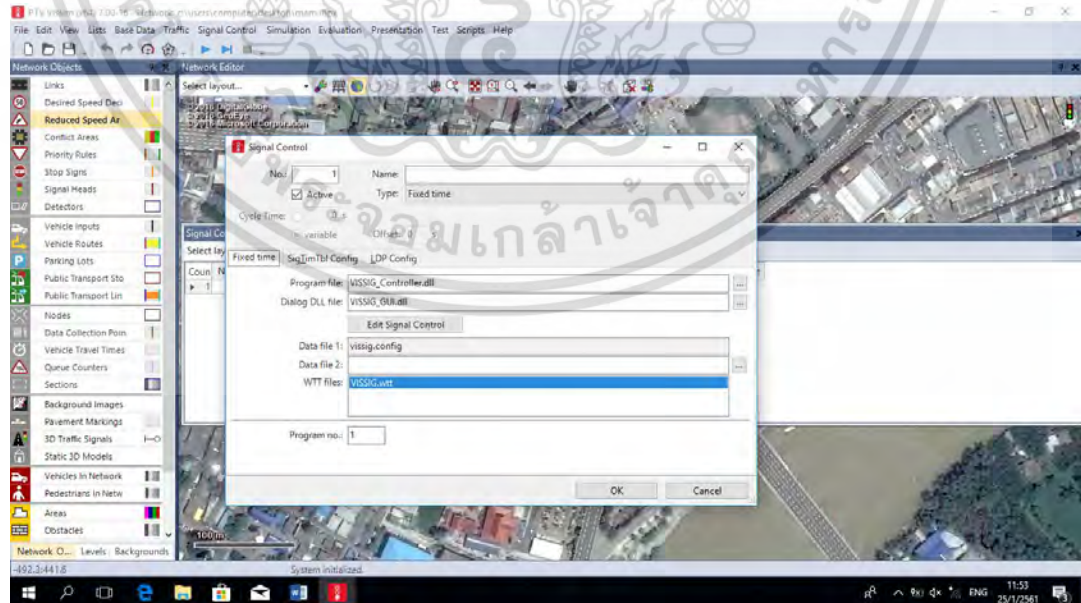
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวชนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจึงนำข้อมูลรอบสัญญาณไฟจราจรที่ดีที่สุดจากโปรแกรม SYNCHRO มานำเข้าในโปรแกรม VISSIM ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Signal Control > Edit Controllers> Edit Signal Control> Signal groups > Signal program ดังแสดงในรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 แสดงหน้าต่าง Signal Control

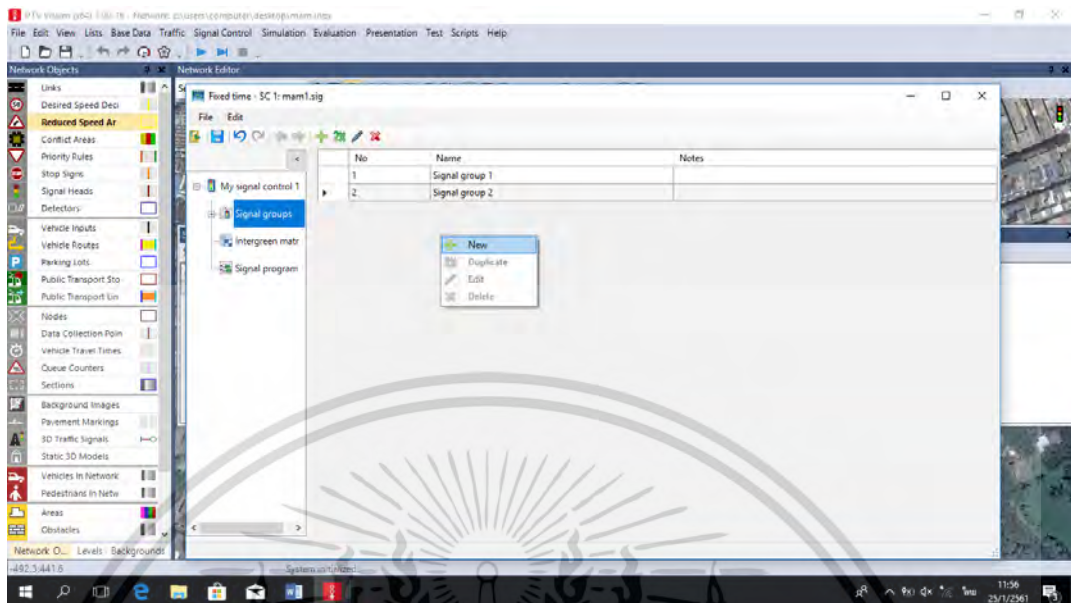
จากนั้นคลิกขวาบริเวณที่ว่างด้านซ้าย เลือก Add จากนั้นให้เลือก Fixed Time → Edit Signal Control จะได้ดังรูปที่ 3.38 และรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.38 แสดงหน้าต่าง Edit Signal Control

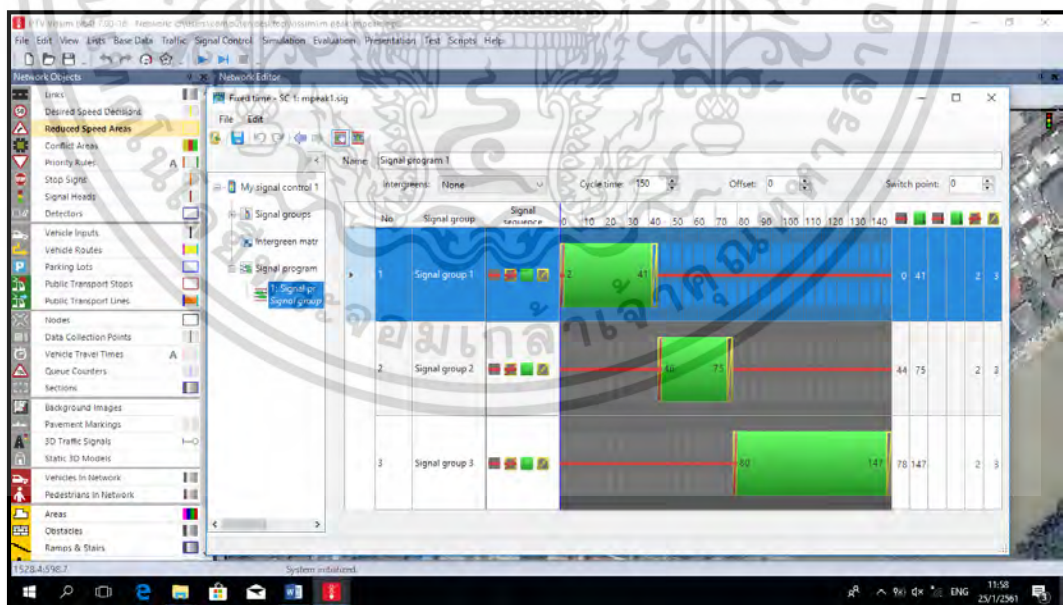
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นคลิกพื้นที่ว่างๆด้านขวามือ เลือก New ตามจำนวนเฟสที่ต้องการ



รูปที่ 3.39 แสดงหน้าต่างการกำหนดเฟสสัญญาณไฟ

ตรง Signal Program ให้ทำการตั้งค่าสัญญาณไฟแดง - ไฟแดง Cycle time ตามที่สำรวจมาดังรูป

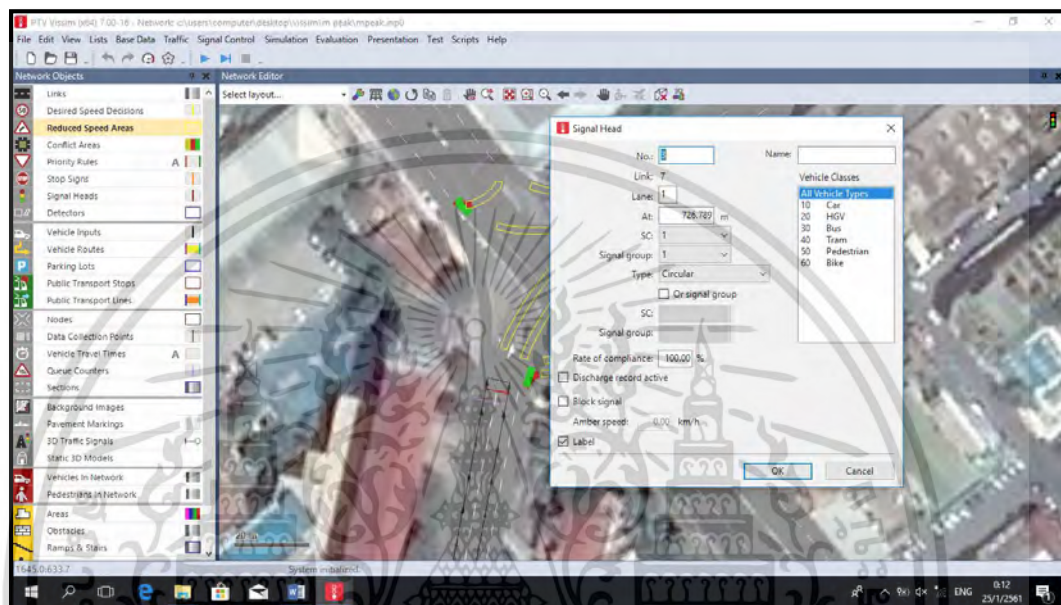


รูปที่ 3.40 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าสัญญาณไฟเขียว-ไฟแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


3.4.12 การติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads)

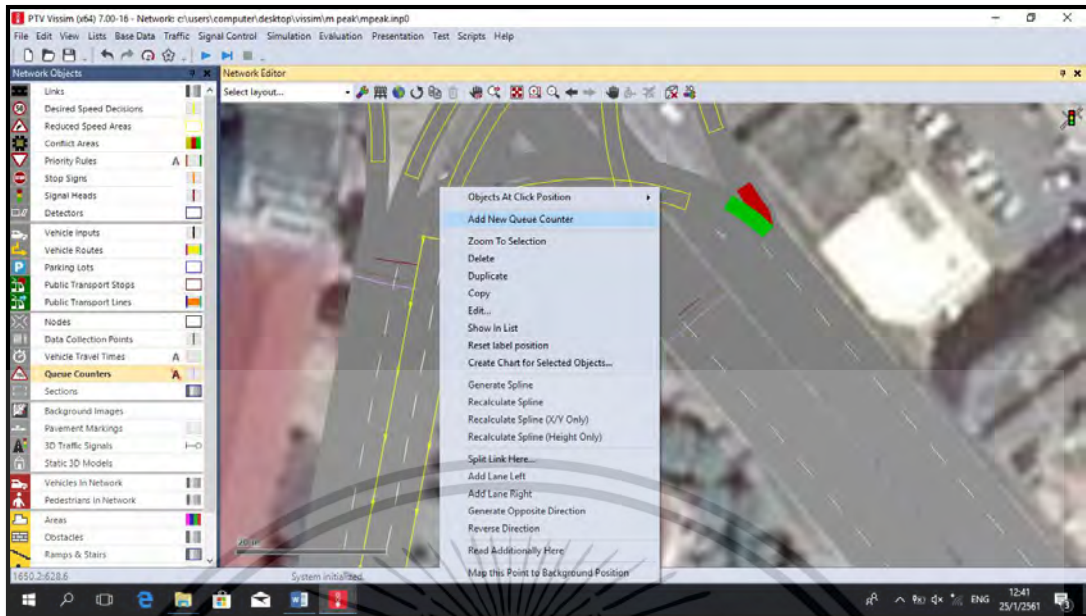
เป็นขั้นตอนในการติดตั้งเส้นกำหนดเขตรอสัญญาณไฟจราจรในพื้นที่บริเวณต่างๆที่ ยานพาหนะต้องระวัง ซึ่งทำได้โดยการใช้คำสั่ง Signal Heads แล้วคลิกขวาตรงตำแหน่งที่ต้องการ ติดตั้งสัญญาณไฟจะได้ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 แสดงหน้าต่างการติดตั้ง Signal Heads

3.4.13 ตัววัดระยะความยาวแถวคอย (Queue Counter)

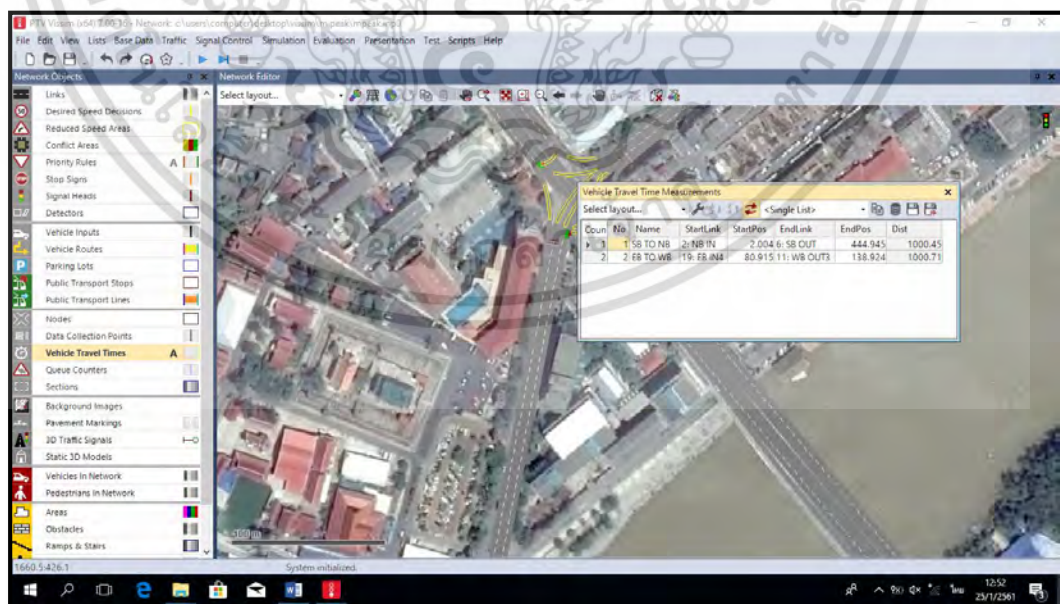
เลือก  Queue Counter จากนั้นกำหนดจุดที่จะติดตั้ง เพื่อวัดระยะความยาว แถวคอย โดยคลิกซ้ายจุดที่ต้องการติดตั้ง แล้วทำการคลิกขวาเลือก Add New Queue Counter ทำให้ครบทุกจุดที่ต้องการวัดความยาวแถวคอย



รูปที่ 3.42 แสดงหน้าต่างการติดตั้ง Queue Counter

3.4.14 การวัดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel Time)


โดยไปเลือกที่  (Vehicle Travel Time) เลือกจุดเริ่มที่เราต้องการแล้วคลิกซ้าย จากนั้นคลิกขวาเลือก Add New Vehicle Travel Time Measurement คลิกที่จุดปลายที่ต้องการ ทำจนครบทุกจุด ดังรูปที่ 3.43

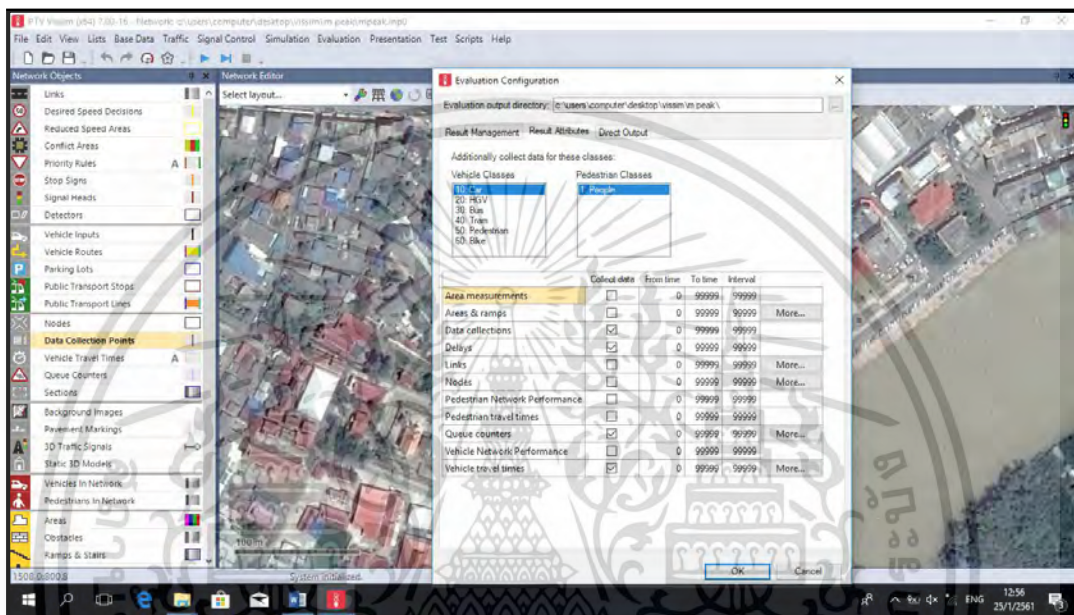


รูปที่ 3.43 แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการวัด Travel Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.15 การสร้างแถบเก็บข้อมูล (Data Correction Points)


ทำการเลือก  Data Correction Points แล้วคลิกซ้ายที่บนเส้นทางที่ต้องการสร้างแถบข้อมูล จากนั้นคลิกขวาเลือก Add New Data Correction Point เพื่อติดตั้งแถบเก็บข้อมูล โดยเราสามารถเลือกเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ โดยเลือกที่ Evaluation → Configuration จะได้นหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.44

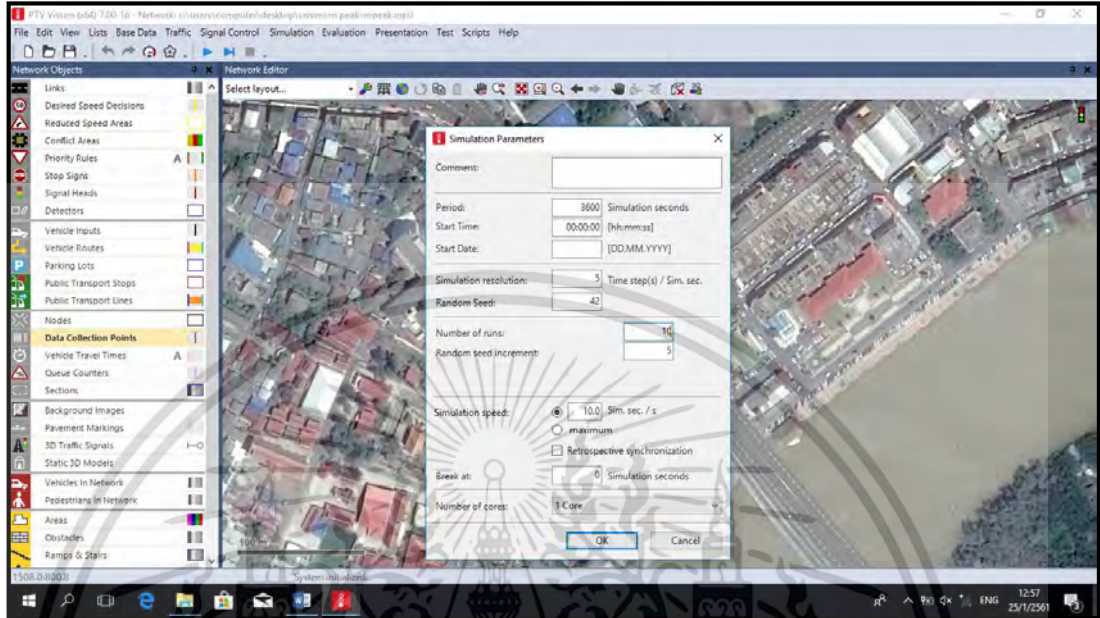


รูปที่ 3.44 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation)

จากนั้นเราก็เลือกค่าที่เราต้องการวัด เช่น ซึ่งในตัว Data Collection จะสามารถวัดค่าปริมาณจราจร ความเร็วของรถได้ ถ้าต้องการหาความล่าช้า (Delay) ก็ไปเลือกที่ Delay เป็นต้น ในที่นี้เราได้ทำการวัดค่า Data Collection, Travel Times, Queue Length, Delay

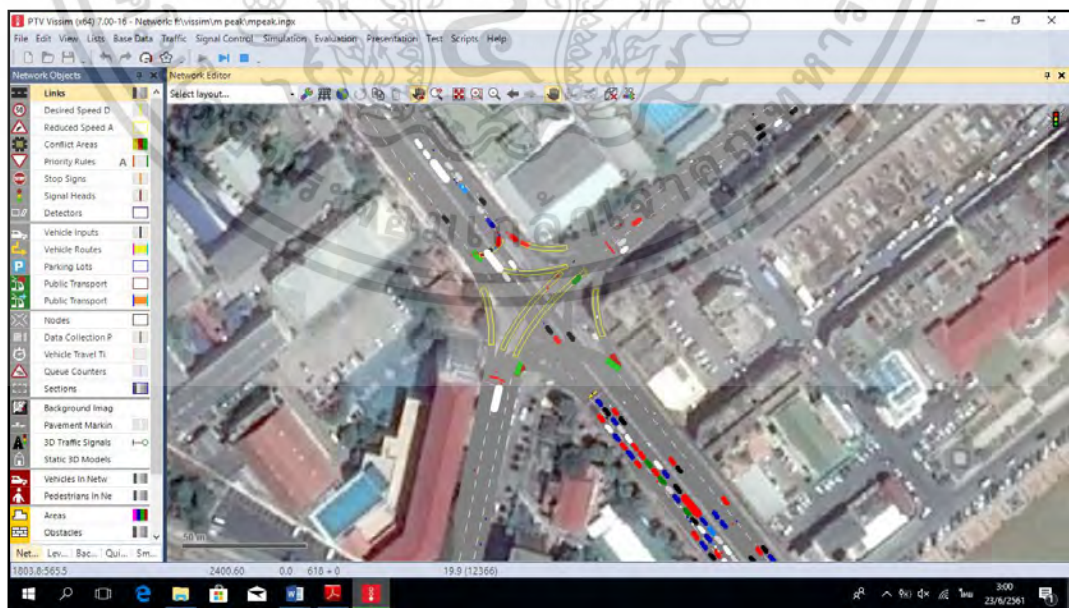
3.4.16 การประมวลผลแบบจำลอง (Run Simulation Process)

โดยกดที่  โดยสามารถเลือกวิธีการเดินยวดยาน (seed) ให้แตกต่างกันออกไปได้ความเร็วในการประมวลผลของแบบจำลอง โดยไปเลือกที่ Simulation → Parameters จะได้ดังรูปที่ 3.45



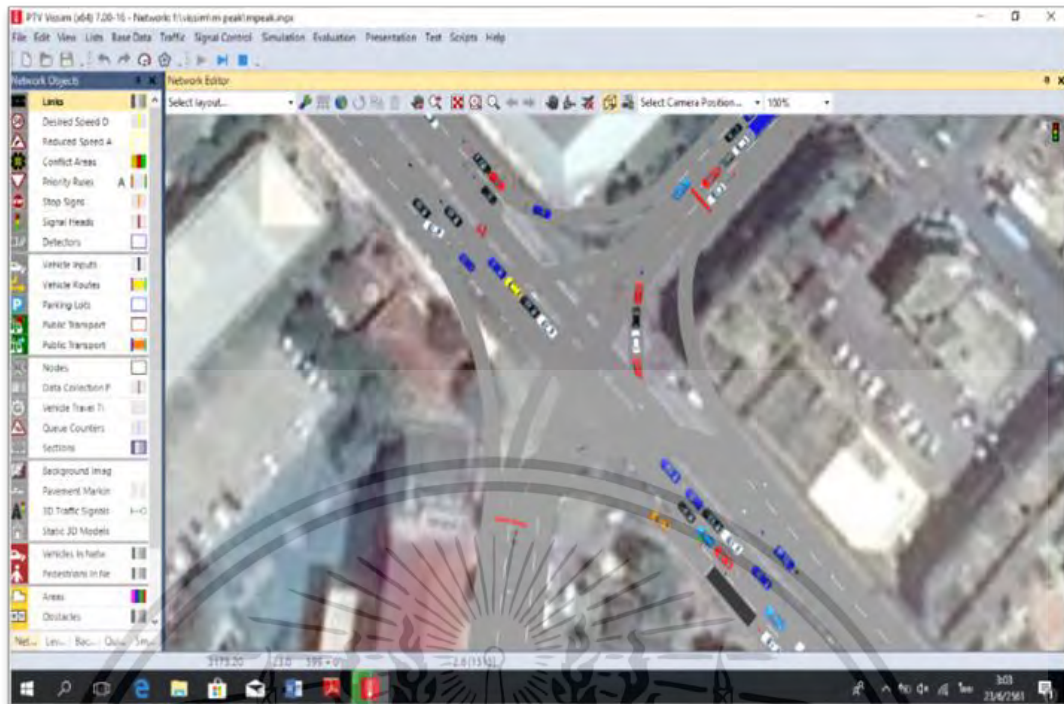
รูปที่ 3.45 การประมวลผลแบบจำลอง (Run Simulation Process)

การประมวลผลแบบจำลองสามารถดูได้ทั้งในรูปแบบภาพทั้งสองและสามมิติได้ โดยแสดงดังรูปที่ 3.46 และ รูปที่ 3.47



รูปที่ 3.46 การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสองมิติ โดยใช้โปรแกรม VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสามมิติ โดยใช้โปรแกรม VISSIM

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง คือการตรวจสอบข้อผิดพลาดเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสร้างโครงข่ายถนน และการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบภาพเคลื่อนไหวของสภาพการจราจรในแบบจำลองกับสภาพการจราจรจริง จะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.5.1 การทบทวนข้อมูลนำเข้า เป็นการตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานที่นำเข้าแบบจำลอง เช่น ปริมาณจราจร การเชื่อมต่อของช่วงถนน ลักษณะทางกายภาพของถนน เพื่อให้ไม่เกิดความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล

3.5.2 การทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้เห็นพฤติกรรมรถเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ไม่เป็นธรรมชาติในกรณีที่เป็นแบบจำลองที่มีความผิดปกติและขจัดความผิดปกติของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะในเบื้องต้นและพร้อมสำหรับการนำไปสู่ขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลองอย่างละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเปรียบเทียบและการทวนสอบข้อมูล

การเปรียบเทียบแบบจำลอง คือกระบวนการเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความเหมือนจริงมากที่สุด โดยผลที่ได้จากแบบจำลองที่จะถูกนำมาประมวลผล และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจในสนาม ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า 07.00 - 08.00 น. และชั่วโมงเร่งด่วนเย็น 16.00 - 17.00 น. ซึ่งผลเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งต่อไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง (DM. 1996, วุฒิไกร ไชยปัญญา. 2553)

ตัวชี้วัดการเปรียบเทียบ	เกณฑ์การเปรียบเทียบ	เป้าหมายการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH<5	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการเปรียบเทียบ
เวลาในการเดินทาง	±15% (หรือไม่เกิน 60 วินาที ถ้ามีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการเปรียบเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20%	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการเปรียบเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20% (หรือ ±5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน หรือ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	>85% ของกรณีทั้งหมด ที่ทำการเปรียบเทียบ

GEH (Geoffrey E. Havers) 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) ซึ่งนำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณจากการประมวลผลในแบบจำลองและค่าที่ได้จากการสำรวจจริงจราจรใน 1 ชั่วโมงเท่านั้น (หากใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจราจรมากกว่าหรือน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ต้องแปลงให้เทียบเท่า 1 ชั่วโมง) โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณค่า GEH ดังแสดงในสมการที่ (3.1)

$$GEH = \sqrt{\frac{(simulate - observed)^2}{0.5(simulate + observed)}} \quad (3.1)$$

เมื่อ Simulated คือ ค่าที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากสำรวจจริง

ค่าของ GEH ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องและคุณภาพของข้อมูลสามารถพิจารณา ดังนี้

- ค่า $GEH < 5.0$ แสดงว่าการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณา มีความสอดคล้องอย่างดีกับผลการสำรวจจริงในภาคสนาม
- ค่า $5 < GEH < 10$ ต้องมีการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณา มีความสอดคล้องอย่างดีกับผลการสำรวจจริงในภาคสนามใหม่อีกครั้ง
- ค่า $10 < GEH$ แสดงว่าการตรวจสอบปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองที่พิจารณา ไม่มีความสอดคล้องกับผลการสำรวจจริงในภาคสนาม

บทที่ 4

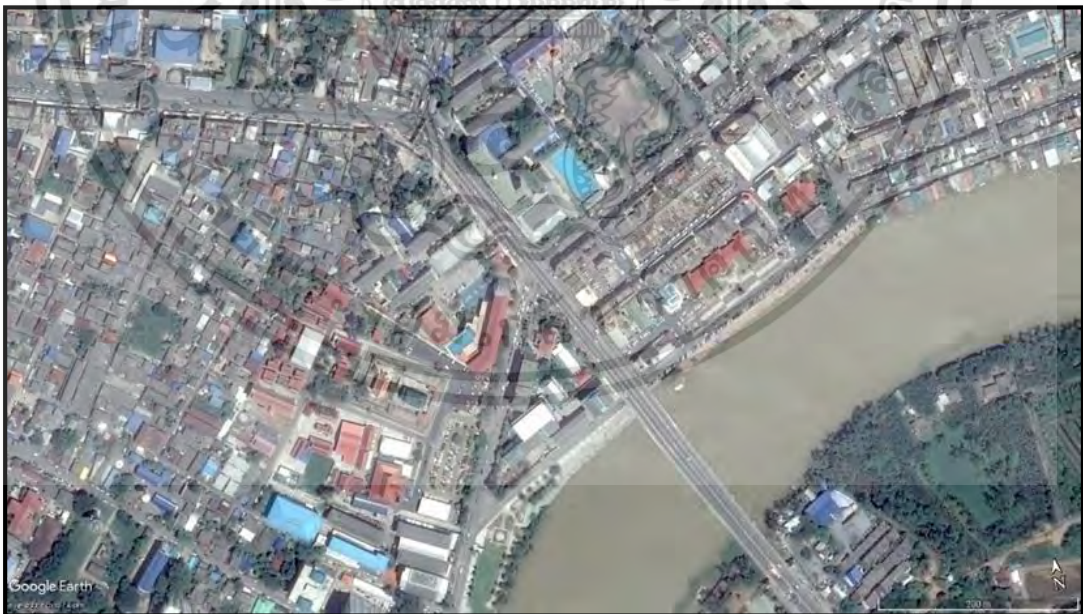
ผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลจากแบบจำลองที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นในบทที่ 3 ที่ได้ผ่านการปรับแก้ให้มีลักษณะสภาพคล้ายความเป็นจริงมากที่สุดแล้ว โดยมีลำดับเนื้อหาที่นำเสนอ ดังต่อไปนี้

- 4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน
- 4.2 ข้อมูลปริมาณการจราจร (Volume)
- 4.3 ผลการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการจำลองสภาพจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM

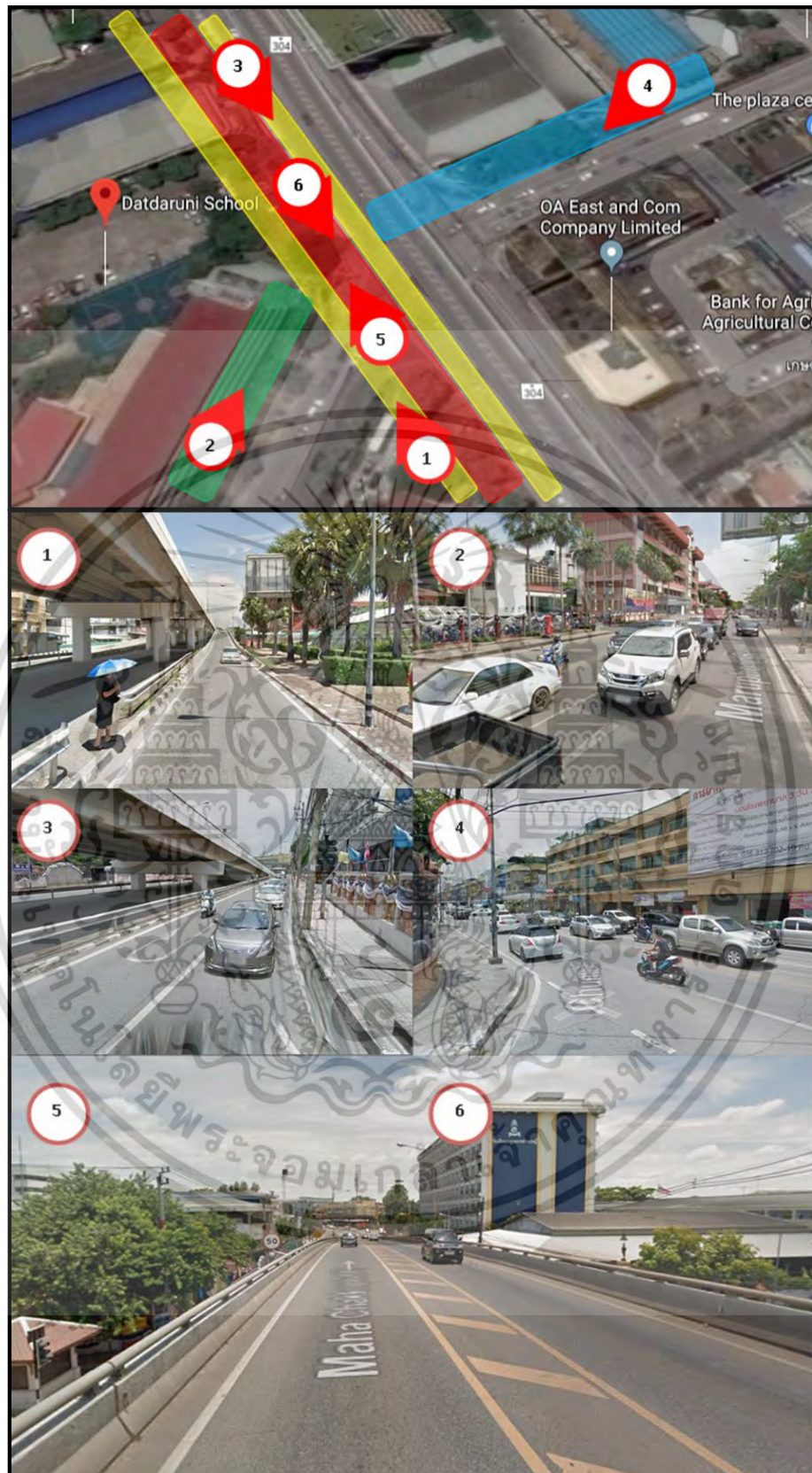
4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน

จากผลการเก็บข้อมูลทางกายภาพบริเวณที่ทำการศึกษา ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณสี่แยกซึ่งมีทางหลวง 304 พาดผ่านและมีสถานที่สำคัญ เช่น โรงเรียนล้อมรอบบริเวณ จึงทำให้ปริมาณการจราจรมาขึ้นในทุกๆปี ซึ่งในการเก็บข้อมูลทำได้โดยการตรวจวัดระยะต่างๆ เพื่อนำไปจำลองสภาพจราจร ทั้งนี้เพื่อให้โปรแกรมมีสภาพการจราจรเสมือนจริงหรือใกล้เคียงมากที่สุด



รูปที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้











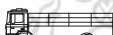



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งของทางแยกหลักที่ทำการศึกษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อมูลปริมาณการจราจร (Volume)

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลการจราจรจรสภาพปัจจุบันในแต่ละทิศทางทั้งในช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงเร่งด่วนเย็น ได้ทำการแปลงปริมาณการจราจรของรถแต่ละประเภทให้มีหน่วยเดียวกันโดยใช้ตัวปรับค่าให้มีหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU Factor) ตามตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจรที่ปรับเป็นหน่วยเดียวกันแล้ว แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ประเภทยานพาหนะที่ทำการสำรวจและ Passenger Car Equivalent Factor

ลำดับที่	ประเภทรถยนต์	สัญลักษณ์		PCE Factor
1	รถจักรยาน 2 และ 3 ล้อ	BC		0.33
2	รถจักรยานยนต์และสามล้อ เครื่อง	MC		0.33
3	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	PC		1
4	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เกิน 7 คน	PC7+		1
5	รถโดยสารขนาดเล็ก	LB		1.5
6	รถโดยสารขนาดกลาง	MB		1.5
7	รถโดยสารขนาดใหญ่	HB		2.1
8	รถกระบะและรถบรรทุก 4 ล้อ	LT		1
9	รถบรรทุกขนาดกลาง, 6 ล้อ	MT		1.5
10	รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อขึ้นไป	HT		2.5
11	รถบรรทุกพ่วง	Tr		2.5
12	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	STr		2.5

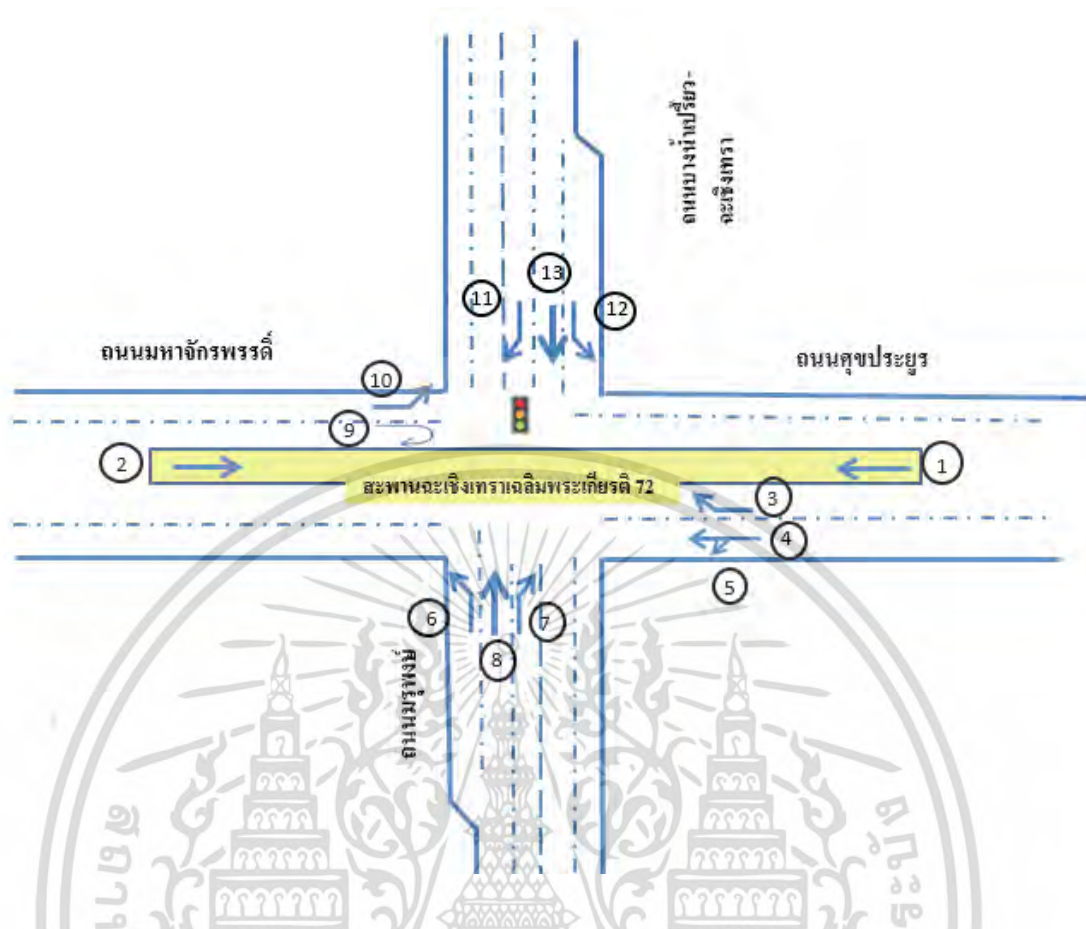
ที่มา: สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณจราจรช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเร่งด่วนเย็น (PCU/ชั่วโมง)

ทิศทาง	ช่วงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชม.)	ช่วงเร่งด่วนเย็น (PCU/ชม.)
1. สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (ขาออก)	958	903
2. สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา - ถนนมหาจักรพรรดิ (ขาเข้า)	567	928
3. ถนนสุขประยูรเข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	366	387
4. ถนนสุขประยูรเข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	72	55
5. ถนนสุขประยูร เข้า ถนนมรุพงษ์	614	574
6. ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	314	256
7. ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนสุขประยูร	218	470
8. ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	324	464
9. ถนนมหาจักรพรรดิ วกกลับ ถนนมหา จักรพรรดิ	786	547
10. ถนนมหาจักรพรรดิ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	545	645
11. ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	460	486
12. ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนสุขประยูร	520	426
13. ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมรุพงษ์	248	204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ทิศทางของการจราจรช่วงก่อนการปรับปรุง

4.3 ผลการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลอง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวล แบบจำลองมีค่าที่เหมือนกับค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้จะถูกนำมาประมวลผลและนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจในสนาม ผลเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามตารางที่ 3.1 จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งได้ ซึ่งผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง (แบบจำลอง-สภาพปัจจุบัน)

ดัชนีชี้วัดแบบจำลอง	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย (%)	GEH (%)	ผ่านเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร (PCU)	0.91	0.30	✓ ผ่าน
เวลาในการเดินทาง (นาที)	8.24	-	✓ ผ่าน
ความเร็วในการเดินทาง (กม. / ชม.)	12.01	-	✓ ผ่าน
ความยาวแถวคอย (เมตร)	10.45	-	✓ ผ่าน

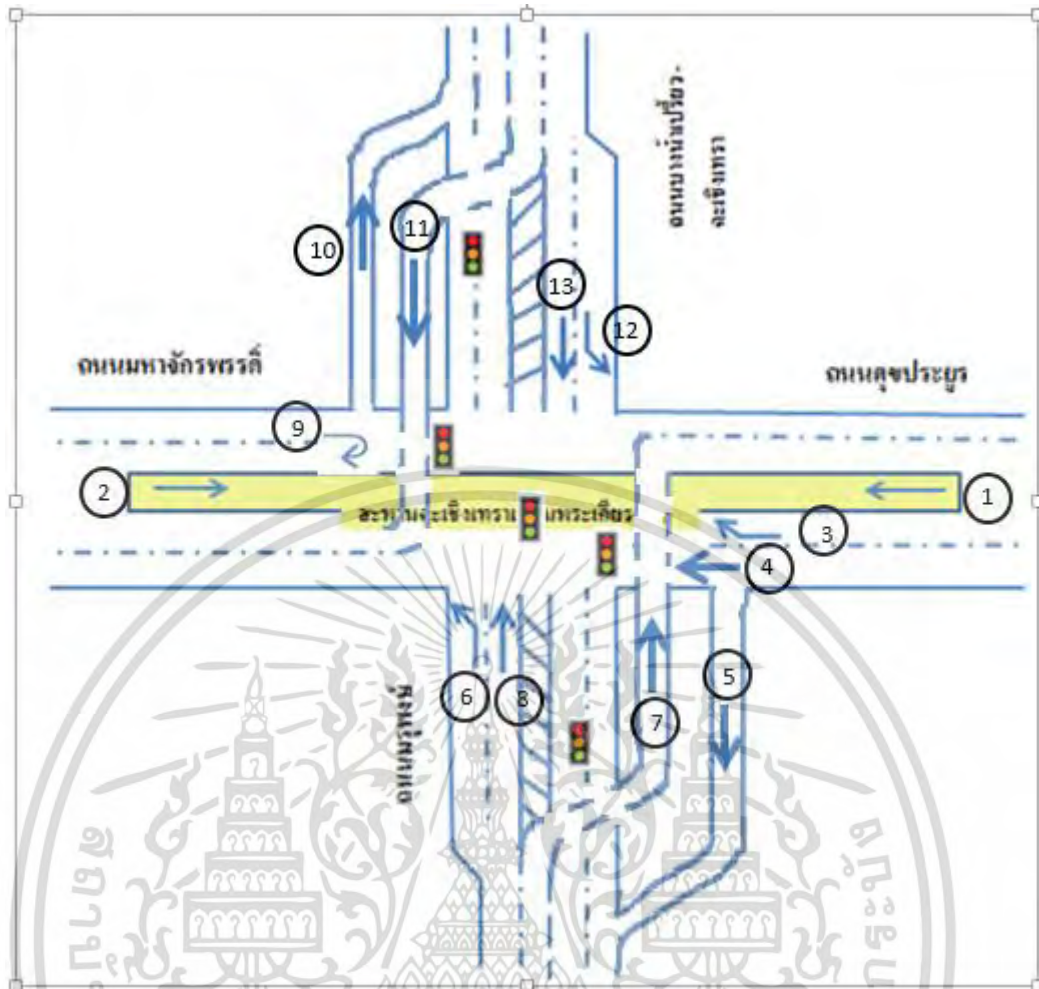
แบบจำลองฐานได้รับการเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรชุดที่ 1 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า) ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่างๆ โดยการทดสอบและเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพการจราจรกับข้อมูลการจราจรชุดที่ 2 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลอิสระต่อกันกับขั้นตอนการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยพิจารณาใช้ดัชนีในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับผลการสำรวจและเกณฑ์การเปรียบเทียบ เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งได้ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัดแบบจำลอง	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย (%)	GEH (%)	ผ่านเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร (PCU)	2.22%	0.74	✓ ผ่าน
เวลาในการเดินทาง (วินาที)	10.24%	-	✓ ผ่าน
ความเร็วในการเดินทาง (กม. / ชม.)	17.11%	-	✓ ผ่าน
ความยาวแถวคอย (เมตร)	9.78%	-	✓ ผ่าน

4.4 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการจำลองสภาพจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM

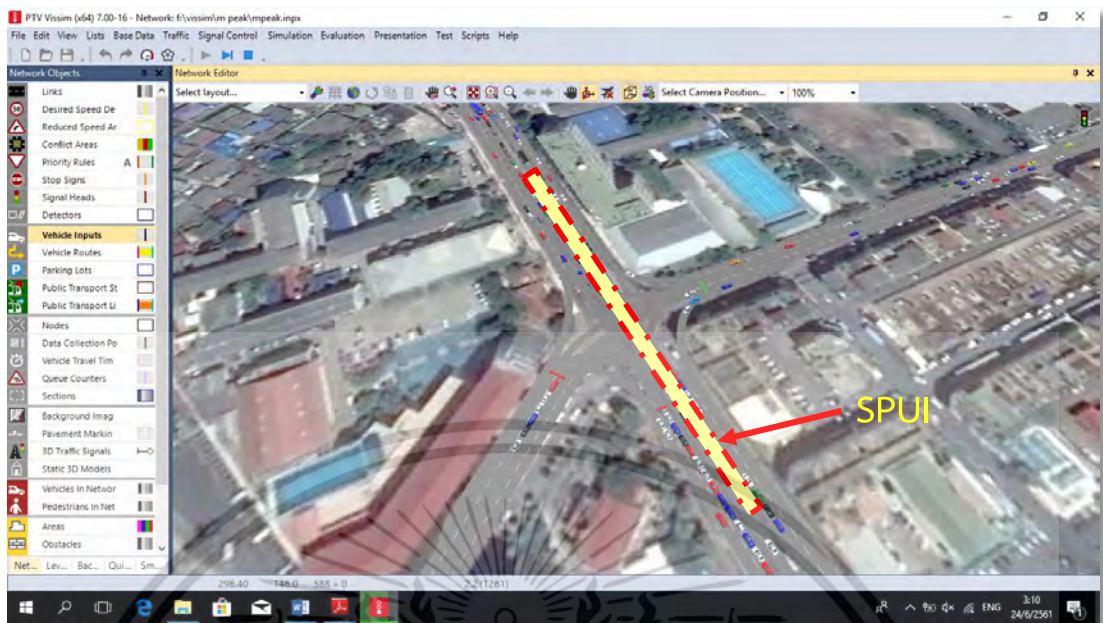
หลังจากที่ได้ทำการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบจัดการจราจรเพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดให้น้อยลง โดยการปรับปรุงทางแยกขาที่ไม่มีสะพานข้ามแยก (ถนนมรุพงษ์-ถนนบางน้ำเปรี้ยว ฉะเชิงเทรา) ให้เป็นแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ดังแสดงในรูปที่ 4.4



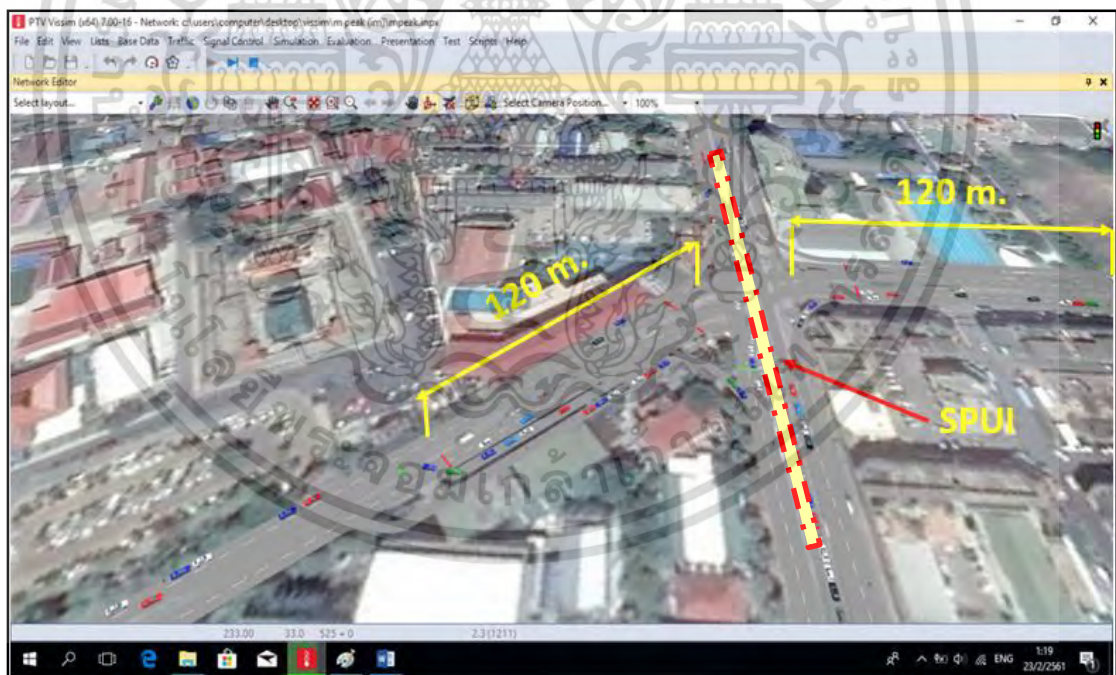
รูปที่ 4.4 การนำ CFI มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ SPUI

จากรูปที่ 4.4 เป็นการปรับปรุงทางแยกโดยการนำทางแยกแบบ Continuous flow intersection (CFI) มาประยุกต์ร่วมกับทางแยกแบบ Single point urban interchange (SPUI) โดยการการนำช่องจราจรเลี้ยวขวา (กรณีรถวิ่งเลนซ้าย) ไปไว้ทางด้านจราจรที่มีทิศทางตรงกันข้ามก่อนจะถึงทางแยกหลัก ได้แก่ ช่องจราจรหมายเลข 7 (ถนนมรุพงษ์) และ ช่องจราจรหมายเลข 11 (ถนนบางน้ำเปรี้ยว- ฉะเชิงเทรา) เพื่อเป็นการลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกหลักลง ทำให้รถที่ต้องการเลี้ยวขวาต้องวิ่งตัดข้ามทิศทางการจราจรตรงกันข้าม ซึ่งจุดตัดที่เกิดขึ้นนั้นเรียกว่า ทางแยกรอง ทั้งนี้ที่ทางแยกรองจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร 2 เฟส ที่ทำงานประสานกันกับสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกหลัก นอกจากนี้ยังเพิ่มช่องจราจรรถเลี้ยวซ้าย หมายเลข 5 (ถนนสุขประยูร) และ หมายเลข 10 (ถนนมหาจักรพรรดิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ลักษณะการดำเนินการทางด้านจราจรของ SPUI ในแบบจำลอง



รูปที่ 4.6 การนำ CFI มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ SPUI ในแบบจำลอง

4.4.1 ปริมาณจราจร

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มวิธีการเดินทาง (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินทาง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรก่อนและหลังปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า

ทิศทาง	ก่อน	หลัง	GEH
	ปริมาณจราจร (PCU/ชม.)	ปริมาณจราจร (PCU/ชม.)	
	เร่งด่วนเช้า	เร่งด่วนเช้า	เร่งด่วนเช้า
	(16:00 - 17:00)	(16:00 - 17:00)	(16:00 - 17:00)
1 สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (ขาออก)	958	952	0.194
2 สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา - ถนนมหาจักรพรรดิ (ขาเข้า)	567	569	0.084
3 ถนนสุขประยูรเข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	366	367	0.052
4 ถนนสุขประยูรเข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	72	68	0.478
5 ถนนสุขประยูร เข้า ถนนมรุพงษ์	614	617	0.121
6 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	314	311	0.170
7 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนสุขประยูร	218	215	0.204
8 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	324	320	0.223
9 ถนนมหาจักรพรรดิ วกกลับ ถนนมหาจักรพรรดิ	786	781	0.177
10 ถนนมหาจักรพรรดิ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	545	548	0.129
11 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	460	463	0.140
12 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนสุขประยูร	520	523	0.131
13 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมรุพงษ์	248	246	0.127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรก่อนและหลังปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น

ทิศทาง	ก่อน	หลัง	GEH
	ปริมาณจราจร (PCU/ชม.)	ปริมาณจราจร (PCU/ชม.)	
	เร่งด่วนเย็น	เร่งด่วนเย็น	เร่งด่วนเย็น
	(16:00 - 17:00)	(16:00 - 17:00)	(16:00 - 17:00)
1 สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (ขาออก)	903	904	0.033
2 สะพานฉะเชิงเทราเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา - ถนนมหาจักรพรรดิ (ขาเข้า)	928	923	0.164
3 ถนนสุขประยูรเข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	387	386	0.051
4 ถนนสุขประยูรเข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	55	52	0.410
5 ถนนสุขประยูร เข้า ถนนมรุพงษ์	574	579	0.208
6 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	256	260	0.250
7 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนสุขประยูร	470	472	0.092
8 ถนนมรุพงษ์ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	464	459	0.233
9 ถนนมหาจักรพรรดิ วกกลับ ถนนมหาจักรพรรดิ	547	546	0.043
10 ถนนมหาจักรพรรดิ เข้า ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	645	649	0.157
11 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมหาจักรพรรดิ	486	482	0.182
12 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนสุขประยูร	426	431	0.242
13 ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา เข้า ถนนมรุพงษ์	204	205	0.070

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 การเปรียบเทียบปริมาณการจราจร รถยนต์มีค่า GEH น้อยกว่า 5

ดังนั้นการปรับเทียบด้านปริมาณการจราจรถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ความเร็ว (Speed)

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มวิธีการเดินรถ (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินรถ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 แสดงความเร็วเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุง ในช่วงเร่งด่วนเช้า

จุดสำรวจ	ความเร็วเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (ก.ม. /ชม.)	ความเร็วเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (ก.ม. /ชม.)	ใช้ความเร็ว เพิ่มขึ้นได้ (%)
1. ถนนสุขุมประยูร	20	29	45%
2. ถนนมรุพงษ์	22	33	50%
3. ถนนมหาจักรพรรดิ	19	27	42%
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว – ฉะเชิงเทรา	20	31	55%

ตารางที่ 4.8 แสดงความเร็วเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น

จุดสำรวจ	ความเร็วเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (ก.ม. /ชม.)	ความเร็วเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (ก.ม. /ชม.)	ใช้ความเร็ว เพิ่มขึ้นได้ (%)
1. ถนนสุขุมประยูร	20	29	45%
2. ถนนมรุพงษ์	19	28	47%
3. ถนนมหาจักรพรรดิ	21	29	38%
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว – ฉะเชิงเทรา	22	33	50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 ความเร็วเฉลี่ยของรถที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความเร็วภายหลังจากที่มีการปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในช่วงโมงเร่งด่วนเช้ารถยนต์สามารถใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นเฉลี่ยถึง 48% ช่วงโมงเร่งด่วนเย็นรถยนต์ใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 45% ซึ่งเป็นค่าที่มากที่ทำให้การจราจรเกิดสภาพคล่องมากขึ้นตามไปด้วย

4.4.3 ความล่าช้า (Delay)

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มวิธีการเดินรถ (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินรถ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงความล่าช้าเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า

จุดสำรวจ	ความล่าช้าเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (นาที)	ความล่าช้าเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (นาที)	ลดความ ล่าช้าได้ (%)
1. ถนนสุขุมวิท	19	10	47%
2. ถนนมรุพงษ์	23	11	52%
3. ถนนมหาจักรพรรดิ	22	12	45%
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว – ฉะเชิงเทรา	25	11	56%

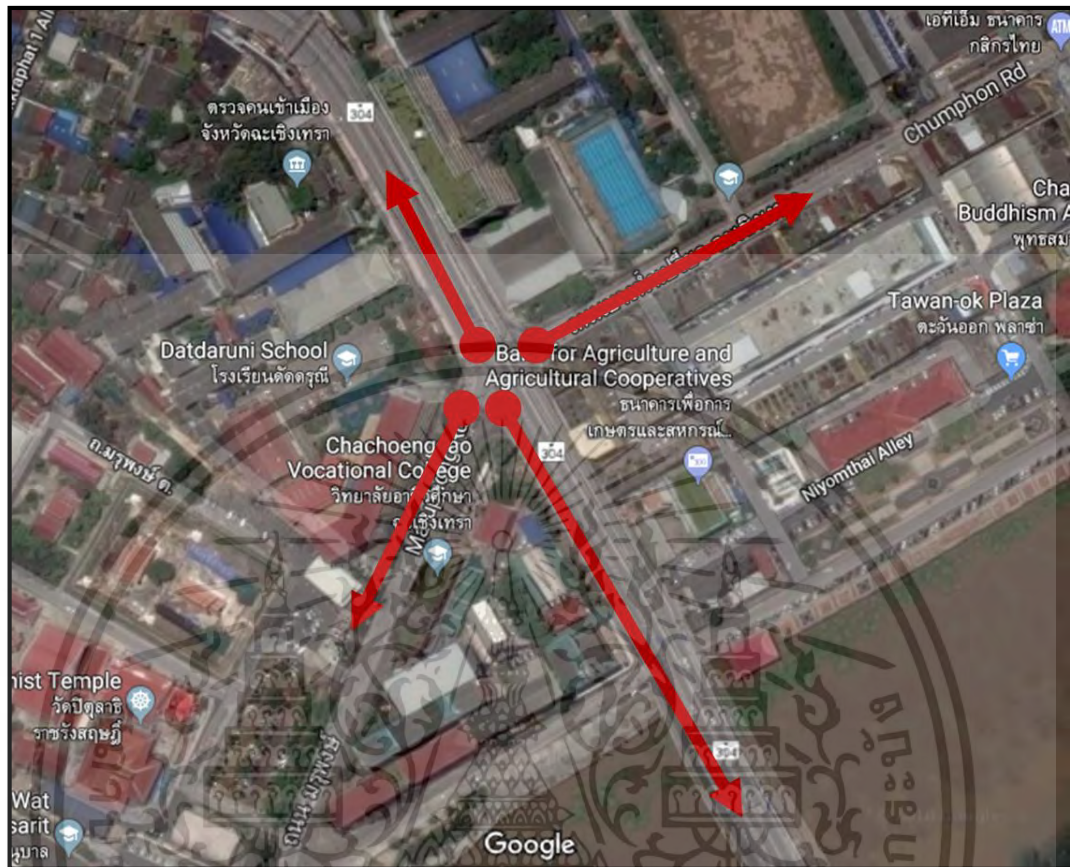
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงความล่าช้าเฉลี่ยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น

จุดสำรวจ	ความล่าช้าเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (นาที)	ความล่าช้าเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (นาที)	ลดความ ล่าช้าได้ (%)
1. ถนนสุขประยูร	22	11	50%
2. ถนนมรุพงษ์	23	10	57%
3. ถนนมหาจักรพรรดิ	20	10	50%
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว - ฉะเชิงเทรา	25	9	64%

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 ความล่าช้าเฉลี่ยของรถที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความเร็วภายหลังจากปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในช่วงเร่งด่วนเย็นสามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยได้ถึง 50% ช่วงเร่งด่วนเย็นลดความล่าช้าเฉลี่ยได้ 55% โดยคิดจากค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุงจากจุดสำรวจทั้ง 4 จุด ซึ่งทำให้ผู้ขับขี่ถึงที่หมายได้ไวขึ้น

4.4.4 ความยาวแถวคอย (Queue Length)



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งที่เริ่มนับความยาวแถวคอย

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มวิธีการเดินรถ (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินรถ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความยาวแฉกค้อยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเช้า

จุดสำรวจ	ความยาวแฉกค้อย ก่อนการปรับปรุง (เมตร)	ความยาว แฉกค้อย หลังการปรับปรุง (เมตร)	ความยาวแฉกค้อย ลดลง(%)
1. ถนนสุขประยูร	47	25	47
2. ถนนมรุพงษ์	76	48	37
3. ถนนมหา จักรพรรดิ	51	42	18
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว – ฉะเชิงเทรา	97	68	30

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความยาวแฉกค้อยสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเร่งด่วนเย็น

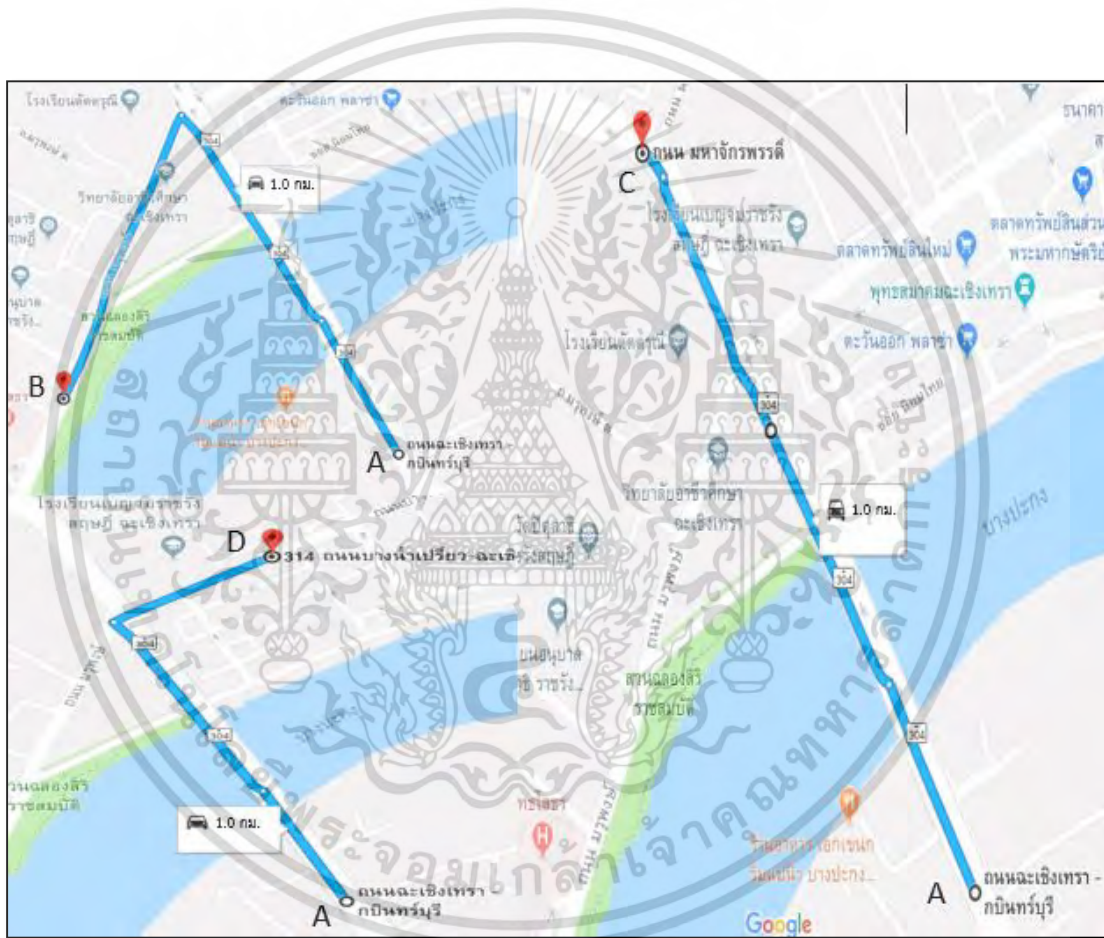
จุดสำรวจ	ความยาว แฉกค้อย ก่อนการปรับปรุง (เมตร)	ความยาว แฉกค้อย หลังการปรับปรุง (เมตร)	ความยาวแฉกค้อย ลดลง(%)
1. ถนนสุขประยูร	50	24	52
2. ถนนมรุพงษ์	84	56	33
3. ถนนมหาจักรพรรดิ	41	33	20
4. ถนนบางน้ำเปรี้ยว – ฉะเชิงเทรา	90	60	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 และ 4.12 หลังจากมีการปรับปรุงทางแยกเป็นแบบ CFUI พบว่าความยาวแถวคอยที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุงนั้นลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงโมงเร่งด่วนเช้าสามารถลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ถึง 33% ช่วงโมงเร่งด่วนเย็นลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ 35% ซึ่งส่งผลให้การจราจรมีสภาพคล่องมากขึ้น

4.4.5 ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time)

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มวิธีการเดินทาง (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินทาง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14



รูปที่ 4.8 เส้นทางสำรวจระยะเวลาในการเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (ไม่ขึ้นสะพาน) ในช่วงเร่งด่วนเช้า

จุดสำรวจ	เวลาเดินทางเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (นาที)	เวลาเดินทางเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาในการ เดินทางลดลง (%)
1. ถนนสุขประยูร- ถนนมรุพงษ์	20	10	50
2. ถนนสุขประยูร- ถนนมหาจักรพรรดิ	22	11	50
3. ถนนสุขประยูร- ถนนบางน้ำเปรี้ยว	18	11	39

ตารางที่ 4.14 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (ไม่ขึ้นสะพาน) ในช่วงเร่งด่วนเย็น

จุดสำรวจ	เวลาเดินทางเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง (นาที)	เวลาเดินทางเฉลี่ย หลังการปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาในการ เดินทางลดลง (%)
1. ถนนสุขประยูร- ถนนมรุพงษ์	18	9	50
2. ถนนสุขประยูร- ถนนมหาจักรพรรดิ	21	11	48
3. ถนนสุขประยูร- ถนนบางน้ำเปรี้ยว	22	12	45

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 หลังจากมีการปรับปรุงทางแยกเป็นแบบ CFUI พบว่าใช้ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ย ในช่วงเร่งด่วนเช้าลดลง 46% ช่วงเร่งด่วนเย็นลดลง 48% ซึ่งส่งผลให้ถึงที่หมายได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ CFI ในรูปแบบผสมผสานเข้ากับทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange) สำหรับแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดในบริเวณทางแยก

จากการสำรวจข้อมูลทางด้านจราจรพบว่า บริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณีประสบปัญหาการจราจรติดขัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวตั้งอยู่ในเขตชุมชน มียานการค้า โรงเรียนหลายแห่ง ซึ่งปัจจุบันบริเวณดังกล่าวมีสะพานข้ามแยกรูปแบบSPUI เชื่อมระหว่างถนนมหาจักรพรรดิและถนนสุขประดิษฐ์ ส่งผลให้ปัญหาการจราจรติดขัดโดยรวมของทางแยกนี้ลดลง แต่บริเวณถนนบางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทราเชื่อมกับถนนมรุพงษ์ ยังคงประสบปัญหาการจราจรติดขัดเป็นอย่างมาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวไม่มีสะพานข้ามแยก

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงปรับปรุงทางแยกนี้ให้เป็นทางแยกแบบผสมผสานระหว่างทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง(Single-Point Urban Interchange : SPUI) กับทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยก โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพจราจรในปัจจุบันกับสภาพจราจรหลังจากที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection)แล้ว ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบกันในเรื่องของความยาวแถวคอย ความล่าช้าในการเดินทาง ความเร็วรถ และระยะเวลาในการเดินทาง โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาและสร้างแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค

5.1.1 ความล่าช้าในการเดินทางเฉลี่ย (Delay)

จากการสำรวจและทำการวิเคราะห์ผลความล่าช้าในการเดินทางเฉลี่ย ซึ่งมีจุดสำรวจทั้งหมด 4 จุด โดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค พบว่า

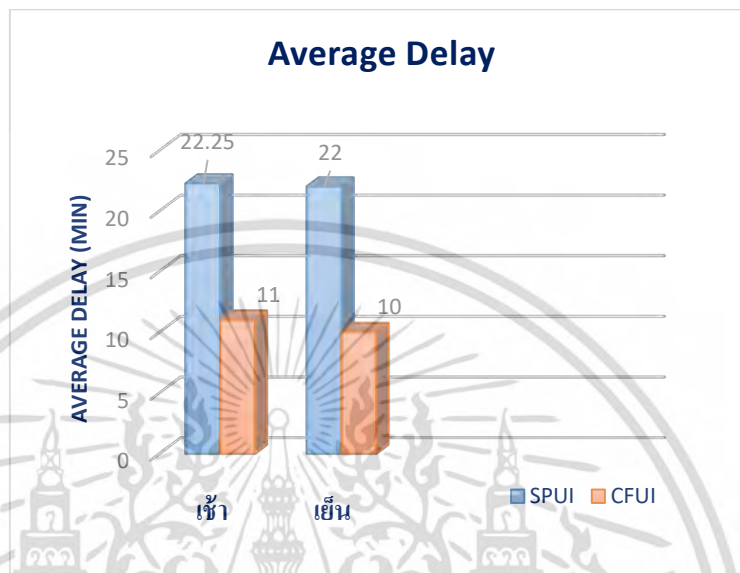
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความล่าช้าเฉลี่ย 22.25 นาที
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความล่าช้าเฉลี่ย 11 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความล่าช้าเฉลี่ย 22 นาที
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความล่าช้าเฉลี่ย 10 นาที



รูปที่ 5.1 กราฟสรุปค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น

ความล่าช้าเฉลี่ยของรถที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความเร็วภายหลังจากปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าสามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยได้ถึง 50% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นลดความล่าช้าเฉลี่ยได้ 55% ซึ่งผลที่ได้ทำให้ทราบว่าหากมีการปรับปรุงทางแยกนี้เป็นรูปแบบ CFUI สามารถลดความล่าช้าได้ครึ่งหนึ่ง ทำให้ผู้ขับขี่ถึงที่หมายได้เร็วขึ้น

5.1.2 ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Queue Length)

จากการสำรวจและทำการวิเคราะห์ผลความยาวแถวคอยเฉลี่ย ซึ่งมีจุดสำรวจทั้งหมด 4 จุด โดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค พบว่า

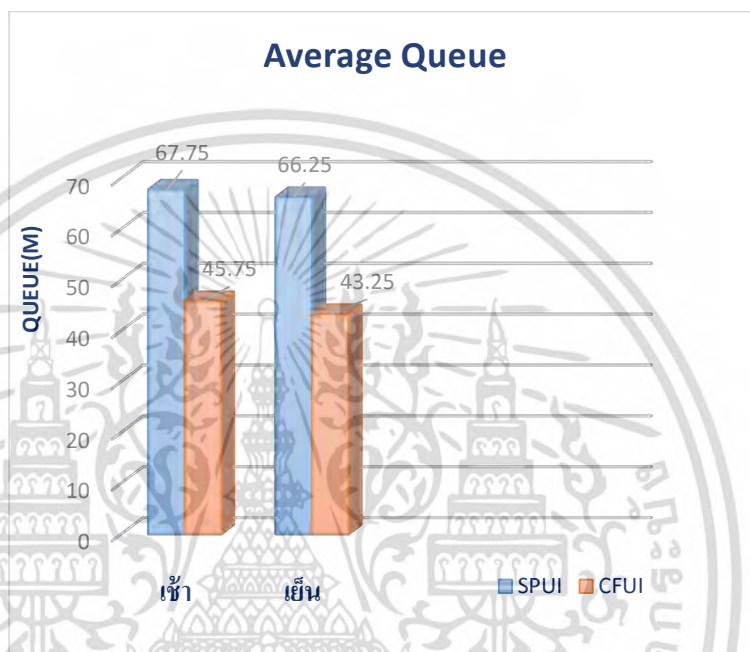
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย 67.75 เมตร
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย 45.75 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย 66.25 เมตร
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย 43.25 เมตร



รูปที่ 5.2 กราฟสรุปค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Average Queue) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น

ความยาวแถวคอยเฉลี่ยของรถที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความยาวแถวคอยภายหลังจากปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าสามารถลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ถึง 33% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ 35% ซึ่งส่งผลให้การจราจรมีสภาพคล่องมากขึ้น

5.1.3 ค่าความเร็วเฉลี่ย (speed)

จากการสำรวจและทำการวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ย ซึ่งมีจุดสำรวจทั้งหมด 4 จุด โดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค พบว่า

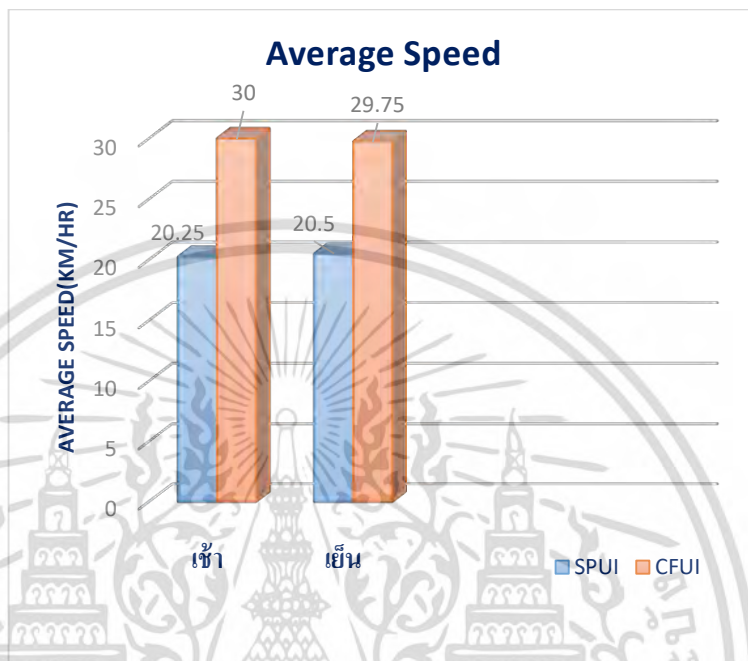
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความเร็วเฉลี่ย 20.25 กม./ชม.
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าความเร็วเฉลี่ย 20.5 กม./ชม.
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าความเร็วเฉลี่ย 29.75 กม./ชม.



รูปที่ 5.3 กราฟสรุปค่าความเร็วเฉลี่ย (Average Speed) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น

ความเร็วเฉลี่ยของรถที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความเร็วภายหลังจากปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในช่วงเร่งด่วนเช้า รถสามารถใช้ความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นได้ 48% ช่วงเร่งด่วนเย็น รถสามารถใช้ความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นได้ 45% ซึ่งผลที่ได้ทำให้ทราบว่าหากมีการปรับปรุงทางแยกนี้เป็นรูปแบบ CFUI สามารถทำให้ผู้ขับขี่ถึงที่หมายได้เร็วขึ้น

5.1.4 ค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Travel time)

จากการสำรวจและทำการวิเคราะห์ผลระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งมีจุดสำรวจทั้งหมด 3 จุด โดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค พบว่า

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

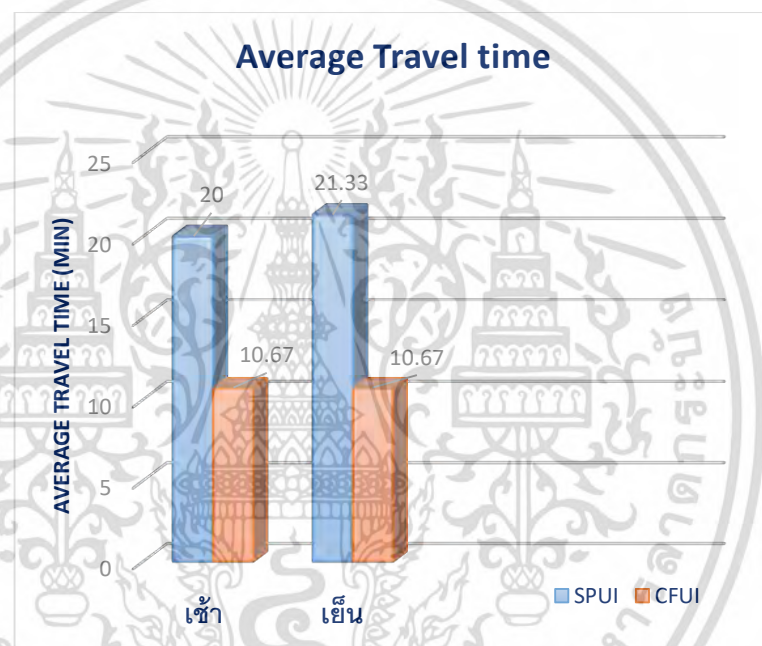
- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10.67 นาที

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

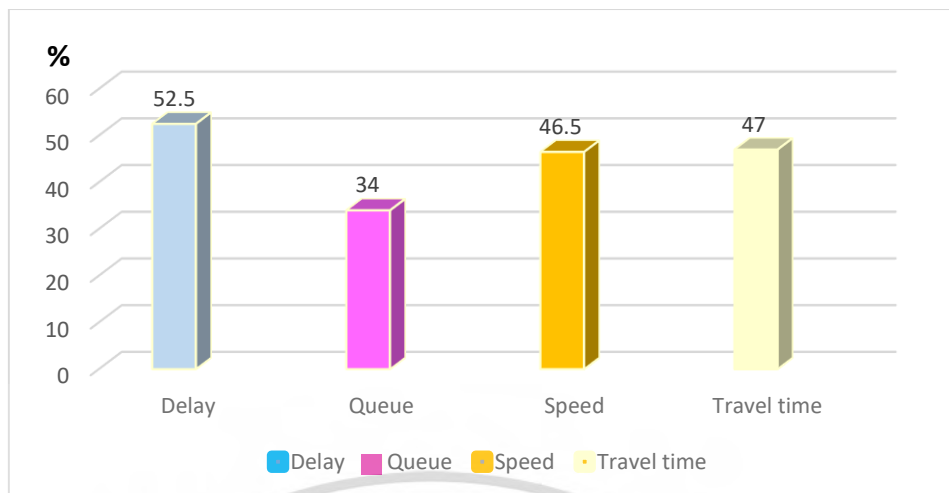
- กรณีที่ยังไม่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUI มีค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 21.33 นาที
- กรณีที่มีการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบCFUIแล้ว มีค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10.67 นาที



รูปที่ 5.4 กราฟสรุปค่าระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Average Delay) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น

ระยะเวลาในการเดินทางที่วัดได้จาก VISSIM ค่าความเร็วภายหลังการปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ใช้ระยะเวลาในการเดินทางลดลง 46% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ใช้ระยะเวลาในการเดินทางลดลง 48% ซึ่งผลที่ได้ทำให้ทราบว่าหากมีการปรับปรุงทางแยกนี้ เป็นรูปแบบ CFUI สามารถทำให้ผู้ขับขี่ถึงที่หมายได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 กราฟเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดของทางแยกหลังการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI

จากรูปที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าหลังการปรับปรุงทางแยกเป็นรูปแบบ CFUI สามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกนี้ได้สูงสุดถึง 52.5% อันดับถัดมาคือ ระยะเวลาในการเดินทางลดลง 47% รถสามารถใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นได้ 46.5% และความยาวแถวคอยลดลง 34% ตามลำดับ

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

5.2.1 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงทางแยกอื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา เพื่อแก้ปัญหการจราจรติดขัดได้

5.2.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้

5.2.3 สามารถนำโปรแกรมแบบจำลองระดับจุลภาค VISSIM มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหการจราจรบริเวณทางแยก และการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยกต่างๆได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม vissim ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกในการจัดการด้านจราจร เนื่องจากสามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ของรถยนต์แต่ละคันได้อย่างละเอียด เหมาะสำหรับวิเคราะห์สภาพปัญหาการจราจรติดขัดในลักษณะที่สภาพจราจรมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากแบบจำลองอาจเบี่ยงเบนจากความเป็นจริงได้ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านโปรแกรม ซึ่งผลดังกล่าวทำให้แบบจำลองนั้นถูกลดความน่าเชื่อถือลงได้

จากผลการศึกษานี้สามารถนำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมในเรื่องของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจปรับปรุงทางแยกและแก้ไขปัญหการจราจรติดขัดต่อไปในอนาคต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยบูรพา , “วิศวกรรมจราจร”, หน้า 124-178

สุวิช เพชรชมพูพันธ์ และจรัส พิทักษ์ศฤงคาร. 2556. “การวิเคราะห์ความจุบนถนนสายหลักโดยแบบจำลองระดับจุลภาค กรณีศึกษาช่วงถนนอ่อนนุช – ลาดกระบัง.” หน้า 142-149 ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18. เชียงใหม่ : ม.ป.ท.

Cheong, S., Rahwanji, S. and Chang, G. (2008) . Comparison of Three Unconventional Arterial Intersection Design : Continuous Intersection, Parallel Flow Intersection, and Upstream Signalized Crossover. Paper presented at the 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation System, Beijing, China, October, 2008

Choa F, Milam R.T and Stanek D. 2003. “CORSIM, PARAMICS, and VISSIM: What the Manuals Never Told You.” In Conference on the Application of Transportation Planning Methods. Baton Rouge (LA): np.

Federal Highway Administration (FHWA). (April 2010) Alternative Intersections / Interchanges:Informational Report (AIIR)

Fellendof M. Vissim: a microscopic simulation tool to evaluate actuated signal control including bus priority. Paper presented at the 64th ITE Annual Meeting; 1994 Oct; Dallas (TX), USA.

Goldblatt R, Mier F, Friedman J. Continuous Flow Intersection. ITE Journal 1994; 7(64): 35-42

Hummer, J.E. and Reid, J.D. (2000). Unconventional Left-Turn Alternatives for Urban and Suburban Arterials. Transportation Circular E-C019: Urban Street Symposium.

Jaganathan, R. and Bared, J.G. (2004). Design and Operation Performance of Crossover Displaced Left Turn Intersections. Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, No 1881, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp. 1-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kaseko, MS.2002. “ Comparative Evaluation of Simulation Software for Traffic Operations.” 101-206. in Traffic and Transport Planning. n.p.
- Pitaksringkarn, J. (2005). Measures of Effectiveness for Continuous Flow Intersection: A Maryland Intersection case study. ITE 2005 Annual Meeting and Exhibit compendium of technical papers; 2005 Aug7-10; Melbourne, Australia. Washington D.C.: ITE; 2005.
- Pitaksringkarn , J., Ratanamahatana, C. (2008) . A CFI Design Integration for a Single - Point Urban Interchange Traffic Operation Improvement
- PTV Planung Transport Verkehr AG [PTV]. (2014). VISSIM 7.0, User Manual, PTV, Karlsruhe
- Seksun Boonchawee.2010. Analyzing Optimal Crossing Point Distance of Continuous Flow Intersection Using Traffic Micro Simulation Modeling. Master of Engineering Thesis in Civil Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ข้อมูลด้านการจรรจรสภาพจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเช้า

ถนนมรุพงษ์

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
15	1	5.00	5.00
17	1	5.00	10.00
20	2	10.00	20.00
23	1	5.00	25.00
26	1	5.00	30.00
27	3	15.00	45.00
30	3	15.00	60.00
32	2	10.00	70.00
33	1	5.00	75.00
34	2	10.00	85.00
35	1	5.00	90.00
37	2	10.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
15	1	10.00	10.00
16	2	20.00	30.00
18	1	10.00	40.00
19	3	30.00	70.00
20	2	20.00	90.00
21	1	10.00	100.00
	10		

ถนนบางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทรา

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
17	1	5.00	5.00
18	1	5.00	10.00
20	2	10.00	20.00
23	1	5.00	25.00
25	1	5.00	30.00
27	1	5.00	35.00
28	2	10.00	45.00
30	2	10.00	55.00
31	2	10.00	65.00
32	3	15.00	80.00
33	2	10.00	90.00
35	1	5.00	95.00
37	1	5.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	2	10.00	10.00
23	3	15.00	25.00
26	2	10.00	35.00
29	4	20.00	55.00
30	3	15.00	70.00
31	2	10.00	80.00
34	2	10.00	90.00
36	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนนสุขประยูร

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
18	3	15.00	15.00
20	2	10.00	25.00
22	1	5.00	30.00
23	1	5.00	35.00
24	2	10.00	45.00
25	1	5.00	50.00
26	1	5.00	55.00
27	2	10.00	65.00
28	1	5.00	70.00
30	1	5.00	75.00
33	1	5.00	80.00
35	2	10.00	90.00
37	2	10.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	1	5.00	5.00
20	1	5.00	10.00
21	2	10.00	20.00
23	1	5.00	25.00
25	1	5.00	30.00
26	1	5.00	35.00
28	2	10.00	45.00
30	2	10.00	55.00
32	3	15.00	70.00
35	2	10.00	80.00
37	2	10.00	90.00
39	2	10.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
16	2	15.38	15.38
19	2	15.38	30.77
20	2	15.38	46.15
22	3	23.08	69.23
25	1	7.69	76.92
30	1	7.69	84.62
31	2	15.38	100.00
	13		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	1	5.00	5.00
20	2	10.00	15.00
21	2	10.00	25.00
23	2	10.00	35.00
25	1	5.00	40.00
26	2	10.00	50.00
28	2	10.00	60.00
30	2	10.00	70.00
32	3	15.00	85.00
35	3	15.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
18	1	12.50	12.50
20	2	25.00	37.50
23	2	25.00	62.50
25	2	25.00	87.50
26	1	12.50	100.00
	8		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
18	2	10.00	10.00
20	1	5.00	15.00
22	1	5.00	20.00
23	1	5.00	25.00
24	2	10.00	35.00
26	1	5.00	40.00
27	1	5.00	45.00
30	3	15.00	60.00
32	1	5.00	65.00
33	3	15.00	80.00
35	2	10.00	90.00
38	2	10.00	100.00
	20		

ถนนมหาจักรพรรดิ

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	1	5.00	5.00
20	2	10.00	15.00
21	2	10.00	25.00
23	2	10.00	35.00
24	1	5.00	40.00
26	3	15.00	55.00
28	3	15.00	70.00
31	2	10.00	80.00
33	2	10.00	90.00
35	2	10.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
17	1	9.09	9.09
19	2	18.18	27.27
20	1	9.09	36.36
21	2	18.18	54.55
24	1	9.09	63.64
25	2	18.18	81.82
27	2	18.18	100.00
	11		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ.ศุขประยูรไป ถ.มหาจักรพรรดิ

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
23	1	5.00	5.00
25	1	5.00	10.00
27	1	5.00	15.00
28	1	5.00	20.00
30	2	10.00	30.00
31	1	5.00	35.00
32	2	10.00	45.00
33	1	5.00	50.00
35	1	5.00	55.00
37	2	10.00	65.00
40	2	10.00	75.00
42	2	10.00	85.00
44	2	10.00	95.00
45	1	5.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	16.67	16.67
23	1	16.67	33.33
25	1	16.67	50.00
26	1	16.67	66.67
28	2	33.33	100.00
	6		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
25	1	5.00	5.00
26	1	5.00	10.00
27	2	10.00	20.00
28	1	5.00	25.00
30	1	5.00	30.00
32	2	10.00	40.00
34	2	10.00	50.00
35	1	5.00	55.00
36	2	10.00	65.00
38	1	5.00	70.00
40	2	10.00	80.00
41	2	10.00	90.00
43	1	5.00	95.00
46	1	5.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	5.00	5.00
23	1	5.00	10.00
25	2	10.00	20.00
26	3	15.00	35.00
27	2	10.00	45.00
30	1	5.00	50.00
32	2	10.00	60.00
33	3	15.00	75.00
36	2	10.00	85.00
38	3	15.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ.มหาจักรพรรดิ ไปถ.สุขประยูร

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
25	1	5.00	5.00
27	2	10.00	15.00
29	1	5.00	20.00
30	1	5.00	25.00
32	2	10.00	35.00
33	2	10.00	45.00
34	2	10.00	55.00
35	1	5.00	60.00
37	2	10.00	70.00
38	1	5.00	75.00
39	1	5.00	80.00
41	1	5.00	85.00
44	2	10.00	95.00
45	1	5.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
22	1	5.00	5.00
23	1	5.00	10.00
25	2	10.00	20.00
25	2	10.00	30.00
27	1	5.00	35.00
29	2	10.00	45.00
31	1	5.00	50.00
33	2	10.00	60.00
35	3	15.00	75.00
36	1	5.00	80.00
37	2	10.00	90.00
38	2	10.00	100.00
	20		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
22	2	10.00	10.00
24	1	5.00	15.00
25	3	15.00	30.00
26	1	5.00	35.00
28	2	10.00	45.00
30	2	10.00	55.00
31	1	5.00	60.00
32	2	10.00	70.00
34	2	10.00	80.00
36	1	5.00	85.00
37	2	10.00	95.00
40	1	5.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	9.09	9.09
21	2	18.18	27.27
23	1	9.09	36.36
25	1	9.09	45.45
26	1	9.09	54.55
28	1	9.09	63.64
29	2	18.18	81.82
31	2	18.18	100.00
	11		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถ.มรุพงษ์

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
24	1	5.00	5.00
26	2	10.00	15.00
27	2	10.00	25.00
30	1	5.00	30.00
32	1	5.00	35.00
33	2	10.00	45.00
36	2	10.00	55.00
37	1	5.00	60.00
38	2	10.00	70.00
40	2	10.00	80.00
41	1	5.00	85.00
44	3	15.00	100.00
	20		

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
23	1	10.00	10.00
25	1	10.00	20.00
27	1	10.00	30.00
30	1	10.00	40.00
31	1	10.00	50.00
33	1	10.00	60.00
34	1	10.00	70.00
36	1	10.00	80.00
37	1	10.00	90.00
39	1	10.00	100.00
	10		

Free Flow speed ถ.บางน้ำเปรี้ยว-
ฉะเชิงเทรา

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
24	1	5.00	5.00
25	1	5.00	10.00
27	1	5.00	15.00
29	2	10.00	25.00
30	1	5.00	30.00
32	2	10.00	40.00
33	2	10.00	50.00
35	1	5.00	55.00
37	2	10.00	65.00
40	3	15.00	80.00
43	2	10.00	90.00
45	2	10.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
25	1	5.00	5.00
26	1	5.00	10.00
28	1	5.00	15.00
30	1	5.00	20.00
31	1	5.00	25.00
31	1	5.00	30.00
34	2	10.00	40.00
37	2	10.00	50.00
38	3	15.00	65.00
41	2	10.00	75.00
42	3	15.00	90.00
45	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถ.สุขประดิษฐ์

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
26	1	5.00	5.00
27	1	5.00	10.00
28	2	10.00	20.00
31	1	5.00	25.00
32	1	5.00	30.00
33	2	10.00	40.00
34	2	10.00	50.00
35	1	5.00	55.00
37	2	10.00	65.00
39	1	5.00	70.00
41	2	10.00	80.00
43	2	10.00	90.00
44	1	5.00	95.00
47	1	5.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
45	1	5.00	5.00
47	1	5.00	10.00
48	2	10.00	20.00
49	1	5.00	25.00
50	1	5.00	30.00
52	2	10.00	40.00
56	1	5.00	45.00
57	2	10.00	55.00
63	1	5.00	60.00
65	3	15.00	75.00
66	1	5.00	80.00
67	2	10.00	90.00
70	1	5.00	95.00
72	1	5.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	7.69	7.69
23	2	15.38	23.08
25	1	7.69	30.77
26	2	15.38	46.15
27	1	7.69	53.85
30	1	7.69	61.54
32	2	15.38	76.92
33	1	7.69	84.62
36	1	7.69	92.31
38	1	7.69	100.00
	13		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
37	1	5.00	5.00
39	2	10.00	15.00
40	1	5.00	20.00
42	1	5.00	25.00
45	1	5.00	30.00
47	2	10.00	40.00
48	1	5.00	45.00
49	2	10.00	55.00
50	3	15.00	70.00
54	2	10.00	80.00
57	2	10.00	90.00
61	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถ.มหาจักรพรรดิ

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
33	2	10.00	10.00
34	2	10.00	20.00
36	3	15.00	35.00
39	2	10.00	45.00
41	3	15.00	60.00
42	3	15.00	75.00
44	2	10.00	85.00
48	3	15.00	100.00
	20		

speed Truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
36	1	16.67	16.67
37	1	16.67	33.33
40	1	16.67	50.00
45	1	16.67	66.67
50	1	16.67	83.33
52	1	16.67	100.00
	6		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
30	2	10.00	10.00
31	1	5.00	15.00
32	1	5.00	20.00
33	1	5.00	25.00
35	1	5.00	30.00
37	2	10.00	40.00
38	2	10.00	50.00
40	2	10.00	60.00
42	2	10.00	70.00
45	1	5.00	75.00
47	2	10.00	85.00
48	1	5.00	90.00
50	2	10.00	100.00
	20		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
30	2	10.00	10.00
31	1	5.00	15.00
33	1	5.00	20.00
34	1	5.00	25.00
35	1	5.00	30.00
37	1	5.00	35.00
38	2	10.00	45.00
41	1	5.00	50.00
43	2	10.00	60.00
44	1	5.00	65.00
45	1	5.00	70.00
47	1	5.00	75.00
49	2	10.00	85.00
51	3	15.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเย็น

ถนนมรุพงษ์

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
28	2	10.00	10.00
29	2	10.00	20.00
30	2	10.00	30.00
32	1	5.00	35.00
33	2	10.00	45.00
36	2	10.00	55.00
37	1	5.00	60.00
40	3	15.00	75.00
43	2	10.00	85.00
45	3	15.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
14	1	5.00	5.00
16	1	5.00	10.00
17	2	10.00	20.00
20	2	10.00	30.00
22	2	10.00	40.00
25	2	10.00	50.00
30	1	5.00	55.00
31	2	10.00	65.00
33	2	10.00	75.00
34	1	5.00	80.00
36	3	15.00	95.00
38	1	5.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
31	2	18.18	18.18
33	2	18.18	36.36
37	1	9.09	45.45
38	2	18.18	63.64
40	3	27.27	90.91
41	1	9.09	100.00
	11		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
16	1	5.00	5.00
17	2	10.00	15.00
19	2	10.00	25.00
22	3	15.00	40.00
24	2	10.00	50.00
25	1	5.00	55.00
27	1	5.00	60.00
30	2	10.00	70.00
32	1	5.00	75.00
33	1	5.00	80.00
35	2	10.00	90.00
36	1	5.00	95.00
37	1	5.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
16	1	10.00	10.00
17	1	10.00	20.00
18	2	20.00	40.00
19	2	20.00	60.00
20	2	20.00	80.00
22	1	10.00	90.00
	10		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
17	2	10.00	10.00
20	1	5.00	15.00
21	1	5.00	20.00
24	1	5.00	25.00
25	2	10.00	35.00
27	1	5.00	40.00
29	1	5.00	45.00
30	2	10.00	55.00
31	3	15.00	70.00
33	2	10.00	80.00
34	2	10.00	90.00
36	1	5.00	95.00
38	1	5.00	100.00
	20		

ถนนบางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทรา

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
18	1	5.00	5.00
22	3	15.00	20.00
24	3	15.00	35.00
27	2	10.00	45.00
28	3	15.00	60.00
30	3	15.00	75.00
33	2	10.00	85.00
36	3	15.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
16	1	20.00	20.00
18	1	20.00	40.00
21	1	20.00	60.00
25	1	20.00	80.00
26	1	20.00	100.00
	5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนนสุขประยูร

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	1	5.00	5.00
20	1	5.00	10.00
21	1	5.00	15.00
24	1	5.00	20.00
25	2	10.00	30.00
26	1	5.00	35.00
27	3	15.00	50.00
30	2	10.00	60.00
31	2	10.00	70.00
34	3	15.00	85.00
38	2	10.00	95.00
40	1	5.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
19	1	10.00	10.00
20	2	20.00	30.00
22	2	20.00	50.00
24	2	20.00	70.00
25	1	10.00	80.00
26	2	20.00	100.00
	10		

ถนนมหาจักรพรรดิ

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	5.00	5.00
21	3	15.00	20.00
23	2	10.00	30.00
25	1	5.00	35.00
27	1	5.00	40.00
28	3	15.00	55.00
30	2	10.00	65.00
32	2	10.00	75.00
33	2	10.00	85.00
36	3	15.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	5.00	5.00
21	1	5.00	10.00
23	2	10.00	20.00
25	1	5.00	25.00
26	2	10.00	35.00
28	3	15.00	50.00
29	3	15.00	65.00
30	3	15.00	80.00
33	3	15.00	95.00
36	1	5.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ.ศุขประยูรไป ถ.มหาจักรพรรดิ

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
18	1	5.00	5.00
19	1	5.00	10.00
21	2	10.00	20.00
24	1	5.00	25.00
25	2	10.00	35.00
27	1	5.00	40.00
29	2	10.00	50.00
30	2	10.00	60.00
32	1	5.00	65.00
34	2	10.00	75.00
35	3	15.00	90.00
37	2	10.00	100.00
	20		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
24	1	5.00	5.00
26	1	5.00	10.00
27	1	5.00	15.00
29	2	10.00	25.00
30	1	5.00	30.00
31	1	5.00	35.00
33	1	5.00	40.00
34	2	10.00	50.00
36	1	5.00	55.00
37	3	15.00	70.00
39	1	5.00	75.00
42	2	10.00	85.00
44	1	5.00	90.00
46	2	10.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
17	1	16.67	16.67
18	1	16.67	33.33
21	1	16.67	50.00
22	1	16.67	66.67
24	1	16.67	83.33
25	1	16.67	100.00
	6		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
24	1	5.00	5.00
26	1	5.00	10.00
27	1	5.00	15.00
29	1	5.00	20.00
30	1	5.00	25.00
31	2	10.00	35.00
33	2	10.00	45.00
35	1	5.00	50.00
37	1	5.00	55.00
38	3	15.00	70.00
40	2	10.00	80.00
41	1	5.00	85.00
44	2	10.00	95.00
46	1	5.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
21	1	5.00	5.00
24	1	5.00	10.00
25	3	15.00	25.00
26	2	10.00	35.00
28	1	5.00	40.00
30	2	10.00	50.00
31	2	10.00	60.00
33	3	15.00	75.00
35	3	15.00	90.00
37	2	10.00	100.00
	20		

ถ.มหาจักรพรรดิ ไปถ.สุขประยูร

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
26	1	5.00	5.00
27	1	5.00	10.00
26	1	5.00	15.00
30	1	5.00	20.00
31	1	5.00	25.00
34	2	10.00	35.00
36	3	15.00	50.00
37	2	10.00	60.00
39	2	10.00	70.00
40	1	5.00	75.00
42	1	5.00	80.00
43	2	10.00	90.00
44	1	5.00	95.00
46	1	5.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	5.00	5.00
21	2	10.00	15.00
24	2	10.00	25.00
25	3	15.00	40.00
27	2	10.00	50.00
28	3	15.00	65.00
29	2	10.00	75.00
30	3	15.00	90.00
31	1	5.00	95.00
33	1	5.00	100.00
	20		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
22	2	10.00	10.00
24	1	5.00	15.00
25	3	15.00	30.00
26	1	5.00	35.00
28	2	10.00	45.00
30	2	10.00	55.00
31	2	10.00	65.00
32	1	5.00	70.00
34	2	10.00	80.00
36	1	5.00	85.00
37	1	5.00	90.00
40	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถ.มรุพงษ์

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
23	1	6.25	6.25
25	1	6.25	12.50
26	1	6.25	18.75
27	1	6.25	25.00
29	1	6.25	31.25
30	2	12.50	43.75
32	1	6.25	50.00
33	2	12.50	62.50
36	2	12.50	75.00
37	1	6.25	81.25
38	1	6.25	87.50
40	2	12.50	100.00
	16		

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
23	1	5.00	5.00
24	2	10.00	15.00
26	1	5.00	20.00
28	1	5.00	25.00
32	1	5.00	30.00
33	2	10.00	40.00
35	2	10.00	50.00
37	2	10.00	60.00
39	2	10.00	70.00
40	3	15.00	85.00
41	1	5.00	90.00
43	2	10.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	6.67	6.67
22	2	13.33	20.00
23	1	6.67	26.67
24	2	13.33	40.00
26	2	13.33	53.33
28	3	20.00	73.33
30	2	13.33	86.67
32	2	13.33	100.00
	15		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
24	1	5.00	5.00
25	1	5.00	10.00
26	2	10.00	20.00
28	2	10.00	30.00
30	1	5.00	35.00
31	2	10.00	45.00
33	1	5.00	50.00
34	1	5.00	55.00
36	3	15.00	70.00
38	3	15.00	85.00
42	1	5.00	90.00
45	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
22	1	10.00	10.00
24	1	10.00	20.00
28	1	10.00	30.00
29	1	10.00	40.00
31	1	10.00	50.00
33	1	10.00	60.00
35	1	10.00	70.00
36	1	10.00	80.00
37	1	10.00	90.00
40	1	10.00	100.00
	10		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
25	1	5.00	5.00
27	1	5.00	10.00
29	2	10.00	20.00
30	1	5.00	25.00
33	2	10.00	35.00
35	1	5.00	40.00
36	2	10.00	50.00
38	1	5.00	55.00
39	2	10.00	65.00
41	2	10.00	75.00
43	2	10.00	85.00
44	1	5.00	90.00
46	1	5.00	95.00
47	1	5.00	100.00
	20		

Free Flow speed ถ.บางน้ำเปรี้ยว-

ฉะเชิงเทรา

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
27	1	5.00	5.00
29	1	5.00	10.00
30	1	5.00	15.00
32	1	5.00	20.00
34	1	5.00	25.00
37	3	15.00	40.00
38	3	15.00	55.00
40	2	10.00	65.00
41	2	10.00	75.00
43	2	10.00	85.00
43	2	10.00	95.00
44	1	5.00	100.00
	20		

speed bus	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
20	1	20.00	20.00
23	1	20.00	40.00
25	1	20.00	60.00
26	1	20.00	80.00
27	1	20.00	100.00
	5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถ.ศุขประยูร

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
46	1	5.00	5.00
47	1	5.00	10.00
48	1	5.00	15.00
49	1	5.00	20.00
50	1	5.00	25.00
52	2	10.00	35.00
54	3	15.00	50.00
56	1	5.00	55.00
57	1	5.00	60.00
60	2	10.00	70.00
63	1	5.00	75.00
66	1	5.00	80.00
69	2	10.00	90.00
73	2	10.00	100.00
	20		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
40	1	5.00	5.00
41	1	5.00	10.00
43	1	5.00	15.00
45	2	10.00	25.00
47	1	5.00	30.00
48	2	10.00	40.00
49	2	10.00	50.00
50	2	10.00	60.00
53	1	5.00	65.00
56	2	10.00	75.00
60	3	15.00	90.00
63	2	10.00	100.00
	20		

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
34	2	10.00	10.00
35	3	15.00	25.00
38	1	5.00	30.00
40	2	10.00	40.00
41	3	15.00	55.00
42	2	10.00	65.00
45	3	15.00	80.00
47	4	20.00	100.00
	20		

speed Truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
38	1	5.00	5.00
40	1	5.00	10.00
41	1	5.00	15.00
42	2	10.00	25.00
44	2	10.00	35.00
45	2	10.00	45.00
47	2	10.00	55.00
48	2	10.00	65.00
50	3	15.00	80.00
51	2	10.00	90.00
52	2	10.00	100.00
	20		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free Flow speed ถนนจักรพรรดิ

speed PC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
33	1	5.00	5.00
35	1	5.00	10.00
38	1	5.00	15.00
40	2	10.00	25.00
35	1	5.00	30.00
41	2	10.00	40.00
43	3	15.00	55.00
46	2	10.00	65.00
49	1	5.00	70.00
50	2	10.00	80.00
53	1	5.00	85.00
54	2	10.00	95.00
57	1	5.00	100.00
	20		

speed truck	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
33	3	15.00	15.00
34	2	10.00	25.00
36	3	15.00	40.00
39	3	15.00	55.00
40	2	10.00	65.00
41	3	15.00	80.00
42	1	5.00	85.00
43	3	15.00	100.00
	20		

speed MC	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
33	1	5.00	5.00
35	1	5.00	10.00
37	1	5.00	15.00
38	1	5.00	20.00
39	2	10.00	30.00
41	1	5.00	35.00
43	1	5.00	40.00
45	2	10.00	50.00
48	1	5.00	55.00
49	1	5.00	60.00
50	2	10.00	70.00
52	1	5.00	75.00
53	3	15.00	90.00
55	2	10.00	100.00
	20		

speed BUS	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสม
27	2	11.11	11.11
29	2	11.11	22.22
30	2	11.11	33.33
31	2	11.11	44.44
32	1	5.56	50.00
34	2	11.11	61.11
36	1	5.56	66.67
38	2	11.11	77.78
42	2	11.11	88.89
46	2	11.11	100.00
	18		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใ้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	10	125	24.6	27.5	54
5	10	125	23.3	26.4	573
6	10	125	21.4	25.4	255
7	10	125	21.0	28.0	469
8	10	125	22.6	26.3	463
9	10	125	18.8	25.4	546
10	10	125	23.7	28.5	644
11	10	125	20.6	23.5	485
12	10	125	21.8	25.8	425
13	10	125	23.3	27.7	203

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 7:30:46

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 733;761; 668;704; 711;672;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 7:30:46

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.
 Queue Counter 3: link 9 At 100 m.
 Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 20; 55; 102; 56; 70; 110; 31; 60; 100; 62; 70; 124

Seed 2

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:09:46

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 25.2 26.6 904

2 10 125 26.3 28.8 929

3 10 125 22.3 30.0 388

4 10 125 26.6 29.5 56

5 10 125 25.3 28.4 575

6 10 125 23.4 27.4 257

7 10 125 23.0 30.0 471

8 10 125 24.6 28.3 465

9 10 125 20.8 27.4 548

10 10 125 25.7 30.5 646

11 10 125 22.6 25.5 487

12 10 125 23.8 27.8 427

13 10 125 25.3 29.7 205

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:09:46

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;
 Name; from A to B; from A to C; from A to D;
 125; 736;764; 670;706; 713;674;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:09:46

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 22; 57; 106; 59; 72; 113; 33; 63; 102; 64; 72; 126

Seed 3

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:40:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 27.2 28.6 906

2 10 125 28.3 30.8 931

3 10 125 24.3 32.0 390

4 10 125 28.6 31.5 58

5 10 125 27.3 30.4 577

6 10 125 25.4 29.4 259

7 10 125 25.0 32.0 473

8 10 125 26.6 30.3 467

9 10 125 22.8 29.4 550

10 10 125 27.7 32.5 648

11 10 125 24.6 27.5 489

12 10 125 25.8 29.8 429

13 10 125 27.3 31.7 207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:40:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 738;767; 672;708; 717;678;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 8:40:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 24; 58; 107; 59; 76; 111; 30; 64; 105; 63; 75; 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Seed 4

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:15:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 26.4 27.8 903

2 10 125 27.5 30.0 928

3 10 125 23.5 31.2 387

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	10	125	27.8	30.7	55
5	10	125	26.5	29.6	574
6	10	125	24.6	28.6	256
7	10	125	24.2	31.2	470
8	10	125	25.8	29.5	464
9	10	125	22.0	28.6	547
10	10	125	26.9	31.7	645
11	10	125	23.8	26.7	486
12	10	125	25.0	29.0	426
13	10	125	26.5	30.9	204

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:15:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 733;762; 662;718; 720;675;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:15:05

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 26; 59; 111; 61; 72; 114; 29; 62; 115; 66; 85; 129

Seed 5

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:40:40

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 24.2 25.6 903

2 10 125 25.3 27.8 928

3 10 125 21.3 29.0 387

4 10 125 25.6 28.5 55

5 10 125 24.3 27.4 574

6 10 125 22.4 26.4 256

7 10 125 22.0 29.0 470

8 10 125 23.6 27.3 464

9 10 125 19.8 26.4 547

10 10 125 24.7 29.5 645

11 10 125 21.6 24.5 486

12 10 125 22.8 26.8 426

13 10 125 24.3 28.7 204

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:40:40

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name; from A to B; from A to C; from A to D;
125; 734;762; 669;705; 712;673;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 9:40:40

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 20; 55; 102; 56; 70; 110; 31; 60; 100; 62; 70; 125

Seed 6

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:15:00

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ; Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 26.0 27.4 899

2 10 125 27.1 29.6 924

3 10 125 23.1 30.8 383

4 10 125 27.4 30.3 51

5 10 125 26.1 29.2 570

6 10 125 24.2 28.2 252

7 10 125 23.8 30.8 466

8 10 125 25.4 29.1 460

9 10 125 21.6 28.2 543

10 10 125 26.5 31.3 641

11 10 125 23.4 26.3 482

12 10 125 24.6 28.6 422

13 10 125 26.1 30.5 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:15:00

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 732;767; 672;708; 710;665;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:15:00

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 24; 53; 100; 58; 75; 104; 23; 64; 110; 64; 83; 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Seed 7

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72 7.00-16 [59484]

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:35:02

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.: from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number

Veh; ; ; Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 25.0 26.4 900

2 10 125 26.1 28.6 925

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	10	125	22.1	29.8	384
4	10	125	26.4	29.3	52
5	10	125	25.1	28.2	571
6	10	125	23.2	27.2	253
7	10	125	22.8	29.8	467
8	10	125	24.4	28.1	461
9	10	125	20.6	27.2	544
10	10	125	25.5	30.3	642
11	10	125	22.4	25.3	483
12	10	125	23.6	27.6	423
13	10	125	25.1	29.5	201

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:35:02

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 734;760; 670;713; 711;659;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:35:02

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 20; 52; 101; 55; 72; 102; 21; 62; 100; 65; 82; 121

Seed 8

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:55:17

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 23.6 25.0 897

2 10 125 24.7 27.2 922

3 10 125 20.7 28.4 381

4 10 125 25.0 27.9 49

5 10 125 23.7 26.8 568

6 10 125 21.8 25.8 250

7 10 125 21.4 28.4 464

8 10 125 23.0 26.7 458

9 10 125 19.2 25.8 541

10 10 125 24.1 28.9 639

11 10 125 21.0 23.9 480

12 10 125 22.2 26.2 420

13 10 125 23.7 28.1 198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:55:17

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 737;766; 671;703; 710;650;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 10:55:17

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 18; 50; 99 53; 71; 101; 19;59; 101; 62; 80; 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Seed 9

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 22.2 23.6 905

2 10 125 23.3 25.8 930

3 10 125 19.3 27.0 389

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	10	125	23.6	26.5	57
5	10	125	22.3	25.4	576
6	10	125	20.4	24.4	258
7	10	125	20.0	27.0	472
8	10	125	21.6	25.3	466
9	10	125	17.8	24.4	549
10	10	125	22.7	27.5	647
11	10	125	19.6	22.5	488
12	10	125	20.8	24.8	428
13	10	125	22.3	26.7	206

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 740;769; 680;708; 712;648;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 21; 52; 102 49; 68; 99; 20;62; 110; 64; 86; 121

Seed 10

Data Collection (Compiled Data)

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Measurement 1: Data Collection Point(s) 1

Measurement 2: Data Collection Point(s) 3

Measurement 3: Data Collection Point(s) 5

Measurement 4: Data Collection Point(s) 7

Measurement 5: Data Collection Point(s) 9,2

Measurement 6: Data Collection Point(s) 10,4

Measurement 7: Data Collection Point(s) 11,6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Measurement 8: Data Collection Point(s) 12,8

Measurement 9: Data Collection Point(s) 13

Measurement 10: Data Collection Point(s) 14

Measurement 11: Data Collection Point(s) 15

Measurement 12: Data Collection Point(s) 16

Measurement 13: Data Collection Point(s) 17

Measur.: Data Collection Number

from: Start time of the Aggregation interval

to: End time of the Aggregation interval

Speed: Speed [km/h]

QueueDel.Tm.: Total Queue delay time [s]

Number Veh: Number of Vehicles

Measur.:from;to;Speed;Speed;QueueDel.Tm;QueueDel.Tm;Number Veh; Number Veh;

; ; ;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;Mean;;;

; ; ; Motor Car; Motor Car;

1 10 125 20.8 22.2 913

2 10 125 21.9 24.4 938

3 10 125 17.9 25.6 397

4 10 125 22.2 25.1 65

5 10 125 20.9 24.0 584

6 10 125 19.0 23.0 266

7 10 125 18.6 25.6 480

8 10 125 20.2 23.9 474

9 10 125 16.4 23.0 557

10 10 125 21.3 26.1 655

11 10 125 18.2 21.1 496

12 10 125 19.4 23.4 436

13 10 125 20.9 25.3 214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Travel Time

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

No.1(from A to B): from link 3 at 0.5 m to link 6 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.2(from A to C): from link 3 at 0.5 m to link 3 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

No.3(from A to D): from link 3 at 0.5 m to link 10 at 1000.5 m, Distance 1000.0 m

Time; Trav;#Veh; Trav;#Veh; Trav;#Veh;

VehC; All;; All;; All;;

No.;; 1; 1; 2; 2; 3; 3;

Name; from A to B; from A to C; from A to D;

125; 742;764; 681;712; 710;658;

Queue Length Record

File: d:\vissim\tvissim\run.inp

Comment: 72

Date: 5 กุมภาพันธ์ 2561 11:02:15

VISSIM: 7.00-16 [59484]

Queue Counter 1: link 5 At 102 m.

Queue Counter 2: link 10 At 110 m.

Queue Counter 3: link 9 At 100 m.

Queue Counter 4: link 12 At 125 m.

Avg.: average queue length [m] within time interval

max: maximum queue length [m] within time interval

Stop: number of stops within queue

Time; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop; Avg.; max; Stop;

No.;; 1; 1; 1; 2; 2; 2; 3; 3; 3; 4; 4; 4;

125; 19; 50; 100 42; 64; 95; 18;61; 103; 62; 84; 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LADKRABANG ENGINEERING JOURNAL

วิศวกรรมลาดกระบัง

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

website : www9.kmitl.ac.th/lej Email : kmitl.eng.jnl@gmail.com

วันที่ 11 กรกฎาคม 2561

เลขที่อ้างอิง 1781

เรื่อง ตอบรับตีพิมพ์บทความ

เรียน คุณวรรณณิสรา กมลสัมสกุล จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับโดยแบบจำลองจราจรระดับจุลภาค : กรณีศึกษาแยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี จ.ฉะเชิงเทรา (Traffic operational analysis of Continuous Flow Urban Interchange using Micro Simulation Modeling Technique : A case study of Dat Daruni school , Chachoengsao) บัดนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการพิจารณาแล้วเห็นว่า ยอมรับตีพิมพ์ได้ โดยจะตีพิมพ์ในปีที่ 35 ฉบับที่ 1 เดือนมีนาคม 2561

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ศ.ดร.วรงค์ ตั้งศิริธน์)

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

หมายเหตุ :

วิศวกรรมลาดกระบังเป็นวารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านการรับรองคุณภาพของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index (TCI) Centre) และอยู่ในฐานข้อมูลของ TCI

เพื่อเป็นการเผยแพร่บทความวิศวกรรมลาดกระบังให้เป็นที่รู้จักและยอมรับในวงการศึกษาการมากขึ้นทางวารสารจึงขอความอนุเคราะห์ท่านเจ้าของบทความโปรดพิจารณาการอ้างอิงบทความมายังวิศวกรรมลาดกระบังในโอกาสต่อไป โดยท่านสามารถดาวน์โหลดบทความวิศวกรรมลาดกระบังย้อนหลังได้ที่ www9.kmitl.ac.th/lej

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์จราจรทางแยกแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทาง
แยกต่างระดับโดยแบบจำลองจราจรระดับจุลภาค :
กรณีศึกษาแยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี จ.ฉะเชิงเทรา
Traffic operational analysis of Continuous Flow Urban
Interchange using Micro Simulation Modeling
Technique :
A case study of Dat Daruni school , Chachoengsao

วรรณนิสา กมลลิมสกุล จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องแก้ไข จึงได้มีการประยุกต์ทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (CFI) เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมือง SPUI (Single-Point Urban Interchange) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบCFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ซึ่งวิธีการนี้สามารถแก้ปัญหาการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการสร้างสะพานข้ามแยกเพียงอย่างเดียว งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงสภาพจราจรบริเวณทางแยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง SPUI(Single-Point Urban Interchange) ปัจจุบันได้ประสบปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน จึงจะทำการปรับปรุงทางแยกนี้ให้เป็นทางแยกแบบผสมผสานระหว่างทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง SPUI (Single-Point Urban Interchange) กับทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) หรือที่เรียกว่าทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection) เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพจราจรในปัจจุบันกับสภาพจราจรหลังการปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection)แล้ว โดยจะทำการเปรียบเทียบกันในเรื่องของความยาวแถวคอย ความล่าช้าในการเดินทาง ความเร็วรถ และระยะเวลาในการเดินทาง โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาและสร้างแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค ซึ่งการออกแบบทางแยกลักษณะนี้ จะเป็นการช่วยลดจุดตัดบริเวณทางแยกหลัก เพื่อลดปัญหาสภาพจราจรติดขัดที่เกิดขึ้นให้น้อยลงได้ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงทางแยกเพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกและเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยกได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : ระยะเวลาการเดินทาง, ความยาวแถวคอย, ความล่าช้าในการเดินทาง, ความเร็วรถ, ทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง, แบบจำลองระดับจุลภาค VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

At present, the problem about the traffic jam at the intersection is one of the most important that need to be solve immediately, by applying the new combination of the Continuous Flow Intersection (CFI) with Single-Point Urban Interchange (SPUI) and it is also called as Continuous Flow Urban Intersection (CFUI). This technique is very effective in solving the problem of traffic jam and it is even better than building only Single-Point Urban Interchange. This research is for resolve and improving the traffic at the intersection near the Dat Daruni school because in that area is a Single-Point Urban Interchange and now there is a problem about the traffic jam in the urgent time. So they will renovate to combine between Continuous Flow Intersection(CFI) and Single - Point Urban Interchange (SPUI) and this technique call Continuous Flow Urban Intersection (CFUI) to compare the traffic before and after renovating at the intersection of queue, delay ,speed and travel time by using micro - simulation (VISSIM). This design is does not only reduce the problem of the traffic jam but also reduce the conflict at the main intersection.

The result of study show that, applying this system can adjust the problem of traffic jam at the intersection and increase the efficiency of the intersection in the future.

Keywords: Travel Time, queue, delay, speed, Continuous Flow Intersection, Single-Point Urban Interchange, Micro Simulation Model VISSIM

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการคมนาคมขนส่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยเมื่อสังคมมีการขยายตัวมากขึ้น จะทำให้เกิดความต้องการในการเดินทางเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณทางแยก ปัญหาดังกล่าวนั้นจะทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีการแก้ไขปัญหการจราจรบริเวณทางแยกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเพิ่มจำนวนช่องจราจรบริเวณทางแยก การพัฒนาทางแยกให้เป็นทางแยกต่างระดับ การปรับปรุงทางแยกในรูปแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (Continuous Flow Intersection) หรือ CFI และการประยุกต์ทางแยกแบบ CFI เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมือง SPUI (Single - Point Urban Interchange) หรือที่เรียกว่า

ทางแยกรูปแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection)

ในการศึกษานี้จึงได้นำเทคนิคทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) มาประยุกต์เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมือง SPUI (Single-Point Urban Interchange) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรองรับปริมาณจราจรบริเวณทางแยก โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค VISSIM 7.0 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปัจจุบันมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับแบบจำลองหลังปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection) ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดบริเวณทางแยกได้เป็นอย่างดีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้ CFI ในรูปแบบผสมผสานเข้ากับทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange) เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดบริเวณทางแยก โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค VISSIM

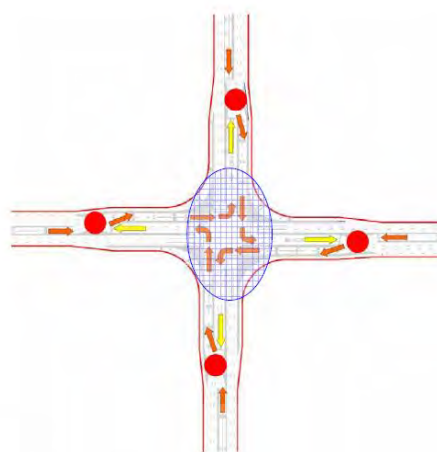
1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้เพื่อนำเทคนิคทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI (Continuous Flow Intersection) มาประยุกต์เข้ากับทางแยกต่างระดับในเขตเมืองSPUI (Single-Point Urban Interchange)บริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนดัดดรุณี ซึ่งในปัจจุบันเป็นทางแยกต่างระดับ เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI (Continuous Flow Urban Intersection)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎี

2.1 ทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ Continuous Flow Intersection (CFI)

Continuous Flow Intersection (CFI) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ Displace Left Turn (DLT) [1] เป็นหนึ่งในรูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการจราจรบริเวณทางแยกที่มีลักษณะพิเศษมีลักษณะการดำเนินการคือ การนำช่องจราจรเลี้ยวขวา (กรณีรถวิ่งเลนซ้าย) ไปไว้ทางด้านจราจรที่มีทิศทางตรงกันข้ามก่อนจะถึงทางแยกหลัก เพื่อเป็นการลดจุดตัดบริเวณทางแยกหลัก ทำให้รถที่ต้องการเลี้ยวขวาต้องวิ่งตัดข้ามทิศทางการจราจรตรงกันข้ามก่อนถึงทางแยกหลัก ซึ่งจุดตัดที่เกิดขึ้นนั้นเรียกว่า ทางแยกรอง จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร 2 เฟส ที่ทำงานประสานกันกับสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกหลัก และระยะห่างระหว่างทางแยกรองกับทางแยกรองมีระยะทางประมาณ 90 - 150 เมตร[2] [3] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบการดำเนินการของ CFI [4]

2.2 ทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง (Single-Point Urban Interchange, SPUI)

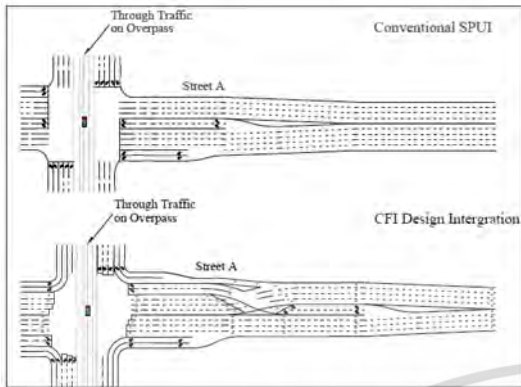
เป็นการจัดการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรบริเวณทางแยกโดยวิธีการพัฒนาเป็นสะพานข้ามแยก ซึ่งควบคุมโดยใช้สัญญาณไฟจราจรและสามารถลดรอบสัญญาณไฟจราจรจาก 4 เฟส เหลือ 3 เฟส เริ่มมีการใช้ครั้งแรกในช่วงต้นปี 1970 [5] ซึ่งในปัจจุบันการจัดการจราจรโดยวิธีนี้มีอยู่ทั่วไปในพื้นที่เขตเมือง เนื่องจากสามารถแก้ไขการจราจรติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด

2.3 รูปแบบผสมผสานระหว่าง SPUI กับ CFI

เป็นการนำรูปแบบ CFI มาผสมผสานกับทางแยกต่างระดับ โดยออกแบบให้ขาที่ไม่มีสะพานข้ามแยกเป็นรูปแบบ CFI ที่ผ่านบริเวณทางแยกที่มีปริมาณจราจรสูงมากๆ การประยุกต์ใช้ SPUI เพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกให้ได้ผลที่พึงพอใจเท่าที่ควร ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้นำเสนอแนวคิดที่นำการจัดการทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบCFI มาผสมผสานกับ SPUI เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรบริเวณทางแยกให้สูงขึ้น ทำให้ลดรอบสัญญาณไฟจราจรลงจากการใช้ SPUI เพียงอย่างเดียวจากเดิม 3 เฟส เหลือ 2 เฟส ได้ยกกรณีตัวอย่างที่เมืองละฮอร์ ประเทศปากีสถาน และผลการศึกษารูปได้ว่าการผสมผสานกันของ CFI กับ SPUI ช่วยลดค่าความล่าช้าได้ถึงประมาณ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์จากการใช้ SPUI เพียงวิธีเดียว ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการดำเนินการของการผสมผสานระหว่าง SPUI และ CFI [6]

2.4 โปรแกรม VISSIM

VerkehrIn Städten – SIMulations modell หรือ Traffic in Cities – Simulation Model เขียนย่อว่า VISSIM ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่University of Karlsruhe ที่ประเทศเยอรมนีในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 และถูกพัฒนาต่อในบริษัท Planung Transport Verkehr [PTV] ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวางแผนการคมนาคมขนส่ง และงานด้านวิศวกรรมจราจร VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค เนื่องจากมีความสามารถในการจำลองและวิเคราะห์สภาพจราจรได้หลากหลาย เช่น วงเวียน ทางแยกต่างระดับ ด้านเก็บเงินค่าผ่านทาง (Toll Plaza) เป็นต้น ข้อมูลที่แสดงในผลการจำลองของโปรแกรม ประกอบด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจร เช่น ปริมาณจราจร เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ความเร็วเฉลี่ย ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งของการหยุด ระดับมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการจราจรและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก เป็นต้น [7]

2.5 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลอง คือกระบวนการเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความเหมือนจริงมากที่สุด โดยผลที่ได้จากแบบจำลองที่จะถูกนำมาประมวลผล และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจใน

สนาม ซึ่งผลเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลอง

ตัวชี้วัดการเปรียบเทียบ	เกณฑ์การเปรียบเทียบ	เป้าหมายการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH < 5	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
เวลาในการเดินทาง	±15% (หรือไม่เกิน 1 นาทีถ้ามีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20%	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20% (หรือ ±5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน หรือ ±7 คันเมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ

3. ขั้นตอนในการศึกษา

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจทางแยกที่มีปริมาณจราจรสูง มีปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ทั้งตอนช่วงเช้าและช่วงเย็น มีสะพานข้ามแยกในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง รวมทั้งมีลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรที่สามารถนำ CFI มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยกได้

จากเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ดังกล่าวข้างต้น จึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณสี่แยกหน้าโรงเรียนคัคครุณี จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นสี่แยกที่มีปริมาณจราจรอยู่ในระดับสูง เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นย่านการค้าโรงเรียน

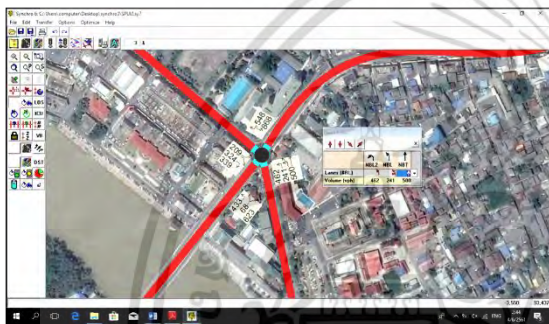
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในโปรแกรมจะต้องทำการปรับแก้ก่อน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับโปรแกรมมากที่สุด ซึ่งขั้นตอนต่างๆในการใช้โปรแกรม SYNCHRO มีรายละเอียดดังนี้

3.3.6.1 การสร้างโครงข่ายถนน เป็นขั้นตอนในการสร้างถนนให้มีลักษณะตามพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยใช้คำสั่ง Add Link และสามารถกำหนดองค์ประกอบต่างๆของถนนได้ เช่น ชื่อถนน ความเร็วของยานพาหนะ

3.3.6.2 การนำเข้าปริมาณจราจร เป็นขั้นตอนการกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางและลักษณะทางกายภาพของถนนได้แก่ จำนวนช่องจราจร ให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 5



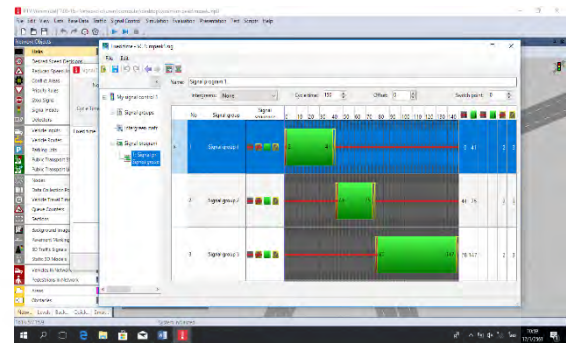
รูปที่ 5 การนำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพและปริมาณจราจรโดยใช้โปรแกรมโปรแกรม SYNCHRO

3.3.6.3 การตั้งค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นขั้นตอนในการตั้งค่าพื้นฐานต่างๆที่ได้จากการเก็บข้อมูล เช่น ระยะเวลาไฟเหลือง รูปแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยก เฟอร์เซ็นต์รดับรทุก เป็นต้น ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Lane Window, Volume Window และTiming Window

3.3.6.4 การปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นขั้นตอนในการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อหาค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ในโปรแกรม VISSIM ต่อไป ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Optimize

3.3.6.5 การประมวลผลแบบจำลอง เป็นขั้นตอนในการประมวลผลและตรวจสอบ ข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยกดที่ SimTraffic Animation จากนั้นจึงนำข้อมูลรอบสัญญาณไฟจราจรที่ติ

ที่สุดจากโปรแกรม SYNCHRO มานำเข้าในโปรแกรม VISSIM ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงรอบสัญญาณไฟโดยโปรแกรม vissim

3.4 การเปรียบเทียบและทวนสอบแบบจำลองสภาพจราจร vissim

การสร้างแบบจำลองจะต้องมีการเปรียบเทียบและทวนสอบแบบจำลองให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ในการศึกษารุ่นนี้ได้เปรียบเทียบจากปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกในแต่ละทิศทางจากการสำรวจเปรียบเทียบกับปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกที่ได้จากแบบจำลอง ผลการเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามตารางที่ 1 จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งได้ ดังแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัดแบบจำลอง	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย (%)	GE H (%)	ผ่านเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร (PCU)	0.91	0.30	✓ ผ่าน
เวลาในการเดินทาง (นาที)	8.24	-	✓ ผ่าน
ความเร็วในการเดินทาง (กม./ชม.)	12.01	-	✓ ผ่าน
ความยาวแถวคอย (เมตร)	10.45	-	✓ ผ่าน

จากผลการเปรียบเทียบข้อมูลพบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยูได้ให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองที่ได้รับการปรับเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรชุดที่ 1 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า) ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่างๆ โดยการทดสอบและเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพการจราจรกับข้อมูลการจราจรชุดที่ 2 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น) โดยใช้เกณฑ์การปรับเทียบเช่นเดียวกับการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งได้ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองดังตารางที่ 3

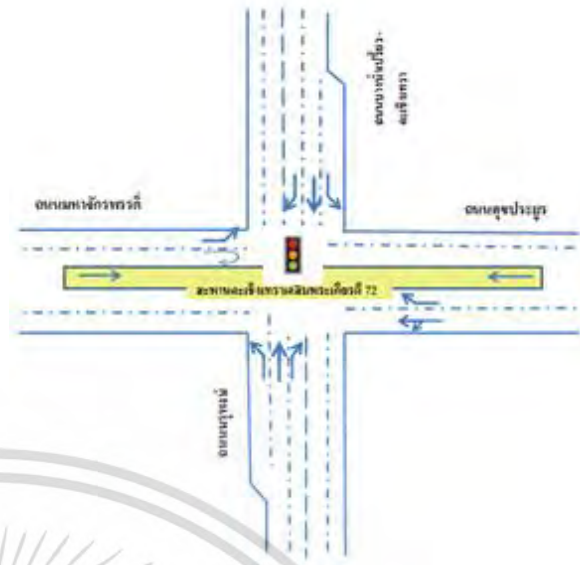
ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัดแบบจำลอง	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย (%)	GEH (%)	ผ่านเกณฑ์ในการปรับเทียบ
ปริมาณจราจร (PCU)	2.22%	0.74	✓ ผ่าน
เวลาในการเดินทาง (วินาที)	10.24%	-	✓ ผ่าน
ความเร็วในการเดินทาง (กม./ชม.)	17.11%	-	✓ ผ่าน
ความยาวแถวคอย (เมตร)	9.78%	-	✓ ผ่าน

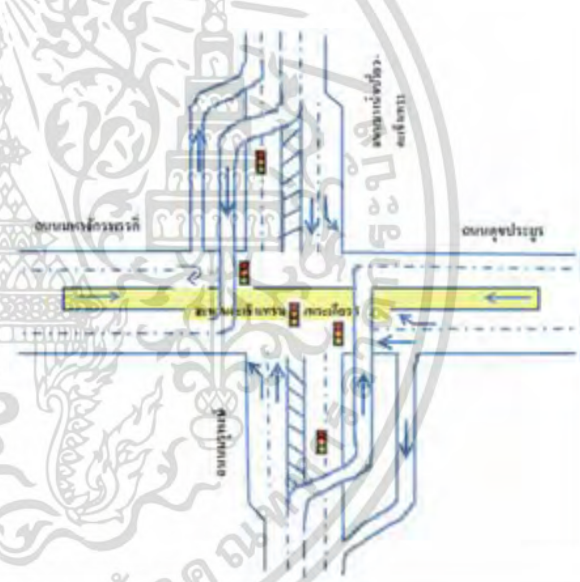
จากผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

4. ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความล่าช้า ความเร็ว ความยาวแถวคอยและระยะเวลาในการเดินทาง บริเวณทางแยก 2 รูปแบบคือ ทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง SPUI และหลังจากที่ปรับปรุงเป็นทางแยกแบบผสมผสานระหว่างทางแยกต่างระดับในพื้นที่เขตเมือง SPUI กับทางแยกที่มีลักษณะพิเศษในรูปแบบ CFI โดยใช้โปรแกรมจำลองระดับจุลภาค vissim ซึ่งทำการสุ่มวิธีการเดินรถ (seed) ด้วยกันทั้งหมด 10 วิธีการเดินรถ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4 – 11



รูปที่ 7 พื้นที่ศึกษาก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 8 พื้นที่ศึกษาหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ความเร็วรถจากสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนแบบจำลองเช้า

ความเร็ว (Speed)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (กม./ชม.)	หลังปรับปรุง (กม./ชม.)	ใช้ความเร็ว เพิ่มขึ้นได้ (%)
ถนนสุข ประยูร	20	29	45
ถนนมรุพงษ์	22	33	50
ถนนมหา จักรพรรดิ	19	27	42
ถนนบางน้ำ เปรี้ยว- ละเขิงเทรา	20	31	55

ตารางที่ 6 ความล่าช้าจากแบบจำลองสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ความล่าช้า (Delay)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (นาที)	หลังปรับปรุง (นาที)	ลดความ ล่าช้าได้ (%)
ถนนสุข ประยูร	19	10	47
ถนนมรุ พงษ์	23	11	52
ถนนมหา จักรพรรดิ	22	12	45
ถนนบางน้ำ เปรี้ยว- ละเขิงเทรา	25	11	56

ตารางที่ 5 ความเร็วจากแบบจำลองสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ความเร็ว (Speed)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (กม./ชม.)	หลัง ปรับปรุง (กม./ชม.)	ใช้ความเร็ว เพิ่มขึ้นได้ (%)
ถนนสุข ประยูร	20	29	45
ถนนมรุพงษ์	19	28	47
ถนนมหา จักรพรรดิ	21	29	38
ถนนบางน้ำ เปรี้ยว- ละเขิงเทรา	22	33	50

ตารางที่ 7 ความล่าช้าจากแบบจำลองสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ความล่าช้า (Delay)			
จุดสำรวจ	ก่อน ปรับปรุง (นาที)	หลังปรับปรุง (นาที)	ลดความล่าช้า ได้(%)
ถนนสุข ประยูร	22	11	50
ถนนมรุพงษ์	23	10	57
ถนนมหา จักรพรรดิ	20	10	50
ถนนบางน้ำ เปรี้ยว- ละเขิงเทรา	25	9	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ความยาวแถวคอยจากแบบจำลองสภาพปัจจุบัน และหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ความยาวแถวคอย (Queue Length)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (เมตร)	หลังปรับปรุง (เมตร)	ความยาวแถวคอยลดลง (%)
ถนนสุขประยูร	47	25	47
ถนนมรุพงษ์	76	48	37
ถนนมหาจักรพรรดิ	51	42	18
ถนนบางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทรา	97	68	30

ตารางที่ 10 ระยะเวลาในการเดินทางจากแบบจำลองสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (นาที)	หลังปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาในการเดินทางลดลง (%)
ถนนสุขประยูร-ถนนมรุพงษ์	20	10	50
ถนนสุขประยูร-ถนนมหาจักรพรรดิ	22	11	50
ถนนสุขประยูร-ถนนบางน้ำเปรี้ยว	18	11	39

ตารางที่ 9 ความยาวแถวคอยจากแบบจำลองสภาพปัจจุบัน และหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ความยาวแถวคอย (Queue Length)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (เมตร)	หลังปรับปรุง (เมตร)	ความยาวแถวคอยลดลง (%)
ถนนสุขประยูร	50	24	52
ถนนมรุพงษ์	84	56	33
ถนนมหาจักรพรรดิ	41	33	20
ถนนบางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทรา	90	60	33

ตารางที่ 11 ระยะเวลาในการเดินทางจากแบบจำลองสภาพปัจจุบันและหลังการปรับปรุงในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time)			
จุดสำรวจ	ก่อนปรับปรุง (นาที)	หลังปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาในการเดินทางลดลง (%)
ถนนสุขประยูร-ถนนมรุพงษ์	18	9	50
ถนนสุขประยูร-ถนนมหาจักรพรรดิ	21	11	48
ถนนสุขประยูร-ถนนบางน้ำเปรี้ยว	22	12	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์สภาพจราจรทางแยกกระแสจราจรแบบไหลต่อเนื่องผสมผสานกับทางแยกต่างระดับ(CFUI) โดยใช้แบบจำลองจราจรระดับจุลภาคโปรแกรม vissim ซึ่งก่อนการปรับปรุงสภาพพื้นที่เป็นทางแยกต่างระดับ หลังจากปรับปรุงเป็นทางแยกแบบ CFUI แล้วพบว่า ความเร็วเฉลี่ย(AVG.SPEED) ชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเพิ่มขึ้น 48% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นเพิ่มขึ้น 45% ความล่าช้าเฉลี่ย (AVG.DELAY) ชั่วโมงเร่งด่วนเช้าลดลง 50% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นลดลง 55% ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (AVG. QUEUE LENGTH) ชั่วโมงเร่งด่วนเช้าลดลง 33% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นลดลง 35% และใช้ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (AVG. TRAVEL TIME) ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าลดลง 46% ชั่วโมงเร่งด่วนเย็นลดลง 48% จากผลการศึกษาี้ แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงทางแยกเป็นแบบCFUI ยานพาหนะสามารถใช้ความเร็วเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ความล่าช้า ความยาวแถวคอยและระยะเวลาในการเดินทางลดลง ซึ่งสามารถใช้เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงทางแยกเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดบริเวณทางแยกได้เป็นอย่างดี

6. ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการดำเนินงานจราจรก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพของทางแยก ซึ่งหลังปรับปรุงได้ปรับรอบสัญญาณไฟจราจรร่วมด้วย ดังนั้นหากมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการเปรียบเทียบระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยไม่ปรับรอบสัญญาณไฟ จะสามารถบ่งบอกประสิทธิภาพของทางแยกรูปแบบ CFUI ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมในเรื่องของความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจปรับปรุงทางแยกเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดต่อไปในอนาคต

7. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณ ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ให้คำปรึกษาและ

ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณบริษัท เอสทูอาร์ คอนซัลติ้ง จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลและโปรแกรม vissim ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Jaganatha and J.G. Bared, "Design and Operation Performance of Crossover Displaced Left Turn Intersections," Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, No 1881, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp. 1-10, 2004.
- [2] J. Pitaksringkarn, "Measures of Effectiveness for Continuous Flow Intersection: A Maryland Intersection Case Study," ITE 2005 Annual Meeting and Exhibit Compendium of Technical Paper, ITE, Washington D.C., 2005.
- [3] S. Cheong, S. Rahwanji and G. Chang "Comparison of Three Unconventional Arterial Intersection Design : Continuous Intersection, Parallel Flow Intersection, and Upstream Signalized Crossover," Paper presented at the 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation System, Beijing, China, October, 2008.
- [4] Federal Highway Administration (FHWA). (April 2010) Alternative Intersections / Interchanges: Informational Report (AIIR)
- [5] American Association of state Highway and Transportation officials (ASSHTO), 2004
- [6] J. Pitaksringkarn and C. Ratanamahatana, " A CFI Design Integration for a Single -Point Urban Interchange Traffic Operation Improvement, 2008. PTV Planung Transport Verkehr AG [PTV]
- [7] VISSIM 7.0, User Manual, PTV, Karlsruhe, 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว วรณณิศา กมลลิมสกุล
วัน เดือน ปีเกิด	30 พฤษภาคม 2533
ที่อยู่	2 ถ.ประชาสรรค์ ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	2546 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเซนต์หลุยส์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 2552 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเซนต์หลุยส์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 2555 ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	วรณณิศา กมลลิมสกุล และดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร.,2561, “Traffic operational analysis of Continuous Flow Urban Interchange using Micro Simulation Modeling Technique A case study of Dat Daruni school , Chachoengsao” วิศวกรรมลาดกระบัง ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้