

การศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ
ก่อสร้างทางแยกต่างระดับ: กรณีศึกษาทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อม
แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร

A STUDY OF EFFICIENCY AND ECONOMIC VALUE OF GRADE SEPARATION
CONSTRUCTION PROJECT: CASE STUDY OF GRADE SEPARATION
WITHOUT RAMP ACROSS THE SRI AYUTTHAYA INTERSECTION IN BANGKOK



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2567

KMITL-2024-EN-M-097-186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF EFFICIENCY AND ECONOMIC VALUE OF GRADE SEPARATION
CONSTRUCTION PROJECT: CASE STUDY OF GRADE SEPARATION
WITHOUT RAMP ACROSS THE SRI AYUTTHAYA INTERSECTION IN BANGKOK



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING ENVIRONMENTAL ENGINEERING
AND CONSTRUCTION MANAGEMENT
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2024-EN-M-097-186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับ: กรณีศึกษาทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อม แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นายรชตะ ไบลี
รหัสประจำตัว	64601114
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในเมืองขนาดใหญ่ อันเนื่องมาจากปริมาณการจราจรที่หนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะลดการสิ้นเปลืองของการใช้เชื้อเพลิง อุบัติเหตุ และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ในการวิจัยนี้จะทำการศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อมข้ามสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาเป็นรูปแบบของทางลอดข้ามทางแยก (Underpass) โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจากการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มีโครงการกับไม่มีโครงการ ซึ่งใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV), อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio หรือ B/C Ratio) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR) จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า หลังจากที่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอด (Underpass) ส่งผลให้การจราจรบริเวณทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกลง เนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทลดลงหลังจากที่มีโครงการ โดยได้สรุปค่าการวัดประสิทธิภาพบริเวณทางแยกจากค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของ รถจักรยานยนต์ มีค่าลดลงจาก 364.48 วินาที/คัน เป็น 85.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที/คัน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคล มีค่าลดลงจาก 369.35 วินาที/คัน เป็น 78.42 วินาที/คัน, รถบรรทุก 6 ล้อ มีค่าลดลงจาก 282.19 วินาที/คัน เป็น 78.96 วินาที/คัน และ รถบัสโดยสาร มีค่าลดลงจาก 420.47 วินาที/คัน เป็น 65.07 วินาที/คัน และสรุปได้ว่าโครงการก่อสร้างทางแยกต่าง ระดับรูปแบบ ทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และมีความเหมาะสมในด้านการลงทุน เนื่องจากมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 1,752.18 ล้านบาท ซึ่งมีความมากกว่า 0, อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 3.61 ซึ่งมีความมากกว่า 1 และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 42% ซึ่งมีความมากกว่า 12%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A STUDY OF EFFICIENCY AND ECONOMIC VALUE OF GRADE SEPARATION CONSTRUCTION PROJECT: CASE STUDY OF GRADE SEPARATION WITHOUT RAMP ACROSS THE SRI AYUTTHAYA INTERSECTION IN BANGKOK
Student	Mr. Rachata Bilee
Student ID.	64601114
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering Environmental Engineering and Construction Management
Year	2024
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Jumrus Pitaksringkarn

ABSTRACT

This research was conducted to analyze the efficiency and economic value of grade separated construction projects in a large city due to heavy traffic volumes. This is consistent with the current situation where traffic volumes are continually increasing. In order to reduce fuel consumption, accidents and travel time. In this research, the efficiency and economic value of grade separated without ramp across Sri Ayutthaya intersection will be studied, Bangkok (Thailand), is considered in the form of an underpass through the intersection by using the VISSIM program to create and develop micro simulation traffic models. Then, the economic cost-benefit analysis of the project is evaluated by considering the economic worthiness of the project from a comparison between the case with the project and without the project. The economic worthiness of the project is analyzed by using Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B/C ratio) and Internal Rate of Return (IRR). From the results of this study, it was found that after developing the current area, which is a ground level intersection into an underpass. Traffic at intersections will be more efficient. And helps reduce traffic congestion at intersections. This is because the average delay of each type of vehicle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ III อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

decreased after the project. Performance measures at intersections can be summarized as the average vehicle delay in the project start year (2027) for motorcycles decreased from 364.48 seconds/vehicle to 85.93 seconds/vehicle, passenger cars decreased from 369.35 seconds/vehicle to 78.42 seconds/vehicle, trucks decreased from 282.19 seconds/vehicle to 78.96 seconds/vehicle, and buses decreased from 420.47 seconds/vehicle to 65.07 seconds/vehicle. And it can be concluded that the project of grade separated construction in the form of an underpass across Sri Ayutthaya Intersection. It is economically worthwhile and suitable for investment. Because the net present value (NPV) in the 15th year of the project (2041) is equal to 1,752.18 million baht, which is greater than 0, the benefits-costs ratio (B/C Ratio) in the 15th year of the project (2041) is equal to 3.61, which is greater than 1, and the internal rate of return (IRR) at the 15th year of the project (2041) is equal to 42%, which is greater than 12%

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมโยธา และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และคอยตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและมีความสมบูรณ์มากที่สุด

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ ให้ประสบการณ์ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดเวลาที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาอยู่ ณ สถาบันแห่งนี้

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ผู้คอยส่งเสริมและให้กำลังใจ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้คำปรึกษาและมีส่วนช่วยในการทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รชตะ ไบลี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตและสมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร.....	5
2.2 แนวคิดการประเมินโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	13
2.3 แนวคิดการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ.....	13
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลประโยชน์ของโครงการทางการขนส่ง.....	15
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	16
2.6 การวิเคราะห์สภาพการจราจรโดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค (Microscopic Traffic Model).....	17
บทที่ 3 วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา.....	30
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	31
3.2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา.....	32
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา.....	34
3.4 การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม.....	37
3.5 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	40
3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Error Checking)	61
3.7 การสอบเทียบแบบจำลองฐาน (Model Calibration)	62
3.8 การทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Model Validation)	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VI อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.9 การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ของพื้นที่ศึกษา กรณีที่มีการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามแยก.....	62
3.10 การวิเคราะห์และประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางลอดข้ามผ่าน ทางแยก.....	63
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	70
4.1 กล่าวนำ.....	70
4.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษาในปัจจุบัน.....	70
4.3 ข้อมูลปริมาณจราจร.....	71
4.4 สัดส่วนของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก.....	81
4.5 ความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก.....	83
4.6 จังหวะสัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน.....	84
4.7 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	86
4.8 การออกแบบพื้นที่ศึกษาในปัจจุบันให้เป็นรูปแบบทางลอดข้ามผ่านทางแยก (Underpass) ในส่วนของแนวคิดในการออกแบบโครงการ (Conceptual Design).....	87
4.9 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านจราจรของโครงการ ก่อสร้างทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา.....	90
4.10 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้าง ทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา.....	91
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	110
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	110
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก แบบสำรวจข้อมูลในสนาม.....	118
ภาคผนวก ข ผลการสำรวจข้อมูลในสนาม.....	121
ภาคผนวก ค แสดงรอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับ จุลภาค VISSIM.....	133

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ง ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM.....	155
ภาคผนวก จ รายละเอียดการประมาณราคาต้นทุนโครงการฯ	166
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ของโครงการฯ	168
ภาคผนวก ช รายละเอียดผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของ โครงการ.....	179
ภาคผนวก ซ ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่.....	182
ประวัติผู้เขียน.....	199



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เกณฑ์ในการประเมินระดับของการให้บริการของถนนในเมือง.....	12
2.2 เกณฑ์ในการประเมินระดับของการให้บริการของทางแยกที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร.....	12
2.3 ตัวคูณแปลงค่าเป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ.....	14
2.4 แสดงข้อดีและข้อเสียของการจำลองสภาพการจราจร.....	19
2.5 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม VISSIM, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม SIMTRAFFIC (Kaseko, 2002).....	21
2.6 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek, 2003).....	22
2.7 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek, 2003) (ต่อ).....	23
2.8 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำลองสภาพจราจรของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค.....	25
2.9 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง (DMRB, 1996).....	29
3.1 แสดงราคามาตรฐานค่าก่อสร้างของผิวจราจร (สำนักงบประมาณ, 2565).....	34
3.2 แสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยการใช้รถยนต์รวมทุกประเภท โดยคำนึงถึงการกระจายของความเร็ว.....	35
3.3 แสดงมูลค่าเวลาเฉลี่ยของพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล ณ ปี พ.ศ. 2557.....	36
3.4 แสดงมูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย.....	36
3.5 ค่า PCU ของรถแต่ละประเภท.....	38
3.6 สูตรคำนวณปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับความเร็วเดินทางต่างๆ (ρ^p_k)	68
3.7 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (ρ^p_{ks}).....	69
4.1 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)	74
4.2 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)..	75
4.3 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)..	76
4.4 สรุปปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น และนอกชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชั่วโมง).....	77
4.5 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง).....	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง).....	79
4.7 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง).....	80
4.8 สรุปปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น และนอกชั่วโมงเร่งด่วน (PCU/ชั่วโมง).....	81
4.9 ความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 85 ของยานพาหนะที่สัญจรผ่านทางแยก (กม./ชั่วโมง)....	83
4.10 การสอบเทียบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าในแต่ละทิศทาง...	86
4.11 การทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นในแต่ละทิศทาง....	86
4.12 การทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง นอกชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละทิศทาง.....	87
4.13 สรุปค่าใช้จ่ายและดำเนินงานของโครงการ.....	91
4.14 มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570).ของวันธรรมดา (Weekday).....	92
4.15 มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570).ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ).....	92
4.16 มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday).....	94
4.17 มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ).....	95
4.18 มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570).ของวันธรรมดา (Weekday).....	97
4.19 มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ).....	97
4.20 จำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงจำแนกตามสภาพบริเวณที่เกิดเหตุ ณ ปี พ.ศ.2565.	99
4.21 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (ครั้ง/100 ล้าน PCU-Km.).....	99
4.22 ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรจำแนกตามระดับความรุนแรง ณ ปี พ.ศ.2547 (บาท/ครั้ง).....	100
4.23 มูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ณ ปี พ.ศ.2566 (ครั้ง/100 ล้าน PCU-Km).....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ X อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.24 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday).....	101
4.25 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)	102
4.26 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)	102
4.27 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)	102
4.28 รายละเอียดการคำนวณปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับความเร็วเดินทางต่างๆ (oPk).....	104
4.29 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ (∂^p_{ks}).....	106
5.1 ตารางสรุปความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ.....	111
5.2 ตารางสรุปความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (ต่อ).....	112

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ทางยกระดับข้ามทางแยก (Overpass).....	6
2.2 ทางลอดข้ามทางแยก (Underpass).....	7
2.3 ตัวอย่างแผนภาพสรุปรูปปริมาณจราจรบริเวณทางแยก.....	8
2.4 แผนภาพการจำแนกระดับการให้บริการ.....	9
2.5 สภาพของการจราจรที่ระดับการให้บริการในระดับต่างๆ	11
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	31
3.2 พื้นที่ทำการศึกษาระดับพื้นที่แยกศรีอยุธยา.....	33
3.3 ถนนศรีอยุธยา.....	33
3.4 ถนนพระราม 6.....	33
3.5 การนำเข้าภาพพื้นหลัง (Background) ในโปรแกรม VISSIM.....	40
3.6 การนำเข้าภาพพื้นหลัง (Background) ในโปรแกรม VISSIM (ต่อ)	41
3.7 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	42
3.8 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM (ต่อ)	42
3.9 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM (ต่อ)	43
3.10 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (Desired Speed).....	43
3.11 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (Desired Speed) (ต่อ)	44
3.12 การกำหนดชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Compositions).....	44
3.13 การกำหนดชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Compositions) (ต่อ)	45
3.14 การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจรของยานพาหนะ (Vehicle Inputs).....	45
3.15 การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจรของยานพาหนะ (Vehicle Inputs) (ต่อ)	46
3.16 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes).....	47
3.17 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes) (ต่อ)	47
3.18 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes) (ต่อ)	48
3.19 การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ (Reduce Speed Areas).....	48
3.20 การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ (Reduce Speed Areas) (ต่อ).....	49
3.21 การกำหนดพื้นที่ควรระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน (Conflict Area).....	50
3.22 การสร้างโครงข่ายของถนน (Add Link).....	51
3.23 การสร้างโครงข่ายของถนน (Add Link) (ต่อ).....	51
3.24 การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร.....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.25 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร.....	52
3.26 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร (ต่อ)	53
3.27 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร (ต่อ)	53
3.28 การตั้งคาร์อบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด.....	54
3.29 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลองโดยโปรแกรม SYNCHRO.....	54
3.30 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลองโดยโปรแกรม SYNCHRO (ต่อ)	55
3.31 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control).....	55
3.32 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control) (ต่อ)	56
3.33 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control) (ต่อ)	56
3.34 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads).....	57
3.35 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads) (ต่อ)	57
3.36 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation).....	58
3.37 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation) (ต่อ)	58
3.38 การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล (Data Correction Points).....	59
3.39 การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล (Data Correction Points) (ต่อ)	59
3.40 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง (Run Simulation Process).....	60
3.41 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง (Run Simulation Process) (ต่อ)	60
3.42 การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสองมิติ.....	61
3.43 การประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบสามมิติ.....	61
3.44 ลักษณะกายภาพของถนนเมื่อมีโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา โดย โปรแกรม VISSIM.....	63
4.1 แสดงลักษณะกายภาพของทางแยกศรีอยุธยา.....	70
4.2 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า.....	71
4.3 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น.....	71
4.4 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน.....	72
4.5 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้า.....	72
4.6 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเย็น.....	73
4.7 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของนอกชั่วโมงเร่งด่วน.....	73
4.8 สัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า.....	81
4.9 สัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น.....	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตราหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ XIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10	สัดส่วนของรถนอกชั่วโมงเร่งด่วน..... 82
4.11	สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเวลา เร่งด่วนเช้า..... 84
4.12	สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเวลา เร่งด่วนเย็น..... 85
4.13	สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงนอกเวลา เร่งด่วน..... 85
4.14	รูปแบบลักษณะทางกายภาพของโครงการทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา.... 89
4.15	รูปแบบลักษณะทางกายภาพของโครงการทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา (ต่อ) 89
4.16	กราฟเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภท ระหว่างมีโครงการกับ ไม่มีโครงการ ในช่วงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)..... 90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักสำคัญทำให้เกิดความต้องการในการคมนาคมที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นเหตุให้เกิดปัญหาของการจราจรที่ติดขัดในบริเวณทางแยก อีกทั้งยังทำให้เกิดความเสียหายในด้านเศรษฐกิจ โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก คือการพัฒนาทางแยกให้เป็นรูปแบบของทางแยกต่างระดับ แต่วิธีการดังกล่าวมีมูลค่าในการลงทุนและใช้เวลาในการก่อสร้างที่สูง (Hildebrand, 2007)

การที่จะพัฒนาโครงการต่างๆ นั้น จำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์และศึกษาถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และมูลค่าการก่อสร้างของโครงการอย่างละเอียดถี่ถ้วน การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์อย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญอย่างมากในการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (A.V. Arjun, Dr. L. Venkat, V. M. Naidu, 2013)

เนื่องจากปริมาณจราจรในพื้นที่ทำการศึกษามีปริมาณจราจรที่หนาแน่น และพื้นที่ด้านข้างของเส้นทางมีสถานที่ทางราชการอยู่หลายแห่ง อาทิเช่น โรงพยาบาล โรงเรียน สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และศูนย์ราชการอื่นๆ เป็นต้น เพื่อที่จะให้ผู้ใช้เส้นทางที่สลับศรีอยุธยาสามารถใช้ทางแยกต่างระดับข้ามแยก ทำให้การสัญจรที่หนาแน่นบริเวณทางแยกบรรเทาลง และสามารถช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทางและค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ และช่วยพัฒนาให้บริเวณพื้นที่ที่มีการเดินทางที่สะดวกมากยิ่งขึ้น การลงทุนในการก่อสร้างจำเป็นต้องใช้ค่าใช้จ่ายและทรัพยากรในการลงทุนที่สูง อาทิเช่น ค่าออกแบบ ค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการหลังจากที่ก่อสร้างโครงการแล้วเสร็จ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร เพื่อที่จะได้ทราบถึงความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากรที่จะลงทุนในโครงการด้านคมนาคมของภาครัฐ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังมีโครงการฯ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านจราจรระหว่างก่อนมีโครงการและหลังมีโครงการ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ กรณีมีโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีมีโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตและสมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา ทางแยกที่ทำการศึกษาคัดเลือกจากลักษณะทางแยกที่มีปริมาณจราจรที่หนาแน่นซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตเมือง และเป็นทางแยกที่ยังไม่มีการก่อสร้างสะพานหรือทางลอด โดยงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกพื้นที่ในการศึกษา คือ บริเวณสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร

1.3.2 ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในกรณีที่มีโครงการ เนื่องจากข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า มีปริมาณจราจรสูงที่สุด

1.3.3 เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ในเขตสถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ ผู้วิจัยจึงเสนอรูปแบบของทางแยกต่างระดับเป็นรูปแบบการก่อสร้างโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา เพราะจะช่วยลดเสียงและการสั่นสะเทือนขณะที่รถวิ่ง

1.3.4 กำหนดให้ทิศทางของทางลอดขนานกับถนนศรีอยุธยา เนื่องจากเป็นทิศทางที่สัมพันธ์กับทิศทางของปริมาณจราจรที่สูงในทิศทางตรง

1.3.5 การออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ จะใช้มาตรฐานและข้อเสนอแนะของ Department of Highways (DOH) และ American of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ

1.3.6 อายุการใช้งานของโครงการก่อสร้าง ซึ่งอายุของสิ่งปลูกสร้างตามที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้อยู่ระหว่าง 15-25 ปี โดยงานวิจัยนี้กำหนดอายุการใช้งานของโครงการ คือ 15 ปี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(พ.ศ.2570 - พ.ศ.2584) โดยใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างและดำเนินการ 4 ปี (พ.ศ.2566 - พ.ศ. 2569)

1.3.7 กำหนดอัตราส่วนลด (Discount Rate) อยู่ที่ร้อยละ 12 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่มีการศึกษาถึงต้นทุนของเงินลงทุนในประเทศไทยโดยธนาคารโลกและสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

1.3.8 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์จะประเมินด้วยวิธี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) โดยจะศึกษาในช่วงระยะเวลา 15 ปีของโครงการ

1.3.9 การคำนวณและประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการจะเปรียบเทียบจากราคามาตรฐานและโครงการต่างๆ ที่เคยมีมาของสำนักงบประมาณและกรมทางหลวง โดยจะคำนวณค่าใช้จ่ายของโครงการเฉพาะตัวแปรหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเท่านั้น

1.3.10 การคำนวณและประเมินผลประโยชน์ของโครงการจะทำการวิเคราะห์จากการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ (VOC), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT), มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (ACC) และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit)

1.3.11 ใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ

1.3.12 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM 5.4 และ โปรแกรม Synchro Traffic เป็นเครื่องมือ และใช้ข้อมูลที่เคยมีการศึกษาจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจร ส่งผลให้ปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกบรรเทาลง และสามารถช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาบริเวณพื้นที่ศึกษาให้มีการเดินทางที่สะดวกยิ่งขึ้น

1.4.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาโครงการ สำหรับการแก้ไขปัญหาทางด้านจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกต่อไป

1.4.3 สามารถพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM 5.4 ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีด้านการจราจร, ความคุ้มค่าทางด้าน เศรษฐศาสตร์ และการพัฒนาแบบจำลองจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อนำ หลักการและวิธีการมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร

การประเมินประสิทธิภาพของถนน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (Volume Capacity Ratio), ค่าความล่าช้า (Delay) และ ระยะความยาวของแถวคอย ซึ่งสามารถใช้ ประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความล่าช้าของกระแสจราจรได้โดยการเปรียบเทียบระดับการ ให้บริการ (Level of Service, LOS) (Transportation Research Council, 2000)

วิธีการจัดการด้านการจราจรบริเวณทางแยกด้วยวิธีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเป็นวิธีการ ควบคุมการจราจรที่มีประสิทธิภาพต่อผู้ขับขี่ และคนเดินเท้า โดยสามารถนำมาเป็นแนวทางหนึ่งที่ ช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดของทางแยกได้ (Manual Uniform Traffic Control Devices, 2003)

(คู่มือวิธีการปฏิบัติงานก่อสร้างทางลอด, กรมทางหลวง, 2556) ได้กล่าวว่า การแก้ไขปัญหา ด้านการจราจรบริเวณทางแยก ที่มีปริมาณการจราจรที่สูงนั้น จะแก้ไขปัญหาโดยวิธีการก่อสร้าง สะพานยกระดับข้ามทางแยก (Overpass) หรือก่อสร้างทางแยกต่างระดับ (Interchange) เพื่อลด จุดตัดบริเวณทางแยก แต่ในเมืองใหญ่ที่มีปริมาณการจราจรที่สูงนั้น กรมทางหลวงได้เริ่มดำเนินการ ออกแบบและก่อสร้างทางลอด (Underpass) เพื่อลดและแก้ไขปัญหาด้านการจราจรบริเวณทางแยก อีกทั้งยังลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการบดบังทัศนียภาพ

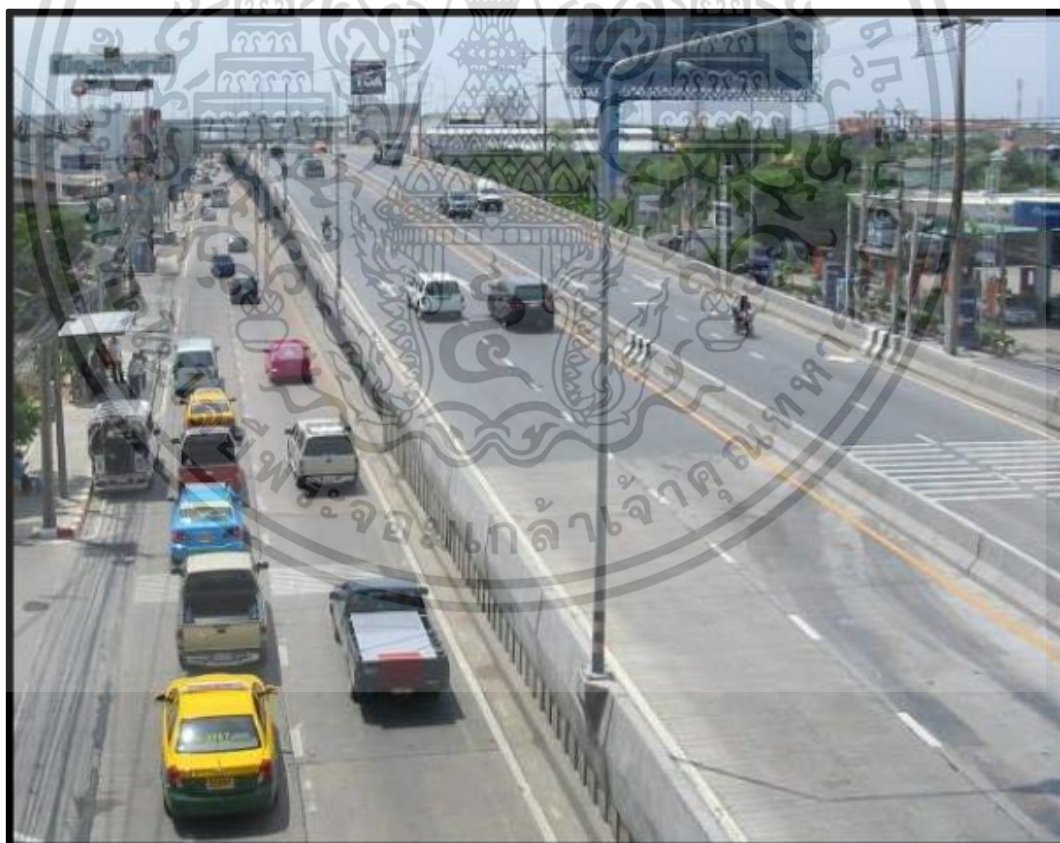
2.1.1 นิยามสะพานยกระดับและทางลอดข้ามทางแยก (Overpass & Underpass)

(AASHTO, 1994) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับความหมายของทางแยกต่างระดับ คือ บริเวณทาง แยกของถนนตั้งแต่ 2 สายขึ้นไป ที่มีการตัดหรือเชื่อมต่อกัน มีการแยกระดับของถนนมากกว่าหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับขึ้นไป และเมื่อมีการออกแบบเป็นทางแยกต่างระดับแล้วจะส่งผลให้ลดจุดตัดบริเวณทางแยก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระดับการให้บริการ ความจุของถนน และความปลอดภัยบริเวณทางแยก

สะพานยกระดับและทางลอดข้ามทางแยกเป็นทางแยกรูปแบบหนึ่งที่เป็นทางต่างระดับ ซึ่งไม่มีทางลาดเชื่อม (Grade Separation without Ramps) เพื่อให้การจราจรสามารถผ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย โดยแยกระดับช่องทางการจราจร ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือหลายทิศทาง ให้มีระดับที่แตกต่างกันในลักษณะเป็นทางข้ามหรือทางลอดโดยไม่มีการเชื่อมต่อของถนนเข้าหากัน โดยทางแยกประเภทนี้จะพิจารณาเมื่อมีปริมาณจราจรทิศทางตรงที่สูงและมีทิศทางของปริมาณจราจรที่เลี้ยวบริเวณทางแยกไม่สูงมากนัก เพื่อที่จะให้มีความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้าง ซึ่งนิยมใช้รูปแบบทางแยกประเภทนี้ในเขตพื้นที่ชุมชนเมือง เพื่อลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกกลาง หรือพื้นที่บริเวณที่มีสภาพยุ่งยากต่อการก่อสร้างทางแยกต่างระดับรูปแบบอื่นๆ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ ทางยกระดับข้ามทางแยก (Overpass) และทางลอดข้ามทางแยก (Underpass) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 ตามลำดับ



ที่มา: คู่มือวิธีการปฏิบัติงานก่อสร้างทางลอด, กรมทางหลวง, 2556

รูปที่ 2.1 ทางยกระดับข้ามทางแยก (Overpass)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: คู่มือวิธีการปฏิบัติงานก่อสร้างทางลอด, กรมทางหลวง, 2556

รูปที่ 2.2 ทางลอดข้ามทางแยก (Underpass)

2.1.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจร

1) ประเภทของการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจร

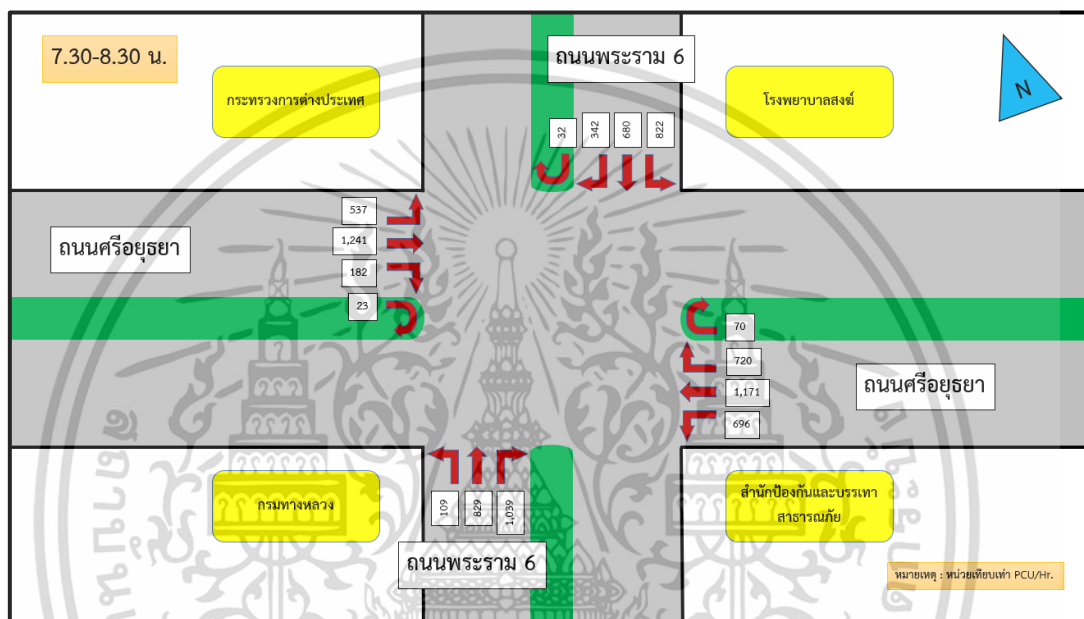
การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจร สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การเก็บสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning movement Count, TMC) และการเก็บสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Count, MBC) โดยการเก็บข้อมูล TMC นั้น เป็นการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของยานพาหนะแต่ละประเภทที่วิ่งผ่านทางแยกในแต่ละทิศทาง ส่วน MBC เป็นการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของยานพาหนะแต่ละประเภทที่วิ่งผ่านในแต่ละช่วงถนนทั้งทิศทางขาเข้าและขาออก ซึ่งการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรทั้ง 2 ประเภทนี้นั้น มักจะสำรวจในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น หรือสำรวจครอบคลุมทั้งช่วงเวลาเร่งด่วนและไม่เร่งด่วน โดยขึ้นกับว่าข้อมูลที่สำรวจมานั้นจะนำไปใช้งานอย่างไร ทั้งนี้ผู้สำรวจข้อมูลต้องทราบก่อนว่าจะนำข้อมูลอะไรมาใช้งาน เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้งานได้เหมาะสม (ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2559)

2) การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยก จะทำการเก็บข้อมูลของจำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านทางแยกทั้งหมด สำหรับแยกที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร จะสามารถวัดปริมาณแถวคอยสะสม (Residual Queue) ได้ แต่สำหรับแยกที่ไม่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จราจร จะทำการสำรวจระยะแถวคอยในช่วงสุดท้ายของแต่ละช่วงเวลาทำการสำรวจ ซึ่งการนับปริมาณจราจรบริเวณทางแยกหรือ TMC นั้น จะนับปริมาณจราจรของยานพาหนะประเภทต่างๆ ที่เคลื่อนที่ผ่านทางแยก ทั้งทิศทางตรง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และกลับรถ ของแต่ละทิศทางของทางแยก แล้วทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มสำรวจข้อมูลในภาคสนามต่อไป (ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2559)

แผนภาพในการสรุปปริมาณจราจรที่บริเวณทางแยกนิยมแสดงเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแผนภาพสรุปปริมาณจราจรบริเวณทางแยก และรูปแบบแผนภาพการเคลื่อนที่ของปริมาณจราจรบริเวณทางแยก ดังแสดงในรูปที่ 2.3



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพสรุปปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

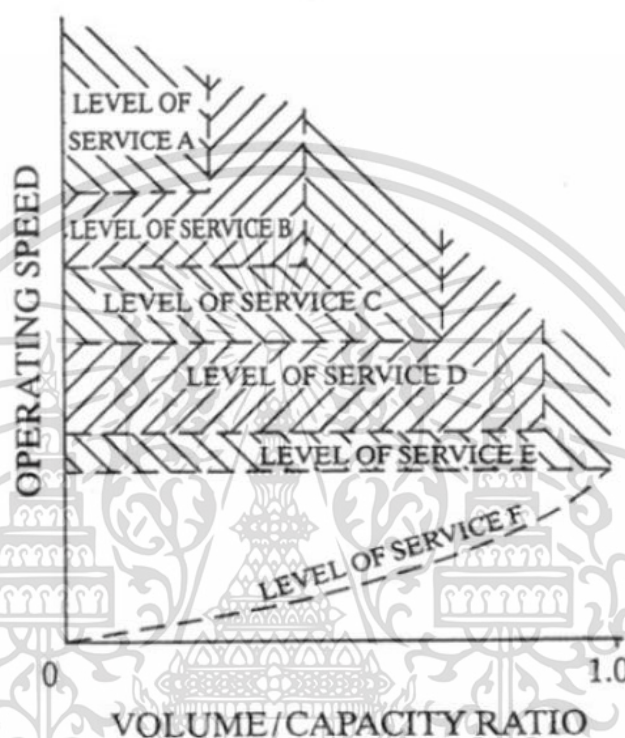
3) ความล่าช้าของการจราจร

ความล่าช้า หมายถึง ความล่าช้าที่เกิดจากการหยุดรถ (Stopped Delay) ซึ่งจะพิจารณาความล่าช้าที่เกิดจากการหยุดรถบริเวณทางแยกเป็นหลัก (Intersection Stopped Delay) โดยมีหน่วยเป็น วินาทีต่อคัน ซึ่งความล่าช้าที่เกิดจากการหยุดรถนั้น จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการรองรับปริมาณจราจรและระดับของการให้บริการ (LOS) บริเวณทางแยก (ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2559)

4) ระดับการให้บริการ (Level of Service)

Highway Capacity Manual หรือ HCM (2000) ได้ให้แนวทางในการประเมินสภาพการจราจรและประสิทธิภาพของถนนด้วยระดับการให้บริการ (Level of Service) โดยใช้แผนภาพในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมิน ในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร โดยใช้สัดส่วนระหว่างปริมาณการจราจรกับความจุของถนน (V/C Ratio) ซึ่งสามารถแบ่งระดับการให้บริการออกเป็นทั้งหมด 6 ระดับ จากระดับ A ถึง ระดับ F (สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2551) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้



ที่มา: HCM (2000) อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2551

รูปที่ 2.4 แผนภาพการจำแนกระดับการให้บริการ

4.1) ระดับการให้บริการ A

ระดับการให้บริการ A คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะแต่ละคันสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอย่างอิสระ ซึ่งเป็นระดับของการให้บริการที่มีความสะดวกสบายต่อการขับขี่ที่ดีที่สุด โดยที่ผู้ขับขี่มีอิสระในการเลือกใช้ความเร็วได้ตามต้องการ

4.2) ระดับการให้บริการ B

ระดับการให้บริการ B คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอย่างอิสระ โดยที่ผู้ขับขี่สามารถเลือกใช้ความเร็วของยานพาหนะได้อย่างอิสระ แต่อาจจะถูกจำกัดในเรื่องของการเปลี่ยนช่องจราจรบ้างเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นระดับของการให้บริการที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะดวกสบายต่อการขับขี่ที่ดี โดยที่อุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคในการขับขี่ของระดับการให้บริการนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะ

4.3) ระดับการให้บริการ C

ระดับการให้บริการ C คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกับความเร็วอิสระ โดยที่ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดเพิ่มมากขึ้น และผู้ขับขี่ต้องระมัดระวังในการเปลี่ยนช่องจราจร อุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคในการขับขี่ของระดับการให้บริการนี้จะเริ่มส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะ และทำให้เกิดระยะของแถวคอยหรือเริ่มมีการสัญจรที่ติดขัดในตำแหน่งที่เป็นอุปสรรคต่อการขับขึ้นท้องถนน

4.4) ระดับการให้บริการ D

ระดับการให้บริการ D คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงเล็กน้อย โดยที่ปริมาณการจราจรและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสะดวกสบายในการขับขี่ลดน้อยลง ซึ่งอุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะ

4.4) ระดับการให้บริการ E

ระดับการให้บริการ E คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงอย่างมาก เมื่อเกิดการขัดข้องของกระแสจราจรเพียงเล็กน้อย เช่นการเปลี่ยนช่องจราจร หรือการที่ยานพาหนะจากทางเชื่อมวิ่งเข้ามาในทางหลัก ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดอย่างมาก ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะที่ติดขัดอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากมีความจุของถนนในการรองรับยานพาหนะที่ไม่เพียงพอ และเป็นสภาพการจราจรที่มีความอึดอัดไม่สะดวกสบายต่อการขับขึ้นอย่างมาก

4.5) ระดับการให้บริการ F

ระดับการให้บริการ F คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะที่มีสภาพการจราจรที่ติดขัดอย่างมาก โดยมีระยะของแถวคอยที่สูง ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดอย่างมาก ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะที่ติดขัดอย่างรุนแรงได้ และเป็นสภาพการจราจรที่มีความอึดอัดไม่สะดวกสบายต่อการขับขึ้นอย่างมากที่สุด



1) ระดับการให้บริการ A

2) ระดับการให้บริการ B



3) ระดับการให้บริการ C

4) ระดับการให้บริการ D



5) ระดับการให้บริการ E

6) ระดับการให้บริการ F

ที่มา: HCM (2000) อ้างอิงใน สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551)

รูปที่ 2.5 สภาพของการจราจรที่ระดับการให้บริการในระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ระดับการให้บริการที่ทางแยก

ในการพิจารณาระดับของการให้บริการที่ทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรและไม่มีสัญญาณไฟจราจรนั้น จะพิจารณาจากความล่าช้าของยานพาหนะเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจจะพิจารณาจากค่าความจุของถนนร่วมด้วย ซึ่ง Austroads (1998) อ้างใน Luk (2006) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาระดับของการให้บริการของช่วงถนนในบริเวณเขตเมือง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ในการประเมินระดับของการให้บริการของถนนในเขตเมือง

ระดับการให้บริการ (Level of service)	อัตราส่วนปริมาณการจราจรต่อความจุ (V/C Ratio)
A	0.00-0.60
B	0.60-0.70
C	0.70-0.80
D	0.80-0.90
E	0.90-1.00
F	> 1.00

ที่มา: Austroads (1998) อ้างใน Luk (2006)

TRB (2000) ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินระดับของการให้บริการที่ทางแยกที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ซึ่งจะประเมินจากค่าความล่าช้าของยานพาหนะ โดยพิจารณาจำนวนของยานพาหนะต่อช่องจราจรหรือแต่ละทิศทางที่เข้าสู่ทางแยก หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาระดับของการให้บริการของทางแยกที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ในการประเมินระดับของการให้บริการของทางแยกที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

ระดับการให้บริการ (Level of service)	ความล่าช้า (วินาที/คัน)
A	< 10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

ที่มา: TRB (2000)

2.2 แนวคิดการประเมินโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.2.1 การประเมินเปรียบเทียบระหว่างมีกับไม่มีโครงการ

(เยาวเรศ ทับพันธุ์, 2541) กล่าวว่า ไม่ว่าจะเป็นการประเมินโครงการในวิธีใดก็ตาม การประเมินความคุ้มค่าของโครงการนั้น จะต้องเปรียบเทียบความคุ้มค่าระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ (With and Without Project) ซึ่งเป็นการประเมินความแตกต่างทางด้านค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่ได้รับระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

2.3 แนวคิดการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนั้น จะทำการประเมินความคุ้มค่าและไม่คุ้มค่าของโครงการ โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์จากการที่มีโครงการเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าโครงการที่พิจารณานั้น มีความเหมาะสมที่จะลงทุนหรือไม่ ในการวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์มีความแตกต่างกับการวิเคราะห์โครงการทางการเงิน เพราะความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์จะขึ้นอยู่กับความคุ้มค่าในการลงทุน การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจะเริ่มต้นหลังจากที่ได้มีการปรับค่าทางด้านต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โดยแสดงถึงค่าการเสียโอกาส เพื่อให้สอดคล้องกับมูลค่าของทรัพยากรที่แท้จริงในระบบเศรษฐกิจ จากนั้นจึงทำการนำต้นทุนและผลประโยชน์มาวิเคราะห์เพื่อหาผลประโยชน์สุทธิของโครงการ (หฤทัย มีนะพันธ์, 2550)

ผลการวิเคราะห์จะแสดงออกมาในรูปแบบของผลประโยชน์สุทธิของโครงการที่คาดว่าจะได้รับมีมูลค่าที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าใช้จ่ายของโครงการที่เสียไป ถ้าผลประโยชน์สุทธิของโครงการมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะถือว่าเป็นโครงการที่ดี แต่ถ้าผลประโยชน์สุทธิของโครงการมีค่าน้อยกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะถือว่าเป็นโครงการที่ไม่ดีในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์มีส่วนช่วยในการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการ (ฐาปนา ฉิ่งไพศาล, 2542)

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้น จะใช้ราคาเงา (Shadow Price) แทนราคาตลาด (Market Price) ซึ่งราคาเงาเป็นราคาหรืออัตราในการแลกเปลี่ยนของสินค้าที่ควรจะเป็นในระบบเศรษฐกิจ ราคาเงาจึงเป็นราคาที่ถูกกำหนดขึ้น เพื่อจะมีผลทำให้ราคาของปัจจัยการผลิตนั้นเท่ากับมูลค่าที่แท้จริง และเท่ากับค่าเสียโอกาสของการใช้ปัจจัยชนิดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณหามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของค่าก่อสร้างและดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ จะหาโดยการนำค่าใช้จ่ายทางการเงินมาปรับค่าด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่า (Conversion Factor) โดยเป็นการปรับจากราคาตลาดให้เป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับประเทศไทยมีการคิดคำนวณค่าของสัมประสิทธิ์ปรับค่า โดย ธนาคารโลก (Ahmed, Sadiq, 1983)

การปรับจากราคาตลาดให้เป็นราคาเงาทำได้โดยการนำราคาตลาดมาคูณด้วยสัมประสิทธิ์ปรับค่า (Conversion Factor) เพื่อปรับจากราคาตลาดให้เป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวคูณแปลงค่าเป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

รายละเอียด	ตัวปรับค่า (Conversion Factor)
ค่าชดเชยสิ่งปลูกสร้าง	0.92
ค่าชดเชยที่ดิน	1.00
ค่างานโครงสร้างงานโยธาและโครงสร้างทาง	0.88
ค่างานโครงสร้างอาคาร	0.88
ค่างานถนนระดับดิน	0.88
ค่าใช้จ่ายตามมาตรการสิ่งแวดล้อม	0.92
ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา	0.92
ค่าออกแบบรายละเอียด	0.92
ค่าควบคุมงานก่อสร้าง	0.92

ที่มา: Sadiq Ahmed; *Shadow Prices for Economics Appraisal of Project: An Application to Thailand*, World Bank Staff Working Paper, Number 609, Year 1983

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงทางเศรษฐกิจ โดยไม่นับการโอนเปลี่ยนมือ เช่น เงินอุดหนุน ภาษี เป็นต้น หลังจากที่ได้ปรับจากราคาทางการเงินให้เป็นค่าราคาทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยใช้ตัวคูณสัมประสิทธิ์ปรับค่า (Conversion Factor) แล้ว จะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนโดยใช้หลักเกณฑ์ Cost – Benefit Analysis เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ทางการเงินต่อไป (ซูชีพ พิพัฒน์ศิริ, 2544)

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลประโยชน์ของโครงการทางการขนส่ง

การประเมินผลประโยชน์ของโครงการทางการขนส่งจะพิจารณาเปรียบเทียบจากกรณีที่มีโครงการกับกรณีที่ไม่มีโครงการ เพื่อให้ทราบถึงผลประโยชน์เมื่อมีโครงการเกิดขึ้น โดยงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (Vehicle Operating Cost Saving), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value Of Time Saving), มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุทางถนน (Accident Cost Saving) และมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost Saving :VOC) ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการใช้ยานพาหนะ เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่ายางรถยนต์ ค่าดำเนินการ ค่าเสื่อมสภาพยานพาหนะ เป็นต้น และมีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจร ประเภทของยานพาหนะ ความเร็วของยานพาหนะ (วัชรินทร์ วิทยกุล, 2537)

หลังจากที่มีการปรับปรุงโครงการทางการจราจร เป็นเหตุให้การกระจายตัวของปริมาณการจราจรจากถนนสายอื่นมาใช้เส้นทางของโครงการ ทำให้ระบบการจราจรสามารถรองรับปริมาณจราจรได้มากขึ้น และทำให้เกิดความคล่องตัวมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้เดินทางได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ หาได้จากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะกรณีที่ไม่มีโครงการกับกรณีที่มีโครงการ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะหาได้จากการนำค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะตัวแทน คูณด้วย ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนเดินทาง (Vehicle Kilometers Travelled :VKT) (กรมทางหลวง, 2551)

2.4.2 มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value Of Time :VOT) หมายถึงมูลค่าที่ต้องสูญเสียไปในการเดินทาง แต่เมื่อมีโครงการเกิดขึ้นจะส่งผลให้โครงข่ายทางการคมนาคมมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง และผู้ใช้เส้นทางสามารถใช้เวลาในการเดินทางที่ประหยัดได้ไปทำกิจกรรมอื่นที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เพิ่มขึ้นได้ (Gross Province Product :GPP) จำนวนผู้ปฏิบัติงาน และจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยในการทำงาน ซึ่งมูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง หาได้จากผลต่างระหว่างมูลค่าที่เกิดจากการประหยัดเวลาในการเดินทางกรณีไม่มีโครงการกับกรณีมีโครงการ (กรมทางหลวง, 2551)

2.4.3 มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving :ACC) อุบัติเหตุจราจรทางบก นับเป็นต้นทุนทางเศรษฐกิจของการคมนาคมขนส่งของประเทศที่สำคัญส่วนหนึ่ง ทั้งนี้เพราะอุบัติเหตุก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง คือ ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ลักษณะทางเรขาคณิต ความลาดชัน พื้นผิว ทางร่วมทางแยก การควบคุมการเข้า - ออก เป็นต้น ดังนั้นการปรับปรุงให้ถนนมีมาตรฐานที่ดีขึ้นจะมีส่วนช่วยให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุ คือ ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ลักษณะทางเลขาชนิด จำนวนช่องจราจร ความลาดชัน พื้นผิวถนน ทางแยกทางร่วม การควบคุมการเข้าออก เป็นต้น ดังนั้น การดำเนินการก่อสร้างปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนนให้เป็นทางหลวงที่มีมาตรฐานที่สูงขึ้นจึงมีส่วนช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

2.4.4 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) การวัดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายด้านผลประโยชน์หรือความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมจะถูกประเมินเป็นการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดขึ้นของโครงการ รวมทั้งมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ เสียง การสั่นสะเทือน การทรุดตัวของพื้นดิน การเปลี่ยนแปลงด้านนิเวศวิทยาและการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ การวิจัยนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะด้านมลพิษทางอากาศ เสียงรบกวน และภาวะโลกร้อน เพื่อใช้สำหรับการวัดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ (Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects, Japan Research Institute, 2000)

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนของโครงการ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) (เยาเวศ ทับพันธุ์, 2551) ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการ ณ ปีต่างๆ

$$\text{จาก NPV} = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

โดย n = จำนวนปีที่ใช้ประเมินโครงการ

B_t = ผลประโยชน์ในปีที่ t

C_t = ต้นทุนในปีที่ t

r = อัตราส่วนลด

ถ้า $NPV > 0$ แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุน

2.5.2 อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) หมายถึง อัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{จาก } B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

ถ้า $B/C > 1$ แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุน

2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

ถ้า IRR มีค่ามากกว่าต้นทุนของเงินลงทุน แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุน

2.6 การวิเคราะห์สภาพการจราจรโดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค (Microscopic Traffic Model)

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) หมายถึง การจำลองสภาพการจราจร โดยเป็นการพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจริงบนโครงข่ายถนน เพื่อนำแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยเป็นการนำเสนอสภาพของการจราจร ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยการสังเกต และการเก็บข้อมูลในทางสถิติ ซึ่งการจำลองพฤติกรรมและลักษณะในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจะถูกพิจารณาเป็นช่วงเวลาย่อยๆ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ และพฤติกรรมในการขับขี่ยานพาหนะแต่ละคัน (ทวี วิชัยเมธาวิ, 2546)

การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) เป็นการจำลองสภาพของการจราจรที่แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละคันในระบบโครงข่ายถนนที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นการจำลองสภาพการจราจรที่มีความละเอียดและซับซ้อน โดยมีหลักการพื้นฐานการจำลองมาจากทฤษฎีการเคลื่อนตัวตามกันของรถ (Car Following) การเปลี่ยนช่องทางการจราจร (Lane Changing) และระยะระหว่างรถที่ยอมรับได้ (Gap Acceptance) โดยจะคำนึงถึงพฤติกรรมของยานพาหนะในแต่ละคันเป็นหลัก ซึ่งการเพิ่มและลดความเร็ว การชะลอรถ การหยุดรถของรถคันข้างหน้าจะส่งผลต่อการขับขี่ยานพาหนะที่ขับตามมา ซึ่งการจำลองสภาพการจราจรสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ในการเดินทาง อีกทั้งเป็นการแสดงถึงพฤติกรรมการจราจรของยานพาหนะและเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนนที่ทำการศึกษา รวมถึงการจำลองระบบ

ทางแยกที่มีความซับซ้อน โครงข่ายที่การจราจรที่หนาแน่น และเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของถนนและทางแยก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค อาทิเช่น ปริมาณจราจร ระดับการให้บริการของถนน ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย เป็นต้น

2.6.1 ความสำคัญของการจำลองสภาพการจราจร

(Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong, 2010) ได้กล่าวว่าการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆ เป็นการประเมินผลและเสนอแนะทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ และมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถจำลองสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต ทำให้สามารถประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา รวมทั้งสามารถปรับปรุงรูปแบบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้ก่อนการตัดสินใจดำเนินการก่อสร้างจริง

ในสถานการณ์ปัจจุบันเกิดปัญหาทางด้านการจราจรเป็นจำนวนมาก ซึ่งการแก้ไขปัญหาการจราจรเฉพาะจุดไม่สามารถจัดการแก้ไขปัญหาด้านจราจรได้อย่างหมดสิ้น ดังนั้นควรที่จะต้องมีการแก้ไขปัญหาการจราจรแบบครอบคลุมทั้งโครงข่าย ซึ่งการแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรให้ครอบคลุมทั้งโครงข่ายนั้นเป็นไปได้ยาก การวิเคราะห์สภาพการจราจรในปัจจุบันโดยการใช้แบบจำลองจึงเป็นวิธีที่มีความสำคัญที่จะสามารถทดสอบสภาพการจราจรด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรแล้ว จะสามารถตรวจสอบและนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรของโครงข่ายถนนในปัจจุบัน และทำให้สามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจรหรือหาทางเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายการจราจรได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ในการประเมินรูปแบบทางเลือกของโครงการก่อสร้างต่างๆ ในอนาคต ซึ่งได้มีการยกตัวอย่างข้อดีและข้อเสียของการจำลองสภาพการจราจร ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงข้อดีและข้อเสียของการจำลองสภาพการจราจร

ข้อดี	ข้อเสีย
สามารถจำลองสภาพการจราจรที่ไม่สามารถเกิดขึ้นจริงบนถนนได้ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น ทำให้สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้	ผู้ใช้ต้องมีพื้นฐานความรู้ และเข้าใจในการใช้โปรแกรมเป็นอย่างดี
การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลองเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละคัน ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแบบกลุ่ม	ต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรที่มีความซับซ้อนให้มีความเสมือนจริงมากที่สุด
สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลการจราจรที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลในโปรแกรมได้โดยง่าย	ต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก เพื่อให้การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรมีความเสมือนจริงและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด
สามารถจำลองสภาพการจราจรได้แบบ Real Time ทำให้สามารถทราบสภาพการจราจรในปัจจุบันที่เกิดขึ้นอยู่ได้อย่างทันที	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือการปรับแก้ค่าข้อมูลต่างๆ อาจจะต้องใช้ความละเอียดและใช้ระยะเวลานาน
สามารถพัฒนาแบบจำลองระบบใหม่ๆ ได้ และสามารถเลือกผลการวิเคราะห์ต่างๆ ที่มีความเหมาะสม	การใส่ค่าของข้อมูลผิดพลาด แม้จะเล็กน้อย อาจมีผลทำให้ค่าการวิเคราะห์การจำลองสภาพการจราจรมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก
สามารถจำลองสภาพการจราจรซ้ำๆ ได้หลายรอบ ทำให้เกิดความสะดวกและความรอบคอบในการวิเคราะห์สภาพการจราจรในแต่ละทางเลือกได้	การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลองโดยการสุ่มการกำเนิด ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละการทดสอบ
เป็นการจำลองถึงพฤติกรรม การขับขี่ยานพาหนะของผู้ใช้ถนน และรูปแบบของโครงข่ายถนนที่มีประสิทธิภาพเสมือนจริงที่สุด	มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมจำลองสภาพจราจร

(Mosseri, 2004) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะของโปรแกรมทั้งหมด 4 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CORSIM, PARAMICS, VISSIM และ Sim Traffic โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาโปรแกรมที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของ Ocean Parkway ในเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยศึกษาในพื้นที่บริเวณที่มีรูปแบบเป็นถนนในเขตเมือง มีรูปแบบการเดินทางแบบผสมผสานและมีลักษณะทางกายภาพของถนนในเขตเมืองไม่เป็นไปตามมาตรฐาน โดยจากการศึกษา พบว่า โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยสามารถรองรับโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนและหนาแน่น

โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ University of Karlsruhe ประเทศเยอรมนี ในช่วงทศวรรษที่ 1970 และถูกนำมาพัฒนาต่อโดย บริษัท Planung Transport Verkehr หรือ PTV โดยโปรแกรม VISSIM นั้น เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์ประสิทธิภาพสำหรับงานทางด้านการคมนาคมและการขนส่ง เนื่องจากโปรแกรมมีความสามารถที่หลากหลาย สามารถจำลองและวิเคราะห์สภาพการจราจรในรูปแบบและเงื่อนไขต่างๆ เช่น ทางลอด ทางข้าม วงเวียน ทั้งที่ถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรและไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมมีความหลากหลาย เช่น ความล่าช้าในการเดินทาง ความเร็วเฉลี่ย ความยาวแถวคอย เวลาในการเดินทาง ปริมาณจราจร เป็นต้น

(Kaseko, 2002) ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรทั้งหมด 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม VIMSIM, CORSIM และ SYNCHRO โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาโครงการของ Nevada Department of Transport หรือ NDOT โดยได้ทำการแบ่งกรณีในการประเมินความสามารถของโปรแกรมออกเป็น 2 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 การจราจรบนทางด่วนและทางแยกต่างระดับ และกรณีที่ 2 การจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองทั่วไป ซึ่งทางแยกถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรแบบทำงานประสานกัน โดยได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจากทั้ง 2 กรณี ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม VISSIM, โปรแกรม CORSIM และโปรแกรม SIMTRAFFIC (Kaseko, 2002)

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	VISSIM	SIM TRAFFIC
1) การสร้างโครงข่ายถนนและสิ่งอำนวยความสะดวก (Coding)	ง่าย	มีความยืดหยุ่นสูงแต่ใช้เวลาและข้อมูลที่มาก	ง่ายที่สุด
2) การจำลองสภาพการจราจร	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	ง่ายที่สุด
3) การจำลองรูปแบบของวงเวียน	ทำไม่ได้	ทำได้	ทำไม่ได้
4) การจำลองรูปแบบของระบบขนส่งมวลชน	Bus	Bus, LRT	ทำไม่ได้
5) การจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้า	ทำไม่ได้	ทางแยก, ช่วงถนน	ทำไม่ได้
6) การใช้งานตามวัตถุประสงค์	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7) จำนวนเพิ่มข้อมูลของ Output	1 เพิ่ม	มากกว่า 1 เพิ่ม	ไม่ระบุ
8) การนำเสนอ Output ในระดับ Aggregate	นำเสนอ	ไม่นำเสนอ	ไม่ระบุ
9) การนำเสนอ Output ในระดับ Disaggregate	นำเสนอ	ไม่นำเสนอ	ไม่ระบุ

จากตารางที่ 2.5 พบว่า โปรแกรม CORSIM เป็นโปรแกรมที่สามารถทำการสร้างโครงข่ายถนนและสิ่งอำนวยความสะดวก (Coding) ได้โดยง่าย โดยมีเพิ่มข้อมูลในการ Output เพียงเพิ่มข้อมูลเดียว แต่ข้อเสียของโปรแกรม CORSIM คือ ไม่สามารถใช้ในการจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบของวงเวียนและการจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้ ต่างจากโปรแกรม VISSIM ซึ่งโปรแกรมที่มีความสามารถสูง สามารถจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบของวงเวียนและการจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้ แต่โปรแกรม VISSIM มีข้อเสียในด้านของการสร้างโครงข่ายถนนและสิ่งอำนวยความสะดวกในแบบจำลอง ซึ่งต้องใช้ข้อมูลและระยะเวลาที่มากกว่าโปรแกรมอื่นๆ รวมถึงจำนวนเพิ่มข้อมูลในการ Output ของโปรแกรม ยังแยกออกเป็นหลายเพิ่มข้อมูล ในส่วนของโปรแกรม Sim Traffic นั้น เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับในสามโปรแกรมนี้ ทั้งในส่วนการสร้างโครงข่ายถนนและการจำลองสภาพการจราจร แต่โปรแกรม Sim Traffic นี้ จะไม่สามารถใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบของวงเวียน การจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้า และการจำลองระบบขนส่งมวลชนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Choa, Milam and Stanek, 2003) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรทั้งหมด 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM ในด้านการพัฒนาแบบจำลองและการส่งออกข้อมูลความสามารถในการสร้างโครงข่ายถนนในแบบจำลอง ความสอดคล้องของผลการจำลองกับผลวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการของ HCM และการนำเสนอสภาพการจราจรของแบบจำลองในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค และมีส่วนประกอบในการช่วยตัดสินใจในการเลือกใช้โปรแกรมของวิศวกร เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับโครงการที่ต้องการพิจารณา โดยได้มีการทำการศึกษาในระบบโครงข่ายของทางแยกต่างระดับในรูปแบบ Single-Point Urban Interchange ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.6 และตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.6 สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรม CORSIM, โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM (Choa, Milam and Stanek, 2003)

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	PARAMICS	VISSIM
1. จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	น้อยกว่า Paramics และ VISSIM	ใช้ข้อมูลมากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	
2. เวลาที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง	3 ถึง 4 วัน	ใช้เวลามากกว่า CORSIM เนื่องจากแบบจำลองมีความละเอียดมากกว่า	
3. วิธีการเลือกใช้เส้นทางในแบบจำลอง	Link-Based Routing ซึ่งไม่รองรับ Link ที่มีความยาวน้อยกว่า 50 ฟุต		Path-Based Routing
4. การปรับให้เข้ากับรัศมีวงเลี้ยวของทางแยกต่างระดับ SPUI	ทำได้ยากเนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing	สามารถทำได้โดยใช้ Network Editing Tools ของโปรแกรม	สามารถทำได้
5. การเลือกใช้ช่องจราจรในช่วงระยะ 50 ฟุต ก่อนถึงทางแยก	มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากข้อจำกัดของ Link-Based Routing		ไม่มีความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ความสามารถของโปรแกรม	โปรแกรม		
	CORSIM	PARAMICS	VISSIM
6. ความคลาดเคลื่อนในการเลือกใช้ช่องจราจร ซึ่งเกิดจากขีดจำกัดของ Look Ahead Distance	มี แต่สามารถลดลงได้ โดยใช้ Condition Turn Movement ของโปรแกรม	มี แต่กำลังถูกแก้ไขใน Version ถัดไป	ไม่มีความคลาดเคลื่อน
7. ความล่าช้าที่ทางแยกใน Output ของโปรแกรม	Control Delay ในแต่ละ Link และ Total Delay ของรถเฉลี่ยที่ทางแยก	Total Delay ในแต่ละ Link	Total Delay ระหว่างจุด 2 จุด ในโครงข่าย และรถเฉลี่ยที่ทางแยก
8. ความหนาแน่นของการจราจรใน Output ของโปรแกรม	เฉพาะจุด และทั้งช่วงของถนน (Link)	เฉพาะจุดทั้งช่วงถนนและช่องจราจร	เฉพาะจุด ทั้งช่วงถนนและช่องจราจร
9. ความสอดคล้องของปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจกับที่ได้จากการจำลอง	95-99%	86-95%	98-100%
10. ความสอดคล้องของ LOS ของช่วงสลับกระแสจราจร (Weaving Section) ที่ได้จากแบบจำลองกับที่ได้จากวิธี HCM	ต่ำกว่า เนื่องจากเกิด Artificial Barrier ที่จุดต่อเชื่อมระหว่าง Freeway กับ Arterial	สอดคล้องกับค่าที่ได้จาก HCM	
11. การสร้างกราฟฟิกของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้ Rectangular Shapes	ใช้ Triangular Shapes	
12. การกำหนดสีของวัตถุในแบบจำลอง	ใช้สีได้จำกัด	ใช้สีได้มากกว่า CORSIM	
13. วัตถุในแบบจำลอง	ยานพาหนะประเภทต่างๆ	ยานพาหนะขนส่งมวลชน คนเดินเท้าและวัตถุอื่นๆ เช่น ต้นไม้ อาคาร	
14. การนำเสนอกราฟฟิกในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว	2 มิติ (คนเดินเท้าไม่แสดงในภาพเคลื่อนไหวแต่มีอิทธิพลต่อรถเฉลี่ย)	3 มิติ	
15. ความสามารถในการบันทึกภาพเคลื่อนไหว	ไม่รองรับ	รองรับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สงวนสิทธิ์ในทำนองให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.6 และตารางที่ 2.7 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ผลการจำลองสภาพการจราจรของโปรแกรม VISSIM และโปรแกรม PARAMICS มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสำรวจในสนามมากกว่าผลที่ได้จากโปรแกรม CORSIM และสามารถแสดงผลจำลองได้ทั้งในรูปแบบสองมิติและสามมิติ

(Boxill, 2007) ได้สรุปจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ได้แก่ โปรแกรม AIMSUN มีจุดเด่นที่สามารถสร้างแบบจำลอง Gap Acceptance Behavior of Drivers บนพื้นฐานของความล่าช้า โดยที่แบบจำลองอื่นๆ ไม่สามารถทำได้ โปรแกรม VSSIM มีจุดเด่นที่สามารถสร้างแบบจำลองการขับขี่บริเวณทางแยกที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถจำลองพฤติกรรมรถจักรยานยนต์ โปรแกรม PARAMICS สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากใช้ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางได้โดยตรง โปรแกรม DYNASIM เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ และมีความเร็วในการประมวลผลสูงสุด โปรแกรม S-PARAMICS เหมาะสมกับการจำลองในพื้นที่กว้างและมีความสามารถในการจำลองระบบขนส่งสาธารณะได้ดี และโปรแกรม CUBE DYNASIM เป็นโปรแกรมที่สามารถติดตามการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันและสามารถจำลองพฤติกรรมรถขับขี่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้อย่างสมจริง

(Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong, 2010) ได้กล่าวว่า โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่มีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละประเภท และสามารถแสดงผลในรูปแบบของภาพ 3 มิติ อีกทั้งยังสามารถจำลองสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น การควบคุมบริเวณทางแยกด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรวงเวียน ทางด่วน ทางลอด ทางข้าม และระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น และสามารถวิเคราะห์หัวขั้ววัดด้านการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระยะทาง ความเร็ว ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยานพาหนะแต่ละคัน เป็นต้น โดยโปรแกรม PARAMICS และ โปรแกรม VISSIM นั้น เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถเทียบเคียงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งมีเครื่องมือที่ครอบคลุมในการประยุกต์ใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรได้อย่างดี โดยทั้ง 2 โปรแกรมได้มีข้อแตกต่างกัน คือ โปรแกรม PARAMICS จะไม่สามารถจำลองรถจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงโปรแกรม VISSIM เท่านั้นที่สามารถทำได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำลองสภาพจราจรของโปรแกรมจำลอง
สภาพการจราจรระดับจุลภาค

ประสิทธิภาพในการจำลองสภาพการจราจร	โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับ จุลภาค					
	AIMSUM	CORSIM	FRESIM	NETSIM	PARAMIC	VISSIM
1. เครื่องมือตรวจจับยานพาหนะ	/	×	/	/	/	/
2. การจำลองสภาพการจราจรของวงเวียน	×	/	×	×	/	/
3. การปรับระยะของขอบทาง	×	/	×	×	/	/
4. การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่	×	/	/	×	/	/
5. การจำลองสภาพการจราจรของระบบสาธารณะ	/	/	/	/	/	/
6. สัญญาณไฟจราจรแบบคงที่	/	/	/	/	/	/
7. การแสดงผลรูปแบบสามมิติ	/	×	×	×	/	/
8. สัญญาณไฟจราจรแบบเชื่อมโยง	/	/	×	/	/	/
9. สัญญาณไฟจราจรแบบปรับตามปริมาณจราจร	/	×	×	×	/	/
10. การจัดลำดับสิทธิพิเศษแก่ระบบขนส่งสาธารณะ	/	/	×	/	/	/
11. การกำหนดเส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะ	/	/	×	/	/	/
12. ช่องจราจรเฉพาะสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ	/	×	×	/	/	/
13. การยับยั้งการจราจร	×	×	×	×	/	/
14. การควบคุมการเข้าออกทางด่วน	/	/	/	×	/	/
15. รถจักรยานยนต์	×	×	×	×	×	/
16. คนเดินเท้า	×	/	×	/	/	/
17. ที่จอดรถ	×	×	×	×	/	/

ที่มา: Wuttikrai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong, 2010

2.6.3 แนวคิดพื้นฐานในการจำลองพฤติกรรมรถขับขี่ยานพาหนะของโปรแกรม VISSIM

โปรแกรม VISSIM ได้ใช้แบบจำลองทางจิตฟิสิกส์ในรูปแบบของการขับขี่ยานพาหนะตามกัน (Psycho-Physical Car Following Model) ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Rainer Wiedemann เมื่อปี ค.ศ. 1974 ในการจำลองพฤติกรรมรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Longitudinal) และใช้ Rules-Based Algorithm ในการจำลองพฤติกรรมรถเคลื่อนที่ทางด้านข้าง (Lateral) ของยานพาหนะ โดยในแบบจำลองได้รวบรวมยานพาหนะ (Vehicle) และผู้ขับขี่ (Driver) เข้าเป็นหน่วยเดียวกันเรียกว่า Driver-Vehicle-Element หรือ DVE (PTV, 2009)

2.6.4 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นการปรับแก้ค่าของตัวแปรบางตัวในแบบจำลอง เพื่อให้ได้ค่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าเหมือนกับค่าที่ได้จากการสำรวจจริงในสนาม โดยค่าที่ได้จากแบบจำลองจะถูกนำมาตรวจสอบตามขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง โดยใช้หลักเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration Target and Criteria) โดยเป็นที่ยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งผลการเปรียบเทียบจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ วางแผน ทางด้านการจราจรและการขนส่งได้

(กาญจนกรรณ, 2013) ได้กล่าวไว้ว่า การปรับเทียบแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง (Calibration) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้แบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น มีความถูกต้องและสามารถสะท้อนได้ถึงสภาพการจราจรที่แท้จริงในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษารหัสหรือให้มีความใกล้เคียงมากที่สุด เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หรือประเมินประสิทธิภาพแนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรด้วยแบบจำลองมีระดับความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือสูง การปรับเทียบแบบจำลองสามารถทำได้โดยการประมวลผลแบบจำลองซ้ำๆ ด้วยการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จนได้ค่าพารามิเตอร์ที่ให้ผลการจำลองสภาพจราจรใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ซึ่งการปรับเทียบเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคไม่สามารถครอบคลุมได้ครบทุกปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการจราจร เพราะแต่ละพื้นที่มีปัจจัยเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้น วัตถุประสงค์หลักของการปรับเทียบแบบจำลอง คือการหาค่าของกลุ่มพารามิเตอร์ที่จะให้ผลลัพธ์ในการจำลองสภาพจราจรที่มีค่าเหมือนจริงมากที่สุด จึงจะสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ในการวางแผนด้านการคมนาคมและการขนส่งต่อไป

2.6.5 การปรับแก้แบบจำลอง (Error Checking)

(Prabnasak, 2001) ได้กล่าวว่า ในการปรับแก้แบบจำลองนั้น เป็นการปรับแก้แบบจำลองให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เป็นจริงอยู่ในปัจจุบันให้มากที่สุด ด้วยการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ เนื่องจากค่าตัวแปรเริ่มต้นที่โปรแกรมกำหนดมานั้น อาจไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยการปรับแก้จำเป็นต้องปรับแก้องค์ประกอบ 3 อย่าง ได้แก่ การเคลื่อนตัวตามกันของรถ การเปลี่ยนช่องทางจราจร และการยอมรับระยะห่างระหว่างรถ (Headway) ทั้งนี้ ในการปรับแก้จะมีการคัดเลือกตัวแปรหลักที่ใช้สำหรับการปรับแก้ เช่น พฤติกรรม ความก้าวร้าวของผู้ขับขี่ ความเร่งและความหน่วงของยานพาหนะ ความเร็วของยานพาหนะ ระยะห่างระหว่างรถ และระยะเวลาในการตอบสนอง แต่อย่างไรก็ตาม ตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดที่ควรใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง คือ ระยะห่างระหว่างรถ และระยะเวลาในการตอบสนองของผู้ขับขี่

(Gardes, May, Dahlgren, and Skabardonis, 2002) ได้กล่าวว่า ในการปรับแก้แบบจำลอง จะต้องมีการตรวจสอบถึงลักษณะของการจราจรในแบบจำลอง โดยการสังเกตพฤติกรรมการขับขี่ของยานพาหนะในแบบจำลอง ซึ่งการปรับแก้จะเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตั้งต้นและการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโปรแกรม ตัวอย่างเช่น ค่าระยะห่างระหว่างรถ และระยะเวลาในการตอบสนองของผู้ขับขี่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามความเป็นจริง ทั้งนี้ในการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ จะสามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรหลักในแบบจำลองพื้นฐานได้เช่นกัน เช่น การปรับเปลี่ยนแบบจำลองการเคลื่อนตัวของรถ การเปลี่ยนช่องทาง การยอมรับระยะห่างระหว่างรถ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

2.6.6 การทวนสอบแบบจำลอง (Model Validation)

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

(Gardes, May, Dahlgren, and Skabardonis, 2002) ได้กล่าวว่า ก่อนที่จะนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานนั้น จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองก่อนเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองมีการแสดงผลที่ถูกต้อง เป็นที่น่าเชื่อถือ การตรวจสอบค่าความถูกต้องจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบในหลายๆ ขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนของการรันโปรแกรมซึ่งควรมีการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดจากการกำหนดค่าต่างๆ ตลอดจนการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ และลักษณะการทำงานของแบบจำลองโดยรวมว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ค่าปริมาณรถที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทาง โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงจากภาคสนาม และโดยหลักการทดสอบทางสถิติการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้นได้มีการพิจารณาโดยใช้ค่าทางสถิติของ GEH ในการเปรียบเทียบค่าของกระบวนการปรับแก้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Quadstone, 2003) ซึ่งค่า GEH เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณในงานด้านวิศวกรรมจราจร เป็นการคาดการณ์ปริมาณจราจร และแบบจำลองด้านการจราจร โดยค่า GEH นั้น เป็นค่าที่พัฒนามาจากหลักการทางสถิติที่เรียกว่า ไค-สแควร์ (Chi-squared) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$GEH = \sqrt{\frac{2(simulation-observed)^2}{(simulation+observed)}}$$

โดยที่ Simulation คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

ซึ่งค่า GEH ที่ได้สามารถประมวลผลได้ดังนี้

ถ้า $GEH < 5.0$ หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

ถ้า $5 < GEH < 10$ หมายถึง ต้องมีการพิจารณาและตรวจสอบ เพื่อปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

ถ้า $GEH > 10$ หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนาม

ดัชนีในการชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจจริงมากที่สุด ซึ่งเกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลองของ DMRB เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB แสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง (DMRB, 1996)

ดัชนีชี้วัดการเปรียบเทียบ	เกณฑ์การเปรียบเทียบ	เป้าหมายในการเปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร	GEH < 5	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
ระยะเวลาในการเดินทาง	±15% (หรือไม่เกิน 1 นาที ในกรณีมีความคาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง	±20%	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ
ความยาวแถวคอย	±20% (หรือ ±5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน และ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	> 85 % ของกรณีทั้งหมดที่ทำการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

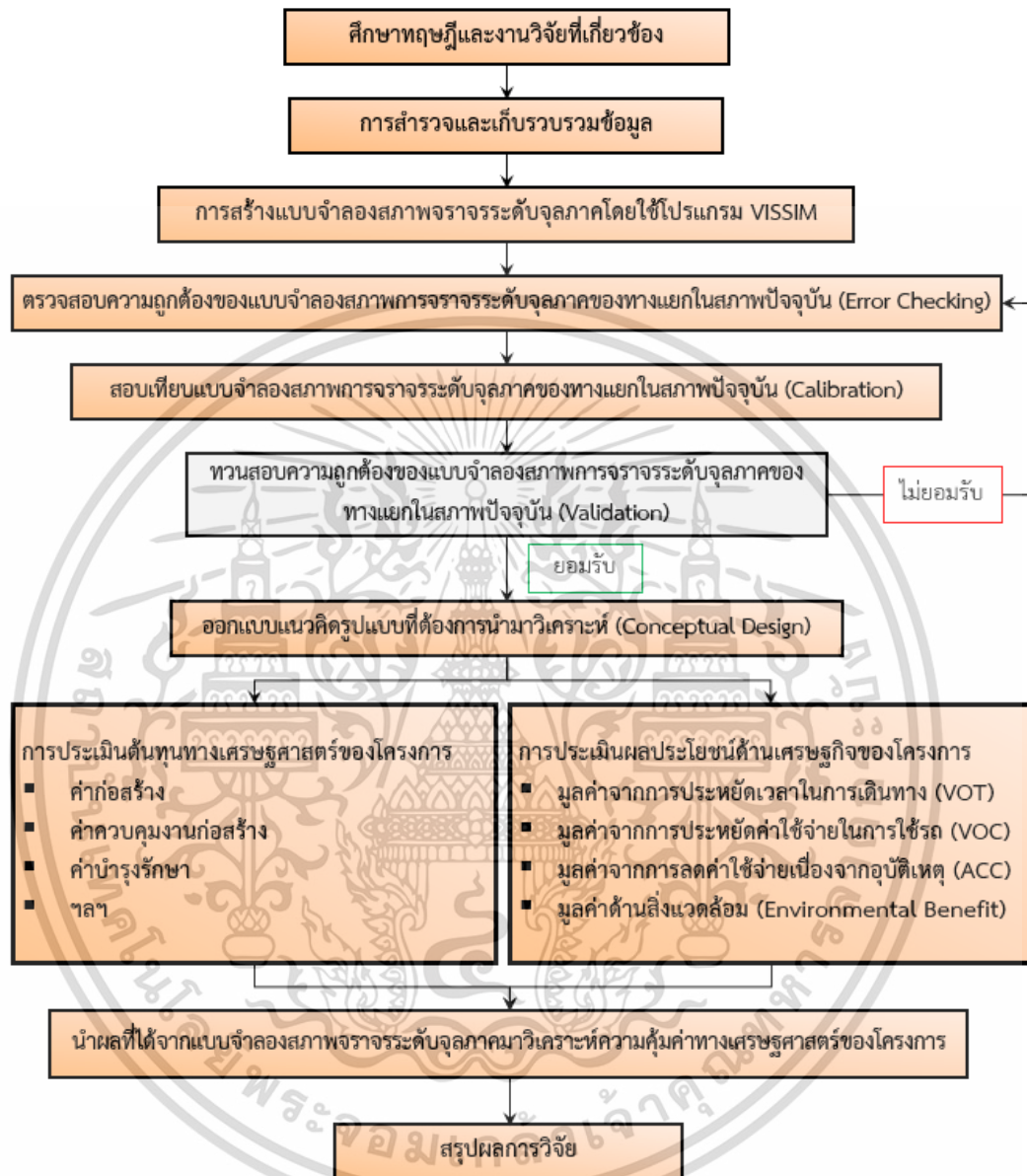
วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการและขั้นตอนในการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางลอด (Underpass) ข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจรในพื้นที่ที่ทำการศึกษาและการใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค และใช้โปรแกรม SYNCHRO ในการวิเคราะห์หาสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งโปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับ และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการพัฒนา และวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้ไปประเมินประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินงานในการศึกษามีรายละเอียดในแผนผังดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

แนวทางในการคัดเลือกพื้นที่ในการศึกษานี้ จะศึกษาทางแยกในเขตเมืองที่ยังไม่มีสะพานข้ามแยกหรือทางลอด โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

- 3.2.1 พื้นที่ศึกษาเป็นทางแยกที่อยู่ในเขตชุมชนเมืองและเป็นทางแยกที่ยังไม่มีการก่อสร้างสะพานข้ามแยกหรือทางลอด
- 3.2.2 เป็นทางแยกที่มีปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น
- 3.2.3 เป็นทางแยกที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร
- 3.2.4 เป็นทางแยกที่มีปริมาณจราจรของรถทางตรงและเลี้ยวขวาในแต่ละทิศทางที่สูง ในขณะที่มีปริมาณรถที่ต้องการกลับรถที่ทางแยกอยู่ในระดับที่ต่ำ

จากการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่กล่าวไปข้างต้น จึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร ดังแสดงใน รูปที่ 3.2 ถึงรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นสี่แยกในชุมชนเมือง มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจร และมีปริมาณจราจรที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้ โรงพยาบาล โรงเรียน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการหลายแห่ง อีกทั้งบริเวณทางแยกดังกล่าวยังไม่มียานยนต์หรือทางลอด โดยบริเวณทางแยกข้างเคียงพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้นเป็นสะพานยกระดับข้ามทางแยก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวมาศึกษากรณีมีโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามทางแยก เพื่อตรวจสอบว่าเมื่อมีโครงการแล้ว จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพที่ทางแยกและมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่



รูปที่ 3.2 พื้นที่ทำการศึกษาระยะบริเวณสี่แยกศรีอยุธยา



รูปที่ 3.3 ถนนศรีอยุธยา



รูปที่ 3.4 ถนนพระราม 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา

เนื่องจากข้อมูลบางส่วนไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้ ผู้ศึกษาจึงหาข้อมูลจากงานศึกษาของหน่วยงานต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน โดยข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมได้แก่

3.3.1 การประเมินมูลค่าและค่าใช้จ่ายของโครงการ ประกอบด้วย ค่าก่อสร้างโครงการ ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายทางตรงอื่นๆ โดยในส่วนของค่าก่อสร้างโครงการในการศึกษาครั้งนี้จะคำนวณราคาค่าก่อสร้างถนนจากบัญชีราคามาตรฐานสิ่งก่อสร้าง โดยสำนักงบประมาณ ณ ปี พ.ศ. 2565 ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และราคาค่าก่อสร้างทางลดจากค่าเฉลี่ยของมูลค่าโครงการต่างๆ ของสำนักสะพาน กรมทางหลวง

ตารางที่ 3.1 แสดงราคามาตรฐานค่าก่อสร้างของผิวจราจร (สำนักงบประมาณ, 2565)

ลำดับที่	ประเภท/รายการสิ่งก่อสร้าง	ราคาต่อตารางเมตร (บาท)	หมายเหตุ
1	ผิวจราจร		ทุกรายการเป็นราคาที่ไม่รวม
	ผิวทางพาราแอสฟัลต์คอนกรีต (Para Asphalt Concrete)		- ค่า Factor F
	- หนา 5 เซนติเมตร	362	- ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนด
	ผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pavement)		
	- หนา 15 เซนติเมตร	393	
	- หนา 20 เซนติเมตร	500	
	- หนา 23 เซนติเมตร	604	
	- หนา 25 เซนติเมตร	667	
	- หนา 28 เซนติเมตร	837	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost, VOC) และมูลค่าการสูญเสียของเวลา (Value of Time, VOT)

บริเวณทางแยกที่ทำการศึกษายู่ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปริมาณการจราจรเป็นจำนวนมาก เนื่องจากบริเวณพื้นที่ทำการศึกษเป็นพื้นที่ที่มีหน่วยงานราชการและเอกชนหลายแห่ง ดังนั้น ในการศึกษครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) จากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยการใช้รถยนต์รวมทุกประเภทโดยจะคำนึงถึงการกระจายตัวของความเร็ว และมูลค่าการสูญเสียของเวลาเฉลี่ย ซึ่งได้มีการศึกษาและจัดทำคู่มือวิธีการในการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (RUC) โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง โดย สำนักแผนงาน กรมทางหลวง ณ ปี พ.ศ. 2561 ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยการใช้รถยนต์รวมทุกประเภท โดยคำนึงถึงการกระจายของความเร็ว

(หน่วย : บาท/PCU-กิโลเมตร)

ความเร็ว (กม./ชม.)	พื้นที่ราบ				
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	กรุงเทพฯและปริมณฑล	ภาคใต้
10	27.39	27.55	27.62	27.86	27.46
20	21.78	21.94	22.01	22.25	21.85
30	18.61	18.77	18.84	19.08	18.68
40	16.31	16.48	16.55	16.79	16.38
50	14.59	14.76	14.83	15.07	14.66
60	13.36	13.52	13.59	13.83	13.43
70	12.57	12.74	12.81	13.05	12.64
80	12.23	12.39	12.47	12.70	12.30
90	12.32	12.49	12.56	12.80	12.39
100	12.88	13.05	13.12	13.36	12.95
110	13.92	14.09	14.16	14.40	13.99
120	15.47	15.64	15.71	15.95	15.54

ที่มา: โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (สำนักแผนงาน กรมทางหลวง, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงมูลค่าเวลาเฉลี่ยของพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล ณ ปี พ.ศ. 2557

บริเวณพื้นที่	มูลค่าเวลาเฉลี่ย (บาท/PCU-ชม.)
กรุงเทพฯ และปริมณฑล	102.90

ที่มา: โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (สำนักแผนงาน กรมทางหลวง, 2561)

3.3.3 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving, ACC)

จากการศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับจำนวนการเกิดอุบัติเหตุตามลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุที่มีการศึกษาโดยสำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง ณ ปี พ.ศ. 2565 และค่าเฉลี่ยความสูญเสียเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุทางด้านการจราจรจำแนกตามระดับความรุนแรง จากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษามูลค่าอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย โดยกรมทางหลวง และข้อมูลปริมาณการเดินทาง ซึ่งเก็บข้อมูลโดยสำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง ณ ปี พ.ศ. 2565 ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์มูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงมูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย

อุบัติเหตุ	มูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร)		
	สี่แยกระดับดิน	ทางลอด (Underpass)	ทางข้าม (Overpass)
มีผู้เสียชีวิต	148,050	4,056	58,814
มีผู้บาดเจ็บ	509,493	20,186	119,501
เสียเพียงทรัพย์สิน	10,840	665	3,975
รวม	668,382	24,908	182,290

ที่มา: (รายงานปริมาณการเดินทางบนทางหลวง, กรมทางหลวง, 2565) ,(อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน, กรมทางหลวง, 2565) และ (รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษามูลค่าอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย, กรมทางหลวง, 2565)

3.3.4 การวิเคราะห์มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit)

การประเมินผลประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมในการศึกษานี้ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการคำนวณผลตอบแทนของโครงการตามคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” ซึ่งเป็นการศึกษามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2543 โดยมูลค่าผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการรายปี จะเปรียบเทียบระหว่างผลตอบแทนของกรณีที่ไม่มีโครงการกับกรณีที่มีโครงการในแต่ละปี จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการต่อไป การวิจัยนี้จะประเมินด้านมลพิษทางอากาศ เสียงรบกวน และภาวะโลกร้อน เพื่อใช้สำหรับการวัดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ

3.4 การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม

การเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนามเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมาก เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลอง โดยสำรวจข้อมูลในภาคสนามดังนี้

- 1) ลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก
- 2) ปริมาณจราจร
- 3) ความเร็วของยานพาหนะ
- 4) สัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก
- 5) จังหวะสัญญาณไฟจราจร

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 การสำรวจลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก

การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ทำการศึกษ เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองจะประกอบไปด้วย จำนวนช่องจราจรที่ทางแยกในแต่ละทิศทาง ความกว้างของช่องจราจร ระยะเบี่ยงของเกาะกลาง ความกว้างของเกาะกลางถนน เป็นต้น โดยในการศึกษานี้จะใช้ล้อวัดระยะ (Measuring Wheel) ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการวัดระยะต่างๆ เนื่องจากสภาพของทางแยกไม่เรียบ และมียานพาหนะวิ่งผ่านตลอดเวลา การวัดระยะด้วยเทปวัดระยะ (Measuring Tape) ที่ต้องใช้ผู้วัดอย่างน้อย 2 คนจึงไม่เหมาะสมและอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้วัดระยะ

3.4.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Intersection Turning Movement Count) ด้วยกล้องบันทึกวิดีโอและทำการจดบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์มสำรวจ โดยทำการสำรวจข้อมูลในวันราชการ คือวันพฤหัสบดีที่ 25 พฤษภาคม 2566 โดยเก็บปริมาณจราจรทั้งหมด 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07.00-9.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00-18.00 น.) และช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (13.00-15.00 น.) โดยทำการบันทึกข้อมูลปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที โดยข้อมูลที่ได้นี้หน่วยเป็น คัน/ชั่วโมง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณจราจรสูงสุดในชั่วโมงเร่งด่วนและสัดส่วนของยานพาหนะของแต่ละช่วงเวลา โดยการศึกษาครั้งนี้ได้แยกประเภทของรถเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ 1) รถจักรยานยนต์ (MC) 2) รถยนต์ (PC) 3) รถบรรทุก 6 ล้อ (TRUCK) และ 4) รถบัสโดยสาร (BUS)

รายละเอียดของแบบฟอร์มสำรวจและผลการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยกได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก และภาคผนวก ข ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลสัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของรถออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก 6 ล้อ และ รถบัสโดยสาร โดยนำข้อมูลปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมงของแต่ละช่วงเวลา มาหาสัดส่วนของรถแต่ละประเภท ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้ในการกำหนดสัดส่วนของรถแต่ละประเภท (Vehicle Compositions) ในแบบจำลอง VISSIM ต่อไป ดังนั้นเมื่อยานพาหนะมีหลากหลายประเภท จึงต้องบันทึกปริมาณจราจรแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก แล้วนำมาปรับเปลี่ยนประเภทของรถต่างๆ ให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน เพื่อทำการวิเคราะห์ผลทางด้านจราจรให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด ค่าที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนจะเทียบเท่ากับค่าของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) โดยแต่ละหน่วยงานอาจใช้ค่าที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมโดยค่า PCU ของรถแต่ละประเภทที่ใช้ในการศึกษานี้ แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่า PCU ของรถแต่ละประเภท

ประเภทของรถ	ค่า PCU
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	1.00
รถจักรยานยนต์	0.33
รถบรรทุก 6 ล้อ	2.10
รถโดยสารขนาดใหญ่	2.10

ที่มา: สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2564

3.4.3 การสำรวจความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางแยก

การหาข้อมูลความเร็วของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกไปใช้กำหนดความเร็วของยานพาหนะในแบบจำลอง (Desired Speed Distribution) ผู้วิจัยได้ศึกษาด้วยวิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) โดยใช้วิธีการจับเวลาขณะที่รถวิ่งผ่านจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ณ จุดข้ามผ่านทางแยก โดยทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดความเร็วของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง แล้วทำการบันทึกในแบบสำรวจข้อมูลความเร็ว โดยใช้วิธีการคำนวณ ดังแสดงในสมการที่ 3-1 เมื่อได้ข้อมูลความเร็วของรถแต่ละประเภทแล้ว จึงนำไปใช้ในการกำหนดความเร็วของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถแต่ละประเภท ในแบบจำลอง VISSIM ต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการจัดบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบฟอร์มการสำรวจความเร็ว (ภาคผนวก ก) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาความเร็วต่อไป

ความเร็ว คือ อัตราการเคลื่อนที่ในหน่วยระยะทางต่อเวลา หรือส่วนกลับของเวลาที่ยานพาหนะใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนดคูณด้วยระยะทางนั้น โดยสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 3-1 (ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2559)

$$s = \frac{d}{t} \quad \text{สมการที่ 3-1}$$

โดยที่

s = ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

d = ระยะทางที่เดินทาง (กิโลเมตร)

t = เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง)

3.4.4 การสำรวจสัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก

ข้อมูลสัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของรถออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก 6 ล้อ และ รถบัสโดยสาร ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น โดยนำข้อมูลปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมงของแต่ละช่วงเวลา มาหาสัดส่วนของรถแต่ละประเภท ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้ในการกำหนดสัดส่วนของรถแต่ละประเภท (Vehicle Compositions) ในแบบจำลอง VISSIM ต่อไป

3.4.5 การสำรวจจังหวะสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก

เนื่องจากในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลมีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ทำให้ระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรไม่คงที่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรใหม่โดยใช้โปรแกรม SYNCHRO เพื่อคำนวณหารอบสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองและโครงข่ายของถนนต่อไป

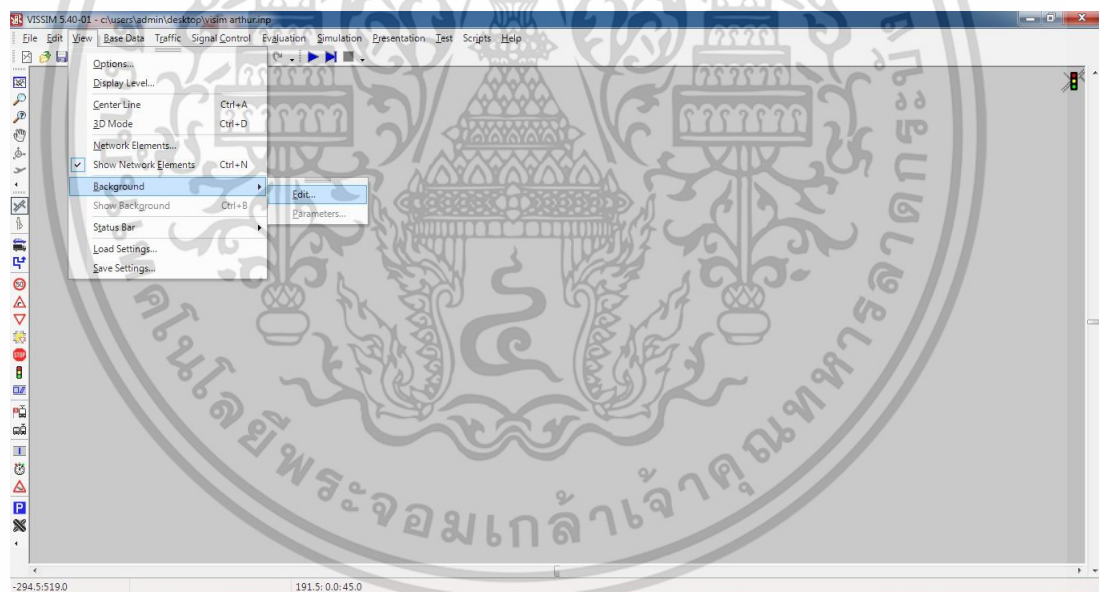
สำหรับการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเข้าในการพัฒนาแบบจำลองและโครงข่ายของถนน เนื่องจากมีปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนที่สูงที่สุด ส่วนข้อมูลปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็นและนอกชั่วโมงเร่งด่วน จะนำมาทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองต่อไป

3.5 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม VISSIM

จากการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นสี่แยกในเขตชุมชนเมือง มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจร และมีปริมาณจราจรที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้ โรงพยาบาล โรงเรียน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการหลายแห่ง อีกทั้งบริเวณทางแยกดังกล่าวยังไม่มีสะพานยกระดับหรือทางลอด ผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวมาศึกษาประสิทธิภาพของทางแยกและหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กรณีมีทางแยกต่างระดับข้ามทางแยก ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในการจำลองสภาพการจราจรโดยโปรแกรม VISSIM มีรายละเอียดดังนี้

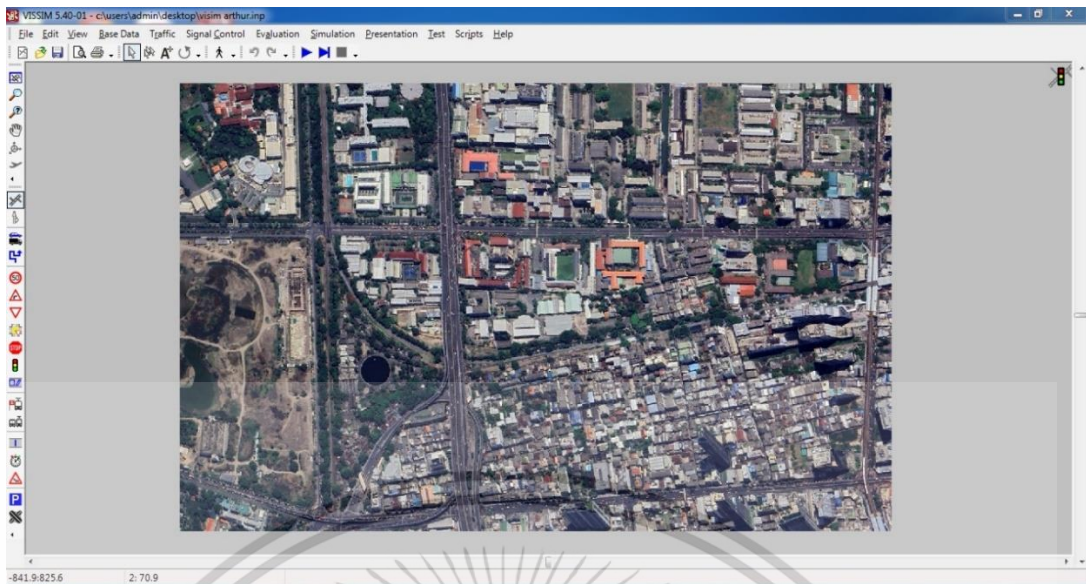
3.5.1 การนำเข้าภาพพื้นหลัง

การนำเข้าภาพพื้นหลังในโปรแกรม VISSIM เริ่มต้นจากการนำภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาจาก Google Map มาทำเป็นภาพพื้นหลังในโปรแกรม ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Menu > View > Background > Edit > Load จากนั้นทำการเลือกไฟล์รูปภาพที่ต้องการนำมาเป็นพื้นหลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 การนำเข้าภาพพื้นหลัง (Background) ในโปรแกรม VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



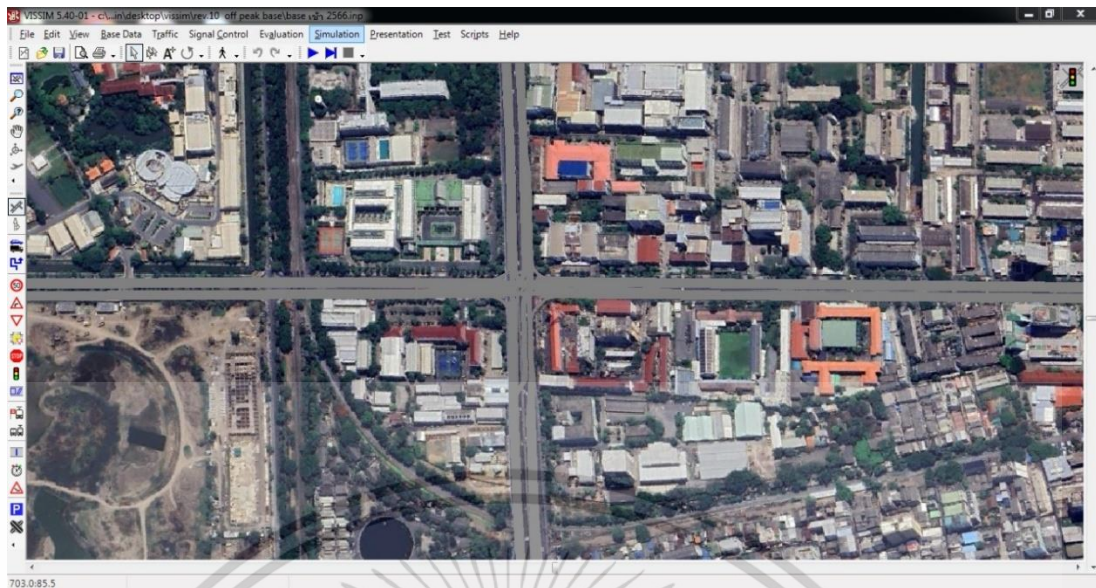
รูปที่ 3.6 การนำเข้าภาพพื้นหลัง (Background) ในโปรแกรม VISSIM (ต่อ)

3.5.2 การสร้างโครงข่ายของถนน

เป็นขั้นตอนในการสร้างรูปแบบของถนนให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยใช้คำสั่ง Link & Connector ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ถึงรูปที่ 3.9 และสามารถกำหนดคุณสมบัติของถนนจากคำสั่งย่อยต่างๆ ดังนี้

- ชื่อของถนน (Name)
- จำนวนช่องจราจร (No. of Lanes)
- ชนิดของพฤติกรรมในการใช้ถนน (Behavior Type)
- รูปแบบของการแสดงผล (Display Type)
- ความกว้างของช่องจราจร (Lane Width)
- ความกว้างของช่องจราจรหลายขนาด (Various Lane Widths)
- เลนต้องห้าม (Lane Closure)
- ช่องจราจรที่ห้ามเปลี่ยนเลน (No Lane Change)
- การเปลี่ยนทิศทางการวิ่งของรถ (Change Direction)
- พื้นที่ใช้เป็นช่องคนเดิน (Use as Pedestrian Area)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

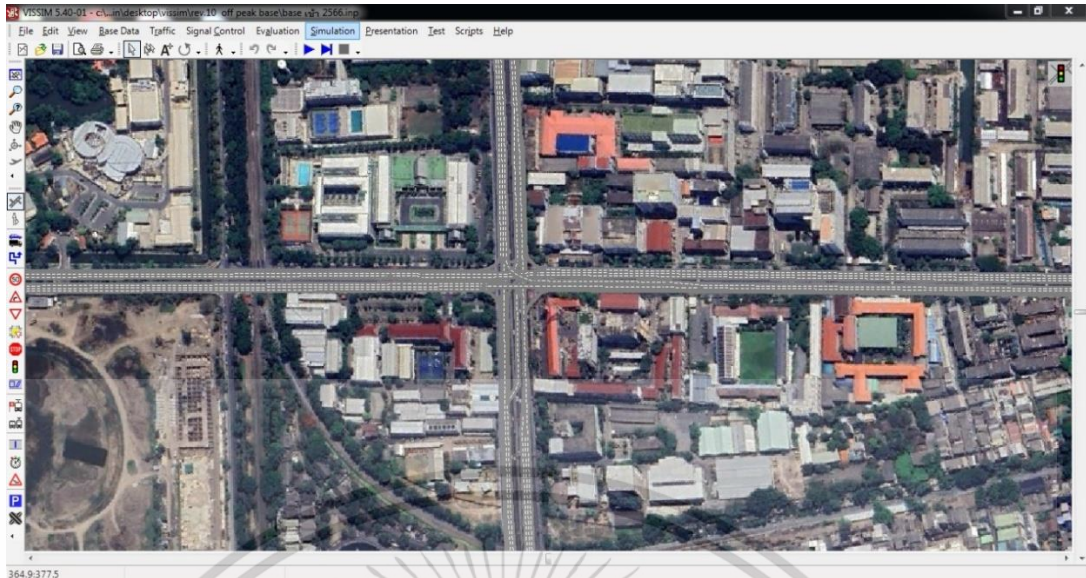


รูปที่ 3.7 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM



รูปที่ 3.8 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM (ต่อ)

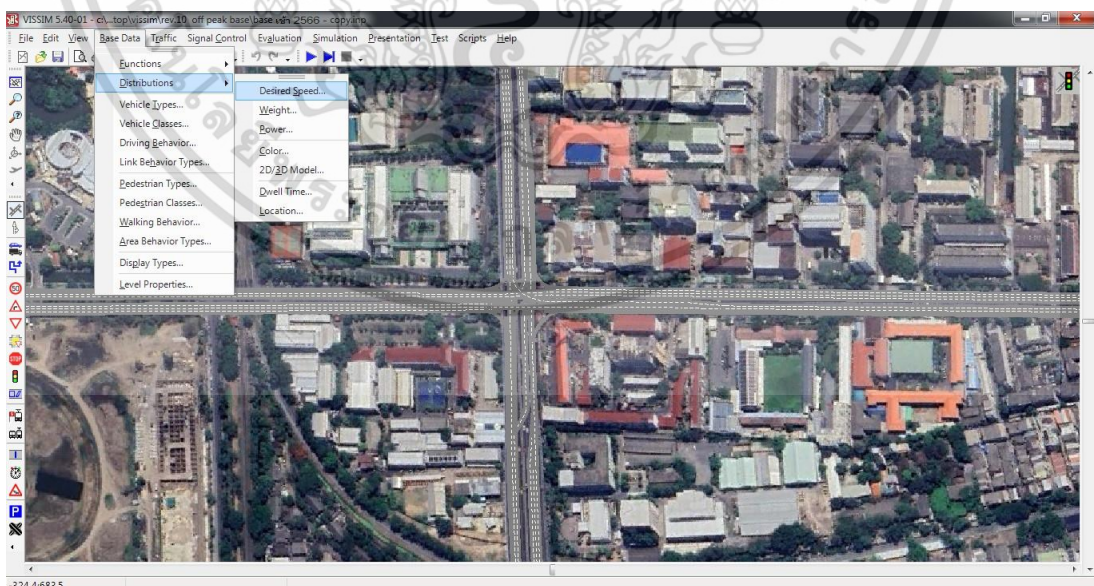
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การสร้างโครงข่ายถนน (Link & Connector) โดยใช้โปรแกรม VISSIM (ต่อ)

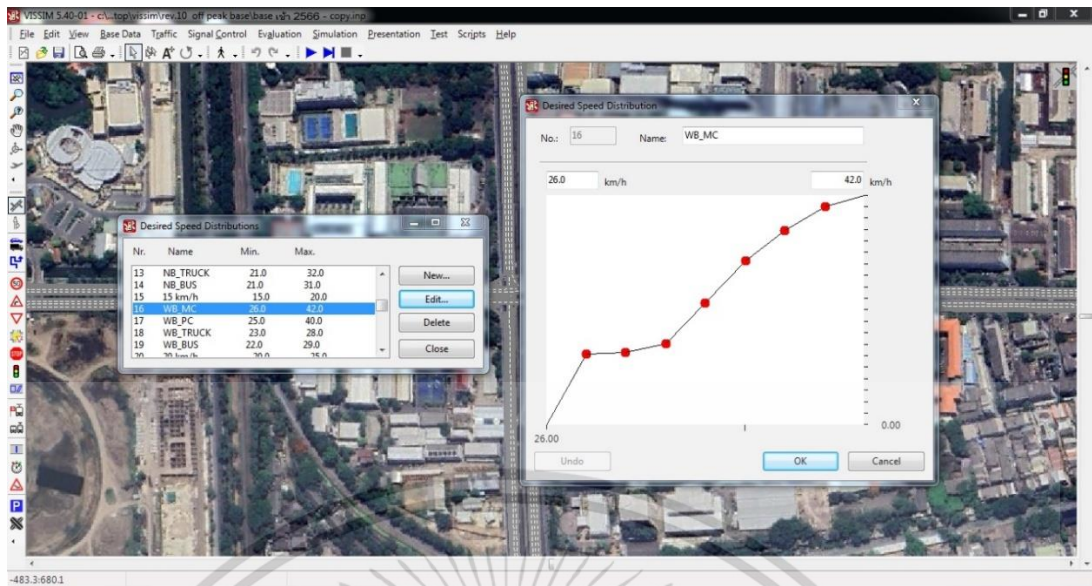
3.5.3 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะ (Desired Speed)

การกำหนดความเร็วของยานพาหนะ (Desired Speed) เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทที่ได้จากการสำรวจมาปรับเทียบกับกราฟความเร็วในโปรแกรม เพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยใช้คำสั่ง Menu > Base Data > Distributions > Desired Speed ซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นกราฟความเร็วสะสม ดังแสดงในรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (Desired Speed)

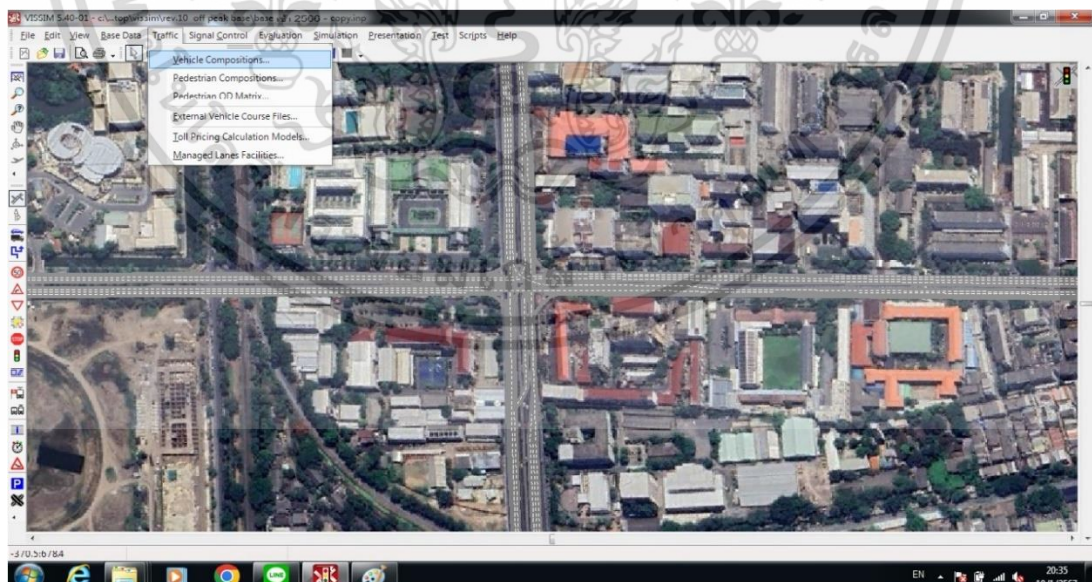
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (Desired Speed) (ต่อ)

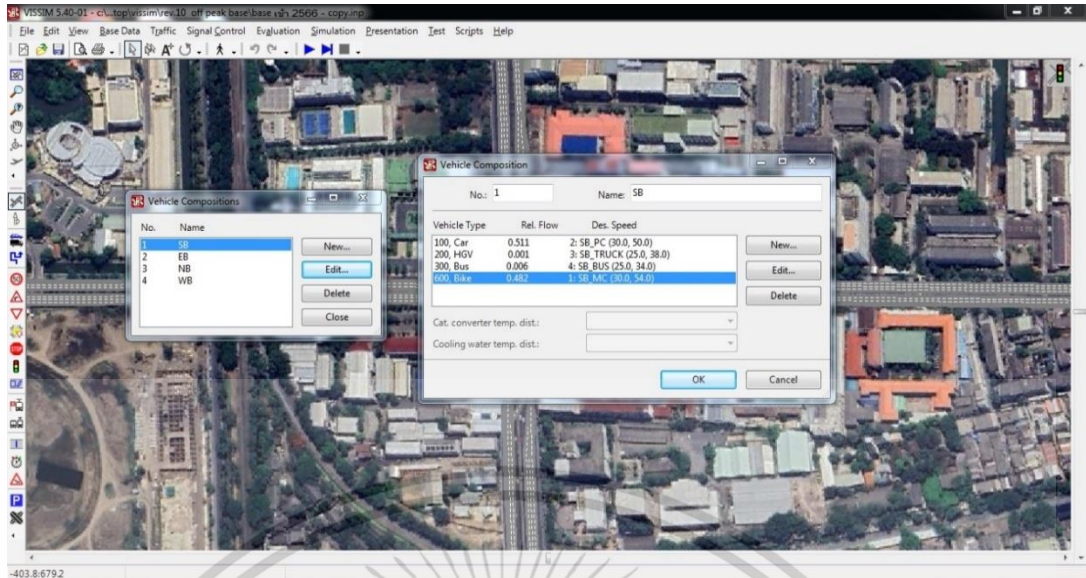
3.5.4 การกำหนดชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Compositions)

การกำหนดชนิดของยานพาหนะเป็นขั้นตอนในการกำหนดสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทางให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Menu > Traffic > Vehicle Compositions ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 การกำหนดชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Compositions)

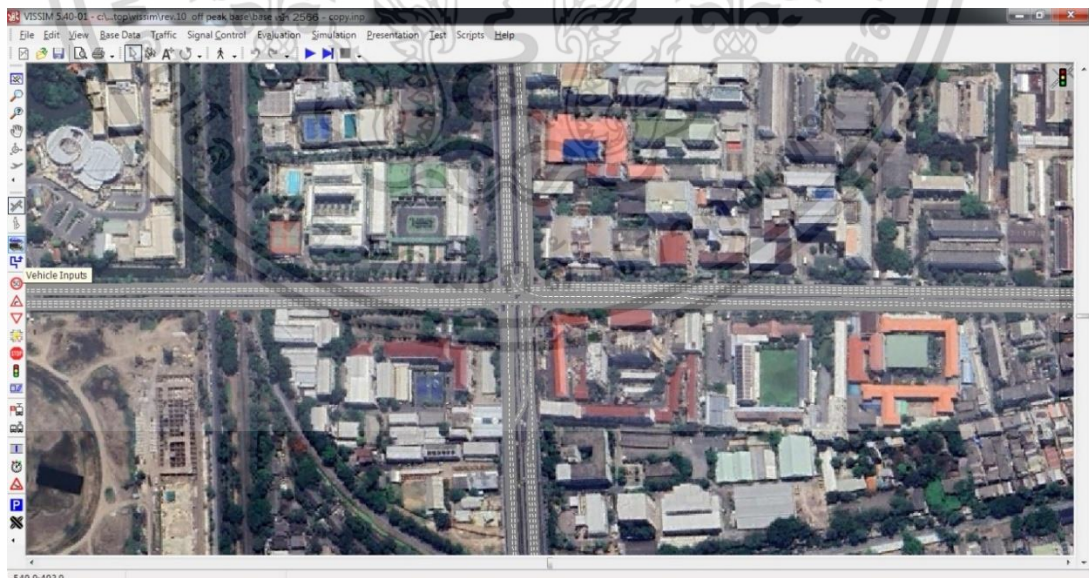
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 การกำหนดชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Compositions) (ต่อ)

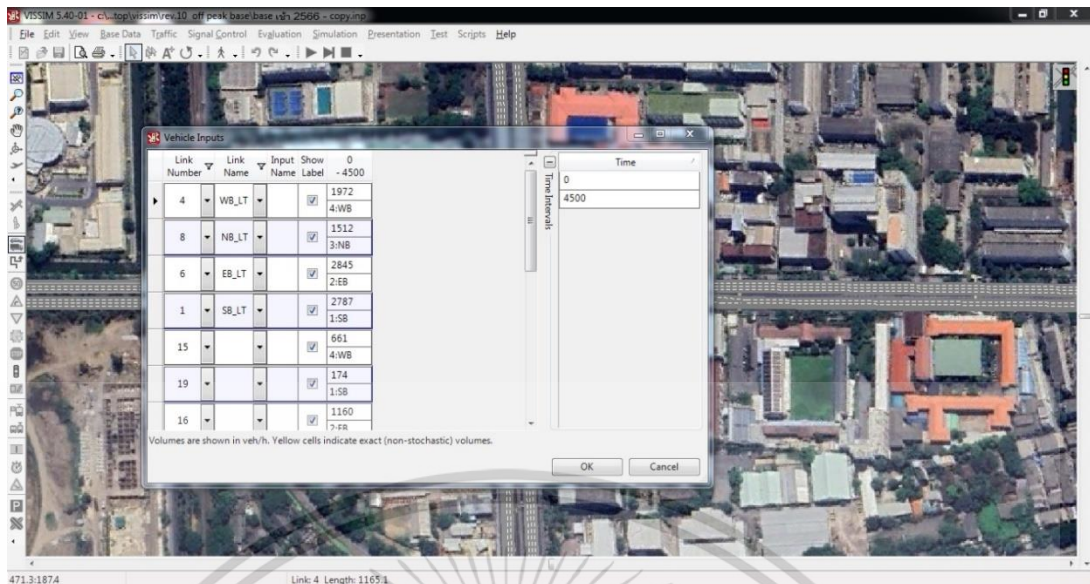
3.5.5 การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจร (Vehicle Inputs)

การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจร เป็นขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรของยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทางที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม โดยใช้คำสั่ง Vehicle Inputs ดังแสดงในรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจรของยานพาหนะ (Vehicle Inputs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



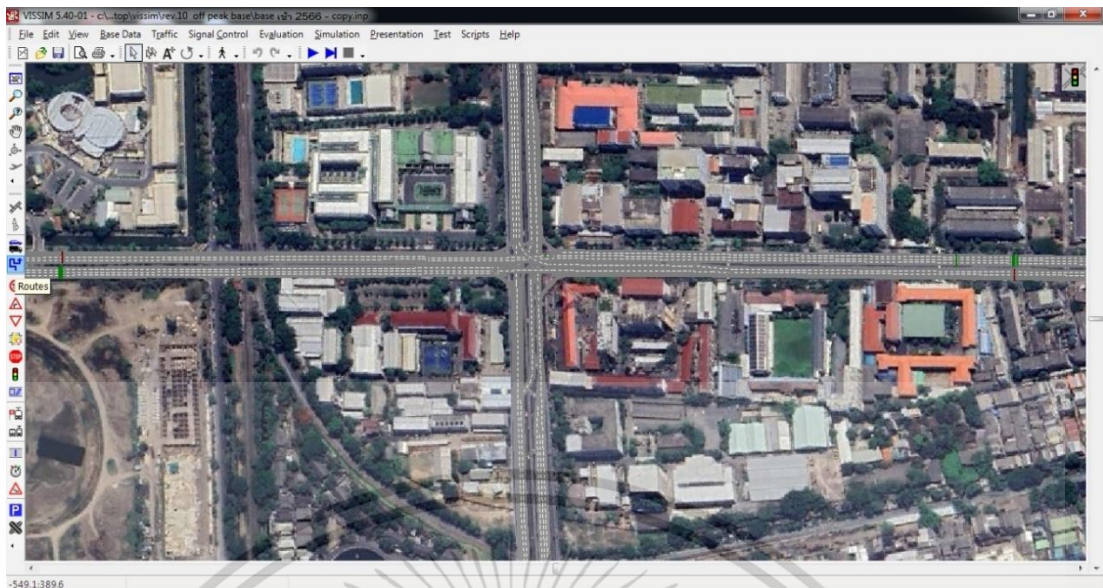
รูปที่ 3.15 การนำเข้าข้อมูลของปริมาณจราจรของยานพาหนะ (Vehicle Inputs) (ต่อ)

3.5.6 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes)

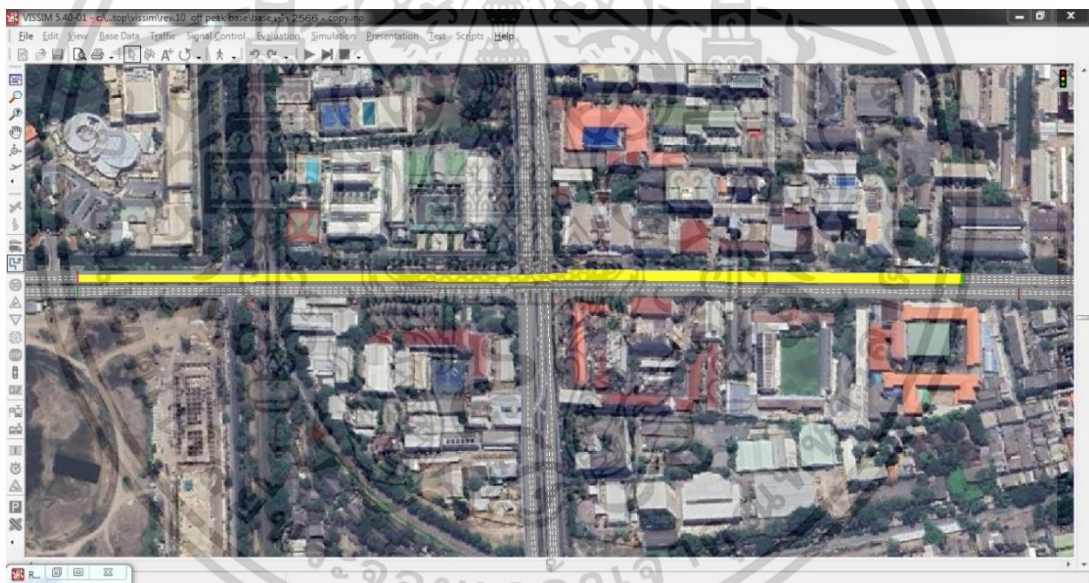
การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ เป็นขั้นตอนในการกำหนดทิศทางของยานพาหนะ แต่ละประเภทที่วิ่งผ่านทางแยก จากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางหนึ่ง (ทางตรง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา กลับรถ) และกำหนดปริมาณการจราจรของยานพาหนะในแต่ละทิศทางของพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งดำเนินการโดยใช้คำสั่ง Routes ดังแสดงในรูปที่ 3.16 ถึงรูปที่ 3.18 และสามารถกำหนดคุณสมบัติของแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ จากคำสั่งย่อยต่างๆ ดังนี้

- หมายเลขของเส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ (No.)
- ชื่อเส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ (Name)
- กำหนดระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดของถนน (At)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

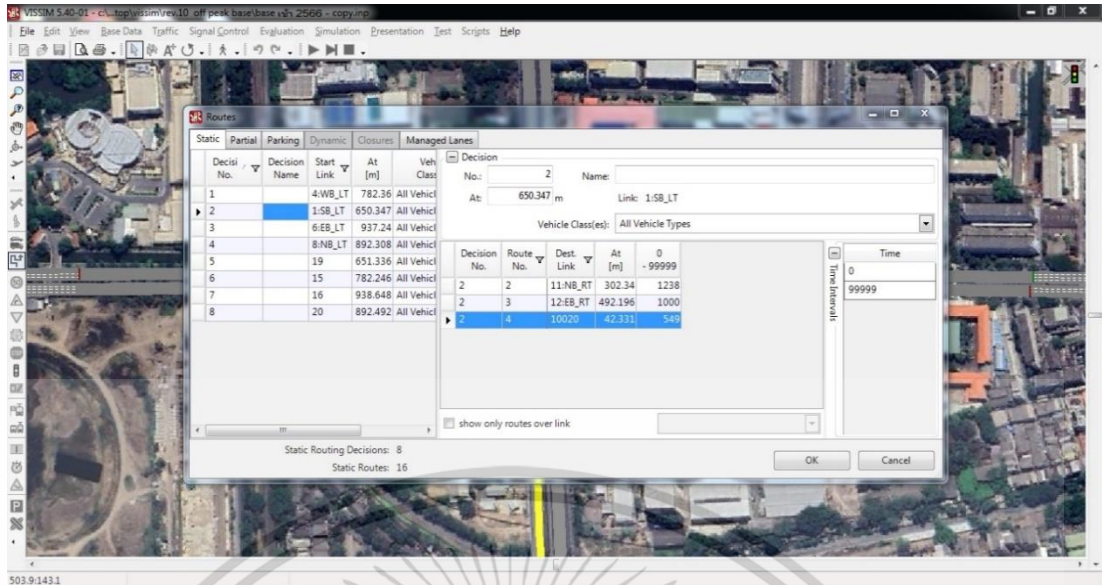


รูปที่ 3.16 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes)



รูปที่ 3.17 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การสร้างแนวเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes) (ต่อ)

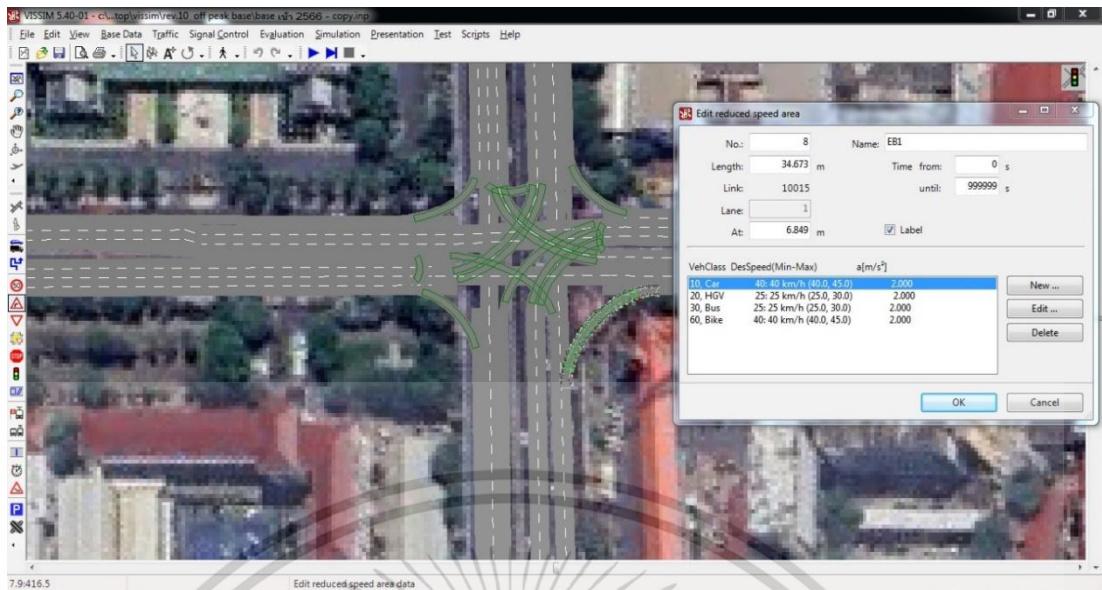
3.5.7 การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ (Reduce Speed Areas)

การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ เป็นขั้นตอนในการกำหนดบริเวณพื้นที่ที่จำเป็นต้องให้ยานพาหนะลดความเร็วลง เช่น จุดเลี้ยวรถ จุดกลับรถ เป็นต้น โดยใช้คำสั่ง Reduce Speed Areas ดังแสดงในรูปที่ 3.19 และรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ (Reduce Speed Areas)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



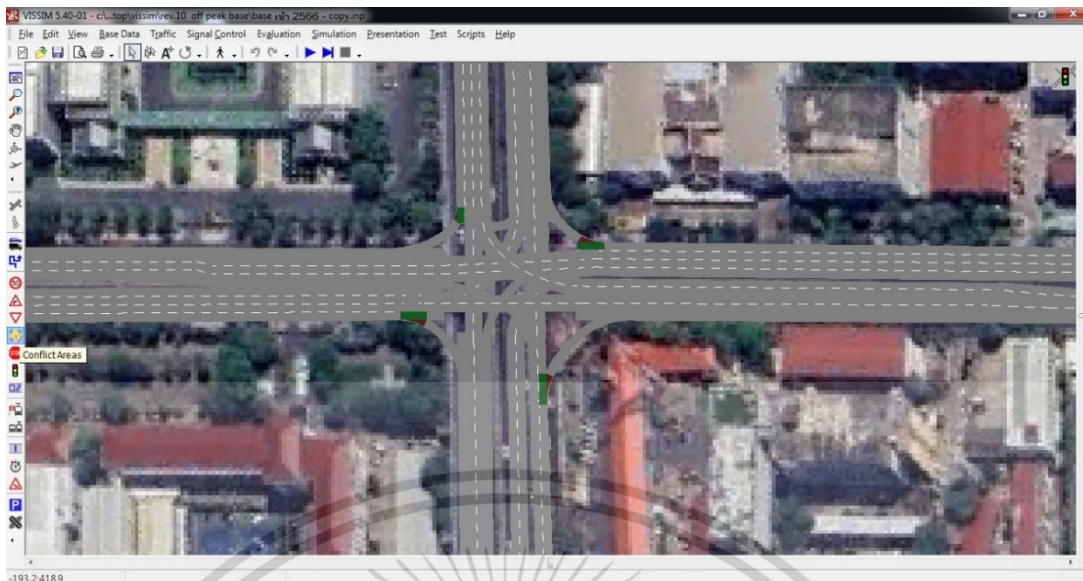
รูปที่ 3.20 การกำหนดพื้นที่ลดความเร็วของยานพาหนะ (Reduce Speed Areas) (ต่อ)

3.5.8 การกำหนดพื้นที่ควรระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน (Conflict Area)

การกำหนดพื้นที่ควรระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน เป็นการกำหนดพื้นที่ในบริเวณต่างๆ ที่ยานพาหนะต้องระมัดระวัง เนื่องจากการตัดกันหรือเกิดจุดขัดแย้งของถนน โดยใช้คำสั่ง Conflict Area ดังแสดงในรูปที่ 3.21 และสามารถกำหนดคุณสมบัติของพื้นที่ควรระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน จากคำสั่งย่อยๆ ดังนี้

- แดบสีเขียว คือ เส้นทางที่มาจากทางหลัก ซึ่งยานพาหนะที่วิ่งมาจากเส้นทางนี้จะได้รับคำสั่งให้ผ่านไปก่อนได้
- แดบสีแดง คือ เส้นทางที่มาจากทางรอง ซึ่งยานพาหนะที่วิ่งมาจากเส้นทางนี้จะได้รับคำสั่งให้รอรถที่วิ่งมาจากเส้นทางหลักผ่านไปก่อนจึงจะสามารถผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

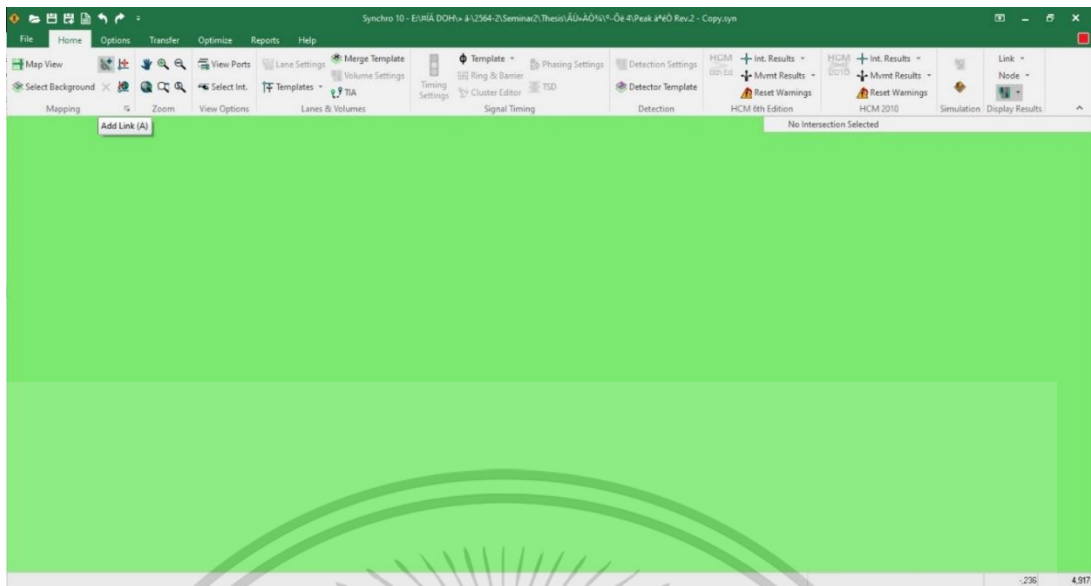


รูปที่ 3.21 การกำหนดพื้นที่ควรระวังเนื่องจากการตัดกันของถนน (Conflict Area)

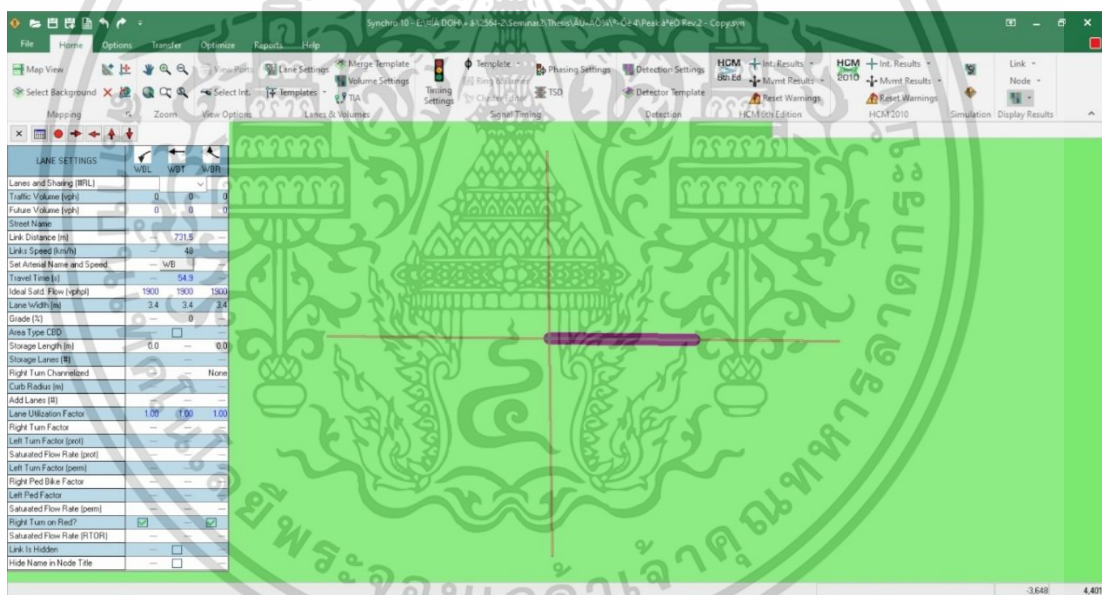
3.5.9 การจำลองจังหวะของสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก (Signal Control)

การจำลองจังหวะสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก เป็นการกำหนดความยาวและจังหวะของรอบสัญญาณไฟจราจร โดยการวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม SYNCHRO ในการออกแบบเพื่อหารอบสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.9.1 การสร้างโครงข่ายของถนน เป็นขั้นตอนที่กำหนดรูปแบบของถนนให้มีลักษณะที่สอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยใช้คำสั่ง Add Link และสามารถกำหนดคุณสมบัติของถนนจากคำสั่งย่อยต่างๆ เช่น ชื่อของถนน ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.22 การสร้างโครงข่ายของถนน (Add Link)



รูปที่ 3.23 การสร้างโครงข่ายของถนน (Add Link) (ต่อ)

3.5.9.2 การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร เป็นขั้นตอนในการกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางให้มีความสอดคล้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



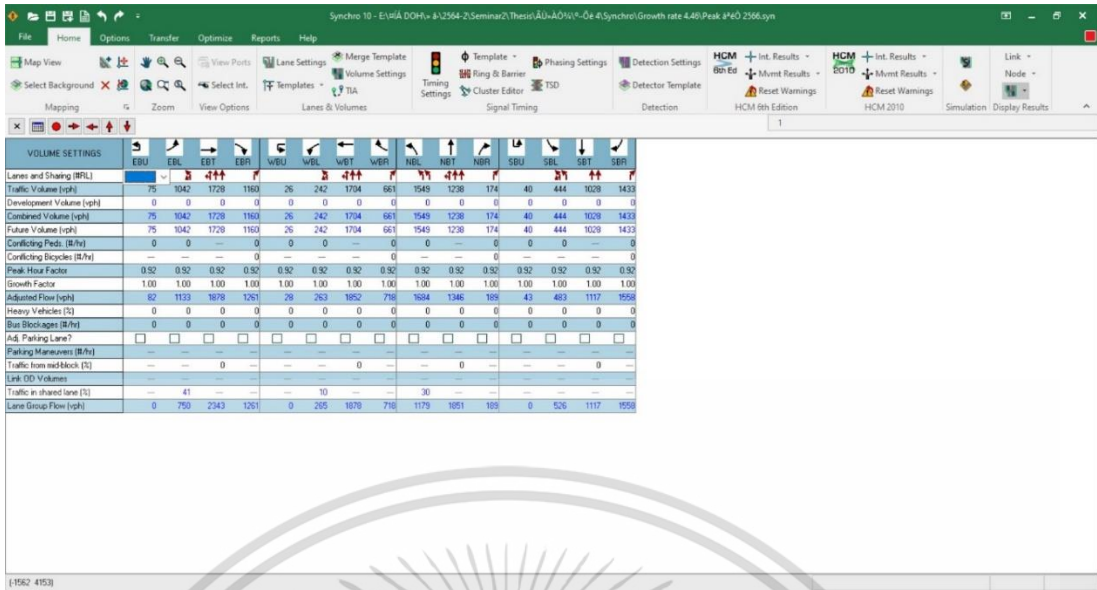
รูปที่ 3.24 การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจร

3.5.9.3 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นขั้นตอนในการกำหนดค่าพื้นฐานต่างๆ ที่ได้จากการเก็บข้อมูล เช่น ระยะเวลาของไฟเหลือง รูปแบบการควบคุมจราจรที่ทางแยก เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.25 ถึงรูปที่ 3.27

LANE SETTINGS	EBU	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBL	SBL	SBL
Lanes and Sharing (B/L)														
Traffic Volume (vph)	75	1042	1728	1160	26	242	1704	661	1549	1238	174	40	444	1433
Future Volume (vph)	75	1042	1728	1160	26	242	1704	661	1549	1238	174	40	444	1433
Street Name														
Link Distance (m)		377.5			372.0			343.5					323.0	
Link Speed (km/h)		48			48			48					48	
Set Animal Name and Speed		EB			WB			NB					SB	
Travel Time (s)		7.13			7.81			48.7					62.5	
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.4	2.4	3.0	3.0	2.4	2.4	3.0	3.0	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)		0			0			0					0	
Alpha Type CED														
Storage Length (m)		0.0			85.0			0.0					0.0	
Storage Lanes (#)														
Right Turn Channelized				Free			Free				Free		Free	
Curb Radius (m)				14.9			14.9				14.9		14.9	
Add Lanes (#)				0			0				0		0	
Lane Utilization Factor	0.91	0.96	0.96	1.00	0.91	0.96	0.96	1.00	0.91	0.91	1.00	0.96	0.97	0.95
Right Turn Factor		1.000	1.000	0.850		1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850		1.000	1.000
Left Turn Factor (prot)		0.950	0.980	1.000		0.950	0.963	1.000	0.950	0.969	1.000		0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)		1345	4529	1507		1345	4571	1507	2729	4253	1507		3268	3369
Left Turn Factor (perm)		0.950	0.950	1.000		0.950	0.995	1.000	0.990	0.987	1.000		0.950	1.000
Right Ped/Bike Factor		1.000	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	1.000
Saturated Flow Rate (perm)		1345	4529	1507		1345	4571	1507	2729	4253	1507		3268	3369
Right Turn on Red?														
Saturated Flow Rate (RTDR)		0	0	0		0	0	0		0	0		0	0
Link Is Hidden														
Hide Name in Node Title														

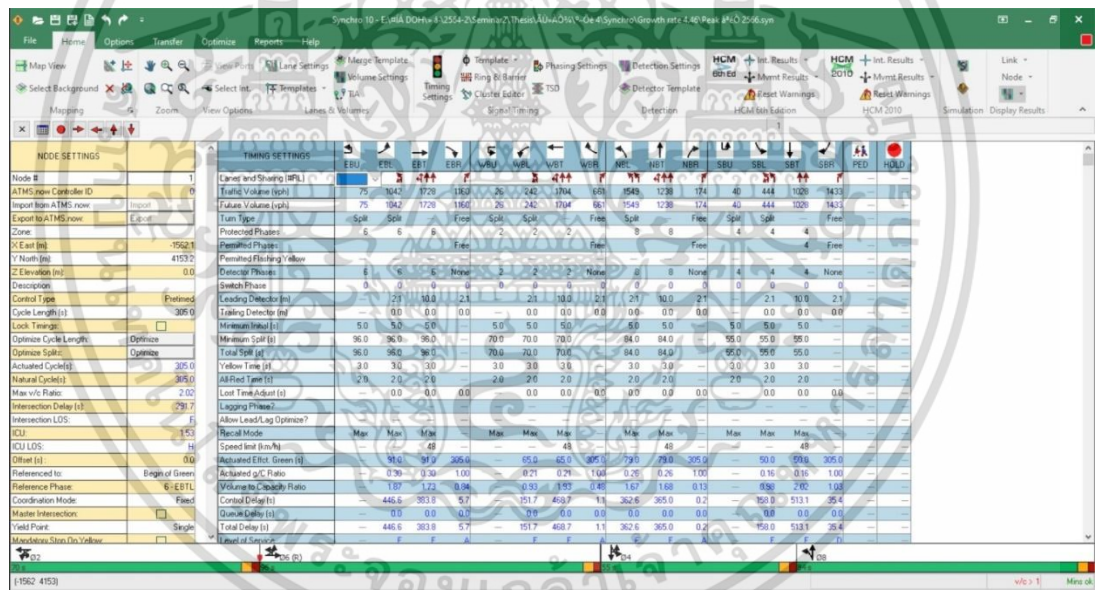
รูปที่ 3.25 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The screenshot shows the 'VOLUME SETTINGS' table in Synchro 10. The table lists various traffic parameters for 12 different approaches (EBU, EBL, EBT, EBR, WBU, WBL, WBT, WBR, NEU, NEL, NET, NEB, SBU, SBL, SBT, SEB). The parameters include Lane and Sharing (BRL), Traffic Volume (Lph), Development Volume (Lph), Combined Volume (Lph), Future Volume (Lph), Conflicting Ped. (B/h), Conflicting Bicycles (B/h), Peak Hour Factor, Growth Factor, Adjusted Flow (Lph), Heavy Vehicles (%), Bus Blockage (B/h), Ad. Parking Lane?, Parking Maneuvers (B/h), Traffic from midblock (%), Link OD Volumes, Traffic in shared lane (%), and Lane Group Flow (Lph).

รูปที่ 3.26 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร (ต่อ)



The screenshot shows the 'TIMING SETTINGS' table in Synchro 10. The table lists various timing parameters for 12 different approaches (EBU, EBL, EBT, EBR, WBU, WBL, WBT, WBR, NEU, NEL, NET, NEB, SBU, SBL, SBT, SEB). The parameters include Lane and Sharing (BRL), Traffic Volume (Lph), Future Volume (Lph), Turn Type, Protected Phases, Permitted Phases, Detector Phases, Sketch Phase, Leading Detector (m), Trailing Detector (m), Minimum Interval (s), Minimum Split (s), Optimize Split, Total Split (s), Yellow Time (s), All-Red Time (s), Lost Time/Adjust (s), Lagging Phase?, Allow Lead/Lag Optimize?, Racial Mode, Speed limit (km/h), Actuated Eff. Green (s), Actuated u/c Ratio, Volume to Capacity Ratio, Control Delay (s), Queue Length (s), and Yield Delay (s).

รูปที่ 3.27 การกำหนดค่าพื้นฐานของรอบสัญญาณไฟจราจร (ต่อ)

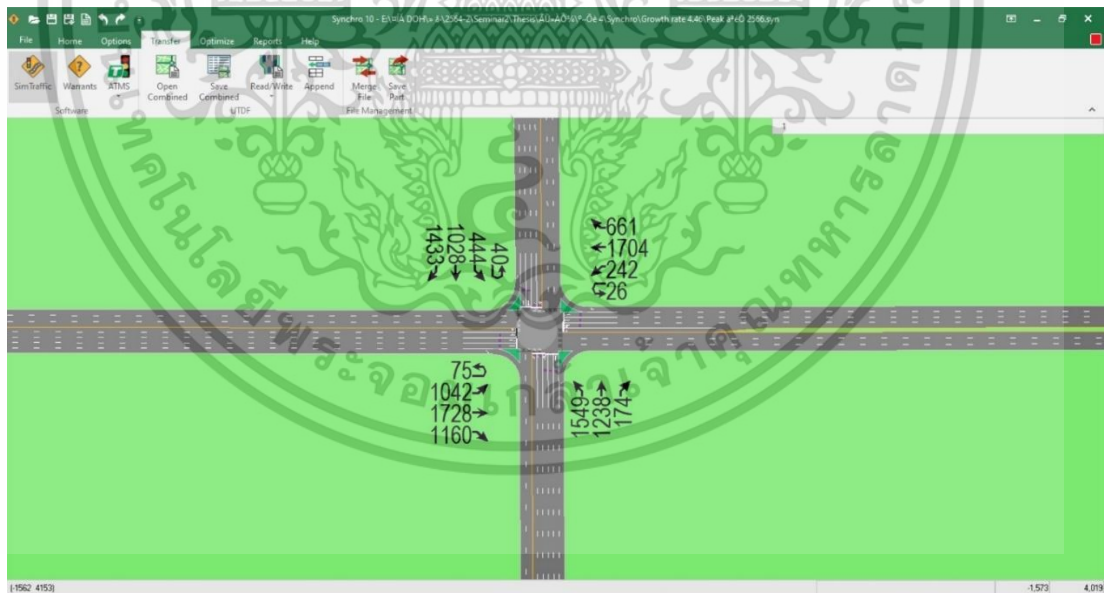
3.5.9.4 การตั้งการรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นขั้นตอนในการตั้งการรอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ในโปรแกรม VISSIM ต่อไป โดยใช้คำสั่ง Optimize ดังแสดงในรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
Node #	1	EBU	EBL	EBT	EBR	WBU	WBL	WBT	WBR	NBU	NBL	NBT	NBR
Lanes and Sharing (B/L)		[Icons]											
Traffic Volume (vph)	75 1042 1728 1160	26	242	1704	661	1549	1238	174	40	444	1028	1433	
Future Volume (vph)	75 1042 1728 1160	26	242	1704	661	1549	1238	174	40	444	1028	1433	
Turn Types	SpkL SpkR	Free	SpkL SpkR	Free	SpkL SpkR	Free	SpkL SpkR	Free	SpkL SpkR	Free	SpkL SpkR	Free	
Permitted Phases		[Icons]											
Protected Phases		[Icons]											
Detector Phases		[Icons]											
Switch Phase		[Icons]											
Leading Detector (m)	2.1 10.0 2.1	2.1	10.0	2.1	2.1	10.0	2.1	2.1	10.0	2.1	2.1	10.0	2.1
Trailing Detector (m)	0.0 0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minimum Initial (s)	5.0 5.0 5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Spill (s)	96.0 96.0 96.0	70.0	70.0	70.0	84.0	84.0	84.0	84.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
Total Spill (s)	96.0 96.0 96.0	70.0	70.0	70.0	84.0	84.0	84.0	84.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
Yellow Time (s)	3.0 3.0 3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
AllRed Time (s)	2.0 2.0 2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Lost Time Adjust (s)	0.0 0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Logging Phases?		[Icons]											
Allow Lead/Lag Optimize?		[Icons]											
Recall Mode	Max Max Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
Speed limit (mi/h)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Actualized Effct. Green (s)	91.0 91.0 305.0	65.0	65.0	305.0	79.0	79.0	305.0	91.0	91.0	305.0	91.0	91.0	305.0
Actualized sp/C Ratio	0.39 0.39 1.00	0.21	0.21	1.00	0.26	0.26	1.00	0.39	0.39	1.00	0.39	0.39	1.00
Volume to Capacity Ratio	1.87 1.77 0.84	0.93	1.93	0.46	1.62	1.68	0.13	0.96	2.02	1.03	0.96	2.02	1.03
Control Delay (s)	446.5 363.8 5.7	951.7	489.7	1.1	362.5	305.0	0.2	158.0	513.1	35.4	158.0	513.1	35.4
Queue Delay (s)	0.0 0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total Delay (s)	446.5 363.8 5.7	951.7	489.7	1.1	362.5	305.0	0.2	158.0	513.1	35.4	158.0	513.1	35.4
Level of Service	F F A	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

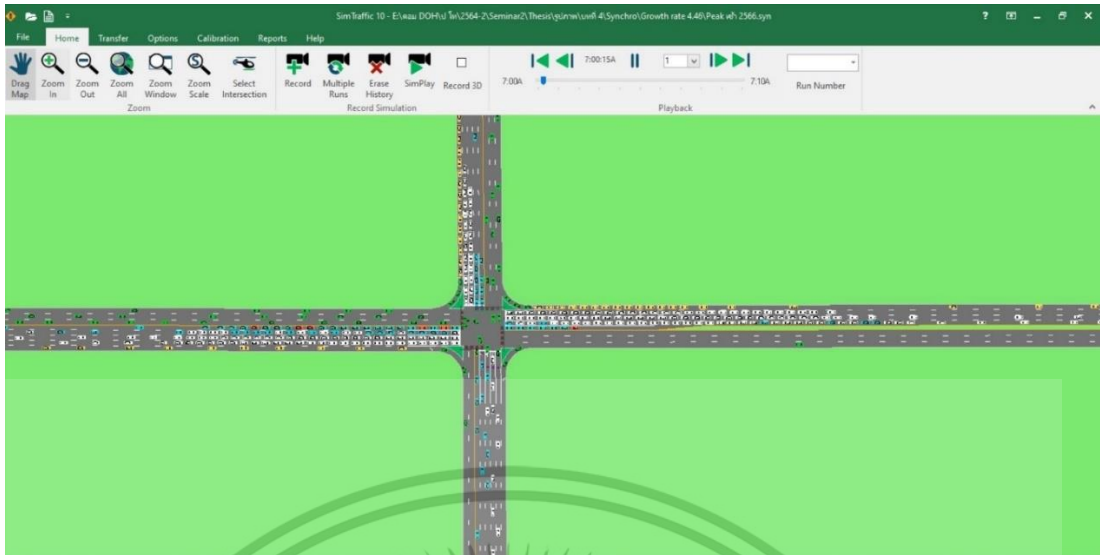
รูปที่ 3.28 การตั้งค่ารอบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

3.5.9.5 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง เป็นขั้นตอนในการประมวลผลและตรวจสอบข้อมูลของแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนาม โดยใช้คำสั่ง Sim Traffic ดังแสดงในรูปที่ 3.29 และรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.29 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลองโดยโปรแกรม SYNCHRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลองโดยโปรแกรม SYNCHRO (ต่อ)

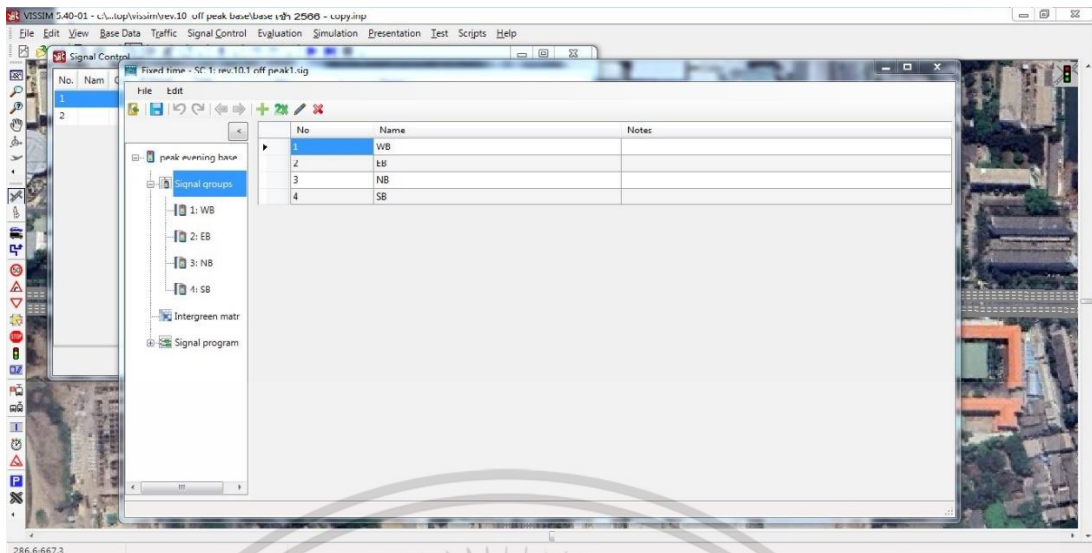
3.5.10 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นการกำหนดความยาวและจังหวะของรอบสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากโปรแกรม SYNCHRO มานำเข้าในโปรแกรม VISSIM ดังแสดงในรูปที่ 3.31 ถึงรูปที่ 3.33

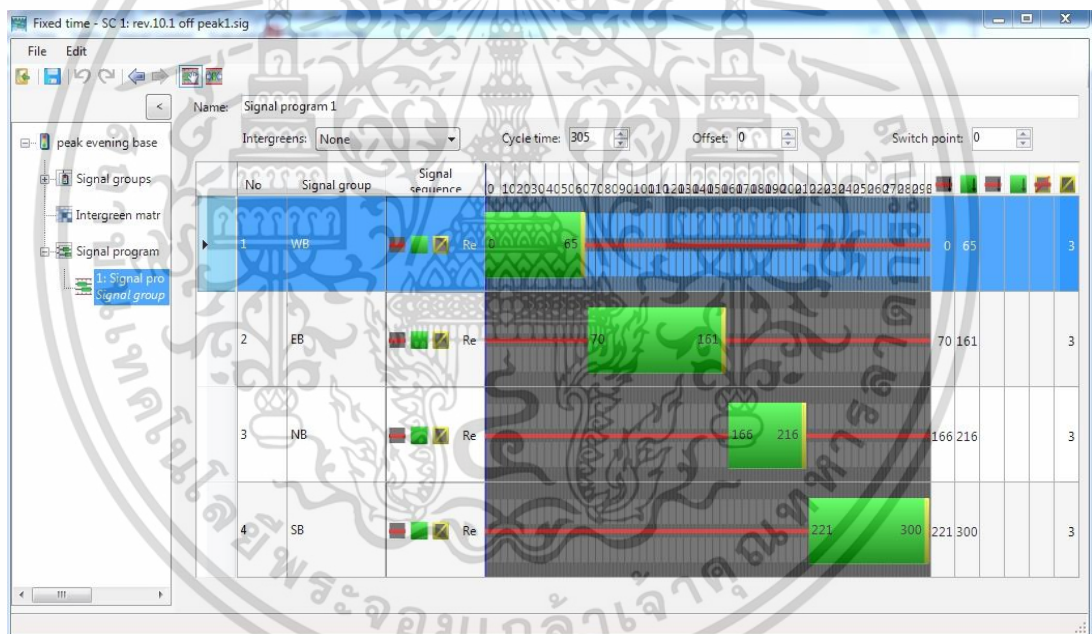


รูปที่ 3.31 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control) (ต่อ)

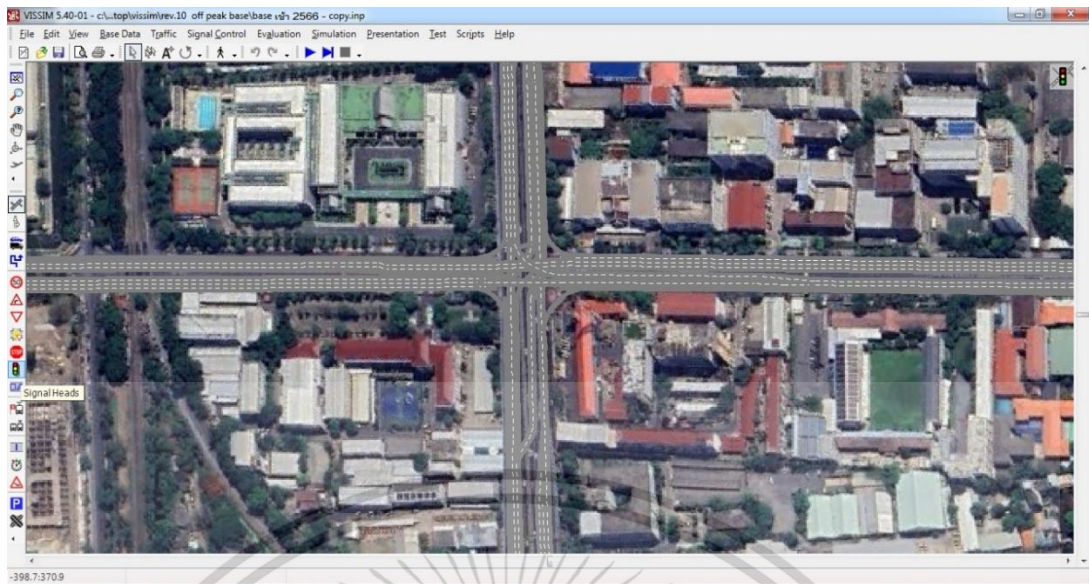


รูปที่ 3.33 การสร้างรอบสัญญาณไฟจราจร (Signal Control) (ต่อ)

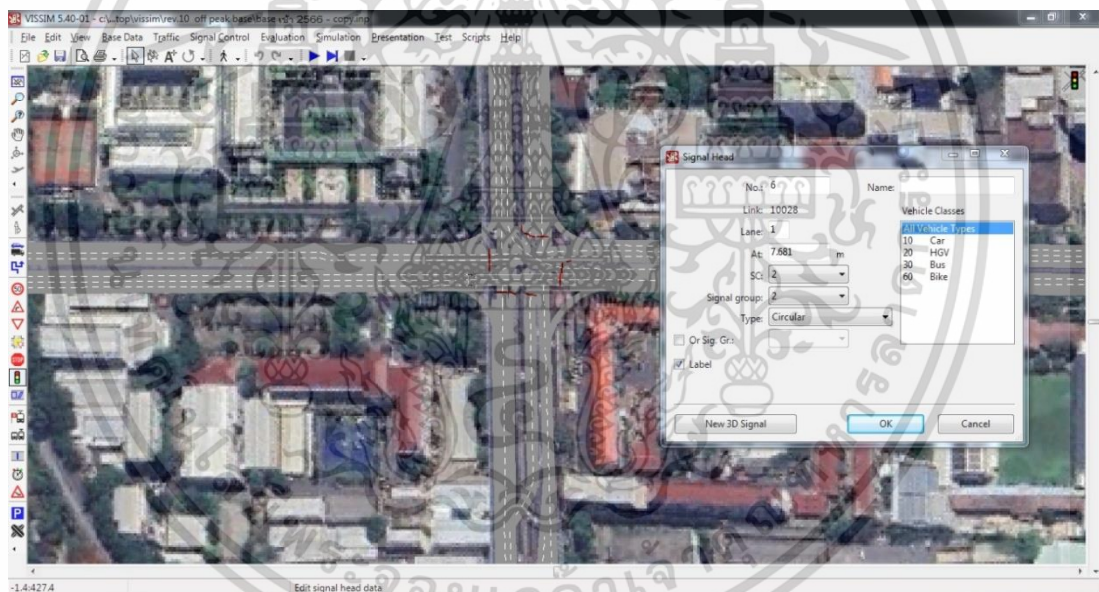
3.5.11 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads)

การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เป็นการกำหนดเส้นแนวเขตเพื่อให้ยานพาหนะหยุดรอสัญญาณไฟจราจรในพื้นที่ที่ทำการศึกษานี้ โดยใช้คำสั่ง Signal Heads ดังแสดงในรูปที่ 3.34 และรูปที่ 3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



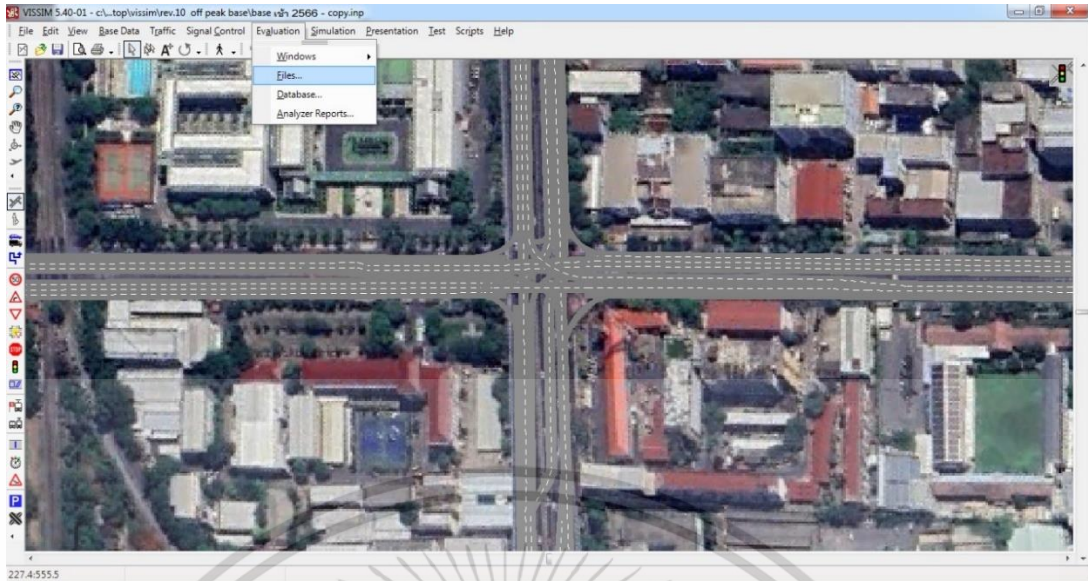
รูปที่ 3.34 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads)



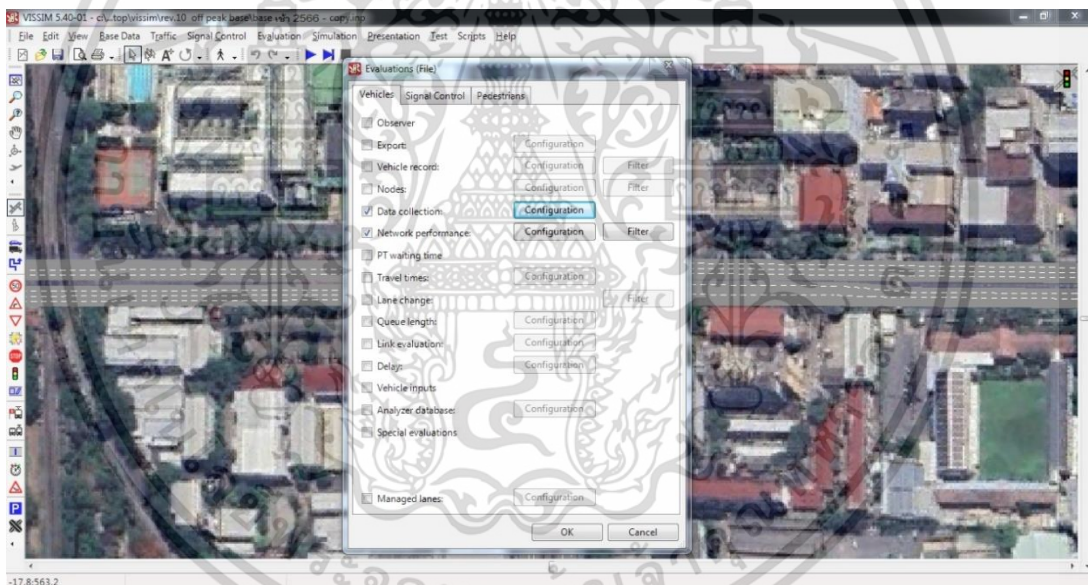
รูปที่ 3.35 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Signal Heads) (ต่อ)

3.5.12 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation)

การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล เป็นการกำหนดคำสั่งในการเก็บข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ โดยในการศึกษาครั้งนี้ต้องการข้อมูลเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยก กรณีมีโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยก ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed), ระยะทางเฉลี่ย (Average Distance) และ ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) โดยใช้คำสั่ง Evaluation > File ดังแสดงในรูปที่ 3.36 และรูปที่ 3.37 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation)

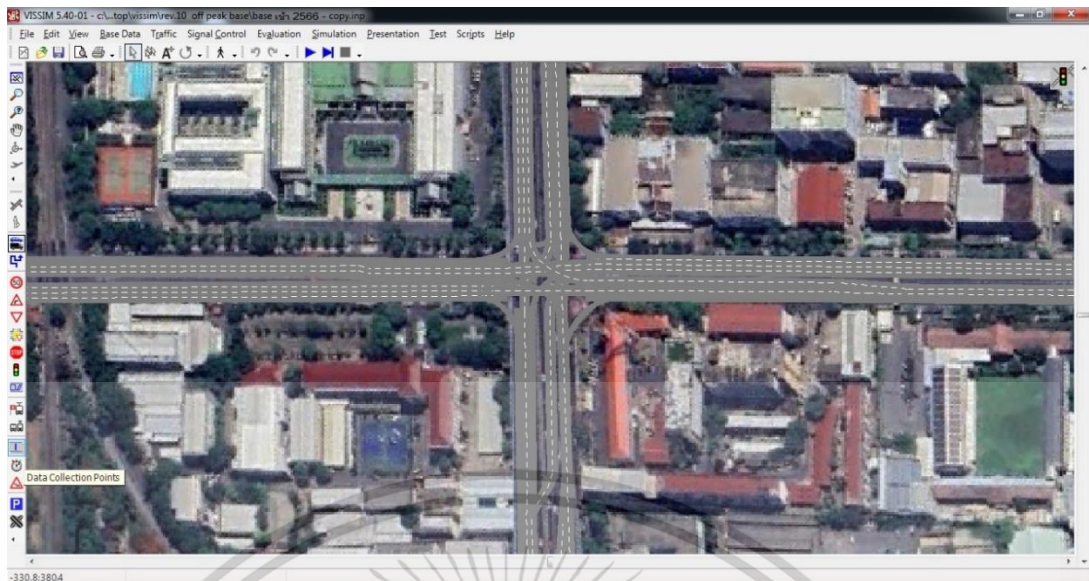


รูปที่ 3.37 การกำหนดค่าที่ต้องการเก็บข้อมูล (Evaluation) (ต่อ)

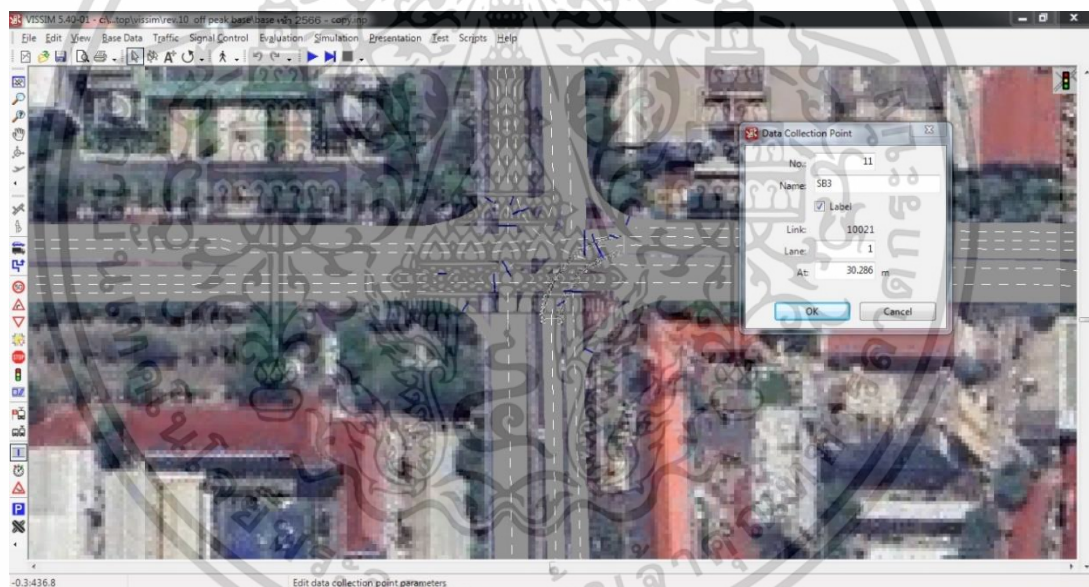
3.5.13 การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล (Data Correction Points)

การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล เป็นการติดตั้งเส้นแนวเขตเพื่อเก็บข้อมูล โดยใช้คำสั่ง Data Correction Point ดังแสดงในรูปที่ 3.38 และรูปที่ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



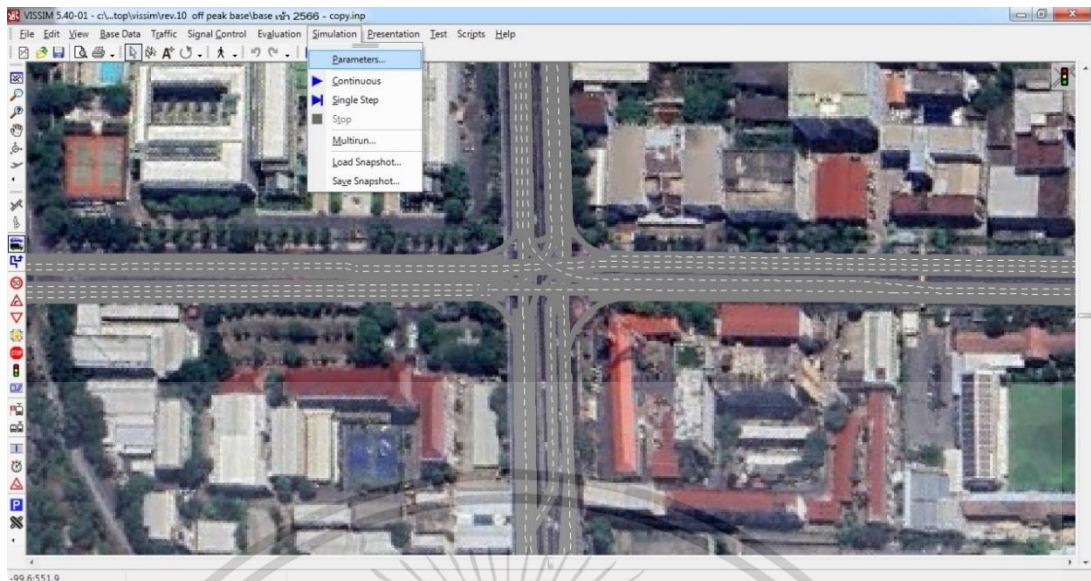
รูปที่ 3.38 การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล (Data Correction Points)



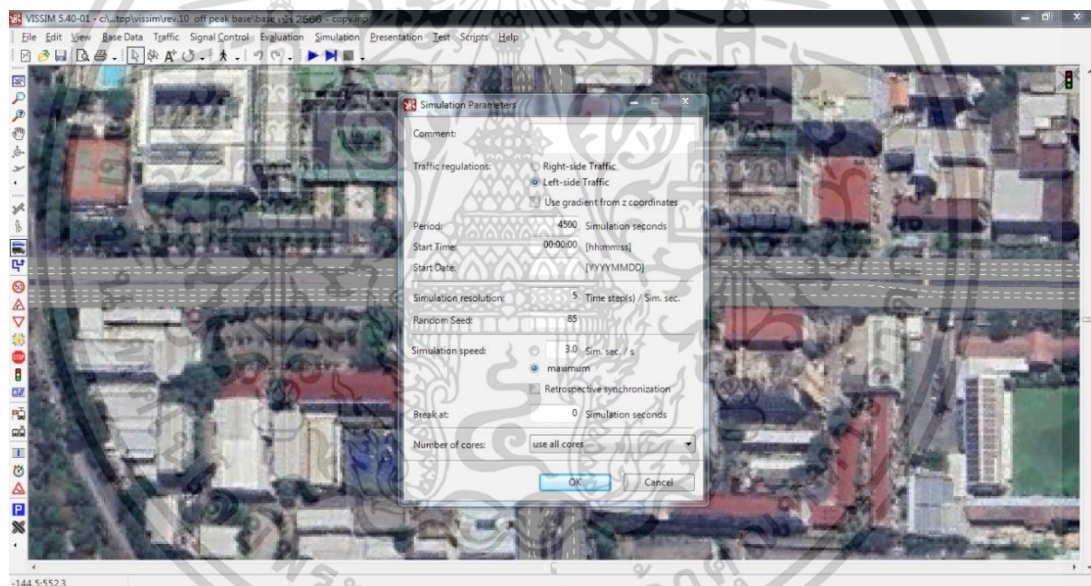
รูปที่ 3.39 การติดตั้งแถบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล (Data Correction Points) (ต่อ)

3.5.14 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง (Run Simulation Process)

การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง เป็นขั้นตอนในการกำหนดค่าต่างๆ ในการประมวลผลของแบบจำลอง ซึ่งสามารถปรับค่าต่างๆ เช่น ความเร็วในการประมวลผล การสุ่มตัวแทนของผลที่ได้จากแบบจำลอง (Seed) เป็นต้น โดยใช้คำสั่ง Simulation > Parameters ดังแสดงในรูปที่ 3.40 และรูปที่ 3.41 ในการประมวลผลของแบบจำลองสามารถแสดงการเคลื่อนไหวของกระแสจราจรได้ทั้งในรูปแบบภาพสองมิติและสามมิติ ดังแสดงในรูปที่ 3.42 และรูปที่ 3.43 ตามลำดับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

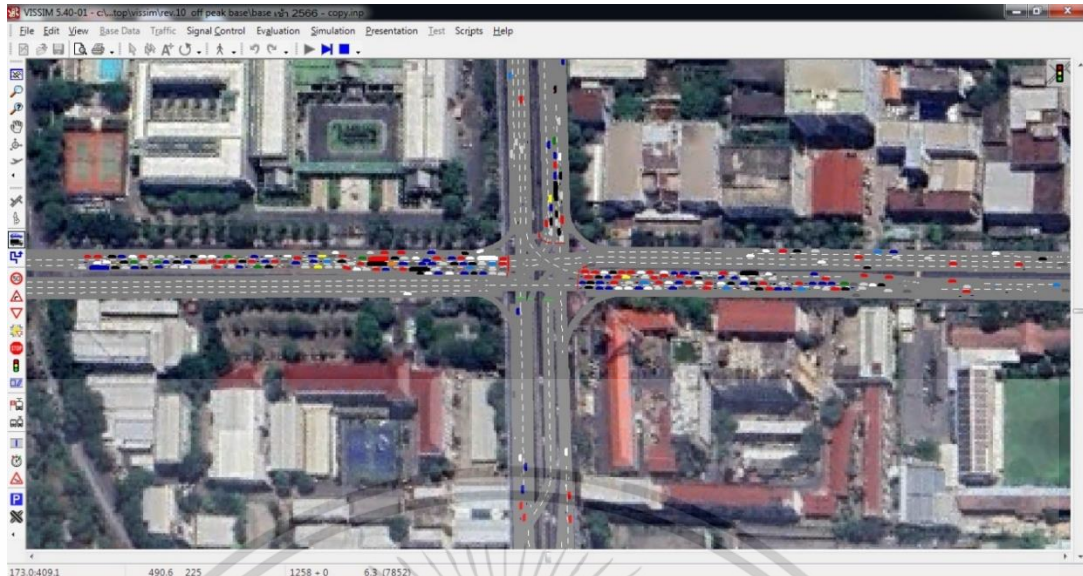


รูปที่ 3.40 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง (Run Simulation Process)

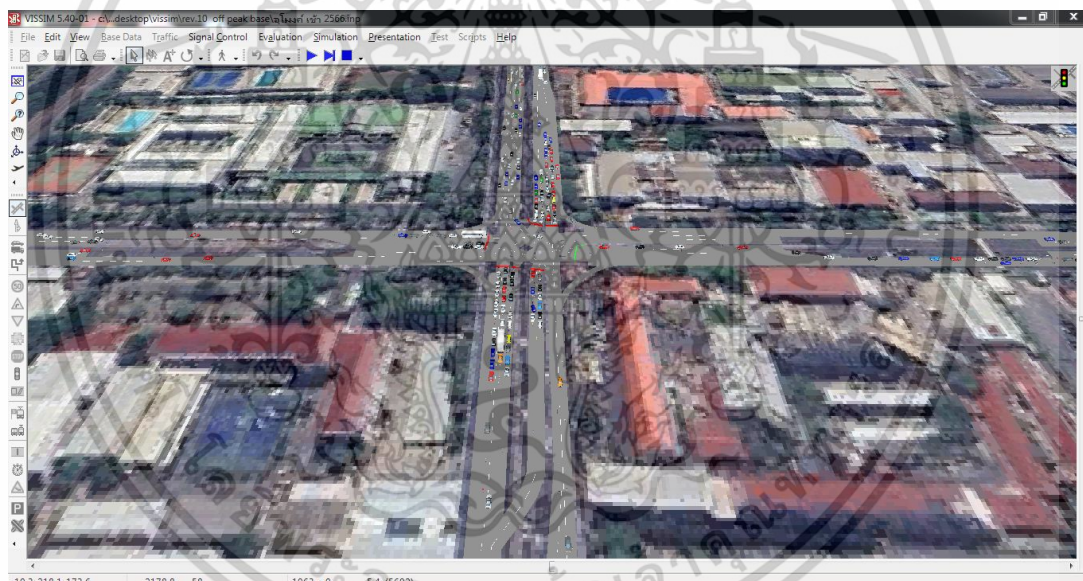


รูปที่ 3.41 การประมวลผลและตรวจสอบแบบจำลอง (Run Simulation Process) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 การประมวลผลแบบจำลองในรูปสองมิติ



รูปที่ 3.43 การประมวลผลแบบจำลองในรูปสามมิติ

3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Error Checking)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐานในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสร้างรูปแบบโครงข่ายของถนน รวมถึงการสร้างชั้นข้อมูลต่างๆ และการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง โดยใช้การเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระแสรถจราจรของสภาพการจราจรจริงจากข้อมูลที่บันทึกไว้กับสภาพการจราจรในแบบจำลอง และทำการสุ่มตรวจสอบข้อมูลที่ได้อุป้อนเข้าไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 การทบทวนข้อมูลที่นำเข้า ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้นำเข้าไปในขั้นตอนต่างๆ และตรวจสอบความผิดปกติจากการแสดงผลของหน้าจอ จนกระทั่งผู้ใช้งานมีความมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมานั้นได้ขจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรม

3.6.2 การทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องขจัดความผิดปกติเบื้องต้นของการเคลื่อนที่ในแบบจำลอง เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนในการปรับเทียบแบบจำลองอย่างละเอียดต่อไป

3.7 การสอบเทียบแบบจำลองฐาน (Model Calibration)

การสอบเทียบของแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และสามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการพัฒนารูปแบบอื่นๆ ในอนาคต โดยตัวแปรที่ใช้ในการสอบเทียบของแบบจำลอง เช่น จำนวนปริมาณจราจร ความล่าช้า ความยาวแถวคอย ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น โดยในการศึกษานี้ ได้ใช้ตัวแปรด้านจำนวนปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้า ในการสอบเทียบแบบจำลองฐาน ว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงหรือไม่

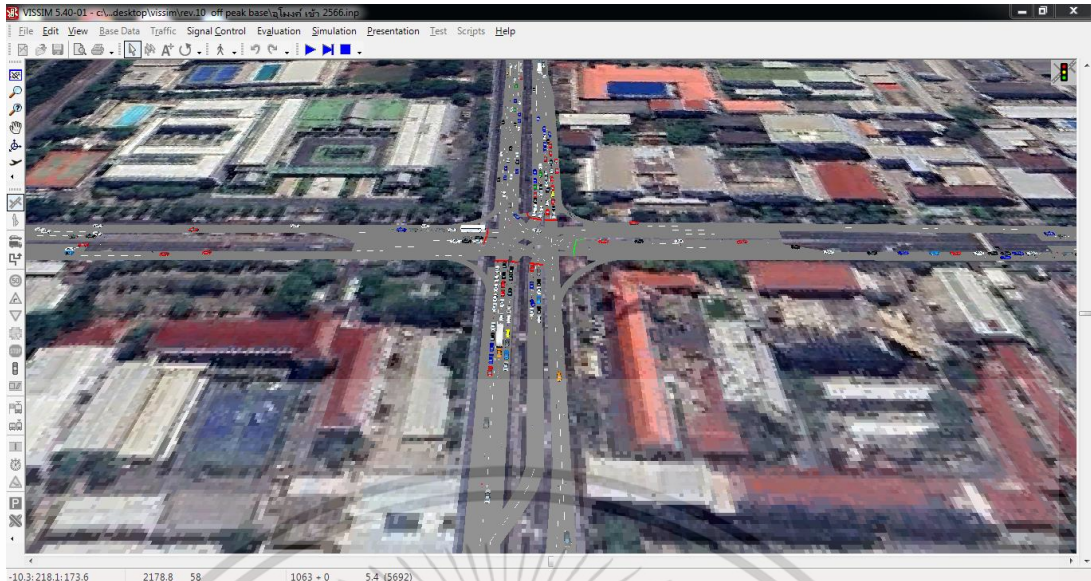
3.8 การทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Model Validation)

ในการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นการทวนสอบว่าแบบจำลองที่ได้สอบเทียบไปแล้วนั้น มีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการสอบเทียบ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงข้อมูลที่นำเข้าไปในแบบจำลอง จากปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วนเช้าเป็นปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วนเย็นและปริมาณจราจรนอกช่วงเร่งด่วน

3.9 การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ของพื้นที่ศึกษา กรณีที่มีการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามแยก

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อมข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา โดยเป็นรูปแบบของทางลอดในทิศทางขนานกับถนนศรีอยุธยา เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 ลักษณะกายภาพของถนนเมื่อมีโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา โดยโปรแกรม

VISSIM

3.10 การวิเคราะห์และประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางลอดข้ามผ่านทางแยก

ในกรณีที่มีโครงการฯ เกิดขึ้นนั้น จะส่งผลทำให้เกิดผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่ผลประโยชน์ทางตรงสามารถเห็นได้ชัดเจนและสามารถวัดมูลค่าออกมาได้ ส่วนผลประโยชน์ทางอ้อมนั้นจะมองเห็นในรูปแบบนามธรรมมากกว่า เช่น การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ ราคาที่ดินที่สูงขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะผลประโยชน์ทางตรงของโครงการฯ จำนวนทั้งหมด 4 อย่าง ประกอบด้วย มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost Saving :VOC), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value Of Time :VOT), มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving :ACC) และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit)

3.10.1 การประเมินค่าใช้จ่ายทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจะเป็นการศึกษาถึงราคาต้นทุนที่แท้จริงทางเศรษฐกิจ โดยไม่นับการโอนเปลี่ยนมือ เช่น เงินอุดหนุน ภาษี เป็นต้น หลังจากที่ได้มีการปรับค่าทางการเงินให้เป็นค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้ตัวปรับราคาเงา (Conversion Factor) โดยค่าปรับแก้ราคาทางเศรษฐศาสตร์ที่เคยมีการศึกษาไว้ของธนาคารโลก ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง = 0.88

- ค่าเผื่อขาด = 1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าสำรวจและออกแบบ = 0.92

- ค่าควบคุมงานก่อสร้าง = 0.92

- ค่าบำรุงรักษา = 0.92

โดยรายละเอียดในการคำนวณค่าก่อสร้าง มีดังนี้

- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทางลอดข้ามผ่านทางแยก

- ค่าเผื่อขาด คิดเป็น 10% ของราคาค่าก่อสร้างโครงการฯ เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างเป็นการประมาณการจากแนวคิดในการออกแบบเบื้องต้น

- ค่าบริการทางด้านวิศวกรรม ได้แก่ ค่าสำรวจและออกแบบ คิดเป็น 3.5% ของราคาค่าก่อสร้างทางลอด (Underpass) และค่าในการควบคุมงานก่อสร้าง คิดเป็น 3.0% ของราคาค่าก่อสร้างทางลอด (Underpass)

- ค่าบำรุงรักษาโครงการจะคิดเป็นทั้งหมด 3 อย่าง คือ ค่าบำรุงรักษาตามปกติ ค่าบำรุงรักษาหลัก และ ค่าบำรุงพิเศษ/บูรณะ โดยค่าบำรุงรักษาตามปกติ คิดเป็น 1% ของราคาค่าก่อสร้างโครงการ ค่าบำรุงรักษาหลัก คิดเป็น 5% ของราคาค่าก่อสร้างโครงการ และ ค่าบำรุงพิเศษ/บูรณะ คิดเป็น 4.5% ของราคาค่าก่อสร้างโครงการ

การศึกษานี้จะคำนวณราคาค่าก่อสร้างด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้างและดำเนินงานของโครงการก่อสร้างถนนและทางลอดจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของโครงการก่อสร้างทางลอดในพื้นที่ศึกษา

3.10.2 การประเมินผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การประเมินผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการในการศึกษานี้จะวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ การวิจัยนี้ได้กำหนดอัตราส่วนลดที่ 12% ต่อปี (นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงการสำหรับหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ) โดยรายละเอียดของการประเมินผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการในงานวิจัยนี้ มีดังนี้

3.10.2.1 การวิเคราะห์การประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost Saving : VOC)

การประเมินผลประโยชน์ในด้าน การประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยานพาหนะ (VOC) ในการศึกษา นี้ จะคำนวณจากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะที่เกิดขึ้นระหว่างมีกับไม่มีโครงการ โดยค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะหาได้จากการนำค่าใช้จ่ายยานพาหนะตัวแทนคูณด้วยระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนเดินทาง (Vehicle Kilometer Travel, VKT) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$VOC_{\text{saving}} = (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{มีโครงการ}})$$

โดย $VOC_{\text{saving}} =$ มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (บาท)

$VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} =$ ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU-กิโลเมตร)

$VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง กรณีไม่มีโครงการ (PCU-กิโลเมตร)

$VKT_{\text{มีโครงการ}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง กรณีมีโครงการ (PCU-กิโลเมตร)

PCU = หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit)

3.10.2.2 การวิเคราะห์การประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value Of Time : VOT)

การประเมินผลประโยชน์ในด้าน การประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ในการศึกษานี้ จะคำนวณจากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้เดินทางที่เกิดขึ้นระหว่างมีกับไม่มีโครงการ โดยค่าใช้จ่ายในการเดินทางหาได้จากการนำค่าใช้จ่ายยานพาหนะตัวแทนคูณด้วยระยะเวลาการรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง (Vehicle Hour Travel, VHT) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$VOT_{\text{saving}} = (VOT_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOT_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VHT_{\text{มีโครงการ}})$$

โดย $VOT_{\text{saving}} =$ มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (บาท)

$VOT_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} =$ มูลค่าของเวลาในการเดินทางของยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU-ชั่วโมง)

$VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง กรณีไม่มีโครงการ (PCU-ชั่วโมง)

$VHT_{\text{มีโครงการ}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง กรณีมีโครงการ (PCU-ชั่วโมง)

PCU = หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit)

3.10.2.3 การวิเคราะห์การประหยัดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving : ACC)

การประเมินผลประโยชน์ในด้าน การประหยัดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (ACC) ในการศึกษานี้ จะคำนวณจากผลต่างระหว่างมูลค่าการสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างมีกับไม่มีโครงการ โดยมูลค่าการสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุหาได้จากการนำมูลค่าเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุคูณด้วยระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้นนเดินทาง (Vehicle Kilometer Travel, VKT) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$ACC_{\text{saving}} = (ACC_{\text{เสียระดับดิน}} \times VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - [(ACC_{\text{เสียระดับดิน}} \times VKT_{\text{โครงการทั่วไป}}) + (ACC_{\text{ทางลอดข้ามทางแยก}} \times VKT_{\text{ทางลอดข้ามทางแยก}})]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $ACC_{\text{saving}} =$ มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ (บาท)

$VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนเดินทาง กรณีไม่มีโครงการ (PCU-กิโลเมตร)

$VKT_{\text{โครงข่ายทั่วไป}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้โครงข่ายถนนทั่วไป กรณีมีโครงการ (PCU-กิโลเมตร)

$VKT_{\text{ทางลอดข้ามทางแยก}} =$ ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ทางลอดข้ามทางแยก กรณีมีโครงการ (PCU-กิโลเมตร)

$ACC_{\text{สี่แยกระดับดิน}} =$ มูลค่าอุบัติเหตุของสี่แยกระดับดิน (บาท/PCU-กิโลเมตร)

$ACC_{\text{ทางลอดข้ามทางแยก}} =$ มูลค่าอุบัติเหตุของทางลอดข้ามทางแยก (บาท/PCU-กิโลเมตร)

PCU = หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit)

3.10.2.4 การวิเคราะห์มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit)

การประเมินผลประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาี้ จะคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างมีกับไม่มีโครงการ โดยการวิจัยนี้จะประเมินด้านมลพิษทางอากาศ เสียงรบกวน และภาวะโลกร้อน เพื่อใช้สำหรับการวัดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$BE^P = BE^P_O - BE^P_W$$

- 1) มูลค่าทางด้านมลพิษทางอากาศและภาวะโลกร้อน

$$BE^P_K = \sum_s (a^P_k \times a^P_{ks} \times L_{ks} \times 365)$$

- 2) มูลค่าทางด้านเสียงรบกวน

$$BE^P_K = \sum_s (a^P_k \times a^P_{ks} \times L_{ks})$$

โดย $BE^P =$ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (มลพิษทางอากาศ เสียงรบกวน และภาวะโลกร้อน)

$BE^P_K =$ มูลค่าที่เป็นตัวเงินของคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม p กับสถานการณ์ k (กรณีมีโครงการ และไม่มีโครงการ)

$L_{ks} =$ ความยาวถนน (กิโลเมตร) แต่ละประเภทในสถานการณ์ k

$a^P_{ks} =$ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของถนนแต่ละประเภทกับสถานการณ์ k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มลพิษทางอากาศ (เอน/กรัม), มลพิษทางเสียง (เอน/dB(A)/กม./ปี) และ ภาวะโลกร้อน (เอน/g-c)

d^P_k = ปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับสถานการณ์ k โดยพิจารณา มลพิษทางอากาศ (NO_x): กรัม/กิโลเมตร/วัน, มลพิษทางเสียง (ระดับเสียงรบกวน): dB(A) และ ภาวะโลกร้อน (CO_2): g-c/กิโลเมตร/วัน

การคำนวณผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มีขั้นตอนสองขั้นตอนคือ การคำนวณคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมจากนั้นทำการแปลงค่าเป็นตัวเงิน

ผลกระทบของการจราจรต่อสิ่งแวดล้อมจะแตกต่างกันไปตามประเภทของยานพาหนะและความเร็วในการเดินทาง การกระจายตัวของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจะแตกต่างกันไปตามประเภทของถนน เพื่อแปลงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้มีมูลค่าเป็นตัวเงิน ควรคำนวณผลกระทบของถนนแต่ละประเภท

1) ประเภทของยานพาหนะ

รถแบ่งเป็นรถขนาดเล็ก (รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุกขนาดเล็ก) และรถขนาดใหญ่ (รถโดยสารประจำทางและรถบรรทุกธรรมดา)

2) ความเร็วของยานพาหนะ

ความเร็วของยานพาหนะคือความเร็วเดินทางเฉลี่ยในละติจูดทางจราจร

3) ประเภทของริมถนน

ประเภทของริมถนนถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภทคือพื้นที่ประชากรหนาแน่น พื้นที่ในเขตเมือง พื้นที่นอกเขตเมือง (ทางราบ) และพื้นที่นอกเขตเมือง (ภูเขา) ผลรวมของความยาวบนถนนทั้งสี่ประเภทนี้ควรเท่ากับความยาวเส้นทางทั้งหมดของเครือข่าย

ปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคำนวณโดยสูตรที่แสดงในตารางที่ 3.6 ควรเลือกค่าที่ใกล้เคียงกับความเร็วของยานพาหนะที่สุด และมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.6 สูตรคำนวณปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับความเร็วเดินทางต่างๆ (a^P)

ความเร็ว (กม./ชม.)	มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางเสียง	ภาวะโลกร้อน
	ปริมาณการปล่อยมลพิษ ของ NO _x (g/km/day)	ระดับเสียงที่ เทียบเท่า(dB(A))	ปริมาณการปล่อยมลพิษ ของ CO ₂ (g-c/km/day)
10	$(0.34a_1+3.79a_2)Q$	33+A	$(99a_1+237a_2)Q$
20	$(0.29a_1+3.33a_2)Q$	36+A	$(67a_1+182a_2)Q$
30	$(0.24a_1+2.87a_2)Q$	38+A	$(54a_1+155a_2)Q$
40	$(0.20a_1+2.41a_2)Q$	39+A	$(46a_1+137a_2)Q$
50	$(0.21a_1+2.16a_2)Q$	40+A	$(42a_1+127a_2)Q$
60	$(0.23a_1+1.90a_2)Q$	41+A	$(40a_1+122a_2)Q$
70	$(0.25a_1+2.10a_2)Q$	42+A	$(19a_1+123a_2)Q$
80	$(0.27a_1+2.29a_2)Q$	42+A	$(40a_1+129a_2)Q$

โดย $A : 10 \times \log(a_1+4.4a_2)+10 \times \log(Q/24)$

a_1 : สัดส่วนรถเล็กในกระแสจราจร

a_2 : สัดส่วนรถใหญ่ในกระแสจราจร ($a_1+a_2 = 1$)

Q : ปริมาณจราจร (คัน/วัน)

มูลค่าผลกระทบทางด้านเสียงให้นำจำนวนปริมาณที่เกิน 55dB(A) มาใช้ในการคำนวณหา
มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม กรณีที่มีระดับเสียงที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 55dB(A) ให้ถือว่าไม่มีผลกระทบ
ทางด้านเสียง

ตารางที่ 3.7 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (∂^P_{ks})

Roadside Type	พื้นที่ประชากร หนาแน่น	พื้นที่ในเขต เมือง	พื้นที่นอกเขต เมือง (ทางราบ)	พื้นที่นอกเขต เมือง (ภูเขา)
มลพิษทางอากาศ Unit Cost (1,000 yen/ton)	2,920	580	200	10
มลพิษทางเสียง Unit Cost (yen/dB(A)/km/yr.)	2,400,000	475,200	165,600	7,200
ภาวะโลกร้อน Unit Cost (yen/ton-c)	2,300			

3.10.3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเป็นการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจในการลงทุนของโครงการ ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้หลักการในการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 อย่าง ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2

บทที่ 4

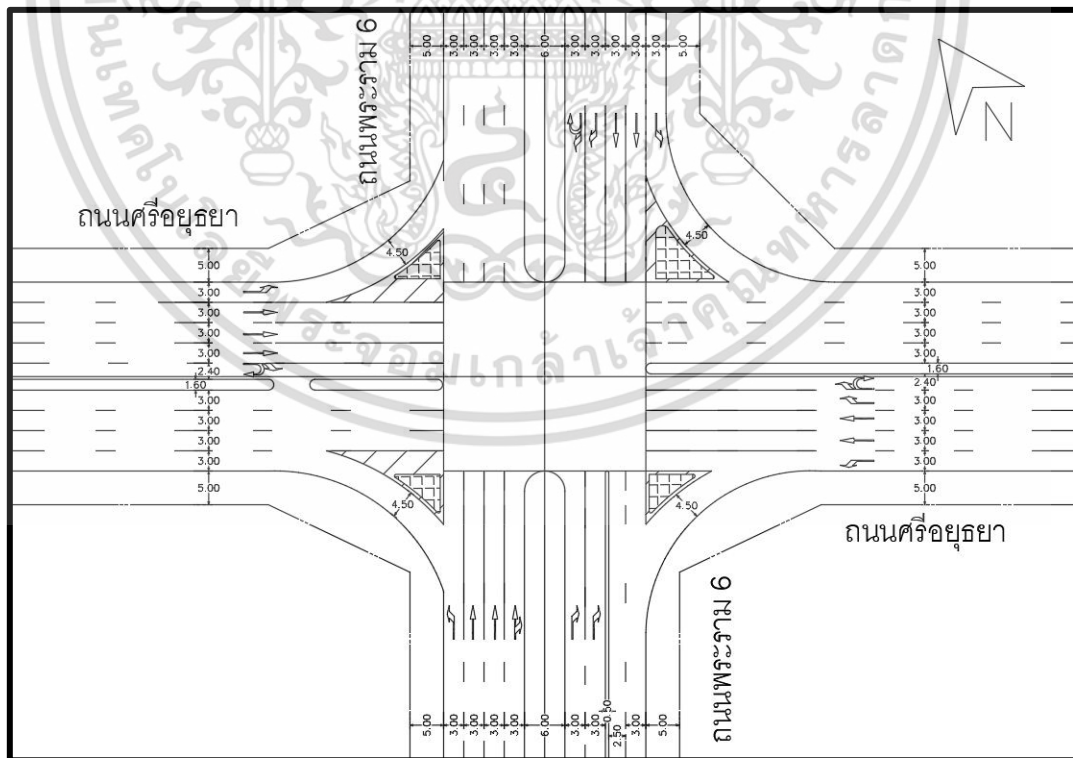
ผลการศึกษา

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาที่ได้จากตัวแปร สมมติฐาน และวิธีการที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 3 ซึ่งได้ทำการจำลองสภาพการจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค กรณีที่มีโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร เพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางการจราจรและประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของรูปแบบโครงการที่ได้ทำการศึกษา

4.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษในปัจจุบัน

จากการเก็บข้อมูลทางกายภาพของทางแยกที่ทำการศึกษาที่ทางแยกศรีอยุธยา โดยทำการตรวจวัดระยะต่างๆ เพื่อนำไปจำลองสภาพการจราจรให้แบบจำลองมีสภาพการจราจรที่เสมือนจริงมากที่สุด ซึ่งข้อมูลต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.1

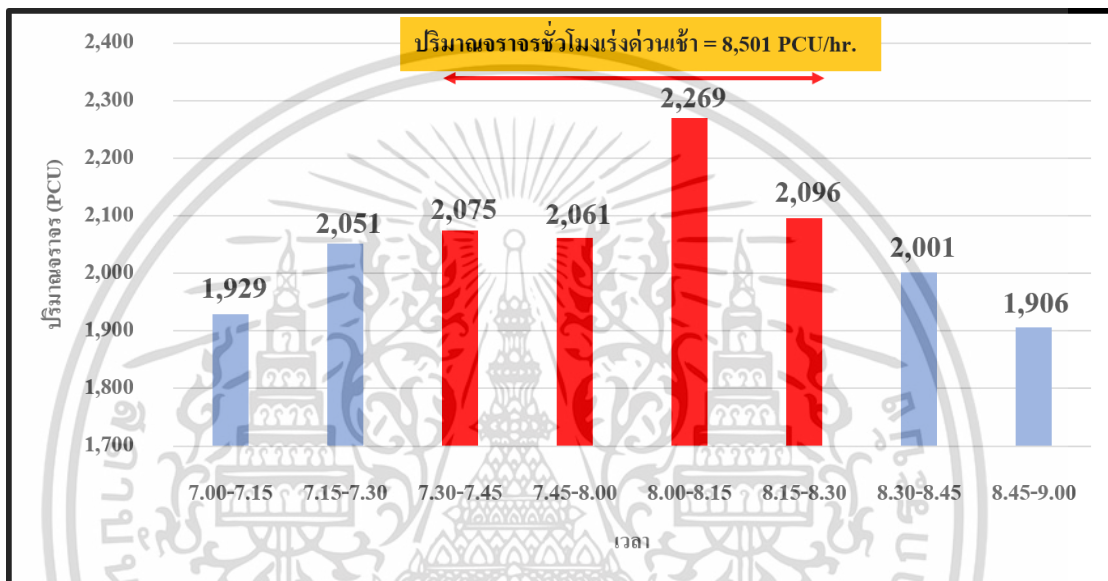


รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกศรีอยุธยา

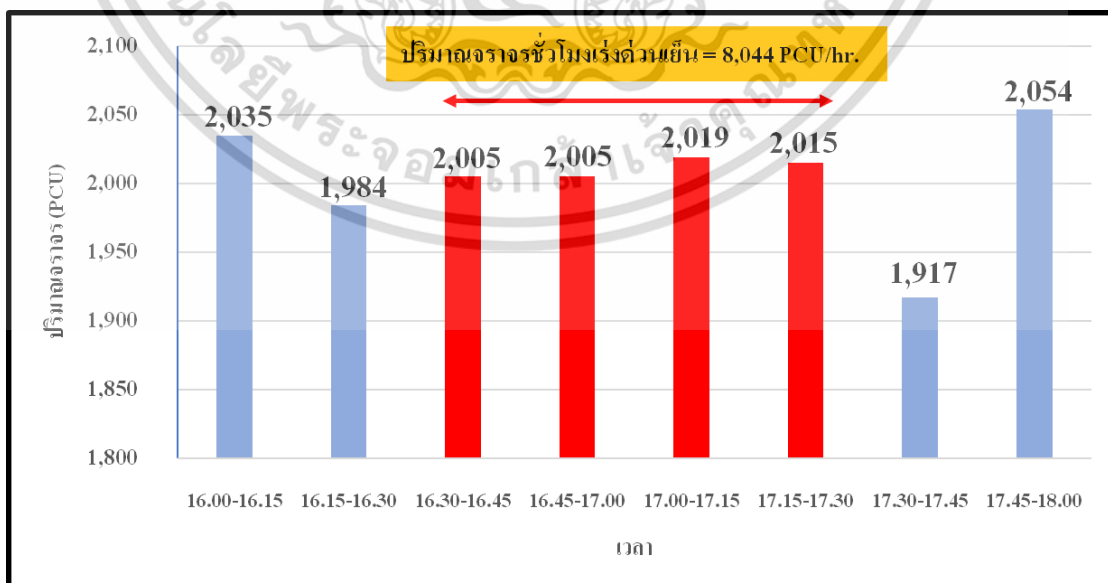
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อมูลปริมาณจราจร

จากการเก็บรวบรวมปริมาณจราจรในวันพฤหัสบดีที่ 25 พฤษภาคม 2566 โดยเก็บปริมาณจราจรทั้งหมด 3 ช่วงเวลา (ดังแสดงในภาคผนวก ข.) ซึ่งทำให้ได้ปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมงของแต่ละช่วงเวลา คือ ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.30-08.30 น.) เท่ากับ 8,501 PCU/hr., ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.30-17.30 น.) เท่ากับ 8,044 PCU/hr. และ ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน (13.15-14.15 น.) เท่ากับ 7,329 PCU/hr. ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ถึงรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

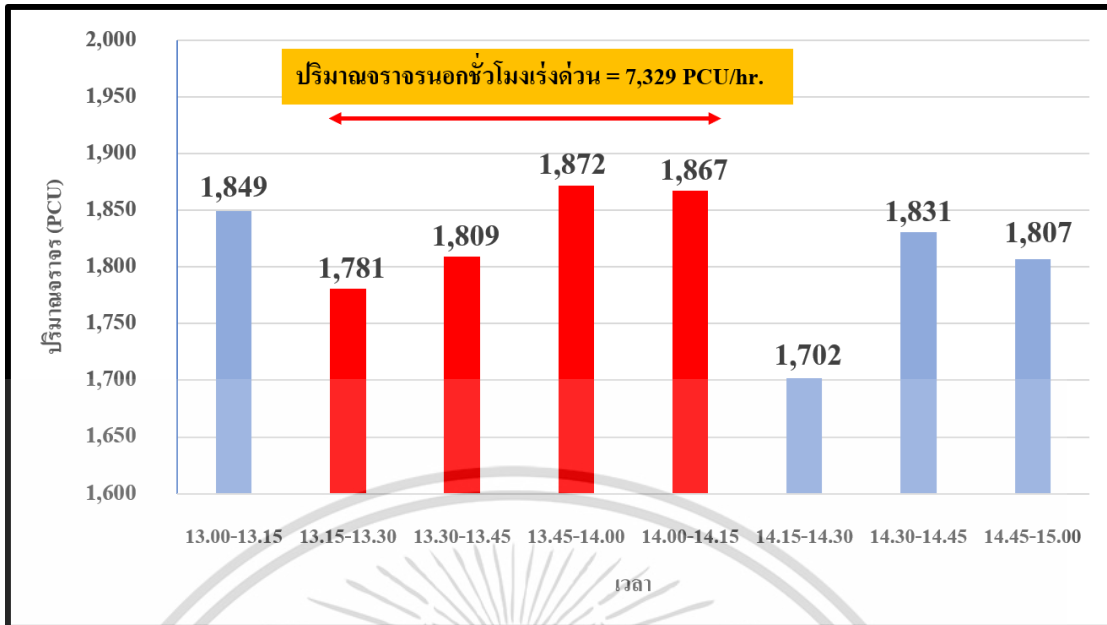


รูปที่ 4.2 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



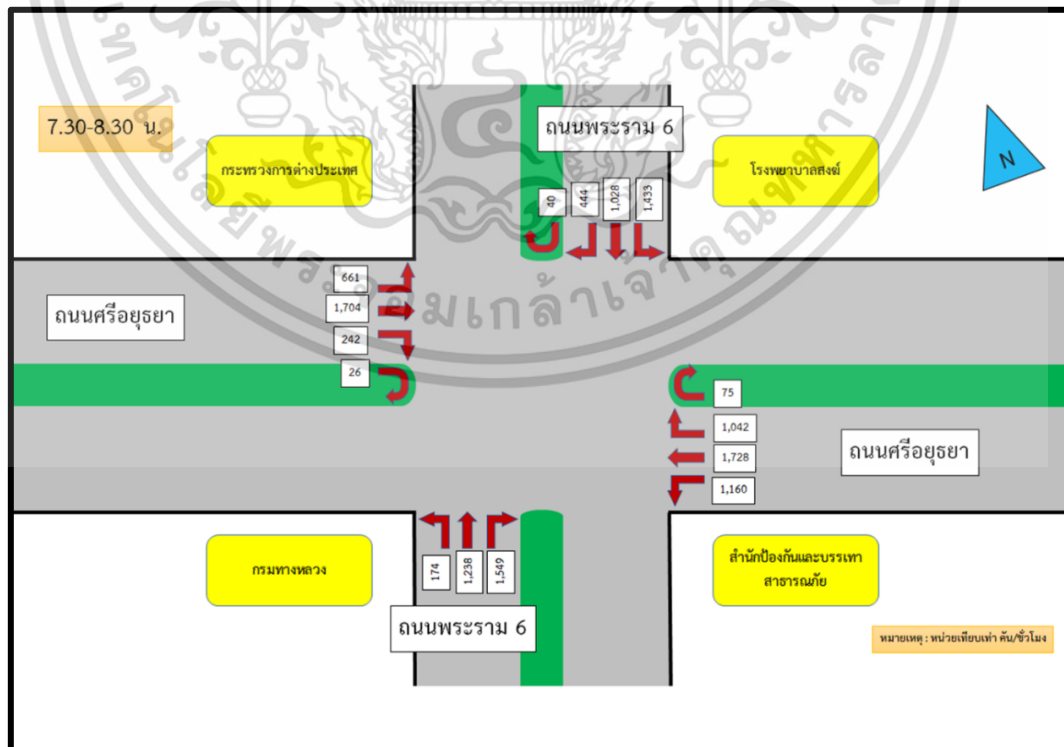
รูปที่ 4.3 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



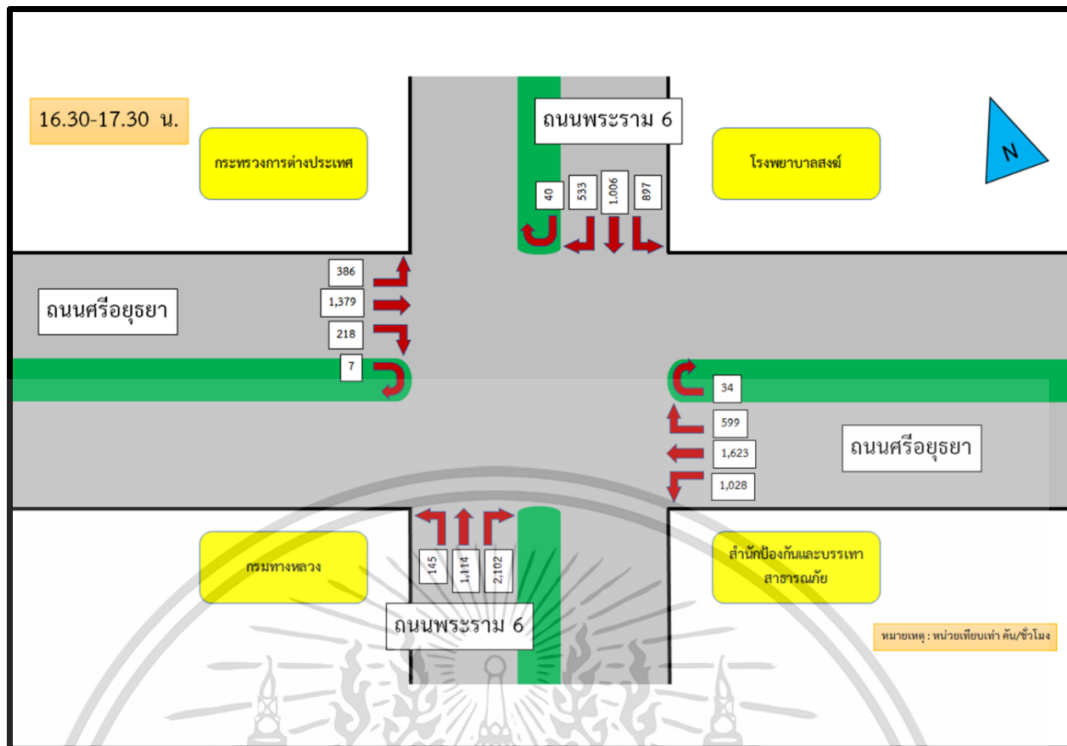
รูปที่ 4.4 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปข้อมูลปริมาณจราจรแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาแบบจำลอง โดยปริมาณการจราจรของยานพาหนะในแต่ละทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ถึงรูปที่ 4.7 และสรุปข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.4

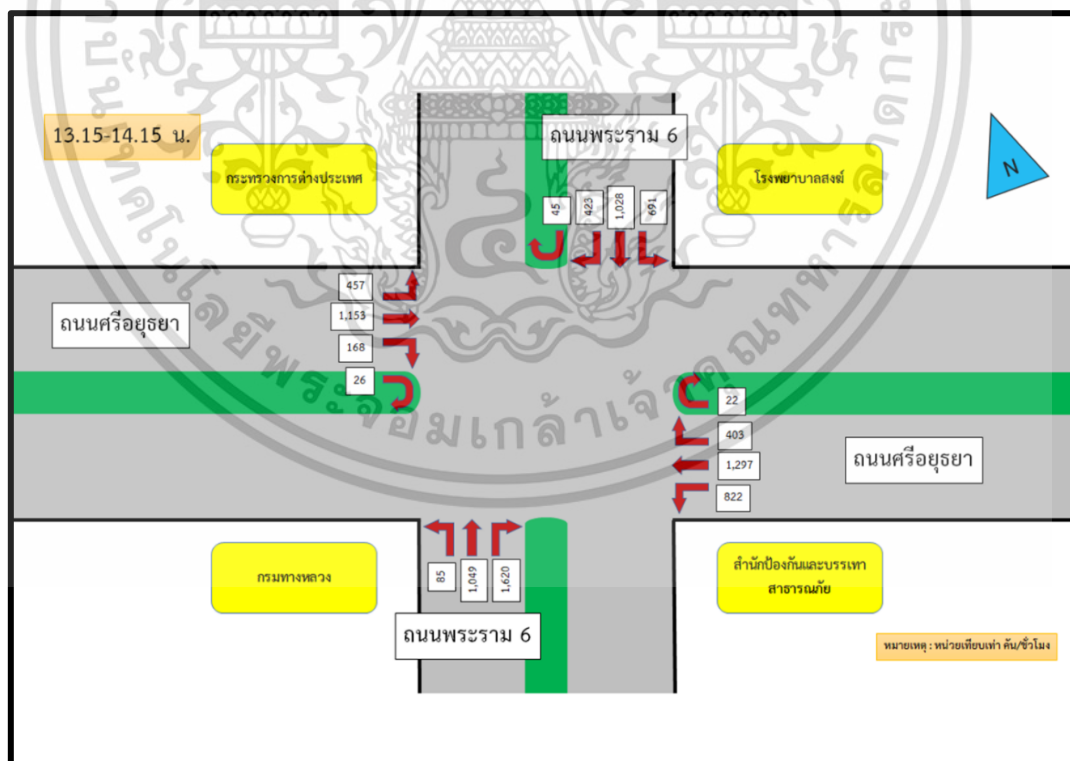


รูปที่ 4.5 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 4.7 ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางนอกเวลาเร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	99	74	1	0	174
	2	623	606	2	7	1,238
	3	767	778	3	1	1,549
	รวม	1,489	1,458	6	8	2,961
EB	4	706	444	5	5	1,160
	5	850	866	6	6	1,728
	6	488	550	1	3	1,042
	7	7	68	0	0	75
	รวม	2,051	1,928	12	14	4,005
NB	8	930	490	5	8	1,433
	9	541	473	2	12	1,028
	10	182	243	4	15	444
	11	13	27	0	0	40
	รวม	1,666	1,233	11	35	2,945
WB	12	235	396	7	23	661
	13	701	998	2	3	1,704
	14	91	150	1	0	242
	15	4	22	0	0	26
	รวม	1,031	1,566	10	26	2,633
					รวม	12,544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	87	58	0	0	145
	2	618	480	2	14	1,114
	3	914	1,180	2	6	2,102
	รวม	1,619	1,718	4	20	3,361
EB	4	491	534	1	2	1,028
	5	603	1,015	1	4	1,623
	6	265	333	0	1	599
	7	7	27	0	0	34
	รวม	1,366	1,909	2	7	3,284
NB	8	411	477	1	8	897
	9	470	531	1	4	1,006
	10	180	329	0	24	533
	11	14	26	0	0	40
	รวม	1,075	1,363	2	36	2,476
WB	12	168	201	0	17	386
	13	464	902	4	9	1,379
	14	48	169	0	1	218
	15	2	5	0	0	7
	รวม	682	1,277	4	27	1,990
						11,111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	36	49	0	0	85
	2	460	580	1	8	1,049
	3	654	955	7	4	1,620
	รวม	1,150	1,584	8	12	2,754
EB	4	324	494	3	1	822
	5	352	927	10	8	1,297
	6	139	261	2	1	403
	7	12	10	0	0	22
	รวม	827	1,692	15	10	2,544
NB	8	270	409	2	10	691
	9	432	586	4	6	1,028
	10	116	286	1	20	423
	11	14	31	0	0	45
	รวม	832	1,312	7	36	2,187
WB	12	88	344	2	23	457
	13	181	968	0	4	1,153
	14	38	129	0	1	168
	15	3	23	0	0	26
	รวม	310	1,464	2	28	1,804
						9,289

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 สรุปปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น และ นอกชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชั่วโมง)

ช่วงเวลา	ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)
ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.30-08.30 น.)	12,544
ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.30-17.30 น.)	11,111
นอกชั่วโมงเร่งด่วน (13.15-14.15 น.)	9,289

จากนั้นจึงทำการปรับค่าปริมาณจราจรของรถแต่ละประเภทให้เป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU Factor) โดยแปลงจากหน่วย คัน/ชั่วโมง เป็น PCU/ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ถึงตารางที่ 4.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (PCU/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	33	74	2	0	109
	2	206	606	4	15	831
	3	253	778	6	2	1,039
	รวม	492	1,458	12	17	1,979
EB	4	233	444	11	11	699
	5	281	866	13	13	1,173
	6	161	550	2	6	719
	7	2	68	0	0	70
	รวม	677	1,928	26	30	2,661
NB	8	307	490	11	17	825
	9	179	473	4	25	681
	10	60	243	8	32	343
	11	4	27	0	0	31
	รวม	550	1,233	23	74	1,880
WB	12	78	396	15	48	537
	13	231	998	4	6	1,239
	14	30	150	2	0	182
	15	1	22	0	0	23
	รวม	340	1,566	21	54	1,981
						8,501

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (PCU/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	29	58	0	0	87
	2	204	480	4	29	717
	3	302	1,180	4	13	1,499
	รวม	535	1,718	8	42	2,303
EB	4	162	534	2	4	702
	5	199	1,015	2	8	1,224
	6	87	333	0	2	422
	7	2	27	0	0	29
	รวม	450	1,909	4	14	2,377
NB	8	136	477	2	17	632
	9	155	531	2	8	696
	10	59	329	0	50	438
	11	5	26	0	0	31
	รวม	355	1,363	4	75	1,797
WB	12	55	201	0	36	292
	13	153	902	8	19	1,082
	14	16	169	0	2	187
	15	1	5	0	0	6
	รวม	225	1,277	8	57	1,567
						8,044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (PCU/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (PCU/ชั่วโมง)				
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบัส	รวม
SB	1	12	49	0	0	61
	2	152	580	2	17	751
	3	216	955	15	8	1,194
	รวม	380	1,584	17	25	2,006
EB	4	107	494	6	2	609
	5	116	927	21	17	1,081
	6	46	261	4	2	313
	7	4	10	0	0	14
	รวม	273	1,692	31	21	2,017
NB	8	89	409	4	21	523
	9	143	586	8	13	750
	10	38	286	2	42	368
	11	5	31	0	0	36
	รวม	275	1,312	14	76	1,677
WB	12	29	344	4	48	425
	13	60	968	0	8	1,036
	14	13	129	0	2	144
	15	1	23	0	0	24
	รวม	103	1,464	4	58	1,629
						7,329

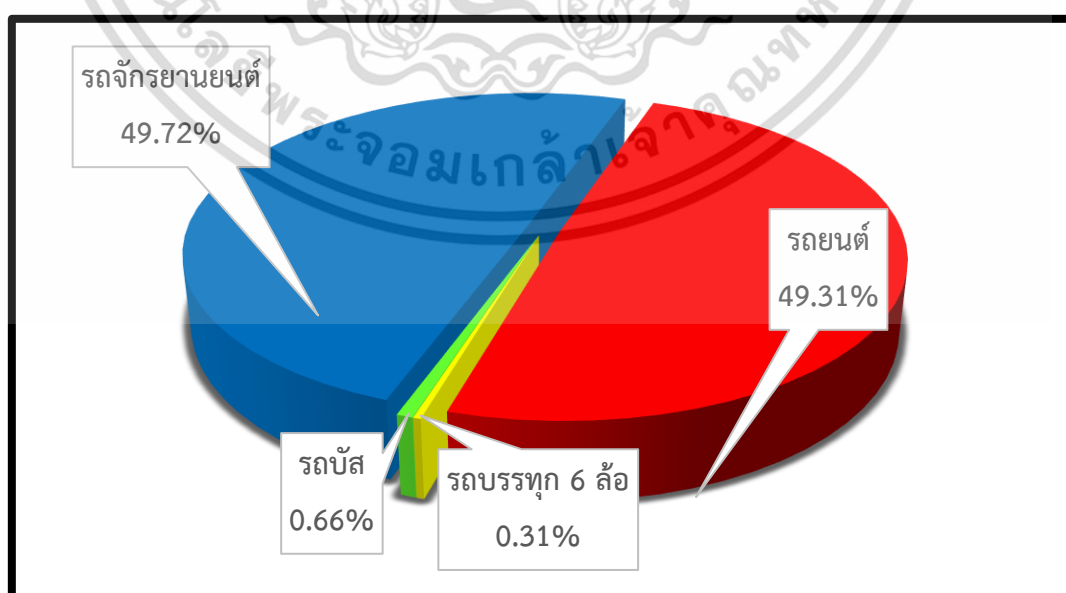
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 สรุปปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น และ นอกชั่วโมงเร่งด่วน (PCU/ชั่วโมง)

ช่วงเวลา	ปริมาณจราจร (PCU/ชั่วโมง)
ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.30-08.30 น.)	8,501
ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.30-17.30 น.)	8,044
นอกชั่วโมงเร่งด่วน (13.15-14.15 น.)	7,329

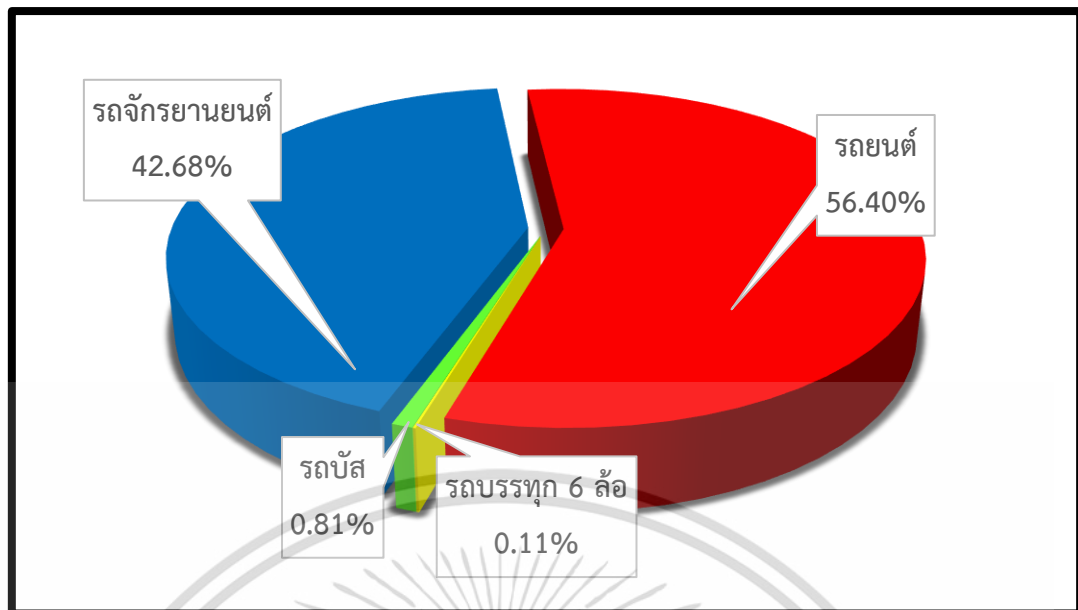
4.4 สัดส่วนของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก

ข้อมูลปริมาณการจราจรได้ถูกนำมาคำนวณสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก โดยแบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถบรรทุก 6 ล้อ และ รถบัส เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลประเภทของยานพาหนะที่นำเข้าไปในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยข้อมูลสัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า พบว่า รถจักรยานยนต์ 49.72% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 49.31% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.31% และ รถบัสโดยสาร 0.66% ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ข้อมูลสัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น พบว่า รถจักรยานยนต์ 42.68% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 56.40% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.11% และ รถบัสโดยสาร 0.81% ดังแสดงในรูปที่ 4.9 และ ข้อมูลสัดส่วนของรถนอกชั่วโมงเร่งด่วน พบว่า รถจักรยานยนต์ 33.58% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 65.15% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.34% และ รถบัสโดยสาร 0.93% ดังแสดงในรูปที่ 4.10

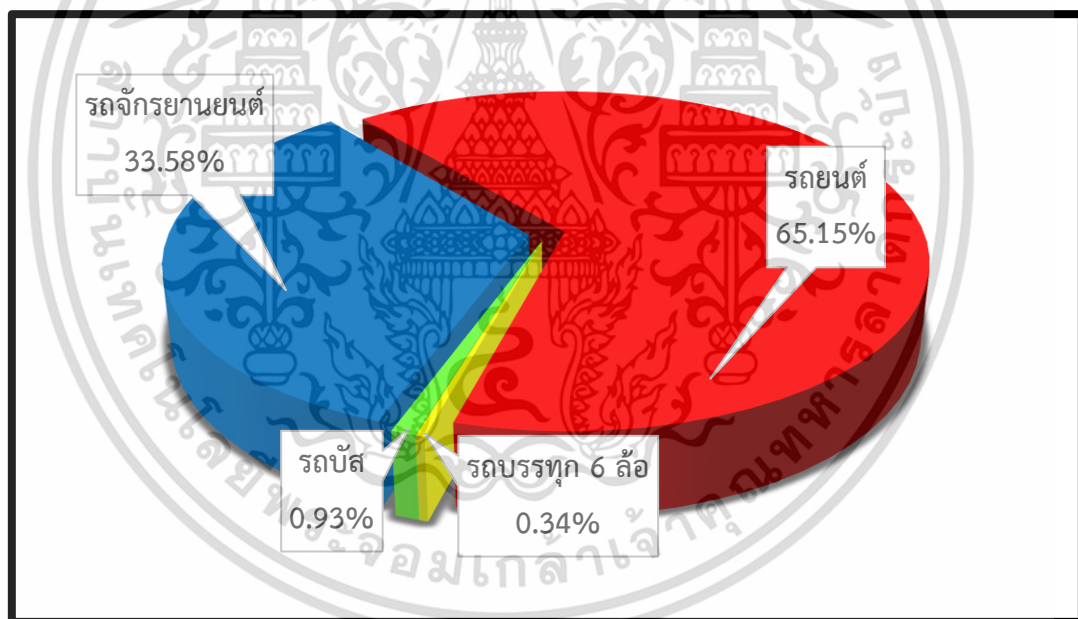


รูปที่ 4.8 สัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 สัดส่วนของรถในช่วงโมงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 4.10 สัดส่วนของรถนอกช่วงโมงเร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก

การศึกษานี้ได้สำรวจความเร็วของยานพาหนะในทุกทิศทางที่ผ่านทางแยกศรีอยุธยา เพื่อนำข้อมูลความเร็วของยานพาหนะที่ได้ไปใช้ในการกำหนดค่าความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทางในโปรแกรม VISSIM โดยข้อมูลความเร็วของยานพาหนะที่ได้สำรวจในสนามถูกนำมาหาค่าความถี่สะสมและเขียนกราฟการกระจายตัวของความเร็ว (ดังแสดงในภาคผนวก ข.) จากกราฟความถี่สะสมจะทำให้ทราบค่าความเร็วเปอร์เซ็นไทล์ที่ 85 ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงความเร็วส่วนใหญ่ของยานพาหนะที่ผ่านทางแยกในแต่ละทิศทาง โดยผลการสำรวจความเร็วของยานพาหนะในแต่ละทิศทางแสดงดังตารางที่ 4.9

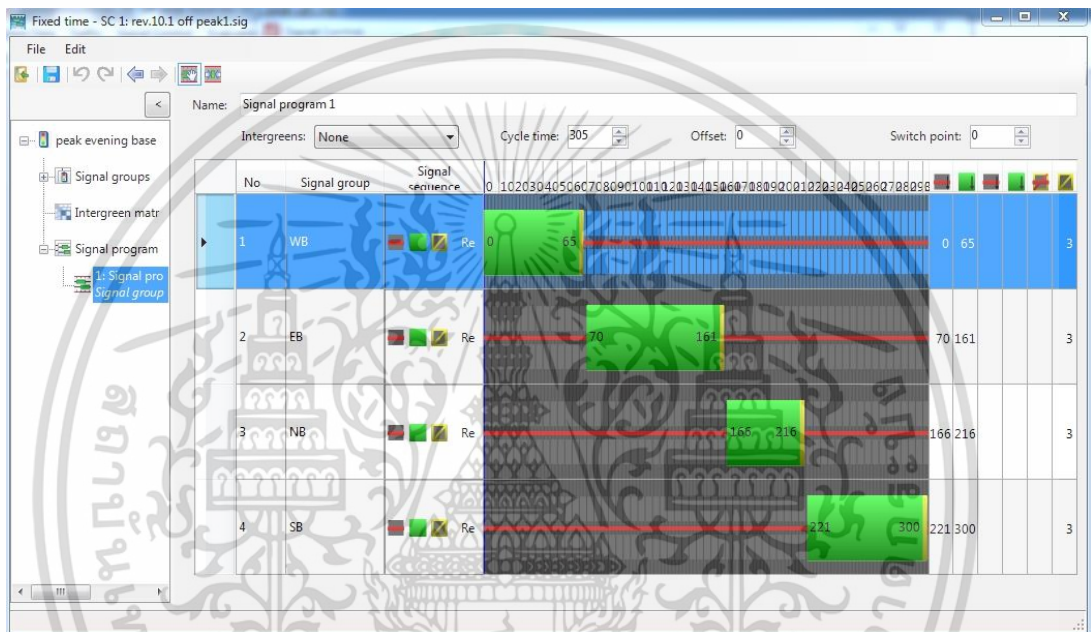
ตารางที่ 4.9 ความเร็วเปอร์เซ็นไทล์ที่ 85 ของยานพาหนะที่สัญจรผ่านทางแยก (กม./ชั่วโมง)

ประเภทของยานพาหนะ	ทิศทาง 1 (SB)				ทิศทาง 2 (EB)			
	เลี้ยวซ้าย	ทางตรง	เลี้ยวขวา	กลับรถ	เลี้ยวซ้าย	ทางตรง	เลี้ยวขวา	กลับรถ
รถจักรยานยนต์	46.5	35.8	33.8	-	40.5	47.0	35.0	17.0
รถยนต์	43.7	33.8	32.0	-	37.5	45.0	34.0	12.0
รถบรรทุก 6 ล้อ	38.0	30.8	27.0	-	33.0	39.0	25.3	-
รถบัส	-	33.8	27.2	-	28.9	37.0	25.8	-
ประเภทของยานพาหนะ	ทิศทาง 3 (NB)				ทิศทาง 4 (WB)			
	เลี้ยวซ้าย	ทางตรง	เลี้ยวขวา	กลับรถ	เลี้ยวซ้าย	ทางตรง	เลี้ยวขวา	กลับรถ
รถจักรยานยนต์	41.0	37.0	32.8	20.0	41.7	37.0	28.0	17.8
รถยนต์	39.0	36.0	31.8	13.0	39.7	36.0	28.0	12.8
รถบรรทุก 6 ล้อ	29.0	31.8	22.4	-	26.0	28.0	27.0	-
รถบัส	28.8	30.0	23.8	-	25.0	28.0	27.5	-

ที่มา : ผู้วิจัย

4.6 จังหวะสัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน

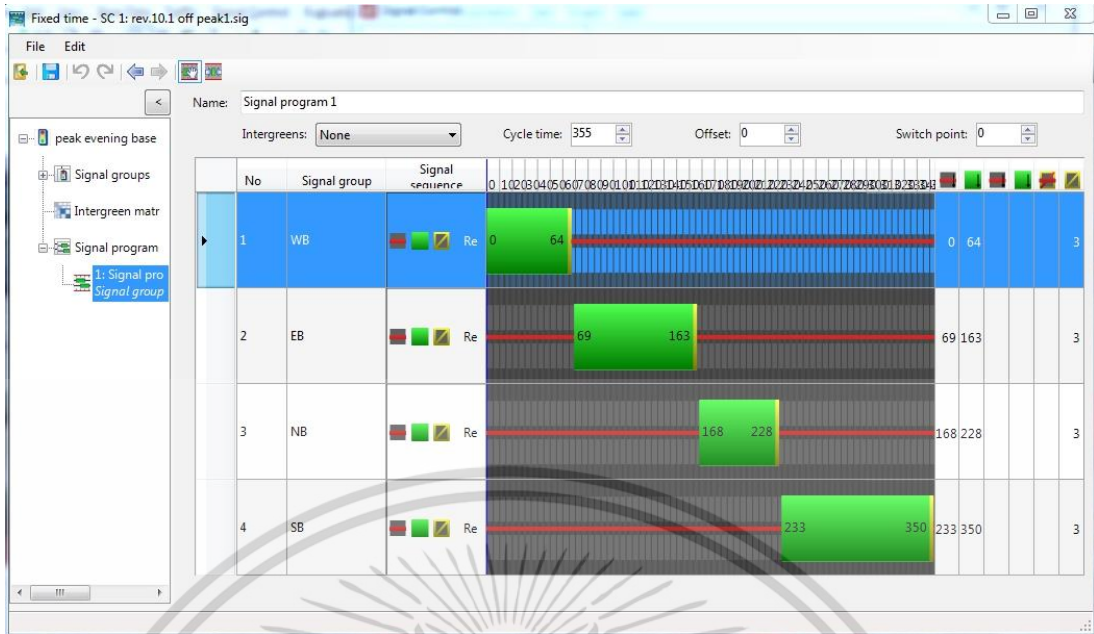
จากการสำรวจจังหวะสัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน (พ.ศ.2566) ที่ทำการศึกษาในแต่ละทิศทาง พบว่ามีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 ช่วงเวลาโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ทำให้จำนวนรอบสัญญาณไฟจราจรไม่คงที่ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงทำการหารอบสัญญาณไฟที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO (ดังแสดงในภาคผนวก ค.) ซึ่งลักษณะการจำลองระบบสัญญาณไฟจราจรบนแยกที่ทำการศึกษาในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น และนอกเวลาเร่งด่วน ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ถึงรูปที่ 4.13 ตามลำดับ



ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วย: วินาที

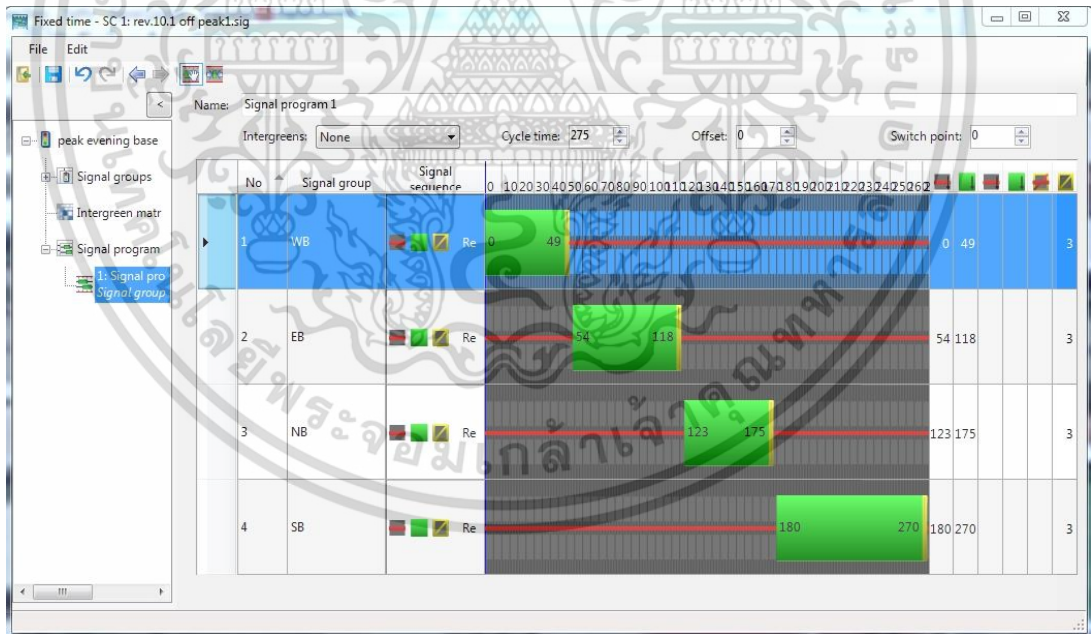
รูปที่ 4.11 สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปีฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า



ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วย: วินาที

รูปที่ 4.12 สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปิฎฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น



ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วย: วินาที

รูปที่ 4.13 สัญญาณไฟจราจรของทางแยก ณ ปิฎฐาน ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจทั้งหมด ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จะนำไปใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านจราจร ระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการของทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยหลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองฐานแล้วจะต้องมีการสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยใช้ค่า GEH ในการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง ซึ่งค่า GEH ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงถือว่าเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบอื่นๆ ในอนาคตได้ ซึ่งค่า GEH ที่ได้ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โดยค่าสอบเทียบและทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ถึงตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 การสอบเทียบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการปรับเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	2,961	2,813	2.75
ถนนศรีอยุธยามุ่งทิศตะวันตก	4,005	3,894	1.76
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,945	2,790	2.89
ถนนศรีอยุธยามุ่งทิศตะวันออก	2,633	2,422	4.19

ตารางที่ 4.11 การทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการปรับเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	3,361	3,265	1.66
ถนนศรีอยุธยามุ่งทิศตะวันตก	3,284	3,067	3.85
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,476	2,394	1.66
ถนนศรีอยุธยามุ่งทิศตะวันออก	1,990	1,880	2.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง นอกชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการเปรียบเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	2,754	2,788	0.64
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันตก	2,544	2,568	0.47
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,187	2,150	0.79
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันออก	1,804	1,785	0.44

จากการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองกับค่าปริมาณจราจรที่ได้ทำการสำรวจ พบว่าแบบจำลองมีค่า GEH น้อยกว่า 5 จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง และเมื่อแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับสภาพจริงแล้ว จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านจราจร และวิเคราะห์ความคุ้มค่าของกรณีที่มีโครงการต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ที่ต้องการจากโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยก กรณีมีโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยก ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed), ระยะทางเฉลี่ย (Average Distance) และความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)

4.8 การออกแบบพื้นที่ศึกษาในปัจจุบันให้เป็นรูปแบบทางลอดข้ามผ่านทางแยก (Underpass) ในส่วนของแนวคิดในการออกแบบโครงการ (Conceptual Design)

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพทางด้านจราจรและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์กรณีที่มีโครงการเกิดขึ้น ดังนั้นจึงออกแบบพื้นที่ศึกษาในกรณีที่มีโครงการ เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านจราจรและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังมีโครงการฯ โดยออกแบบเป็นทางลอดข้ามผ่านทางแยก (Underpass) ให้สอดคล้องกับลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยจะใช้ข้อกำหนดและมาตรฐานในการออกแบบตามคำแนะนำของ American of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) และ Department of Highways (DOH) ในส่วนของการควบคุมด้านการจราจรจะใช้สัญญาณไฟจราจรโดยคำนวณความยาวและรอบของสัญญาณไฟจราจรโดยใช้โปรแกรม SYNCHRO มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่มีโครงการฯ เพื่อให้การออกแบบสัญญาณไฟจราจรมี

ประสิทธิภาพสูงสุด

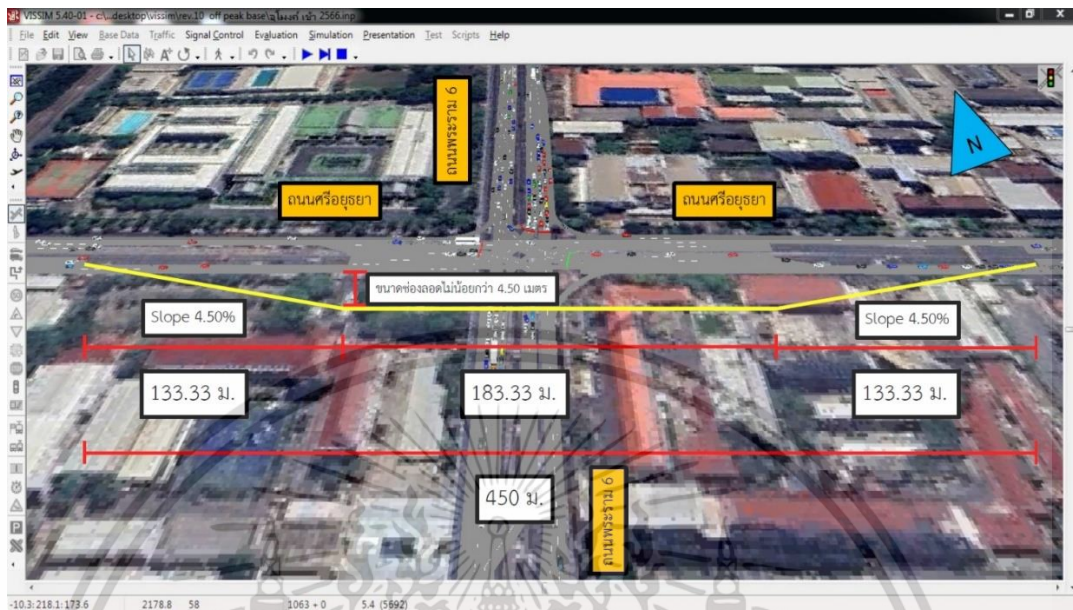
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการวิจัยนี้ ผู้ศึกษาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบในการออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการไว้ ดังนี้

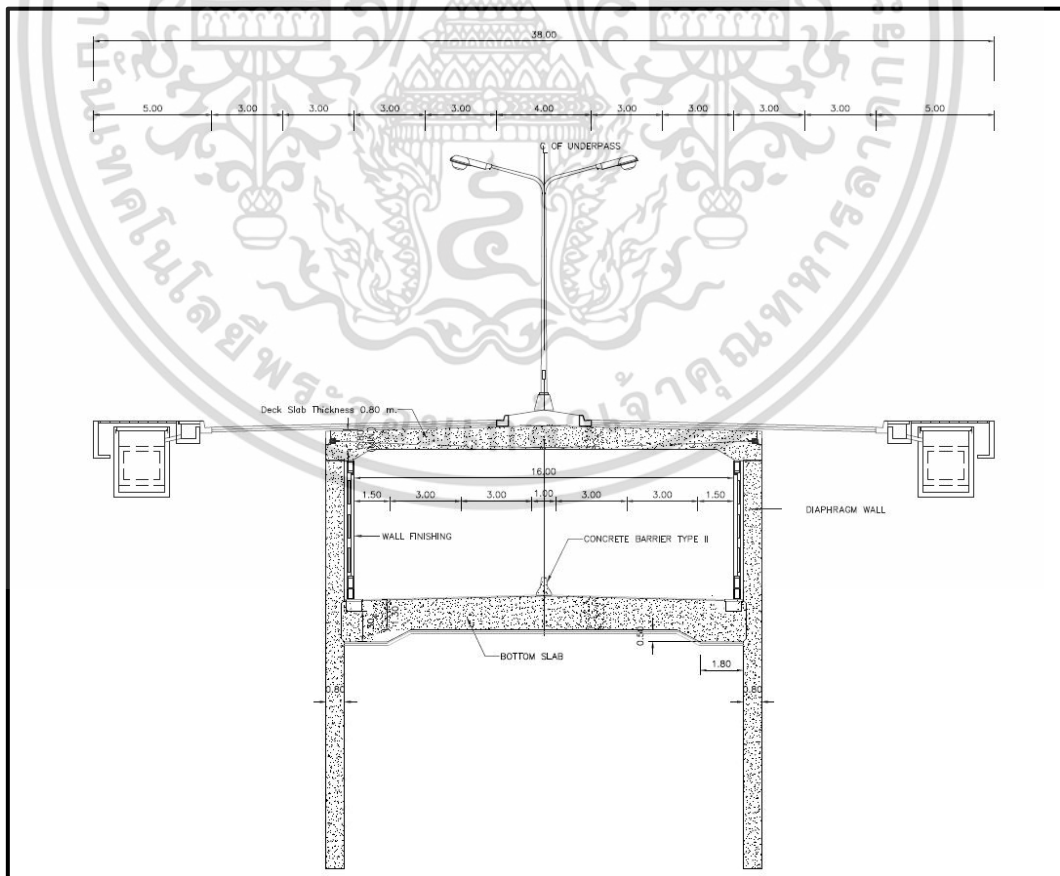
- ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในกรณีที่มีโครงการ เนื่องจากข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า มีปริมาณจราจรสูงที่สุด
- เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ในเขตสถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ ผู้วิจัยจึงเสนอรูปแบบของทางแยกต่างระดับเป็นรูปแบบการก่อสร้างโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา เพราะจะช่วยลดเสียงและการสิ้นเปลืองขณะที่รถวิ่ง
- กำหนดให้ทิศทางของทางลอดขนานกับถนนศรีอยุธยา เนื่องจากเป็นทิศทางที่สัมพันธ์กับทิศทางของปริมาณจราจรที่สูงในทิศทางตรง
- การออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ จะใช้มาตรฐานและข้อแนะนำของ Department of Highways (DOH) และ American of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ
- อายุการใช้งานของโครงการก่อสร้าง ซึ่งอายุของสิ่งปลูกสร้างตามที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้ อยู่ระหว่าง 15-25 ปี โดยงานวิจัยนี้กำหนดอายุการใช้งานของโครงการ คือ 15 ปี (พ.ศ.2570 - พ.ศ.2584) โดยใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างและดำเนินการ 4 ปี (พ.ศ.2566 - พ.ศ.2569)
- กำหนดอัตราส่วนลด (Discount Rate) อยู่ที่ร้อยละ 12 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่มีการศึกษาถึงต้นทุนของเงินลงทุนในประเทศไทยโดยธนาคารโลกและสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์จะประเมินด้วยวิธี NPV, B/C Ratio และ IRR โดยจะศึกษาในช่วงระยะเวลา 15 ปี ของโครงการ
- การคำนวณและประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการจะเปรียบเทียบกับราคามาตรฐาน และโครงการต่างๆ ที่เคยมีมาของสำนักงานประมาณและกรมทางหลวง โดยจะคำนวณค่าใช้จ่ายของโครงการเฉพาะตัวแปรหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเท่านั้น
- การคำนวณและประเมินผลประโยชน์ของโครงการจะทำการวิเคราะห์จาก VOC, VOT, ACC และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม
- ใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมมติฐานข้างต้น ทำให้ผู้ศึกษาได้กำหนดรูปแบบลักษณะทางกายภาพของโครงการทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.14 รูปแบบลักษณะทางกายภาพของโครงการทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา

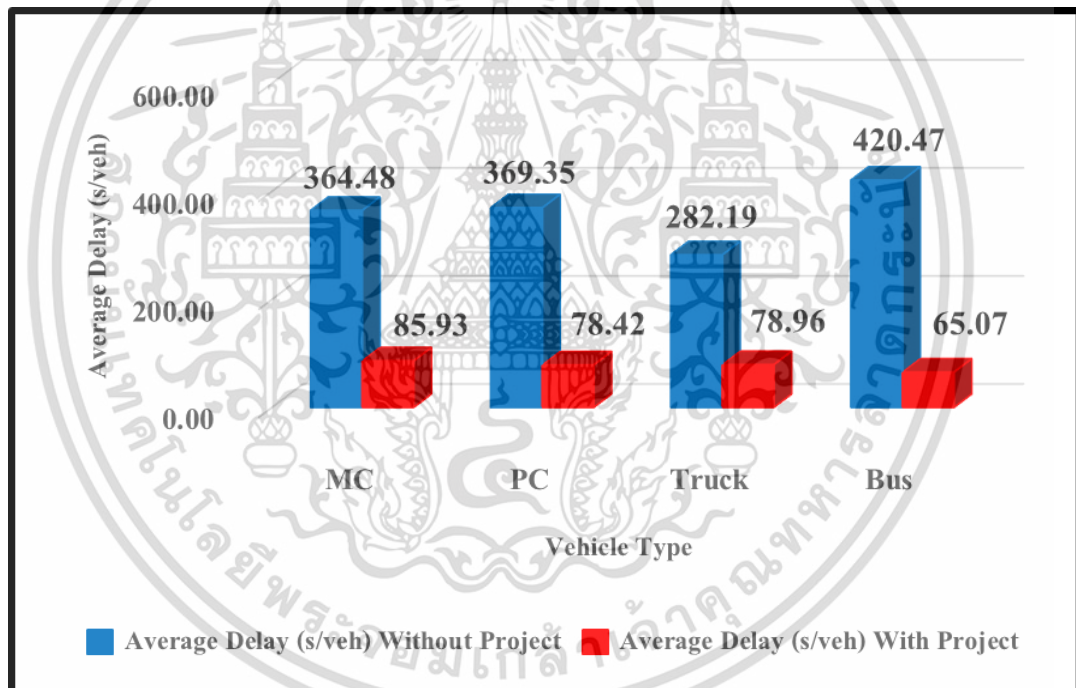


รูปที่ 4.15 รูปแบบลักษณะทางกายภาพของโครงการทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านจราจรของโครงการ ก่อสร้างทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษานี้จะวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทางแยกจากการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ซึ่งจากการพัฒนาแบบจำลอง VISSIM ทำให้ได้ค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ของรถแต่ละประเภทระหว่างกรณีที่มีโครงการกับไม่มีโครงการ (ดังแสดงในภาคผนวก ง.) ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกจากความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทระหว่างรูปแบบที่มีโครงการกับไม่มีโครงการทางลอดข้ามทางแยก ในช่วงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) จากผลที่ได้คือค่าความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทมีค่าลดลงเมื่อมีโครงการก่อสร้างทางลอด จึงสรุปได้ว่าเมื่อมีโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามผ่านทางแยกแล้วนั้น ทำให้ทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกลง ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 กราฟเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภท ระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ ในช่วงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายของโครงการ, ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ และผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.10.1 ค่าใช้จ่ายของโครงการ

ค่าใช้จ่ายของโครงการที่นำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ, ค่าก่อสร้าง, ค่าควบคุมงาน และค่าบำรุงรักษา เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้างและดำเนินงานของโครงการก่อสร้างถนนและทางลอดจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของโครงการก่อสร้างทางลอดในพื้นที่ศึกษา (ดังแสดงในภาคผนวก จ.) โดยราคาที่ได้ต้องปรับจากราคาทางการเงินให้เป็นราคาทางด้านเศรษฐศาสตร์ จึงสรุปราคาค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินงานของโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 ซึ่งมีค่าใช้จ่ายและดำเนินงานของโครงการก่อสร้างทางลอด รวมทั้งหมด 873,891,600 บาท โดยค่าใช้จ่ายและดำเนินงานจะนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

ตารางที่ 4.13 สรุปค่าใช้จ่ายและดำเนินงานของโครงการ

รายการ	ราคาทางการเงิน (บาท)	Economic Conversion Factor	ราคาทางเศรษฐศาสตร์ (บาท)
ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	769,000,000	0.88	676,720,000
ค่าเผื่อขาด	76,900,000	1.00	76,900,000
ค่าสำรวจและออกแบบ	26,915,000	0.92	24,761,800
ค่าควบคุมงานก่อสร้าง	23,070,000	0.92	21,224,400
ค่าบำรุงรักษาตามปกติ	7,690,000	0.92	7,074,800
ค่าบำรุงรักษาหลัก	38,450,000	0.92	35,374,000
ค่าบำรุงรักษาพิเศษ/ บูรณะ	34,605,000	0.92	31,836,600
			873,891,600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.2 ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ

ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ คือ มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT), มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) และมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ซึ่งมูลค่าของ VOC, VOT และ ACC ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณผลตอบแทนของโครงการตาม “คู่มือวิธีการในการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง” ของ กรมทางหลวง เมื่อปี พ.ศ.2561 และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจะใช้วิธีการคำนวณผลตอบแทนของโครงการตามคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” ซึ่งเป็นการศึกษามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2543 โดยมูลค่าผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการรายปี จะเปรียบเทียบระหว่างผลตอบแทนของกรณีที่ไม่มีโครงการกับกรณีที่มีโครงการในแต่ละปี (ดังแสดงในภาคผนวก ฉ.) จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป โดยจะแสดงตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ถึงตารางที่ 4.29 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.10.2.1 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

ตารางที่ 4.14 มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

Year	ปริมาณจราจรชั่วโมง เร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) (1)	ปริมาณจราจร (PCU/วัน) (2)	Average Distance (km.)	
			w	w/o
			(3)	
2570	10,122	127,926	1.302	1.257

ตารางที่ 4.15 มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

Year	Average Speed (km./hr.)		ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ รวมทุกประเภท (บาท/ PCU-km)		Vehicle Operating Cost saved (VOC) (ล้านบาท/ปี) (6)
	w	w/o	w	w/o	
	(4)		(5)		
2570	24.163	12.493	20.93	26.46	184.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการดำเนินงานของกรมการศึกษานโยบายและแผนงานของกรมการศึกษานโยบายและแผนงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง)

หาได้จาก ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีฐาน (พ.ศ.2566) มีค่าเท่ากับ 8,501 PCU/ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังนั้นจึงทำให้ได้ค่า ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิด (พ.ศ. 2570) เท่ากับ 10,122 PCU/ชั่วโมง

(2) ปริมาณจราจร (PCU/วัน)

หาได้จาก การแปลงปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) ให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน (PCU/วัน) โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรต่อวัน ณ สีแยกศรีอยุธยา ที่มีการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรโดย สำนักงานจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2564 และ ปี พ.ศ. 2566 มาใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณจราจรต่อชั่วโมง ณ ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งค่าเปรียบเทียบในการแปลงค่า ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน มีค่าเท่ากับ 7.9124% โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$\frac{10,122}{7.9124\%} = 127,926 \text{ PCU/วัน}$$

(3) Average Distance (km.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM

(4) Average Speed (km./hr.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยจะทำการกำหนดค่าการประเมินผล (Number of runs) เท่ากับ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลของแบบจำลอง

(5) ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์รวมทุกประเภท (บาท/PCU-km)

หาได้จาก ตารางเปรียบเทียบระหว่างความเร็วของยานพาหนะกับค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) ของ “คู่มือวิธีการในการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (RUC)” โครงการศึกษาจัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง ที่มีการศึกษาโดย สำนักแผนงาน กรมทางหลวง
เมื่อปี พ.ศ.2561

(6) Vehicle Operating Cost saved (VOC) ของวันธรรมดา (Weekday) (ล้านบาท/ปี)

หาได้จาก สมการคำนวณ VOC

$$VOC_{\text{saving}} = (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{มีโครงการ}})$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } VOC_{\text{saving}} &= [(26.46 \times (127,926 \times 1.257)) - (20.93 \times (127,926 \times 1.302))] \times \\ &\quad (240/1,000,000) \\ &= 184.50 \text{ ล้านบาท/ปี} \end{aligned}$$

4.10.2.2 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง
(VOT) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

ตารางที่ 4.16 มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ
(พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

Year	ปริมาณ จราจรชั่วโมง เร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) (1)	ปริมาณ จราจร (PCU/วัน) (2)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)	
			w	w/o	w	w/o
			(3)		(4)	
2570	10,122	127,926	1.302	1.257	24.163	12.493

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

Year	Average Time (hr.)		VHT (PCU-ชม.)/วัน		มูลค่าเวลาเฉลี่ย (บาท/PCU-ชั่วโมง)	Value of time saved (VOT) (ล้านบาท/ปี)
	w	w/o	w	w/o		
	(5)		(6)		(7)	(8)
2570	0.054	0.101	6,893.19	12,871.48	125.39	179.91

(1) ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง)

หาได้จาก ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีฐาน (พ.ศ.2566) มีค่าเท่ากับ 8,501 PCU/ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังนั้นจึงทำให้ได้ค่า ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิด (พ.ศ. 2570) เท่ากับ 10,122 PCU/ชั่วโมง

(2) ปริมาณจราจร (PCU/วัน)

หาได้จาก การแปลงปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) ให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน (PCU/วัน) โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรต่อวัน ณ สีแยกศรีอยุธยา ที่มีการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรโดย สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2564 และ ปี พ.ศ. 2566 มาใช้ในการปรับเทียบค่าปริมาณจราจรต่อชั่วโมง ณ ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งค่าปรับเทียบในการแปลงค่า ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน มีค่าเท่ากับ 7.9124% โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$\frac{10,122}{7.9124\%} = 127,926 \text{ PCU/วัน}$$

(3) Average Distance (km.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) Average Speed (km./hr.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยจะทำการกำหนดค่าการประเมินผล (Number of runs) เท่ากับ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลของแบบจำลอง

(5) Average Time (hr.)

หาได้จาก นำ Average Distance (km.) ทหารด้วย Average Speed (km./hr.)

สมการ
$$t = \frac{S}{V}$$

(6) VHT (PCU-ชม.)/วัน

หาได้จาก นำปริมาณจราจรทั้งหมด (PCU/วัน) คูณด้วย Average Time (hr.)

(7) มูลค่าเวลาเฉลี่ย (บาท/PCU-ชั่วโมง)

หาได้จาก ตารางมูลค่าเวลาเฉลี่ยต่อคันรถยนต์นั่งส่วนบุคคล-ชั่วโมง ของ “คู่มือวิธีการในการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (RUC)” โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง ที่มีการศึกษาโดย สำนักแผนงาน กรมทางหลวง เมื่อปี พ.ศ.2561 โดยเป็นมูลค่าเวลาเฉลี่ยต่อคันรถยนต์นั่งส่วนบุคคล-ชั่วโมง ณ ปี พ.ศ.2557 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 102.9 บาท/pcu-ชม. ผู้วิจัยจึงนำราคาที่ได้มาคิดเป็นราคา ณ ปัจจุบัน โดยนำมาคูณด้วยอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยย้อนหลัง 15 ปี (พ.ศ. 2550 - 2564) ซึ่งเท่ากับ 1.53%

ดังนั้น
$$\begin{aligned} \text{มูลค่าเวลาเฉลี่ย (บาท/PCU-ชั่วโมง)} &= 102.9 \times (1.0153^{(2570-2557)}) \\ &= 125.39 \text{ บาท/PCU-ชั่วโมง} \end{aligned}$$

(8) Value of Time saved (VOT) ของวันธรรมดา (Weekday) (ล้านบาท/ปี)

หาได้จาก สมการคำนวณ VOT

$$VOT_{\text{saving}} = (VOT_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOT_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VHT_{\text{มีโครงการ}})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า VOT}_{\text{saving}} &= [(12,871.48 \times 125.39) - (6,893.19 \times 125.39)] \times (240/1,000,000) \\ &= 179.91 \text{ ล้านบาท/ปี} \end{aligned}$$

4.10.2.3 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

ตารางที่ 4.18 มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) (1)	ปริมาณจราจร (PCU/วัน) (2)	ปริมาณจราจรบน ถนนโครงการ (PCU/วัน) (3)	ปริมาณจราจรบน ถนนทั่วไป (PCU/วัน) (4)
2570	10,122	127,926	31,982	95,945

ตารางที่ 4.19 มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

Year	Average Distance (km.)		มูลค่าอุบัติเหตุสี่ แยกระดับดิน (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร) (6)	มูลค่าอุบัติเหตุทาง ลอด (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร) (7)	Accident Cost Saving (ACC) (ล้านบาท/ปี) (8)
	w	w/o			
2570	1.302	1.257	710,236	26,467	0.06

(1) ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง)

หาได้จาก ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีฐาน (พ.ศ.2566) มีค่าเท่ากับ 8,501 PCU/ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังนั้นจึงทำให้ได้ค่า ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิด (พ.ศ. 2570) เท่ากับ 10,122 PCU/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ปริมาณจราจร (PCU/วัน)

หาได้จาก การแปลงปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง) ให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน (PCU/วัน) โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรต่อวัน ณ สีแยกศรีอยุธยา ที่มีการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรโดย สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2564 และ ปี พ.ศ. 2566 มาใช้ในการปรับเทียบค่าปริมาณจราจรต่อชั่วโมง ณ ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งค่าปรับเทียบในการแปลงค่า ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน มีค่าเท่ากับ 7.9124% โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$\frac{10,122}{7.9124\%} = 127,926 \text{ PCU/วัน}$$

(3) ปริมาณจราจรบนถนนโครงการ (PCU/วัน)

หาได้จาก การคาดการณ์ปริมาณจราจรในทิศทางตรง (ทิศทางขนานกับถนนศรีอยุธยา) ซึ่งเป็นทิศทางของยานพาหนะที่ใช้โครงการทางลอดที่ทางแยกศรีอยุธยา โดยคิดเป็นปริมาณจราจร 25% ของปริมาณจราจรทั้งโครงข่าย

(4) ปริมาณจราจรบนถนนทั่วไป (PCU/วัน)

หาได้จาก การคาดการณ์ปริมาณจราจรในทิศทางอื่นๆ ที่ไม่ใช่ทิศทางตรง (ทิศทางขนานกับถนนศรีอยุธยา) ซึ่งเป็นทิศทางของยานพาหนะที่ใช้โครงการทางลอดที่ทางแยกศรีอยุธยา โดยคิดเป็นปริมาณจราจร 75% ของปริมาณจราจรทั้งโครงข่าย

(5) Average Distance (km.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM

(6) มูลค่าอุบัติเหตุสี่แยกระดับดิน (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร)

ปริมาณการเดินทางบนทางหลวงปี 2565 (Vehicle Travelled Kilometers : VKT) บริเวณพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล ที่ศึกษาโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ณ ปี พ.ศ.2566 มีค่าเท่ากับ 306,484,902,586 PCU-kilometers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงจำแนกตามสภาพบริเวณที่เกิดเหตุ ณ ปี พ.ศ.2565 ที่ศึกษาโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ณ ปี พ.ศ.2566 สามารถสรุปได้ดัง **ตารางที่ 4.20**

ตารางที่ 4.20 จำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงจำแนกตามสภาพบริเวณที่เกิดเหตุ ณ ปี พ.ศ.2565

ลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ	ทรัพย์สินเสียหาย (ครั้ง)	เสียชีวิต (ครั้ง)	ได้รับบาดเจ็บ (ครั้ง)
ทางแยกรูปตัว +	619	73	631
ทางลอด (Underpass)	38	2	25
สะพาน (Overpass)	227	29	148

จากนั้นจึงนำค่าที่ได้จากตารางข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวง จำแนกตามลักษณะบริเวณที่เกิดเหตุ มาแปลงเป็นค่า จำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (ครั้ง/ 100 ล้าน PCU-Km) ดัง**ตารางที่ 4.21**

ตารางที่ 4.21 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (ครั้ง/ 100 ล้าน PCU-Km)

ลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ	ทรัพย์สินเสียหาย	เสียชีวิต	ได้รับบาดเจ็บ
ทางแยกรูปตัว +	0.201967534	0.023818465	0.205882898
ทางลอด (Underpass)	0.012398653	0.000652561	0.008157009
สะพาน (Overpass)	0.074065638	0.00946213	0.048289491

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรจำแนกตามระดับความรุนแรง ณ ปี พ.ศ.2547 (บาท/ครั้ง) ที่ศึกษาโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง สามารถสรุปได้ดัง **ตารางที่ 4.22**

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรจำแนกตามระดับความรุนแรง ณ ปี พ.ศ.2547 (บาท/ครั้ง)

ระดับความรุนแรง	มูลค่าเฉลี่ยความสูญเสีย ณ ปี พ.ศ.2547	มูลค่าเฉลี่ยความสูญเสีย ณ ปี พ.ศ.2566
กรณีเสียชีวิต	4,658,004.00	6,215,745.08
กรณีได้รับบาดเจ็บ	1,854,490.67	2,474,673.97
กรณีทรัพย์สินเสียหาย อย่างเดียว	40,220.00	53,670.47

จากข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (ครั้ง/ 100 ล้าน PCU-Km) และ ข้อมูลค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรจำแนกตามระดับความรุนแรง ทำให้สามารถสรุปตารางมูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ณ ปี พ.ศ.2566 (บาท/ 100 ล้าน PCU-Km) ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 มูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ณ ปี พ.ศ.2566 (บาท/ 100 ล้าน PCU-Km)

รายการ	ทางแยกรูปตัว +	ทางลอด (Underpass)	สะพาน (Overpass)
เสียชีวิต	148,050	4,056	58,814
ได้รับบาดเจ็บ	509,493	20,186	119,501
ทรัพย์สินเสียหาย อย่างเดียว	10,840	665	3,975
รวม	668,382	24,908	182,290

จากนั้นจึงแปลงค่ามูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ณ ปี พ.ศ.2566 ให้เป็น มูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย ณ ปี พ.ศ.2570 โดยคูณด้วยอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยย้อนหลัง 15 ปี (พ.ศ. 2550 - 2564) ซึ่งเท่ากับ 1.53%

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad & \text{มูลค่าอุบัติเหตุสี่แยกระดับดิน ณ ปี พ.ศ.2570} \\ & = 668,382 \times (1.0153^{(2570-2566)}) \\ & = 710,236 \text{ (บาท/ 100 ล้าน PCU-Km)} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) มูลค่าอุบัติเหตุทางลด (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร)

ใช้ตารางสรุปมูลค่าอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทางเฉลี่ย (บาท/ 100 ล้าน PCU-Km) เช่นเดียวกับ (6)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad & \text{มูลค่าอุบัติเหตุทางลด ณ ปี พ.ศ.2570} \\ & = 24,908 \times (1.0153^{(2570-2566)}) \\ & = 26,467 \text{ (บาท/ 100 ล้าน PCU-Km)} \end{aligned}$$

(8) Accident Cost Saving (ACC) ของวันธรรมดา (Weekday) (ล้านบาท/ปี)

หาได้จาก สมการคำนวณ ACC

$$\text{ACC saving} = (\text{ACC}_{\text{สี่แยกระดับดิน}} \times \text{VKT}_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - [(\text{ACC}_{\text{สี่แยกระดับดิน}} \times \text{VKT}_{\text{โครงข่ายทั่วไป}}) + (\text{ACC}_{\text{ทางลดข้ามทางแยก}} \times \text{VKT}_{\text{ทางลดข้ามทางแยก}})]$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า VOT saving} &= [(127,926 \times 1.257 \times 710,236) - [(95,945 \times 1.302 \times 710,236) \\ & \quad + (31,982 \times 1.302 \times 26,467)]] \times \\ & \quad [(240/1,000,000)/100,000,000] \\ & = 0.06 \text{ ล้านบาท/ปี} \end{aligned}$$

4.10.2.4 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

ตารางที่ 4.24 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday)

Year	ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		สัดส่วนส่วนรถเล็ก	สัดส่วนส่วนรถใหญ่
			w	w/o	w	w/o		
	(1)	(2)	(3)		(4)		(5)	
2570	14,936	188,767	1.302	1.257	24.163	12.493	0.99	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (oPk) กรณีไม่มีโครงการ			ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (oPk) กรณีมีโครงการ		
มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)	มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)
(6)			(7)		
0.060	72.8524	12.864	0.050	75.9324	10.384

ตารางที่ 4.26 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (oPks) (พื้นที่ในเขตเมือง)			ผลประโยชน์โครงการ (ไม่มีโครงการ - มีโครงการ)		
มลพิษทางอากาศ (yen/ton)	มลพิษทางเสียง (yen/dB(A)/km/yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/ton-c)	มลพิษทางอากาศ (yen/yr.)	มลพิษทางเสียง (yen/yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/yr.)
(8)			(9)		
580,000	475,200	2,300	1,472,007	12,773,871	1,463,118

ตารางที่ 4.27 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของวันธรรมดา (Weekday) (ต่อ)

Environmental Benefit (Yen/Yr.)	Environmental Benefit (ล้านบาท/ปี)
(9)	
15,708,996.04	3.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คัน/ชั่วโมง)

หาได้จาก ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีฐาน (พ.ศ.2566) มีค่าเท่ากับ 12,544 คัน/ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้ค่าอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555-พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังนั้นจึงทำให้ได้ค่า ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิด (พ.ศ. 2570) เท่ากับ 14,936 คัน/ชั่วโมง

(2) ปริมาณจราจร (คัน/วัน)

หาได้จาก การแปลงปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คัน/ชั่วโมง) ให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน (คัน/วัน) โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรต่อวัน ณ สีแยกศรีอยุธยา ที่มีการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรโดย สำนักงานจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2564 และ ปี พ.ศ. 2566 มาใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณจราจรต่อชั่วโมง ณ ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งค่าเปรียบเทียบในการแปลงค่า ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงให้เป็นปริมาณจราจรต่อวัน มีค่าเท่ากับ 7.9124% โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$\frac{14,936}{7.9124\%} = 188,767 \text{ PCU/วัน}$$

(3) Average Distance (km.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM

(4) Average Speed (km./hr.)

หาได้จาก การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยจะทำการกำหนดค่าการประเมินผล (Number of runs) เท่ากับ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลของแบบจำลอง

(5) สัดส่วนส่วนรถเล็กและสัดส่วนส่วนรถใหญ่

หาได้จาก สัดส่วนของยานพาหนะที่สำรวจในพื้นที่โครงการฯ ซึ่งมีสัดส่วนรถเล็กเท่ากับ 99% และมีสัดส่วนรถใหญ่เท่ากับ 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (oPk) กรณีไม่มีโครงการ

ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ใช้วิธีการคำนวณตามคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” ซึ่งเป็นการศึกษามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2543 รายละเอียดการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 รายละเอียดการคำนวณปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับความเร็วเดินทางต่างๆ (oPk)

ความเร็ว (กม./ชม.)	มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางเสียง	ภาวะโลกร้อน
	ปริมาณการปล่อยมลพิษของ NO _x (g/km/day)	ระดับเสียงที่เทียบเท่า(dB(A))	ปริมาณการปล่อยมลพิษของ CO ₂ (g-c/km/day)
10	$(0.34a_1+3.79a_2)Q$	33+A	$(99a_1+237a_2)Q$
20	$(0.29a_1+3.33a_2)Q$	36+A	$(67a_1+182a_2)Q$
30	$(0.24a_1+2.87a_2)Q$	38+A	$(54a_1+155a_2)Q$
40	$(0.20a_1+2.41a_2)Q$	39+A	$(46a_1+137a_2)Q$
50	$(0.21a_1+2.16a_2)Q$	40+A	$(42a_1+127a_2)Q$
60	$(0.23a_1+1.90a_2)Q$	41+A	$(40a_1+122a_2)Q$
70	$(0.25a_1+2.10a_2)Q$	42+A	$(19a_1+123a_2)Q$
80	$(0.27a_1+2.29a_2)Q$	42+A	$(40a_1+129a_2)Q$

โดย $A : 10 \times \log(a_1+4.4a_2)+10 \times \log(Q/24)$

a_1 : สัดส่วนรถเล็กในกระแสจราจร

a_2 : สัดส่วนรถใหญ่ในกระแสจราจร ($a_1+a_2 = 1$)

Q : ปริมาณจราจร (คัน/วัน)

มูลค่าผลกระทบทางด้านเสียงให้นำจำนวนปริมาณที่เกิน 55dB(A) มาใช้ในการคำนวณหามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม กรณีที่มีระดับเสียงที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 55dB(A) ให้ถือว่าไม่มีผลกระทบทางด้านเสียง

โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการปล่อยมลพิษของ NO}_x &= (0.29a_1+3.33a_2)Q \\ &= [(0.29 \times 0.99) + (3.33 \times 0.01)] \times 188,767 / 1,000,000 \\ &= 0.06 \text{ (ton/km/day)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ระดับเสียงที่เทียบเท่า (dB(A)) ที่ความเร็ว 12.493 (km./hr.)} &= 33.75+A \\ \text{โดยที่} &A = 10 \times \log(a_1+4.4a_2) + 10 \times \log(Q/24) \\ &A = 10 \times \log(0.99 + 4.4 \times 0.01) + 10 \times \log(188,767/24) \\ &A = 39.102 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น} \quad \text{ระดับเสียงที่เทียบเท่า (dB(A)) ที่ความเร็ว 12.493 (km./hr.)} &= 33.75+A \\ &= 33.75 + 39.102 \\ &= 72.8524 \text{ (dB(A))} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการปล่อยมลพิษของ CO}_2 &= (67a_1+182a_2)Q \\ &= [(67 \times 0.99) + (182 \times 0.01)] \times 188,767 / 1,000,000 \\ &= 12.864 \text{ (ton-c/km/day)} \end{aligned}$$

(7) ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (aPK) กรณีมีโครงการ
คำนวณโดยใช้ตารางตั้ง (6) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการปล่อยมลพิษของ NO}_x &= (0.24a_1+2.87a_2)Q \\ &= [(0.24 \times 0.99) + (2.87 \times 0.01)] \times 188,767 / 1,000,000 \\ &= 0.05 \text{ (ton/km/day)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ระดับเสียงที่เทียบเท่า (dB(A)) ที่ความเร็ว 24.163 (km./hr.)} &= 36.83 +A \\ \text{โดยที่} &A = 10 \times \log(a_1+4.4a_2) + 10 \times \log(Q/24) \\ &A = 10 \times \log(0.99 + 4.4 \times 0.01) + 10 \times \log(188,767/24) \\ &A = 39.102 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น} \quad \text{ระดับเสียงที่เทียบเท่า (dB(A)) ที่ความเร็ว 24.163 (km./hr.)} &= 36.83 +A \\ &= 36.83 + 39.102 \\ &= 75.9324 \text{ (dB(A))} \end{aligned}$$

ปริมาณการปล่อยมลพิษของ CO₂ = (54a₁+155a₂)Q
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= [(54 \times 0.99) + (155 \times 0.01)] \times 188,767 / 1,000,000$$

$$= 10.384 \text{ (ton-c/km/day)}$$

(8) มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (oPk)

มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ตารางตามคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” ซึ่งเป็นการศึกษามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2543 เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ในเขตเมือง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูล มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ในเขตเมือง รายละเอียดมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ (∂^P_{ks})

Roadside Type	พื้นที่ประชากร หนาแน่น	พื้นที่ในเขต เมือง	พื้นที่นอก เขตเมือง (ทางราบ)	พื้นที่นอก เขตเมือง (ภูเขา)
มลพิษทางอากาศ Unit Cost (1,000 yen/ton)	2,920	580	200	10
มลพิษทางเสียง Unit Cost (yen/dB(A)/km/yr.)	2,400,000	475,200	165,600	7,200
ภาวะโลกร้อน Unit Cost (yen/ton-c)	2,300			

(9) ผลประโยชน์โครงการ (ไม่มีโครงการ - มีโครงการ)

จากคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” การประเมินผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาจะคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างมีกับไม่มีโครงการ โดยการวิจัยนี้จะประเมินด้านมลพิษทางอากาศ เสียงรบกวน และภาวะโลกร้อน เพื่อใช้สำหรับการวัดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ

โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$BE^P = BE^P_o - BE^P_w$$

มูลค่าทางด้านมลพิษทางอากาศและภาวะโลกร้อน

$$BE^P_k = \sum_s (\partial^P_k \times \partial^P_{ks} \times L_{ks} \times 365)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลค่าทางด้านเสียงรบกวน

$$BE^P_K = \sum_s (a^P_k \times a^P_{ks} \times L_{ks})$$

แทนค่าในสมการ

มูลค่าผลประโยชน์ทางด้านมลพิษทางอากาศของโครงการฯ ณ ปี พ.ศ.2570 ของวันธรรมดา (Weekday)

$$\begin{aligned} &= (0.06 \times 580,000 \times 1.257 \times 240) - (0.05 \times 580,000 \times 1.302 \times 240) \\ &= 1,472,007 \text{ yen/yr.} \end{aligned}$$

มูลค่าผลประโยชน์ทางด้านภาวะโลกร้อนของโครงการฯ ณ ปี พ.ศ.2570 ของวันธรรมดา (Weekday)

$$\begin{aligned} &= (12.864 \times 2,300 \times 1.257 \times 240) - (10.384 \times 2,300 \times 1.302 \times 240) \\ &= 1,463,118 \text{ yen/yr.} \end{aligned}$$

มูลค่าผลประโยชน์ทางด้านเสียงรบกวนของโครงการฯ ณ ปี พ.ศ.2570 ของวันธรรมดา (Weekday)

$$\begin{aligned} &= (72.8524 \times 475,200 \times 1.257) - (75.9324 \times 475,200 \times (1.302-0.45)) \\ &= 12,773,871 \text{ yen/yr.} \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงได้ผลรวมมูลค่าผลประโยชน์ของโครงการฯ ของวันธรรมดา (Weekday)

$$\begin{aligned} &= 1,472,007 + 1,463,118 + 12,773,871 \\ &= 15,708,996.04 \text{ yen/yr.} \\ &= (15,708,996.04 \times 0.24) / 1,000,000 \\ &= 3.77 \text{ ล้านบาท/ปี} \end{aligned}$$

จากการคำนวณค่าทั้งหมดดังที่แสดงตัวอย่างมาข้างต้น เป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นของวันธรรมดา (Weekday) ดังนั้นจึงต้องนำค่าของวันหยุด (Weekend) มารวมด้วย โดยการเปลี่ยนค่าจากจำนวนวันปกติ 240 วัน เป็นค่าจำนวนวันหยุด 125 วัน และปรับเปลี่ยนค่าปริมาณจราจรโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบปริมาณจราจรที่มีการศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานครระหว่างวันหยุดและวันธรรมดา มาคูณเปรียบเทียบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าตัวคูณเปรียบเทียบปริมาณจราจรของวันหยุดเป็น 53.64% ของปริมาณจราจรในวันธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.3 ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเป็นการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินว่ารูปแบบของโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุนหรือไม่ ซึ่งการวิจัยนี้จะใช้วิธีการในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการทั้งหมด 3 อย่าง ซึ่งประกอบด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) (ดังแสดงในภาคผนวก ข.) ซึ่งถ้าค่าของ NPV มากกว่า 0, B/C Ratio มากกว่า 1 และ IRR มากกว่า 12% จะสรุปได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุน โดยจะแสดงตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.10.3.1 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)

$$\text{จาก } NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

โดย n = จำนวนปีที่ใช้ประเมินโครงการ
 B_t = ผลประโยชน์ในปีที่ t
 C_t = ต้นทุนในปีที่ t
 r = อัตราส่วนลด

แทนค่าในสมการ

$$= \sum_{t=0}^4 \frac{-24.762}{(1+0.12)^0} + \frac{-309.548}{(1+0.12)^1} + \frac{-232.648}{(1+0.12)^2} + \frac{-232.648}{(1+0.12)^3} + \frac{(470.257 - 0.47)}{(1+0.12)^4}$$

$$= -353.647$$

4.10.3.2 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของ

ผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)

$$\text{จาก } B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสมการ

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{t=0}^4 \frac{0}{(1+0.12)^0}}{\sum_{t=0}^4 \frac{24.762}{(1+0.12)^0}} + \frac{\frac{0}{(1+0.12)^1}}{\frac{301.144}{(1+0.12)^1}} + \frac{\frac{0}{(1+0.12)^2}}{\frac{486.610}{(1+0.12)^2}} + \frac{\frac{0}{(1+0.12)^3}}{\frac{652.204}{(1+0.12)^3}} + \frac{\frac{298.857}{(1+0.12)^4}}{\frac{652.504}{(1+0.12)^4}} \\
 &= \frac{298.857}{652.504} \\
 &= 0.46
 \end{aligned}$$

4.10.3.3 ตัวอย่างของรายละเอียดการคำนวณ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)

ใช้คำสั่งคำนวณค่า IRR ใน โปรแกรม Excel ซึ่งจะคำนวณโดยการหาค่าอัตราส่วนลดของโครงการ (r) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์ ณ ปี พ.ศ. 2570 ซึ่งมีค่าเท่ากับ -23%

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

บทความนี้เป็นการวิจัย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร กรณีมีโครงการทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกรูปแบบทางลอด (Underpass) จากการศึกษาพบว่า หลังจากที่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอด ส่งผลให้การจราจรบริเวณทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก เนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทลดลงหลังจากที่มีโครงการ โดยค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของ รถจักรยานยนต์ ลดลงจาก 364.48 วินาที/คัน เป็น 85.93 วินาที/คัน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ลดลงจาก 369.35 วินาที/คัน เป็น 78.42 วินาที/คัน, รถบรรทุก 6 ล้อ ลดลงจาก 282.19 วินาที/คัน เป็น 78.96 วินาที/คัน และ รถบัสโดยสาร ลดลงจาก 420.47 วินาที/คัน เป็น 65.07 วินาที/คัน และสรุปได้ว่าโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และมีความเหมาะสมในด้านการลงทุน เนื่องจากมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 1,752.18 ล้านบาท ซึ่งมากกว่า 0, อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 3.61 ซึ่งมากกว่า 1 และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ(พ.ศ. 2584) เท่ากับ 42% ซึ่งมากกว่า 12% ดังแสดงในตารางที่ 5.1

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าหลังจากที่มีโครงการแล้วทำให้ทางแยกที่ศึกษามีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดปัญหาทางด้านการจราจร ส่งผลให้ปัญหาการจราจรที่ติดขัดที่บริเวณทางแยกบรรเทาลง และมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา เหมาะสมในด้านการลงทุน

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ปีที่	พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (ล้านบาท)							
		ค่าออกแบบ	ค่าก่อสร้าง	ค่าเพื่อขาด	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง	ค่าบำรุงรักษาปกติ	ค่าบำรุงรักษาหลัก	ค่าบำรุงพิเศษ/บูรณะ	ค่าใช้จ่ายรายปี
0	2566	24.76							24.76
1	2567		225.57	76.90	7.07				309.55
2	2568		225.57		7.07				232.65
3	2569		225.57		7.07				232.65
4	2570					0.47			0.47
5	2571					0.47	5.05		5.53
6	2572					0.47			0.47
7	2573					0.47	5.05		5.53
8	2574					0.47			0.47
9	2575					0.47	5.05		5.53
10	2576					0.47		3.54	4.01
11	2577					0.47	5.05	3.54	9.06
12	2578					0.47		3.54	4.01
13	2579					0.47	5.05	3.54	9.06
14	2580					0.47		3.54	4.01
15	2581					0.47	5.05	3.54	9.06
16	2582					0.47		3.54	4.01
17	2583					0.47	5.05	3.54	9.06
18	2584					0.47		3.54	4.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (ต่อ)

ปีที่	พ.ศ.	ผลประโยชน์โครงการ (ล้านบาท) (กรณีไม่มีโครงการ - กรณีมีโครงการ)					ผล ประโยชน์ สุทธิรายปี	ผลการประเมินความเหมาะสมทาง เศรษฐศาสตร์ของโครงการ		
		VOT	VOC	ACC	ENVI RON	ผลประโยชน์ รายปี		NPV	EIRR	B/C
0	2566					0.000	-24.762	-24.762		
1	2567					0.000	-309.548	-301.144		
2	2568					0.000	-232.648	-486.610		
3	2569					0.000	-232.648	-652.204		
4	2570	230.17	236.05	0.07	3.97	470.257	469.785	-353.647	-23%	0.46
5	2571	276.31	262.25	0.08	3.99	542.632	537.107	-48.878	9%	0.93
6	2572	329.26	279.60	0.08	4.00	612.942	612.471	261.419	24%	1.40
7	2573	349.68	284.27	0.09	4.08	638.127	632.602	547.576	32%	1.83
8	2574	370.68	286.32	0.09	4.15	661.247	660.776	814.452	37%	2.24
9	2575	349.69	222.47	0.10	5.17	577.432	571.906	1,020.687	39%	2.55
10	2576	331.89	177.89	0.11	5.31	515.195	511.186	1,185.275	40%	2.79
11	2577	308.24	127.52	0.11	5.46	441.322	432.260	1,309.539	41%	2.97
12	2578	266.95	83.90	0.12	5.60	356.573	352.564	1,400.034	41%	3.10
13	2579	274.17	77.79	0.13	5.72	357.807	348.745	1,479.957	42%	3.22
14	2580	282.72	73.35	0.13	5.84	362.044	358.035	1,553.218	42%	3.32
15	2581	269.15	59.27	0.14	5.97	334.534	325.472	1,612.681	42%	3.41
16	2582	279.77	56.73	0.15	6.10	342.754	338.745	1,667.937	42%	3.49
17	2583	266.48	39.42	0.16	6.25	312.306	303.244	1,712.103	42%	3.55
18	2584	271.97	33.64	0.17	6.39	312.171	308.162	1,752.176	42%	3.61
								1,752.18	42%	3.61

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรในพื้นที่ทำการศึกษา เช่นการติดตั้งกล้องบันทึกวิดีโอ รวมถึงเรื่องของความปลอดภัยต่อผู้เก็บข้อมูล ส่งผลให้การศึกษาทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรเฉพาะในช่วงเวลากลางวันเท่านั้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่ปริมาณจราจรหนาแน่นตลอดช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล จึงมีผลต่อความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการโดยตรง ส่งผลให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่ามากกว่าความเป็นจริง

จากผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและรูปแบบโครงการในการแก้ไขปัญหาด้านจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก แต่ควรเพิ่มรูปแบบและระยะทางในเอกสารนี้เป็นเอกสารให้สมบูรณ์และใช้ในการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์ของการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การข้ามผ่านทางแยกในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของโครงการ และเป็นตัวคัดเลือกในการคัดเลือกรูปแบบของโครงการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลงทุนต่อไป

ในงานวิจัยหน้าควรมีการพิจารณา ผลกระทบด้านเวลาในการเดินทาง ผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ผลกระทบด้านอุบัติเหตุ และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและฝุ่น คว้น ในช่วงระยะเวลาขณะมีการก่อสร้างของโครงการ เพราะจะทำให้ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

T. E. Hildebrand, "Unconventional Intersection Designs for Improving Through Traffic along the Arterial Road," M.S. Thesis, Civ. Environ. Eng. Dept., Florida State Univ., Tallahassee, FL, USA.

A. V. Arjun, Dr. L. Venkat, V. M. Naidu, "Economic Feasibility and Efficient Project Scheduling of Fly-Over in Visakhapatnam (India)," International Journal of Engineering Research and Technology, vol. 2, no. 3, March, 2013, doi: 10.17577/IJERTV2IS3050

Transportation Research Council. Highway Capacity Manual (HCM). (2000). Accessed: Feb. 13, 2022. [Online]. Available: https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacity_manual.pdf

Federal Highway Administrator. Manual Uniform Traffic Control Devices. (2003). Accessed: Feb. 15, 2022. [Online]. Available: <https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2003/pdf-index.htm>

กรมทางหลวง, "คู่มือวิธีการปฏิบัติงานก่อสร้างทางลอด." กระทรวงคมนาคม.[ออนไลน์]. จาก: <https://www.yotathai.com/yotanews/underpass>.

American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO). (1994). Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C., USA.

ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2559). วิศวกรรมจราจร. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมขนส่ง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Highway Capacity Manual [HCM]. (2000). Handbook manuals. Washington D.C., U.S.A.: National Research Council.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. (2551). วิศวกรรมจราจร. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมขนส่ง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เยาวเรศ ทับพันธุ. (2541). การประเมินโครงการตามแนวเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

หฤทัย มีนะพันธ์. (2550). หลักการวิเคราะห์โครงการทฤษฎีและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไม่เหมาะสมต่อการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐาปนา ฉิ้นไพศาล; และ อัจฉรา ชีวะตระกูลกิจ. (2542). การบริหารโครงการและการศึกษาความเป็นไปได้. กรุงเทพฯ: ซีระฟิล์มและไซเท็กซ์.

Ahmed, Sadiq, “Review of Existing Shadow Pricing Studies for Thailand And Summary of Results,” in Shadow Prices for Economic Appraisal of Projects An Application to Thailand, 1st ed. Washington, D.C., U.S.A.: The World Bank, 1983, ch. 2, pp. 4–10.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. (2544). เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น.

วัชรินทร์ วิทยกุล. (2537). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมการทาง. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

กรมทางหลวง. (2551). แผนแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์โลจิสติกส์. กรมทางหลวงชนบท. กระทรวงคมนาคม

Study Group On Road Investment Evaluation, “Cost Benefit Analysis,” in Guidelines for Evaluation of Road Investment Projects, 1st ed. Tokyo, Japan: Japan Research Institute, 2000, ch. 3, pp. 73–89.

เยาวเรศ ทับพันธุ์. (2551). การประเมินโครงการตามแนวเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทวี วิชัยเมธาวิ. (2546). “การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอ้อมตัว.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

W. Chaipanha and P. Klungboonkrong, “Analysis of Traffic Management System Alternatives at the Five-Leg Junction (The City Spiritual House) in the Khon Kaen City Using PARAMICS,” in 3rd ATRANS Symposium Student Chapter Session, Bangkok, Thailand, Aug. 27, 2010, pp. 28–38, 2010.

Mosseri, G., Hall, M., Meyers and J.J. (2004). “VISSIM Micro-Simulation Modeling of Complex Geometry and Traffic Control: A Case Study of Ocean Parkway, NY.” Paper presented at the ITE 2004 Annual Meeting and Exhibit. Lake Buena Vista (FL), USA.

Kaseko. (2002). “Comparative Evaluation of Simulation Software for Traffic Operations.” Traffic and Transport Planning. Page 101-206.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Choa F, Milam R.T, and Stanek D. (2003). "CORSIM, PARAMICS, and VISSIM: What the Manuals Never Told You." Paper presented at the 9th Conference on the Application of Transportation Planning Methods. Baton Rouge (LA), USA.
- Boxill. (2007). "An Evaluation of 3-D Traffic Simulation Modeling Capabilities." Research Report SWUTC/07/167621-1. Center for Transportation Training and Research Texas Southern University, USA.
- Planung Transport Verkehr. (2009). VISSIM 5.20 User Manual. D-76131 Karlsruhe Germany. Page 195-470.
- กาญจน์กรรณ สุอังคะ. 2013. "การประเมินผลกระทบด้านการจราจรของการออกแบบช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติของประเทศไทย." สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, SUT7-704-55-12- 36.
- Prabnasak, J., Yeu, W. L., & Australia, S. (2001). "Using aaSIDRA and PARAMICS in Evaluation of a Traffic Signal Coordination Development in Khon Kean City, Thailand.
- Gardes, Y., May, A. D., Dahlgren, J., & Skabardonis, A. (2002). Freeway calibration and application of the Paramics model. Paper presented at the 81st Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
แบบสำรวจข้อมูลในสนาม

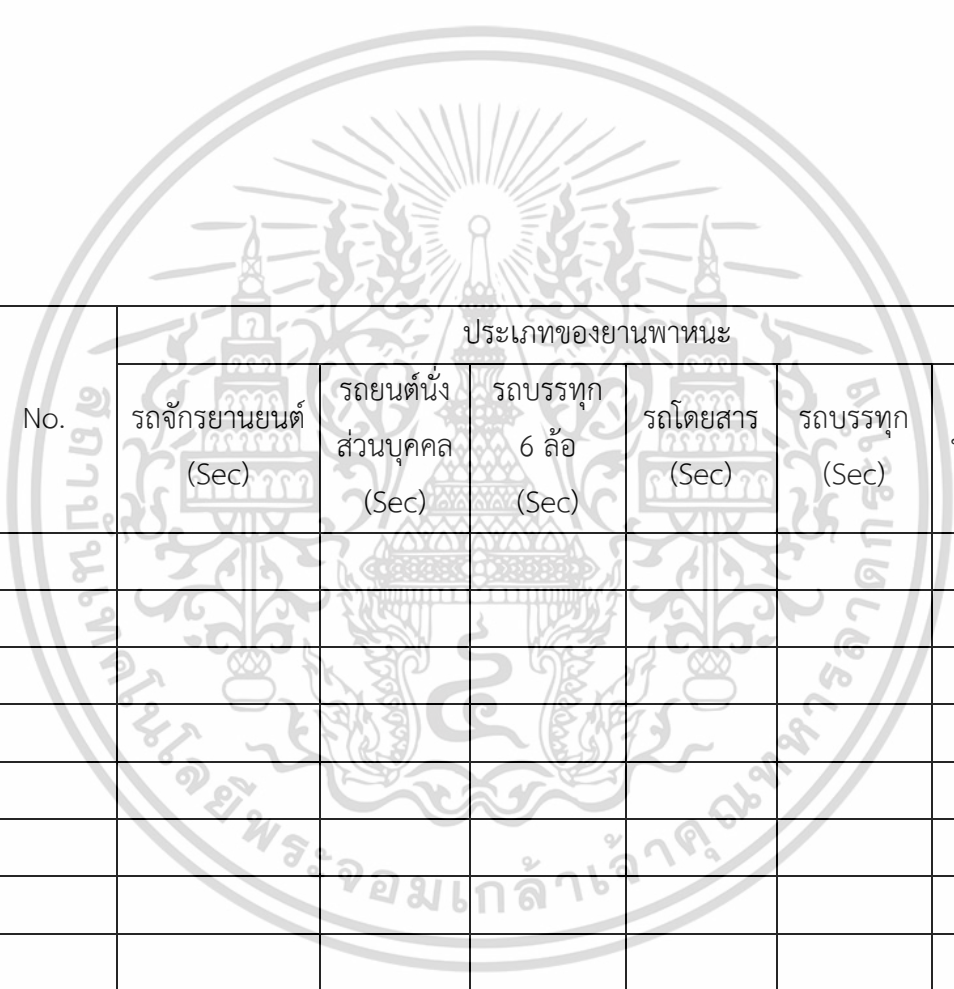
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

แบบสำรวจปริมาณจราจร (Traffic Volume Count)						
ชื่อถนน		บริเวณจุดสำรวจ				
ทิศทางการสำรวจ		วัน/เดือน/ปี				
ชื่อ-สกุลผู้สำรวจ		สภาพอากาศ				
ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ						
ประเภทของยานพาหนะ						
ระยะเวลา การสำรวจ	รถจักรยานยนต์ (MC)	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล (PC)	รถบรรทุก 6 ล้อ (TRUCK)	รถโดยสาร (BUS)	รถบรรทุก (HT)	อื่นๆ (OT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางแยก

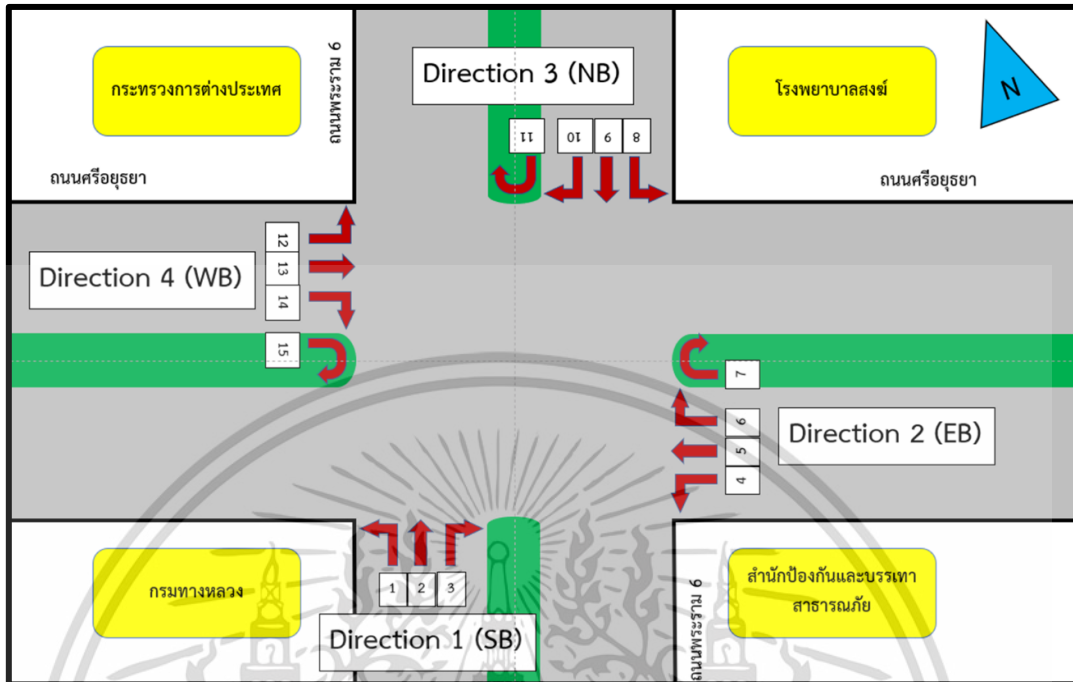
แบบสำรวจความเร็วของยานพาหนะ						
ชื่อถนน			บริเวณจุดสำรวจ			
ทิศทางการสำรวจ			วัน/เดือน/ปี			
ชื่อ-สกุลผู้สำรวจ			สภาพอากาศ			
ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ						
						
No.	ประเภทของยานพาหนะ					
	รถจักรยานยนต์ (Sec)	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล (Sec)	รถบรรทุก 6 ล้อ (Sec)	รถโดยสาร (Sec)	รถบรรทุก (Sec)	หมายเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข-1 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรและความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางแยกศรีอยุธยา



รูปที่ ข-1 ทิศทางการสำรวจปริมาณการจราจรและความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางแยกศรีอยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกศรีอยุธยา

ทิศทาง	เวลา	เลี้ยวซ้าย				ทางตรง				เลี้ยวขวา				กลับรถ			
		MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS
1	07.00 - 07.15	20	22	1	0	128	147	0	2	137	177	2	0	0	0	0	0
	07.15 - 07.30	22	18	2	0	124	181	0	1	173	201	0	0	0	0	0	0
	07.30 - 07.45	18	20	0	0	133	145	1	0	159	149	0	1	0	0	0	0
	07.45 - 08.00	15	17	0	0	145	154	1	3	205	193	1	0	0	0	0	0
	08.00 - 08.15	27	16	1	0	183	219	0	4	235	266	1	0	0	0	0	0
	08.15 - 08.30	39	21	0	0	162	88	0	0	168	170	1	0	0	0	0	0
	08.30 - 08.45	29	19	0	0	137	145	0	3	178	173	0	0	0	0	0	0
	08.45 - 09.00	18	21	0	0	125	127	0	1	170	211	1	0	0	0	0	0
1	13.00 - 13.15	17	9	0	0	108	135	1	1	144	207	4	1	0	0	0	0
	13.15 - 13.30	8	17	0	0	114	133	0	0	180	215	0	3	0	0	0	0
	13.30 - 13.45	14	10	0	0	134	187	1	4	210	286	5	0	0	0	0	0
	13.45 - 14.00	11	10	0	0	79	106	0	0	103	161	0	0	0	0	0	0
	14.00 - 14.15	3	12	0	0	133	154	0	4	161	293	2	1	0	0	0	0
	14.15 - 14.30	16	13	1	0	123	144	2	1	136	269	4	0	0	0	0	0
	14.30 - 14.45	8	17	0	0	135	181	2	2	159	236	2	3	0	0	0	0
	14.45 - 15.00	15	30	0	0	97	87	1	1	152	144	1	2	0	0	0	0

1	16.00 - 16.15	13	12	0	0	142	181	1	2	212	342	2	1	0	0	0	0
	16.15 - 16.30	20	17	0	0	144	152	0	1	211	298	0	0	0	0	0	0
	16.30 - 16.45	33	20	0	0	119	115	0	4	169	285	0	3	0	0	0	0
	16.45 - 17.00	13	7	0	0	195	153	0	5	280	353	1	1	0	0	0	0
	17.00 - 17.15	13	11	0	0	111	83	1	2	147	207	0	1	0	0	0	0
	17.15 - 17.30	28	20	0	0	193	129	1	3	318	335	1	1	0	0	0	0
	17.30 - 17.45	26	17	0	0	154	186	0	1	189	315	1	4	0	0	0	0
	17.45 - 18.00	11	5	0	0	124	148	0	5	208	253	0	1	0	0	0	0



ตารางที่ ข-2 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกศรีอยุธยา (ต่อ)

ทิศทาง	เวลา	เลี้ยวซ้าย				ทางตรง				เลี้ยวขวา				กลับรถ			
		MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS
2	07.00 - 07.15	155	117	2	0	130	216	0	0	84	136	0	0	0	28	0	0
	07.15 - 07.30	168	145	1	0	132	164	0	1	91	118	0	0	1	49	0	0
	07.30 - 07.45	225	129	1	4	202	196	2	3	131	145	0	1	3	41	0	0
	07.45 - 08.00	152	119	1	0	214	256	3	0	141	185	0	0	1	23	0	0
	08.00 - 08.15	174	108	1	1	206	182	1	2	105	93	1	1	1	4	0	0
	08.15 - 08.30	155	88	2	0	228	232	0	1	111	127	0	1	2	0	0	0
	08.30 - 08.45	161	111	1	0	198	252	0	4	76	114	1	1	3	1	0	0
	08.45 - 09.00	130	150	0	0	151	188	2	1	48	107	0	1	1	2	0	0
2	13.00 - 13.15	88	115	0	1	104	301	2	3	54	114	0	0	2	1	0	0
	13.15 - 13.30	87	145	0	0	84	234	0	2	30	55	0	0	5	0	0	0
	13.30 - 13.45	66	101	1	1	80	165	6	2	26	43	2	1	2	3	0	0
	13.45 - 14.00	76	119	1	0	116	320	2	2	48	120	0	0	2	5	0	0
	14.00 - 14.15	95	129	1	0	72	208	2	2	35	43	0	0	3	2	0	0
	14.15 - 14.30	67	81	0	0	76	190	1	2	25	54	0	1	3	7	0	0
	14.30 - 14.45	77	105	0	1	98	266	1	0	39	93	0	1	2	13	0	0
	14.45 - 15.00	65	102	0	0	80	269	0	1	53	103	1	0	1	27	0	0

2	16.00 - 16.15	134	161	2	1	109	220	0	3	66	75	1	0	4	11	0	0
	16.15 - 16.30	109	123	1	3	109	263	0	0	63	90	0	0	4	14	0	0
	16.30 - 16.45	120	124	0	0	125	198	1	2	46	51	0	0	2	3	0	0
	16.45 - 17.00	142	116	0	0	129	235	0	0	72	68	0	1	1	6	0	0
	17.00 - 17.15	105	133	1	2	163	337	0	2	62	137	0	0	3	12	0	0
	17.15 - 17.30	124	161	0	0	186	245	0	0	85	77	0	0	1	6	0	0
	17.30 - 17.45	92	114	0	2	175	164	0	1	32	49	0	0	0	2	0	0
	17.45 - 18.00	129	141	0	0	242	418	1	2	91	85	0	0	6	6	0	0



ตารางที่ ข-3 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกศรีอยุธยา (ต่อ)

ทิศทาง	เวลา	เลี้ยวซ้าย				ทางตรง				เลี้ยวขวา				กลับรถ			
		MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS
3	07.00 - 07.15	180	144	3	1	88	117	1	0	43	85	1	5	1	7	0	0
	07.15 - 07.30	177	145	0	1	90	113	1	1	36	67	2	3	2	3	0	0
	07.30 - 07.45	224	128	1	1	98	104	1	2	31	49	2	6	4	5	0	0
	07.45 - 08.00	219	144	1	3	159	131	1	3	49	72	1	4	2	6	0	0
	08.00 - 08.15	256	108	2	3	93	96	0	1	36	54	1	1	2	9	0	0
	08.15 - 08.30	231	110	1	1	191	142	0	6	66	68	0	4	5	7	0	0
	08.30 - 08.45	136	88	0	4	113	108	1	1	50	50	3	8	1	9	0	0
	08.45 - 09.00	106	105	1	3	109	117	1	1	30	64	1	5	3	13	0	0
3	13.00 - 13.15	71	126	0	2	81	122	1	1	23	73	1	5	5	4	0	0
	13.15 - 13.30	80	98	1	5	104	152	0	2	29	70	0	4	5	6	0	0
	13.30 - 13.45	70	110	0	1	99	141	2	1	21	57	1	5	3	8	0	0
	13.45 - 14.00	59	115	1	2	118	148	1	0	34	71	0	6	2	8	0	0
	14.00 - 14.15	61	86	0	2	111	145	1	3	32	88	0	5	4	9	0	0
	14.15 - 14.30	53	157	1	6	99	159	0	1	25	91	0	7	7	7	0	0
	14.30 - 14.45	61	113	0	1	61	105	1	5	24	60	0	4	3	8	0	0
	14.45 - 15.00	77	139	1	1	103	147	0	2	42	81	1	5	9	6	0	0

3	16.00 - 16.15	126	132	0	1	142	137	0	0	53	105	0	5	9	4	0	0
	16.15 - 16.30	115	118	1	4	81	106	0	0	21	45	0	5	0	7	0	0
	16.30 - 16.45	112	155	1	3	127	152	0	0	51	94	0	9	6	9	0	0
	16.45 - 17.00	100	124	0	0	120	90	0	1	46	59	0	1	2	5	0	0
	17.00 - 17.15	116	90	0	0	121	183	1	0	41	98	0	8	3	7	0	0
	17.15 - 17.30	83	108	0	5	102	106	0	3	42	78	0	6	3	5	0	0
	17.30 - 17.45	107	112	0	4	139	162	0	2	26	66	0	3	3	8	0	0
	17.45 - 18.00	91	121	0	3	94	115	0	1	39	66	0	4	3	2	0	0

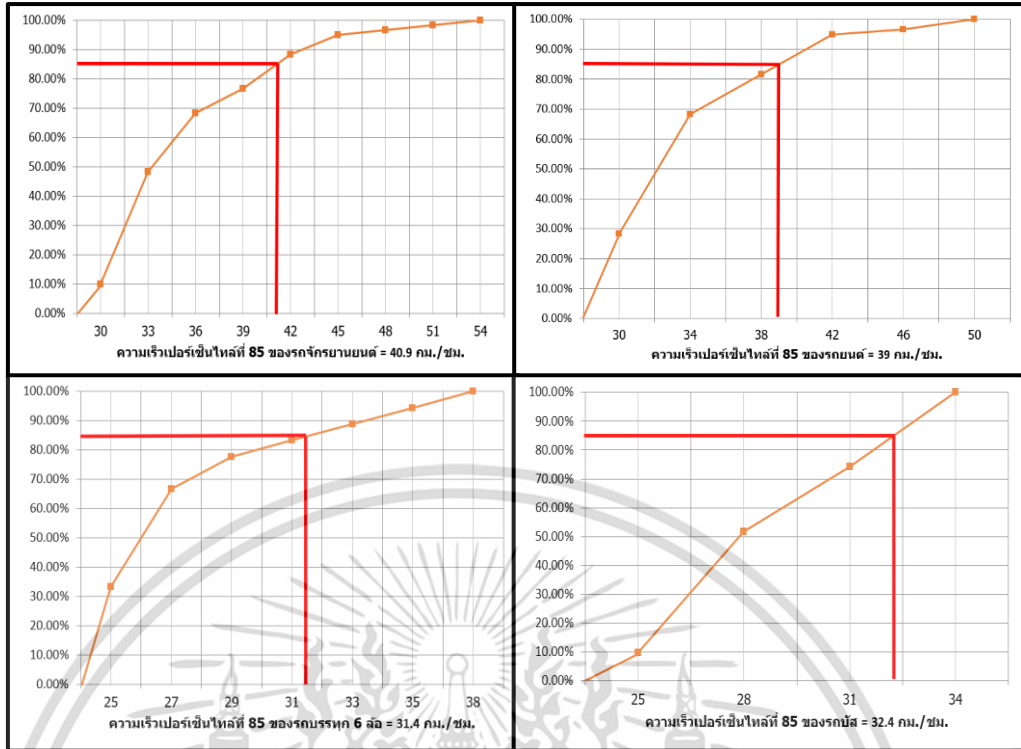


ตารางที่ ข-4 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกศรีอยุธยา (ต่อ)

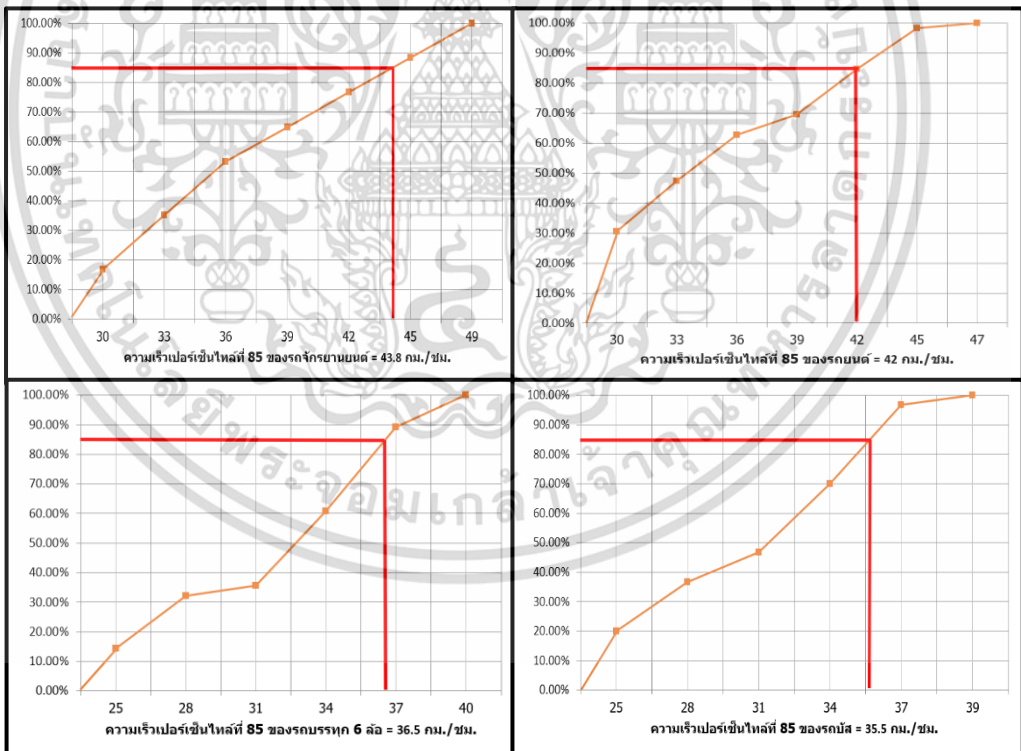
ทิศทาง	เวลา	เลี้ยวซ้าย				ทางตรง				เลี้ยวขวา				กลับรถ			
		MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS	MC	PC	TRUCK	BUS
4	07.00 - 07.15	46	81	1	5	91	188	0	1	14	37	0	0	0	7	0	0
	07.15 - 07.30	55	86	1	5	177	232	0	0	28	58	0	0	0	12	0	0
	07.30 - 07.45	57	109	1	5	144	249	0	0	29	48	1	0	0	9	0	0
	07.45 - 08.00	48	52	3	4	126	127	1	1	9	14	0	0	0	7	0	0
	08.00 - 08.15	70	138	2	7	223	326	1	1	28	39	0	0	3	4	0	0
	08.15 - 08.30	60	97	1	7	208	296	0	1	25	49	0	0	1	2	0	0
	08.30 - 08.45	32	92	1	4	161	298	0	2	24	36	0	0	2	6	0	0
	08.45 - 09.00	36	91	1	3	103	254	0	0	28	52	0	0	2	9	0	0
4	13.00 - 13.15	26	80	0	8	43	201	3	3	5	22	0	0	1	6	0	0
	13.15 - 13.30	20	64	0	4	37	251	0	2	6	25	0	0	1	6	0	0
	13.30 - 13.45	25	118	1	7	28	197	0	1	5	29	0	0	0	7	0	0
	13.45 - 14.00	16	83	0	4	73	283	0	0	15	31	0	0	2	4	0	0
	14.00 - 14.15	27	79	1	8	43	237	0	1	12	44	0	1	0	6	0	0
	14.15 - 14.30	32	72	0	2	43	128	1	2	8	29	0	0	0	0	0	0
	14.30 - 14.45	23	80	0	5	39	216	0	0	9	29	0	0	0	7	0	0
	14.45 - 15.00	21	66	0	7	53	255	1	4	13	33	0	0	0	3	0	0

4	16.00 - 16.15	51	76	0	5	35	133	0	3	13	22	0	0	0	2	0	0
	16.15 - 16.30	48	64	0	3	90	264	1	2	7	33	1	2	0	2	0	0
	16.30 - 16.45	46	46	0	5	128	266	3	1	10	58	0	0	1	2	0	0
	16.45 - 17.00	44	56	0	3	114	246	0	2	8	33	0	1	1	2	0	0
	17.00 - 17.15	54	45	0	8	148	213	1	2	13	38	0	0	0	1	0	0
	17.15 - 17.30	24	54	0	1	74	177	0	4	17	40	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.45	30	46	0	7	80	240	0	2	10	29	0	0	0	1	0	0
	17.45 - 18.00	23	60	0	4	53	189	2	1	7	24	0	0	0	1	0	0



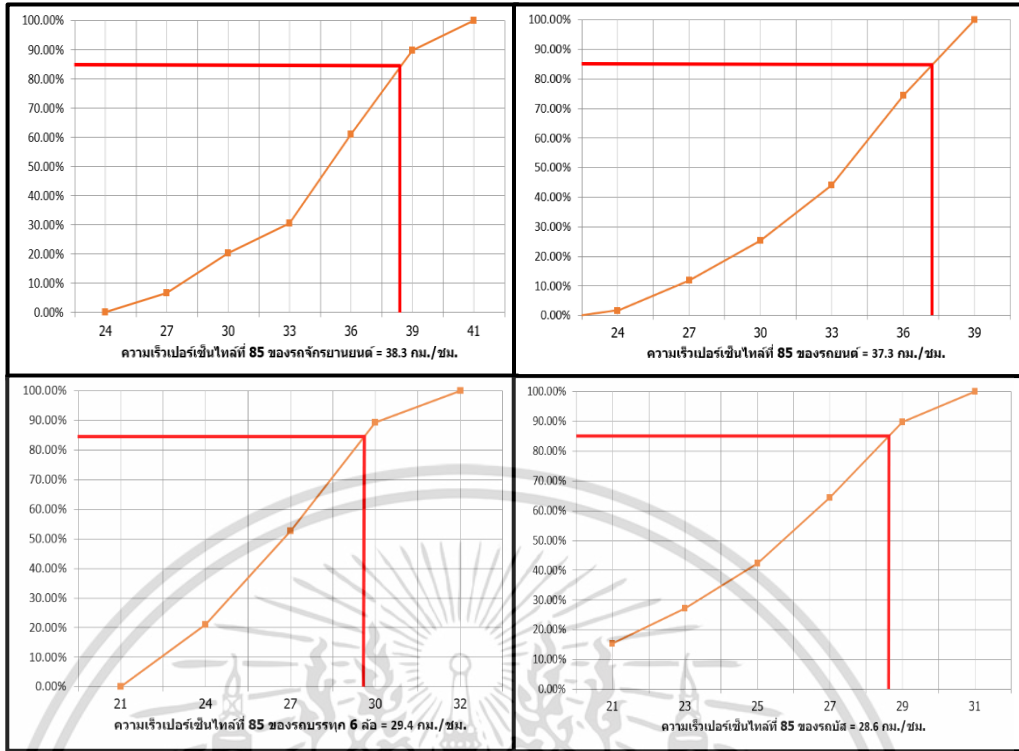


รูปที่ ข-5 ผลการสำรวจความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทในทิศทางที่ 1

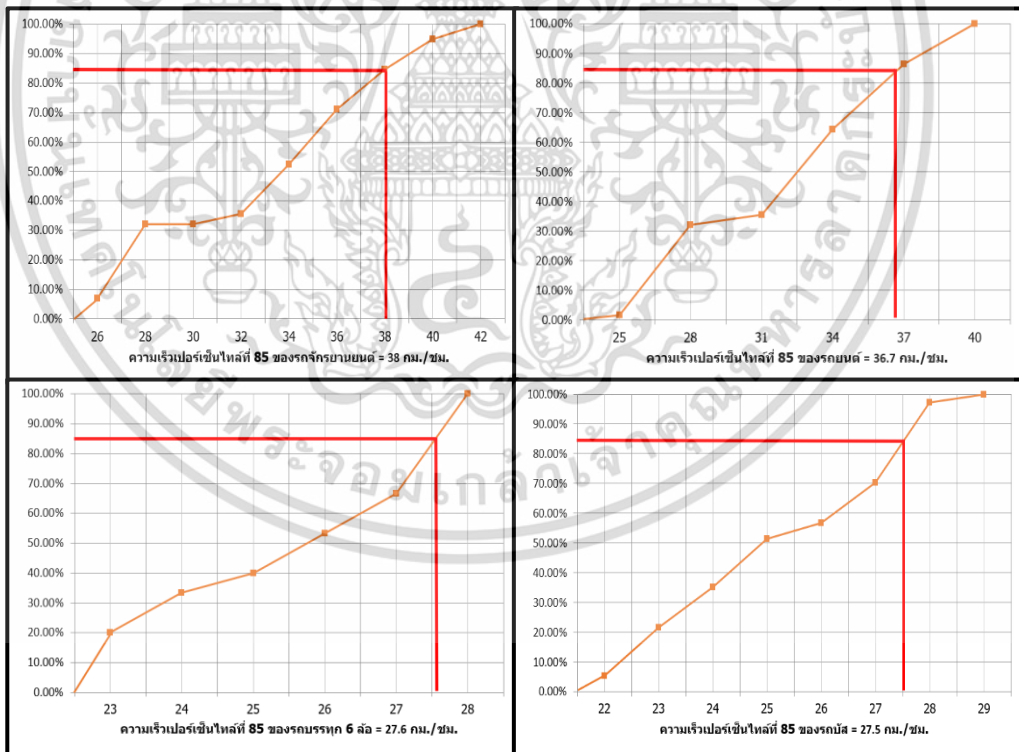


รูปที่ ข-6 ผลการสำรวจความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทในทิศทางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-7 ผลการสำรวจความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทในทิศทางที่ 3



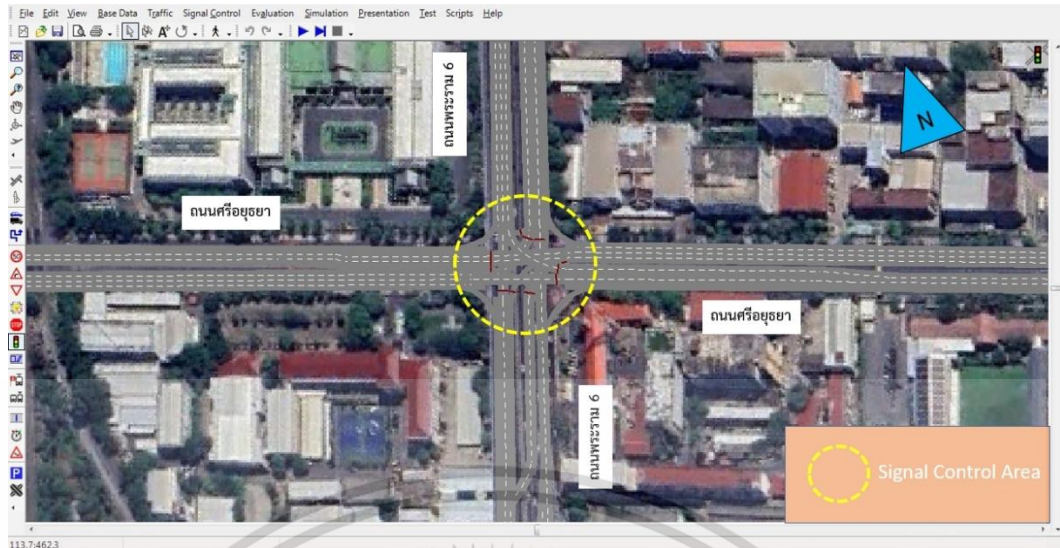
รูปที่ ข-8 ผลการสำรวจความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทในทิศทางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
แสดงรอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับ
จุลภาค VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

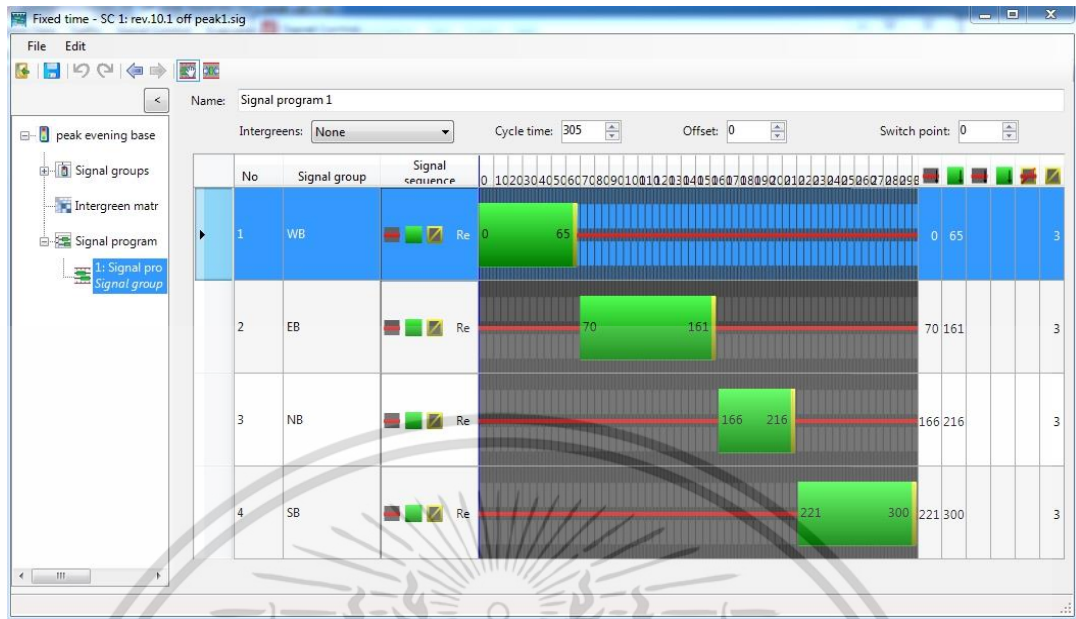


รูปที่ ค-1 แสดงตำแหน่งควบคุมการจราจรด้วยการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

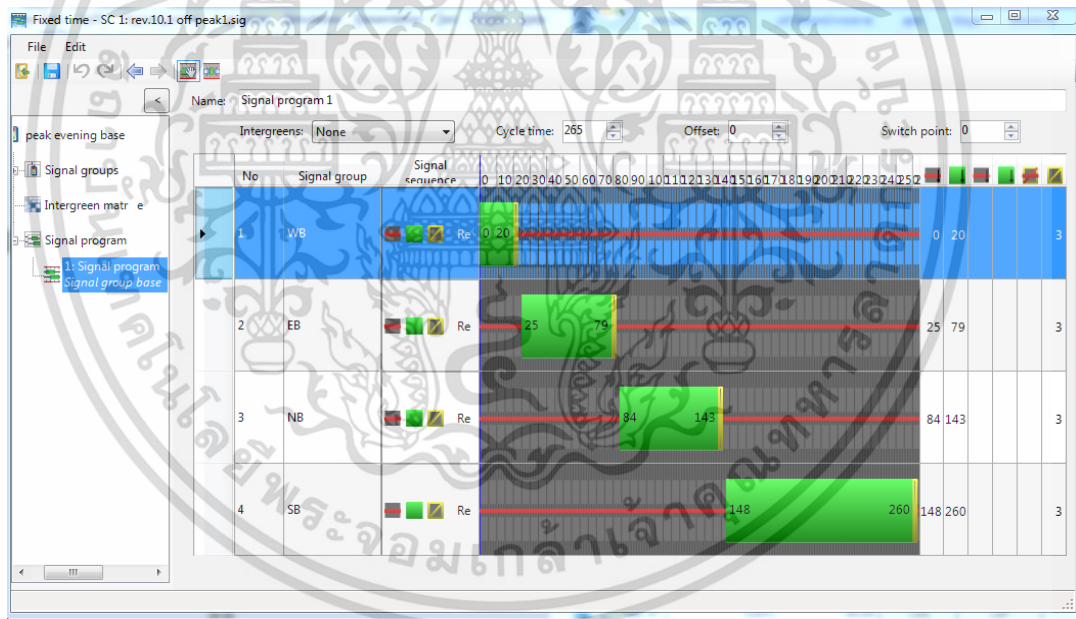


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2566



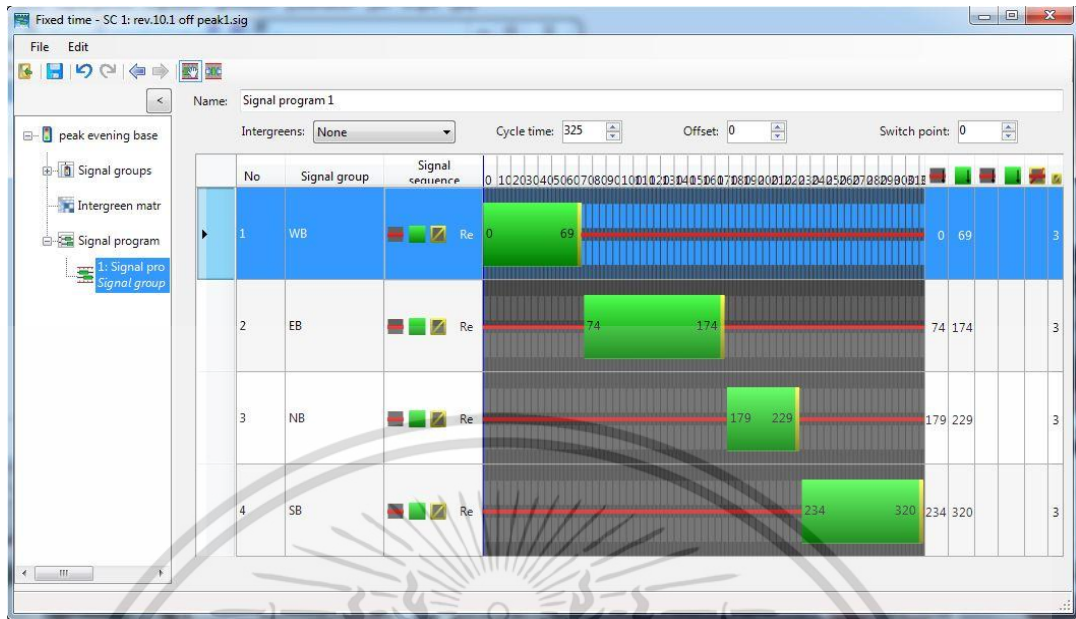
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2566



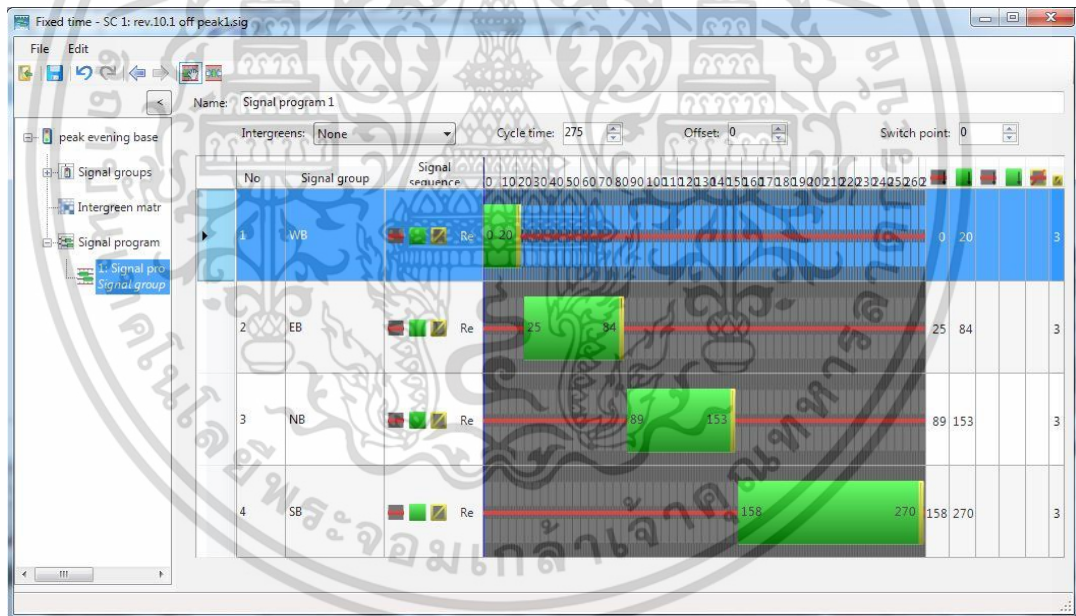
รูปที่ ค-2 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2567



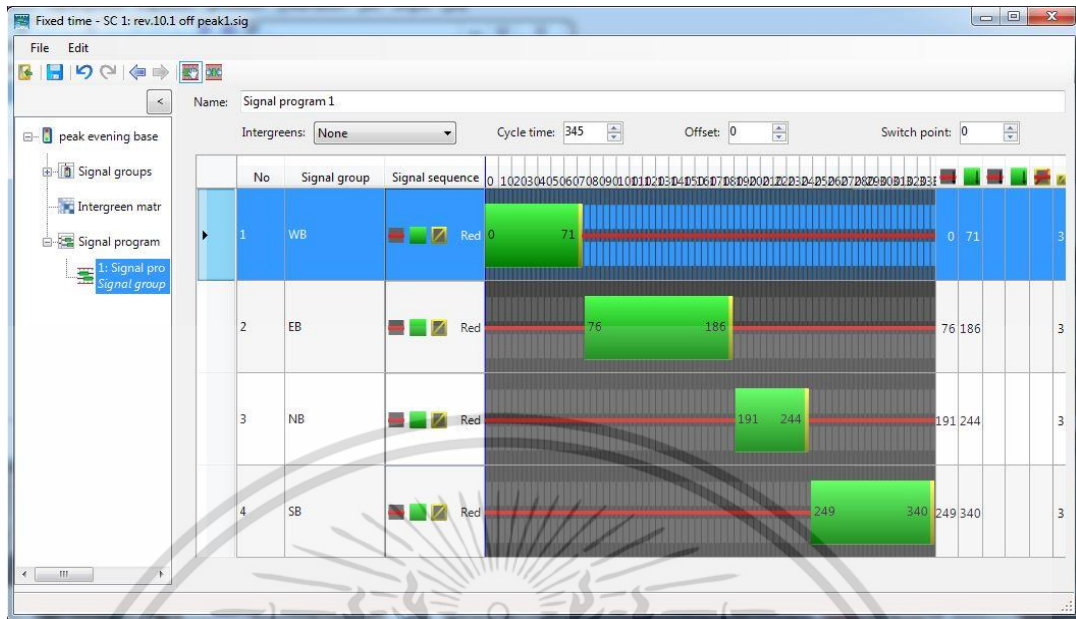
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2567



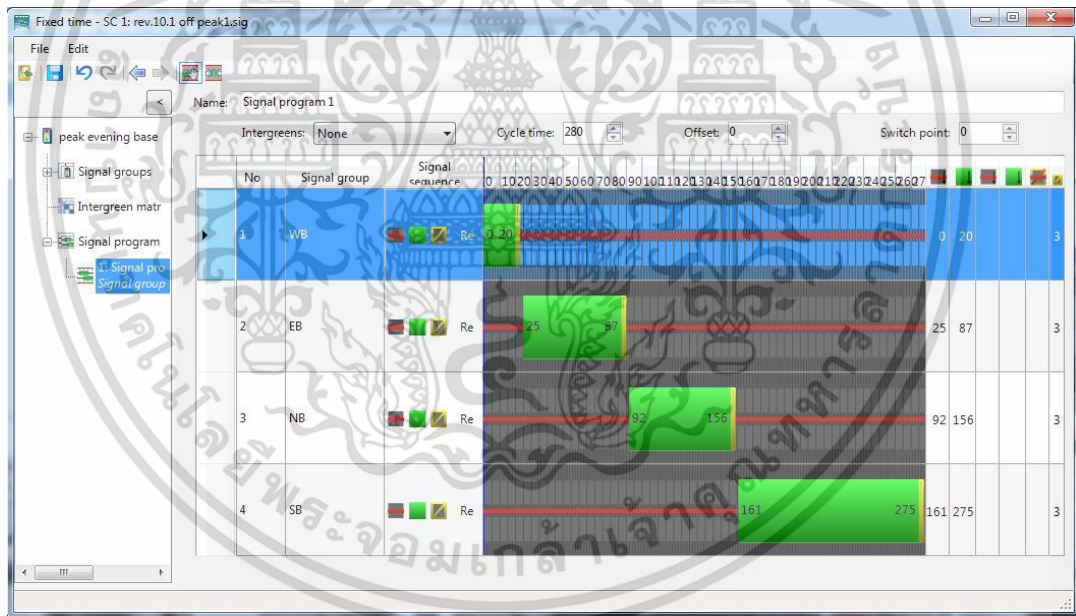
รูปที่ ค-3 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2568



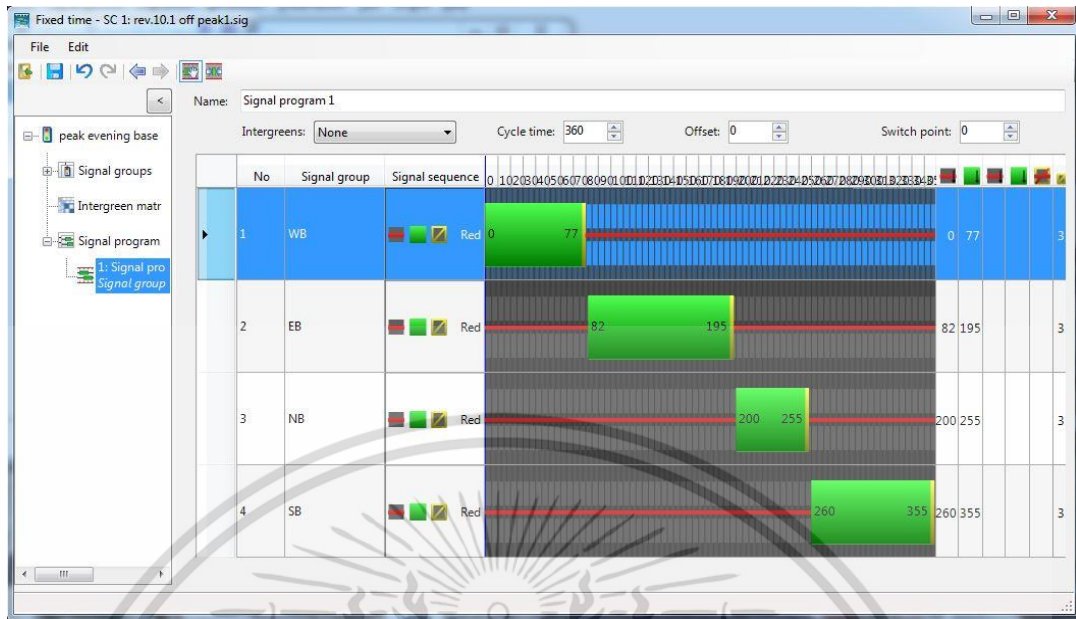
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2568



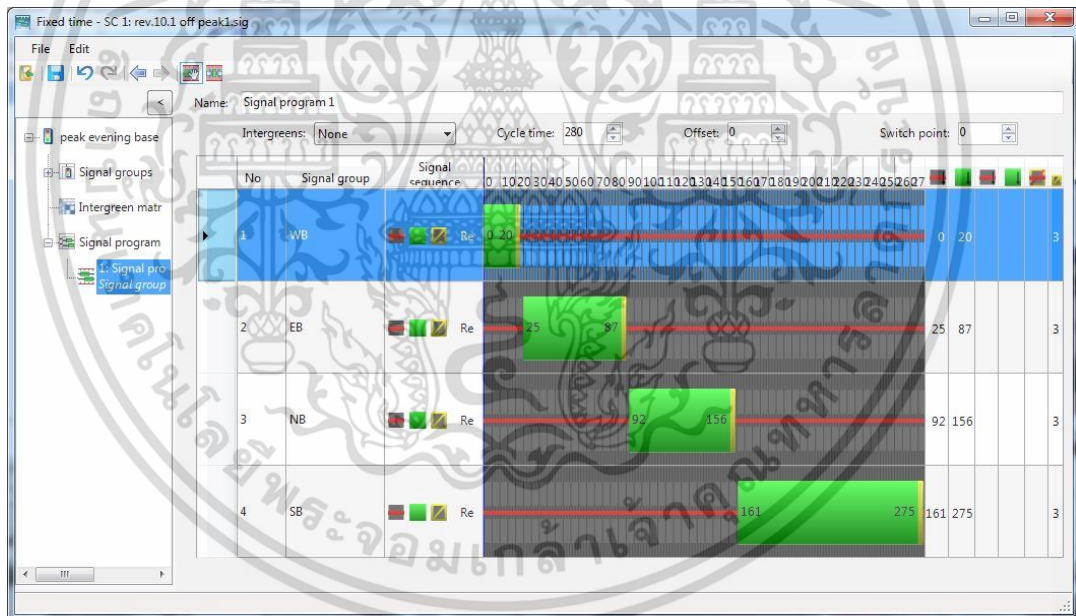
รูปที่ ค-4 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2568

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2569



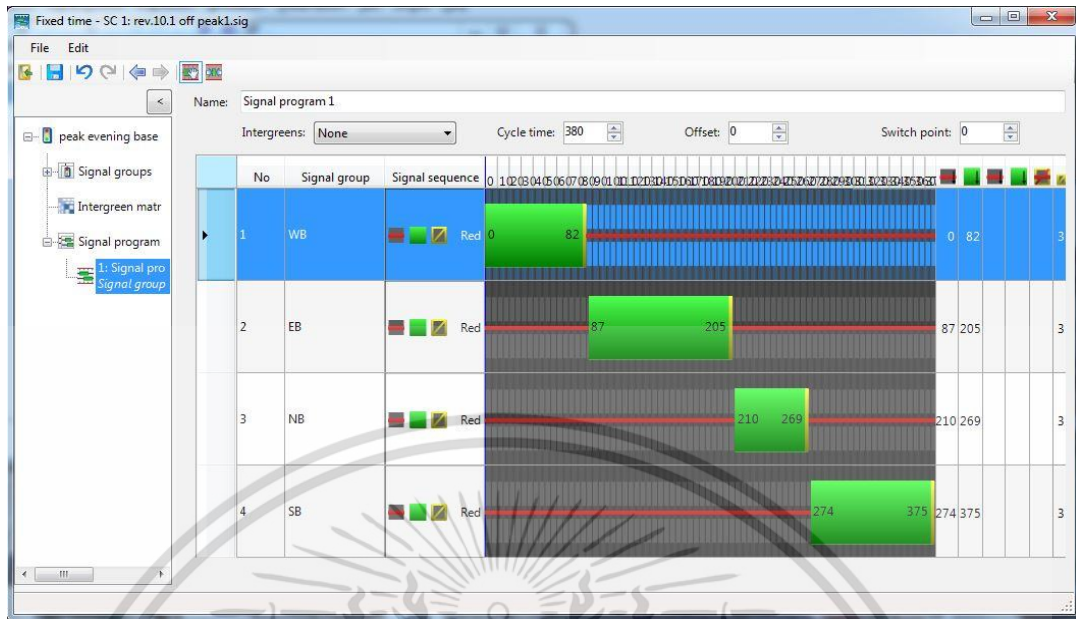
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2569



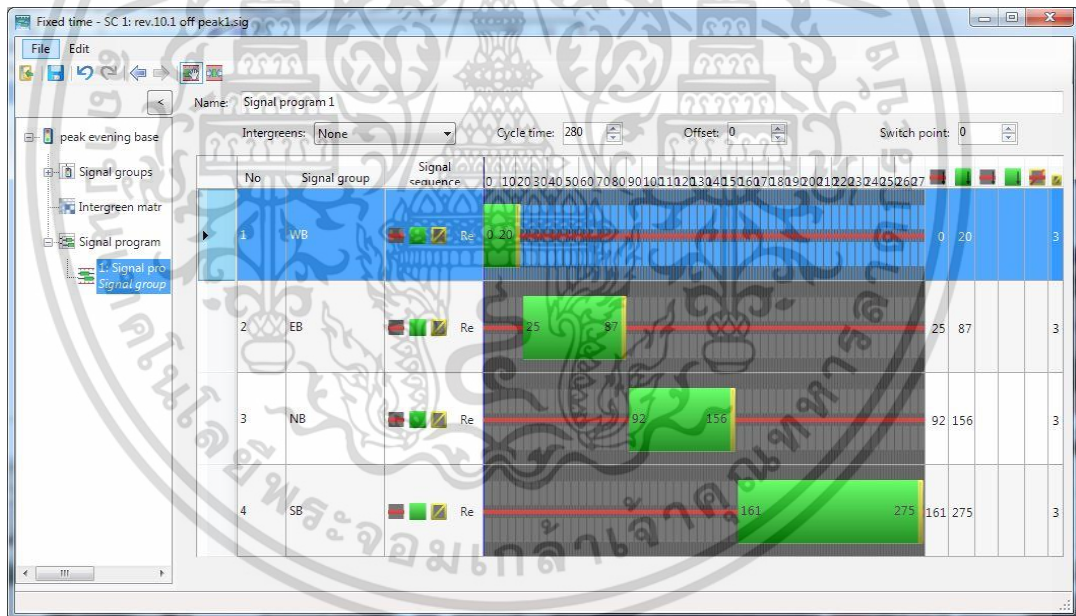
รูปที่ ค-5 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2569

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2570



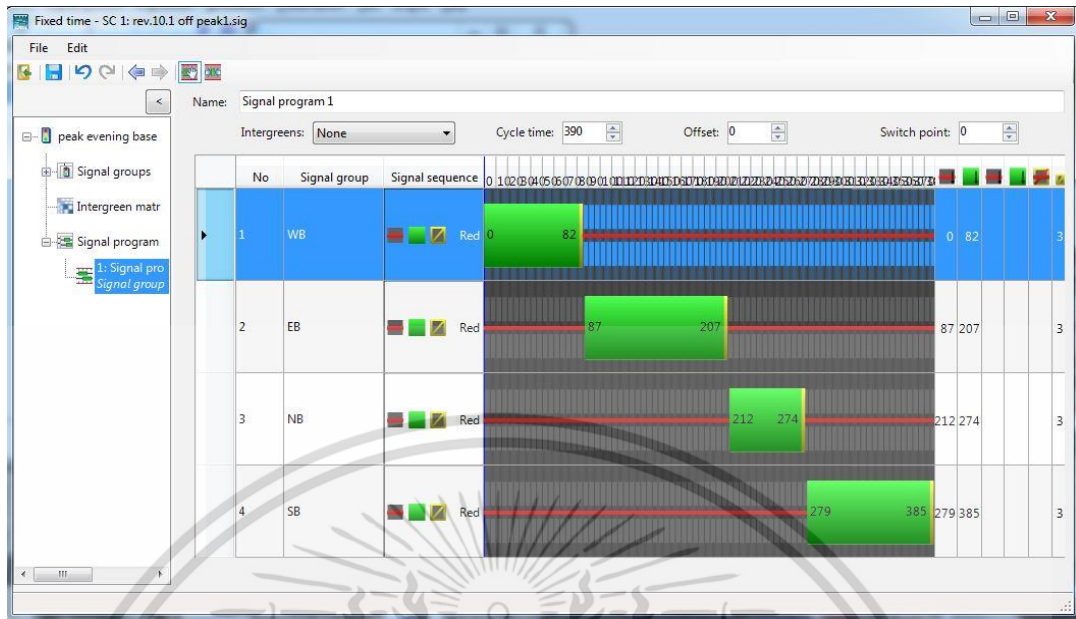
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2570



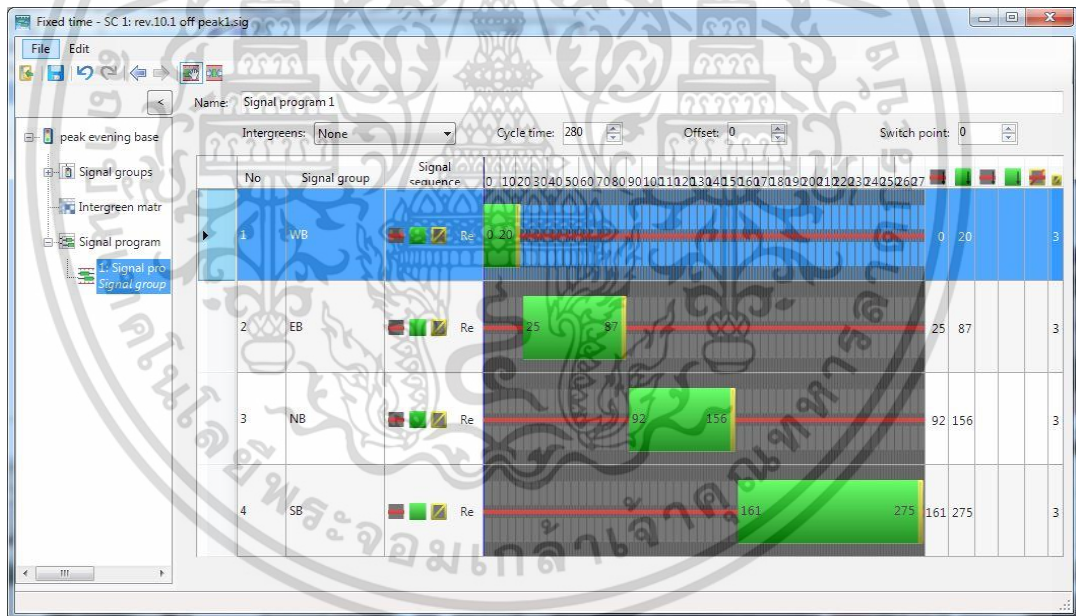
รูปที่ ค-6 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2571



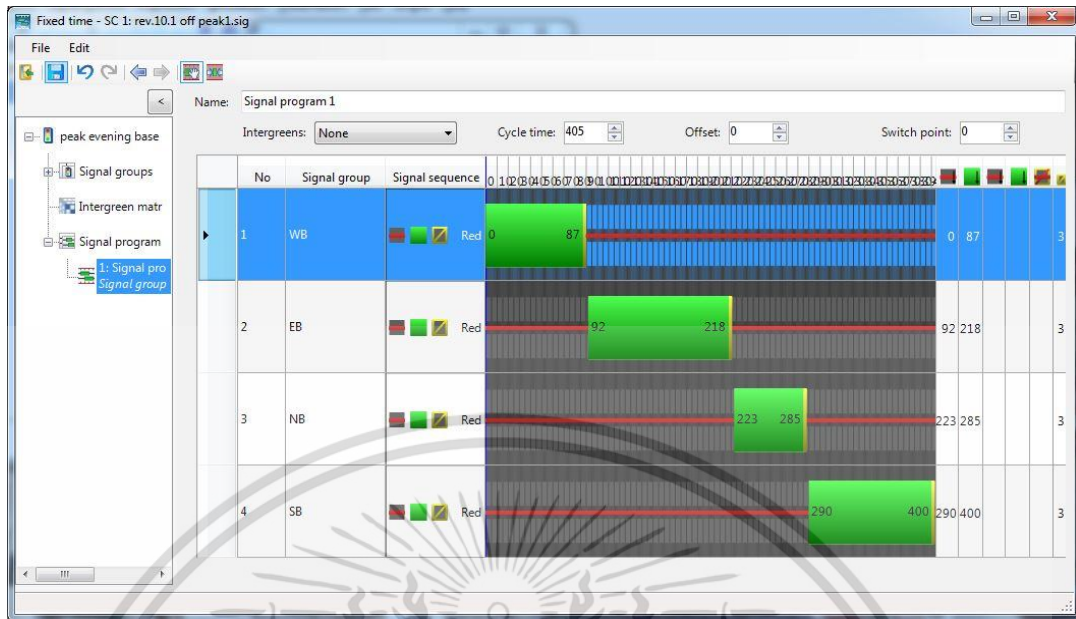
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2571



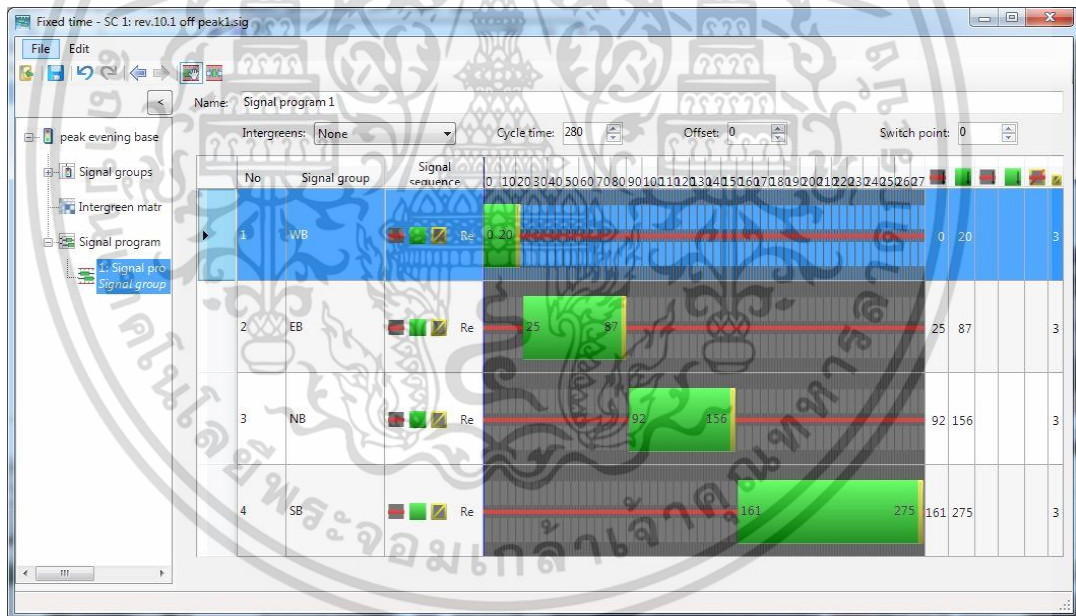
รูปที่ ค-7 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2571

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2572



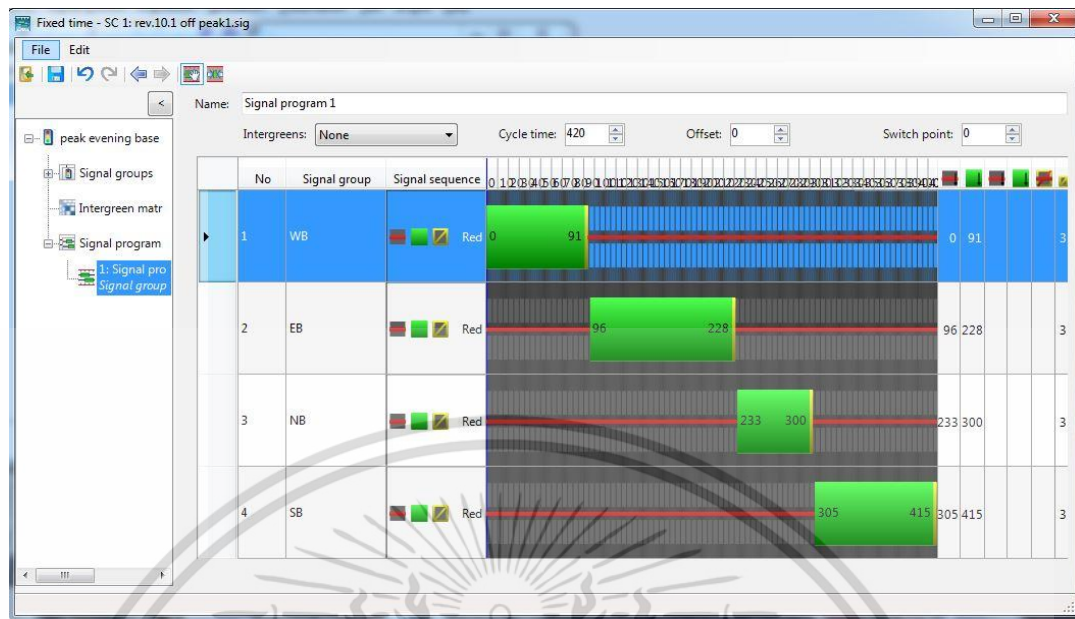
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2572



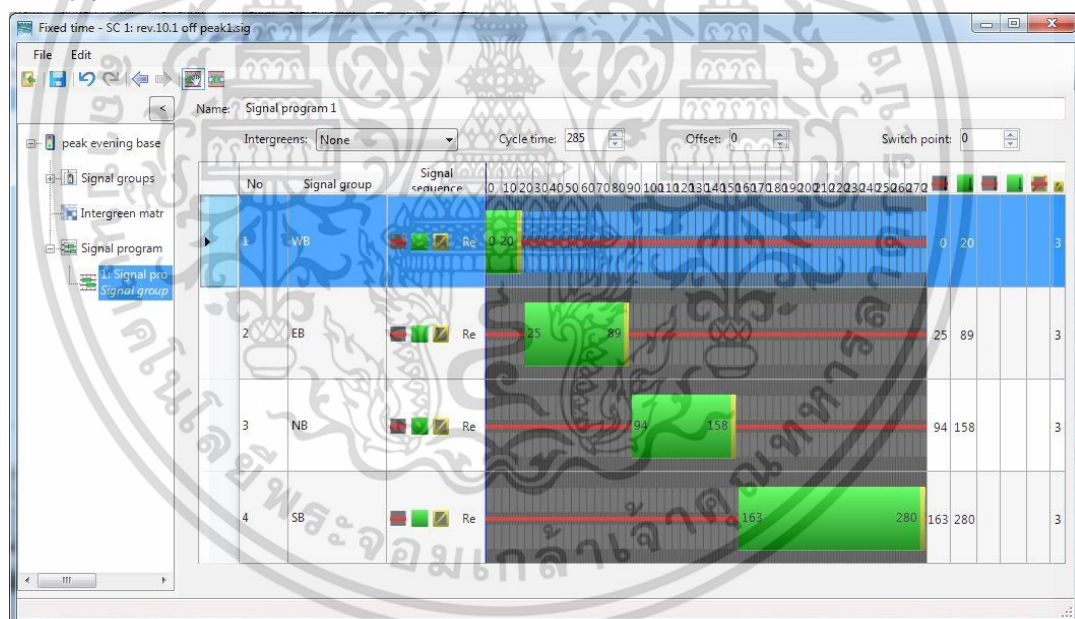
รูปที่ ค-8 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2572

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2573



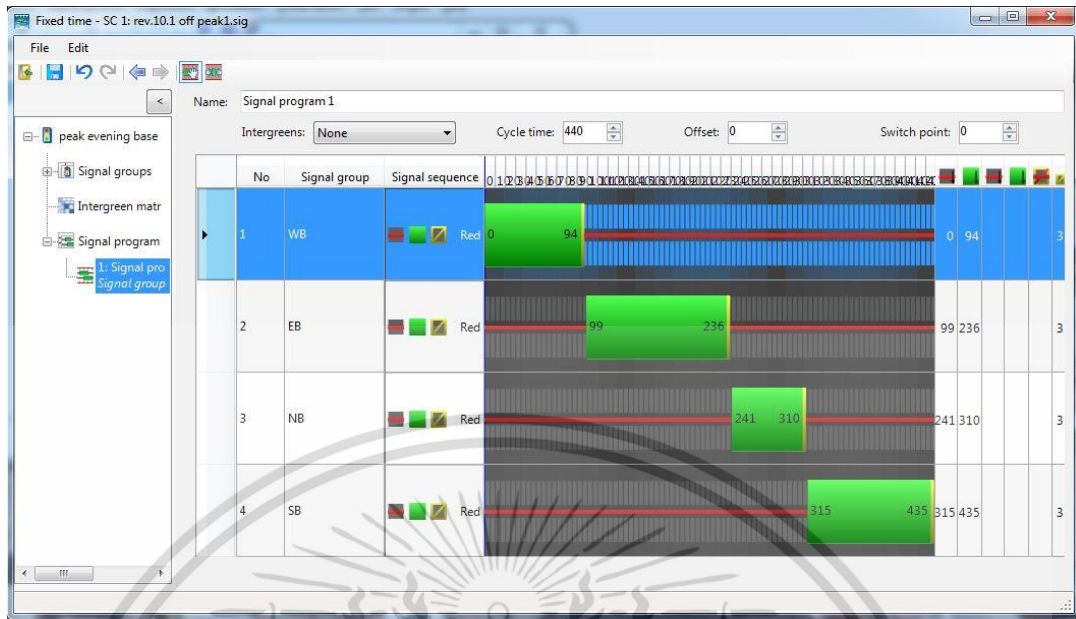
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2573



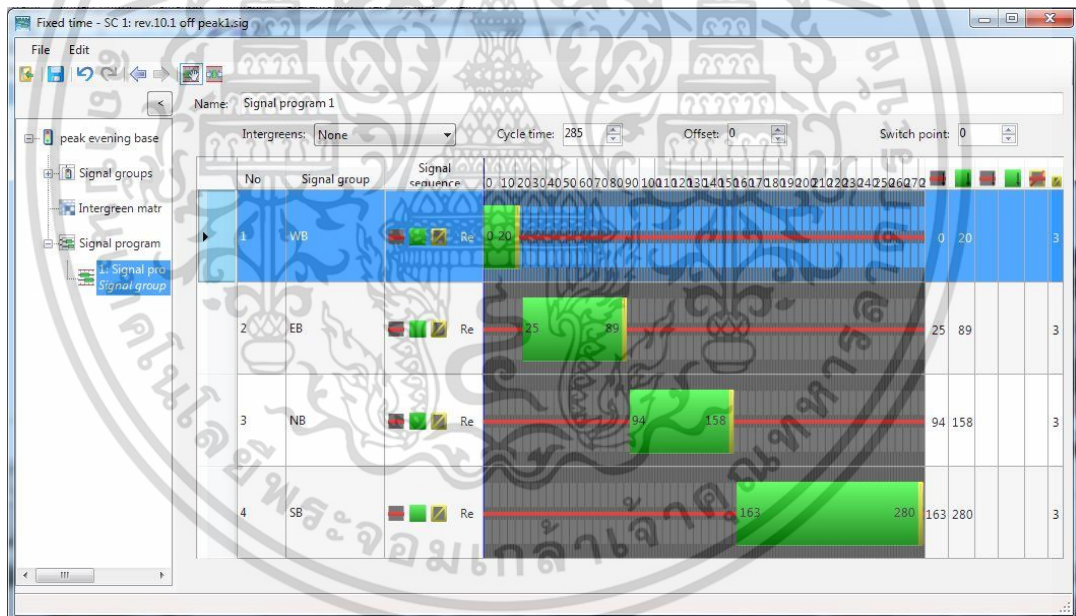
รูปที่ ค-9 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2573

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2574



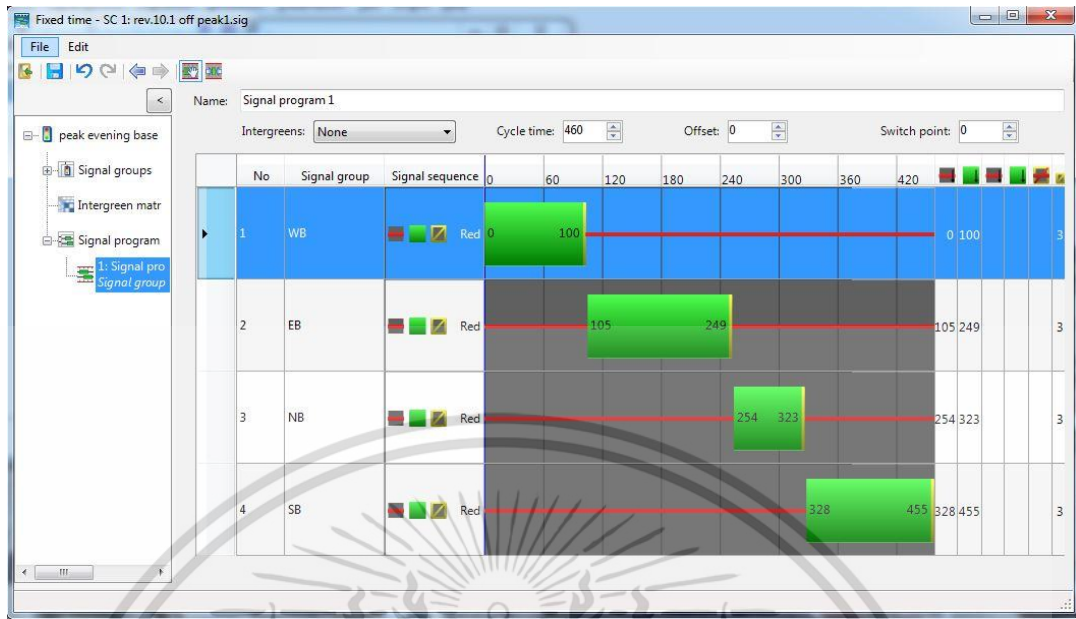
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2574



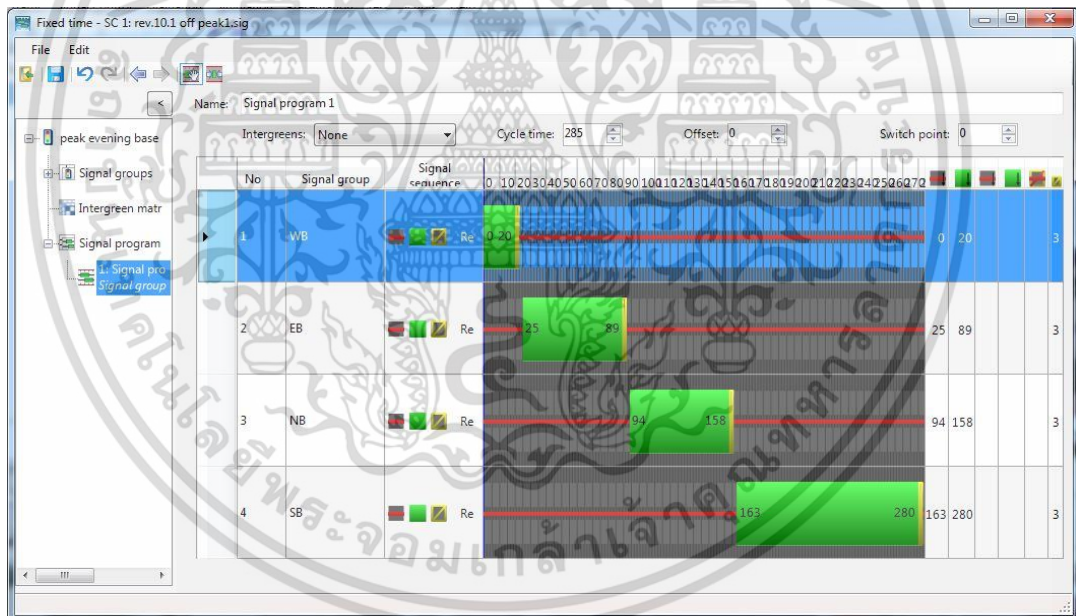
รูปที่ ค-10 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2575



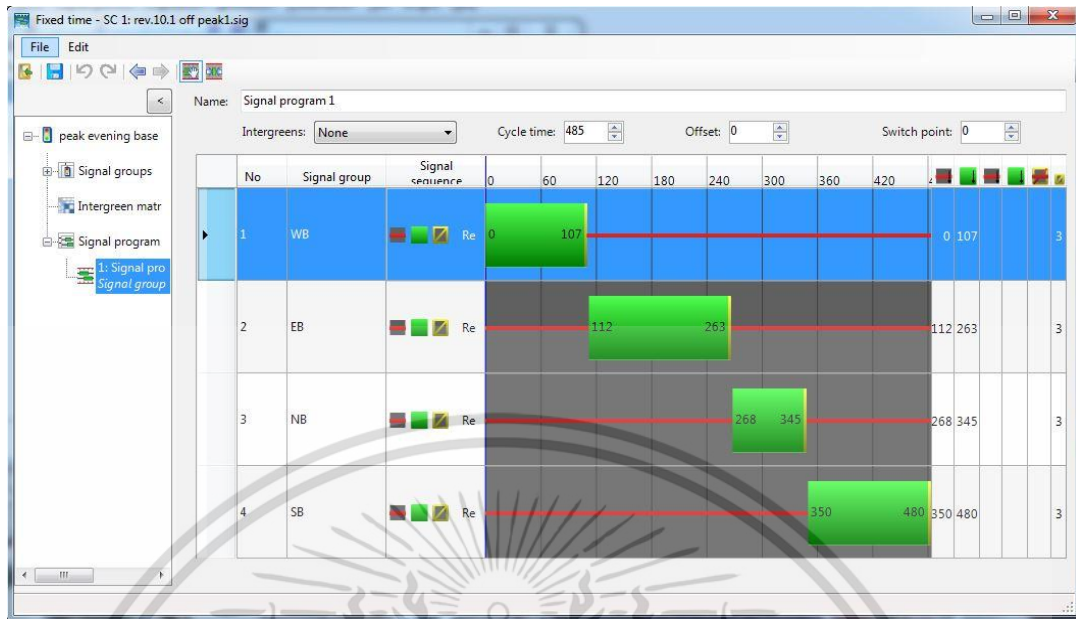
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2575



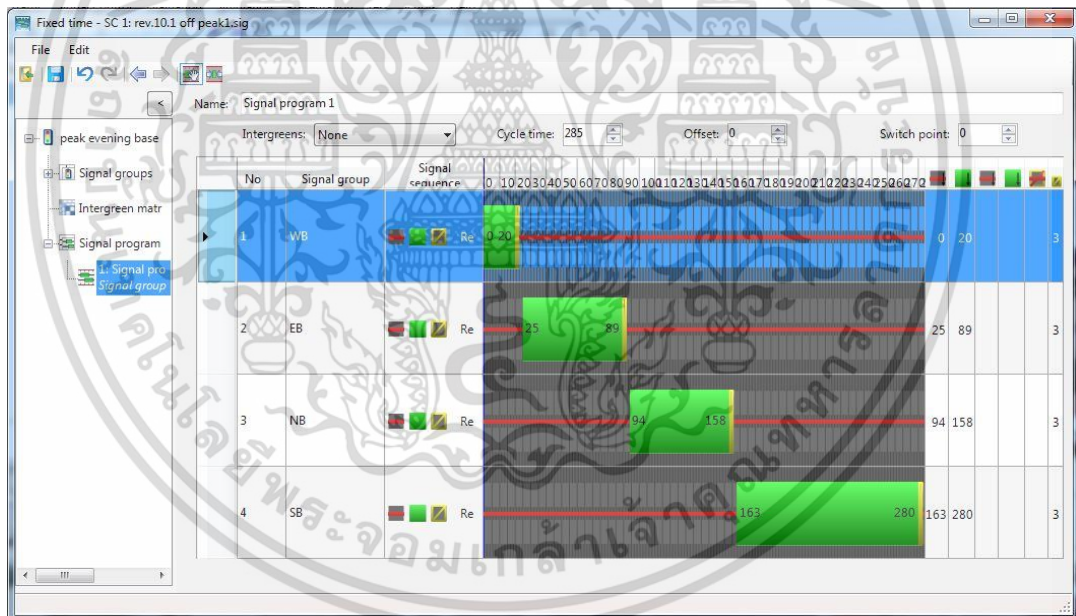
รูปที่ ค-11 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2575

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2576



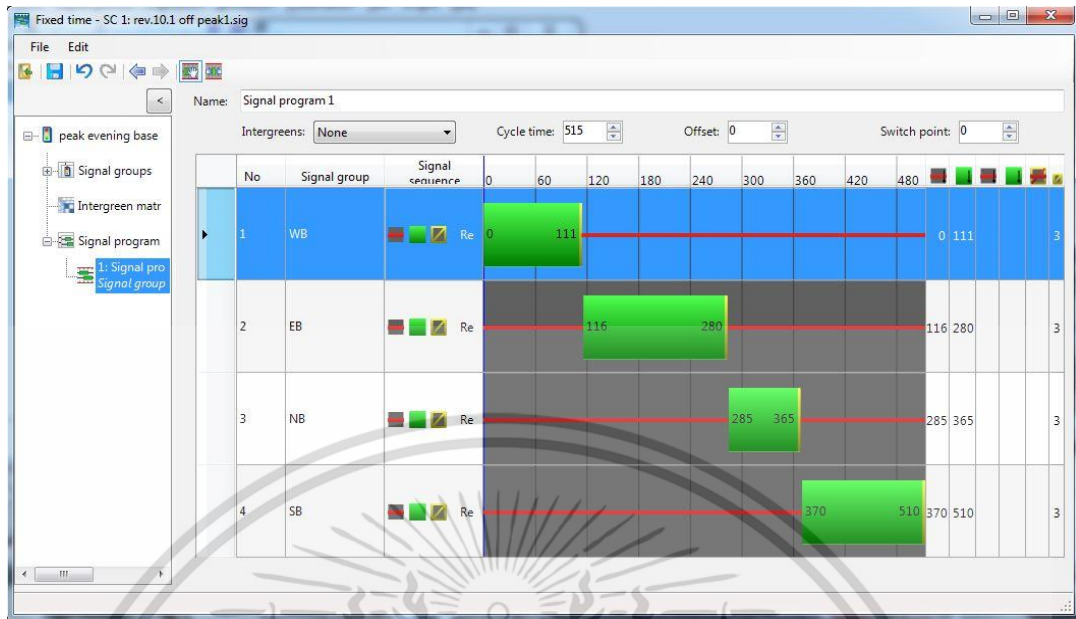
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2576



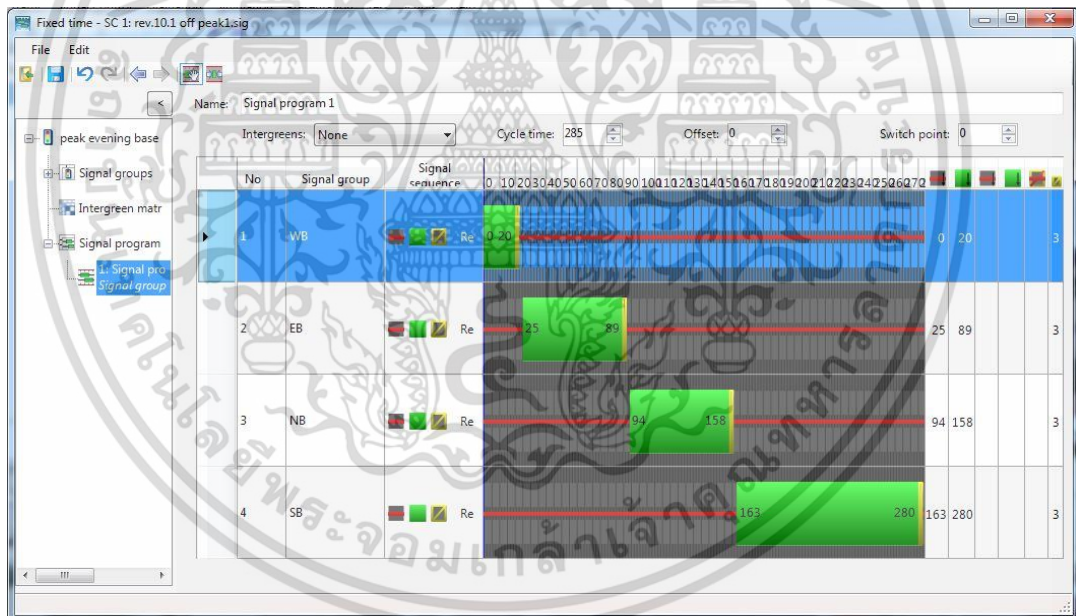
รูปที่ ค-12 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2576

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2577



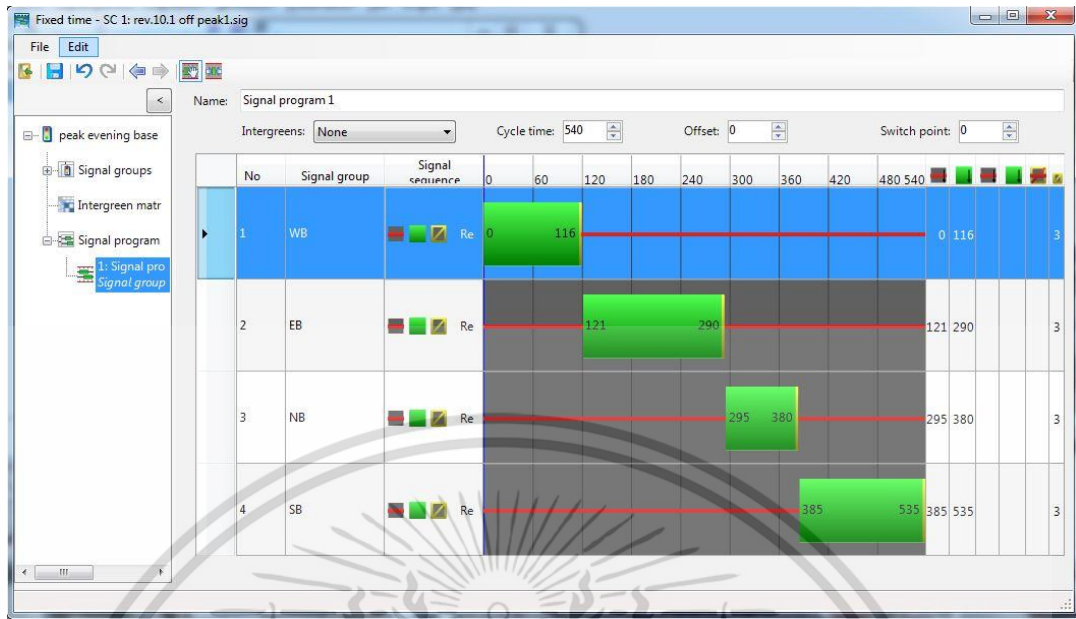
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2577



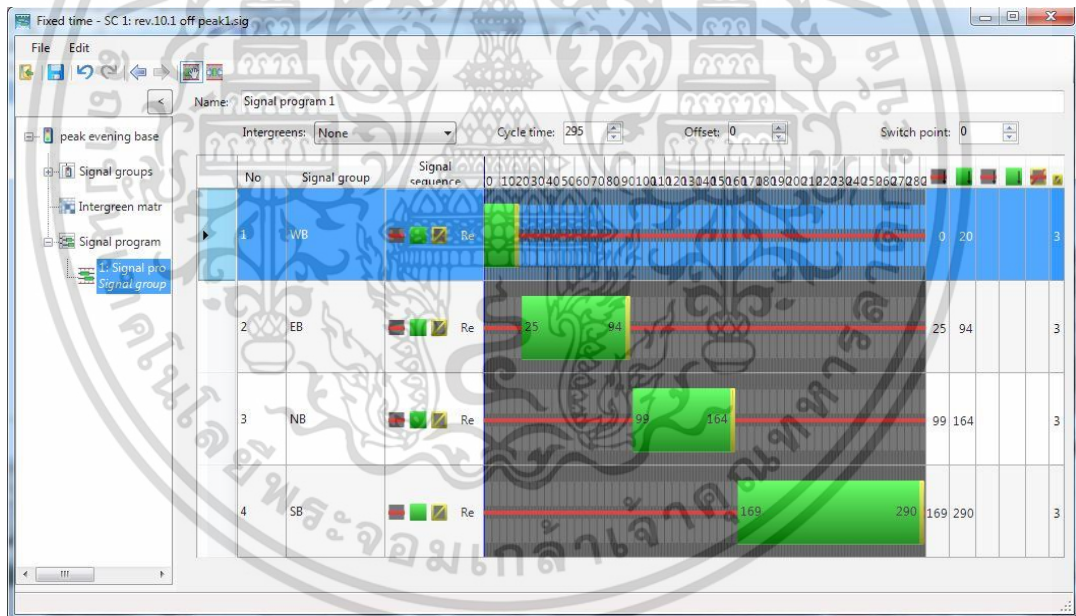
รูปที่ ค-13 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2577

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2578



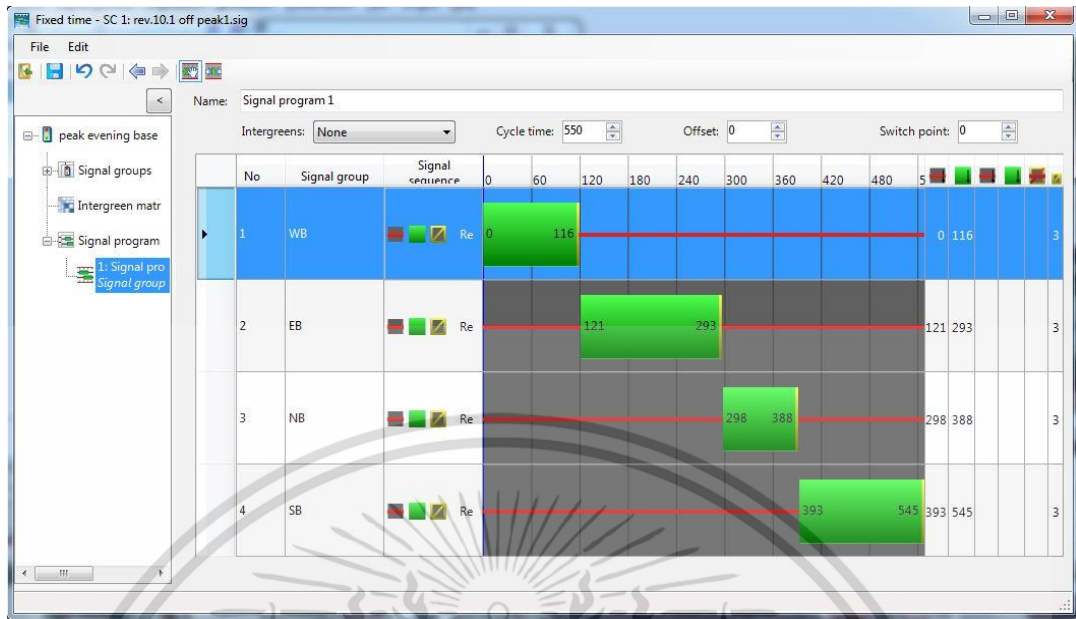
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2578



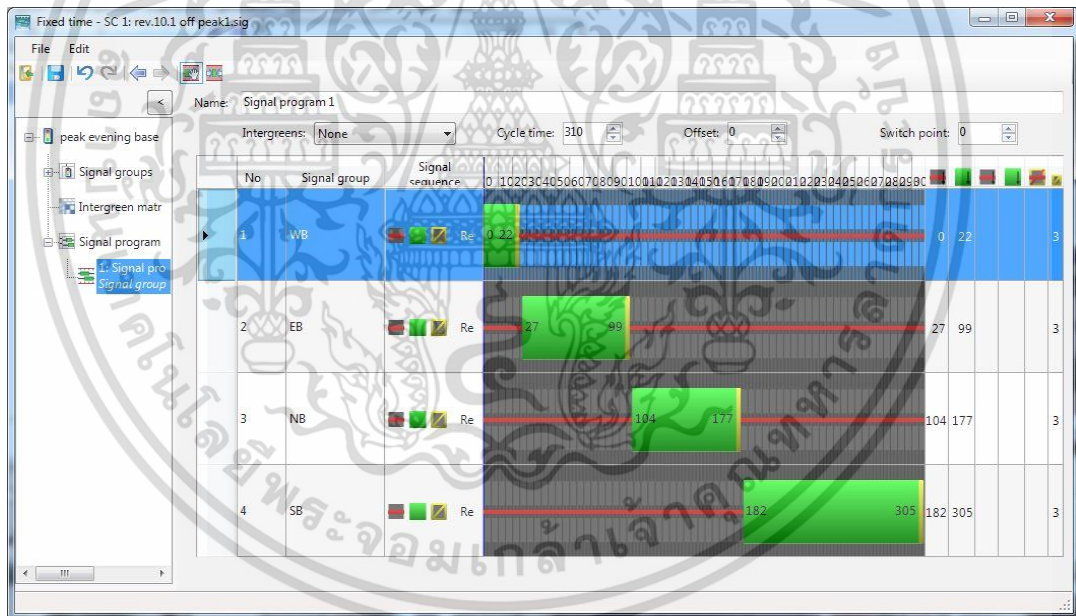
รูปที่ ค-14 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2578

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2579



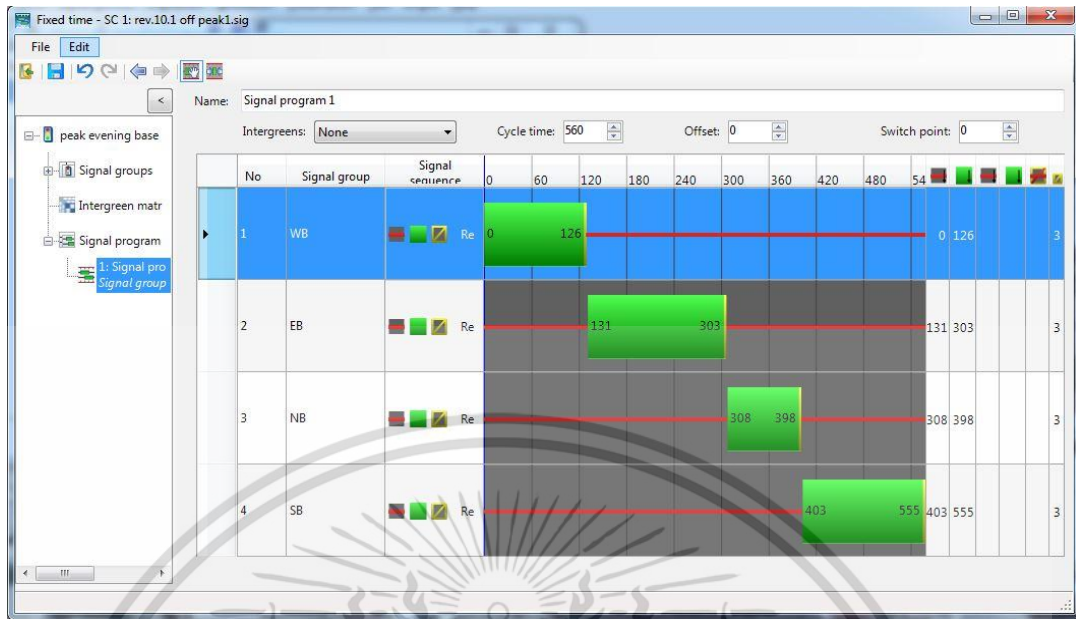
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2579



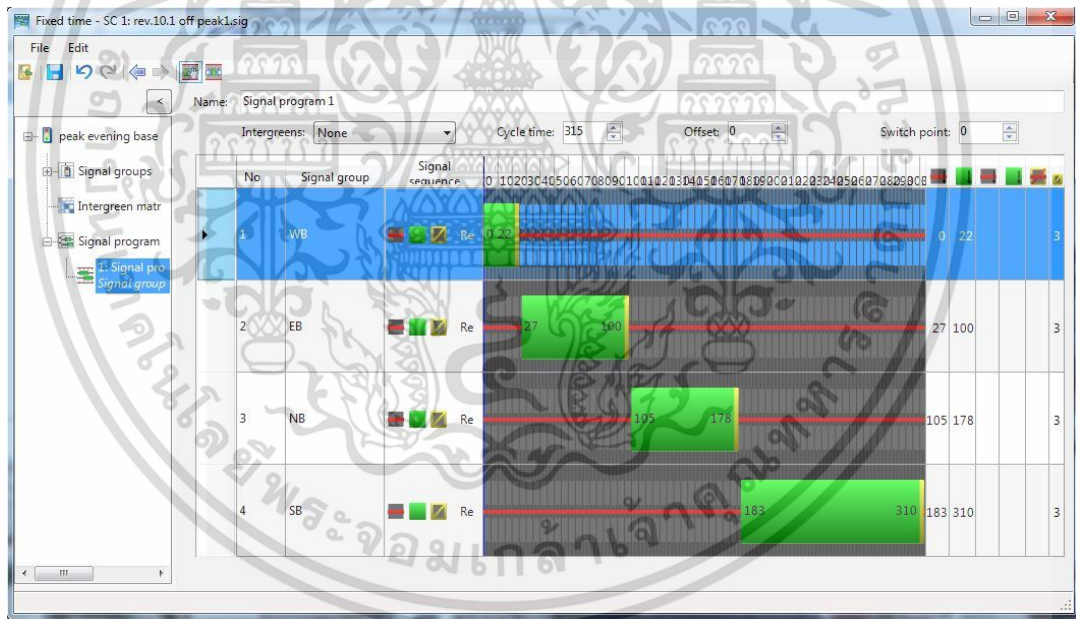
รูปที่ ค-15 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2579

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2580



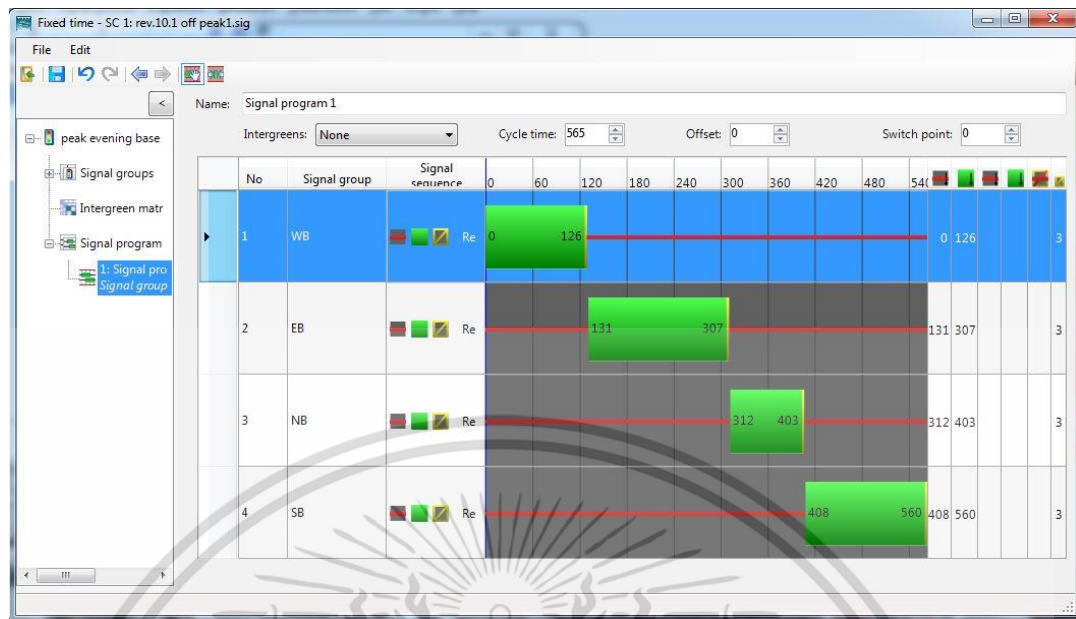
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2580



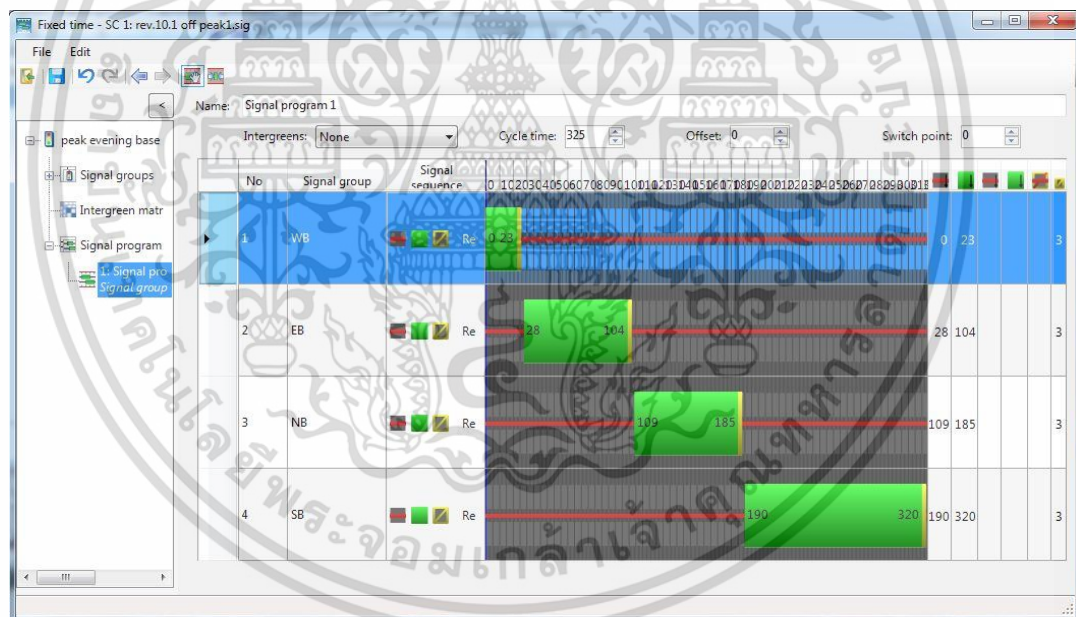
รูปที่ ค-16 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2580

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2581



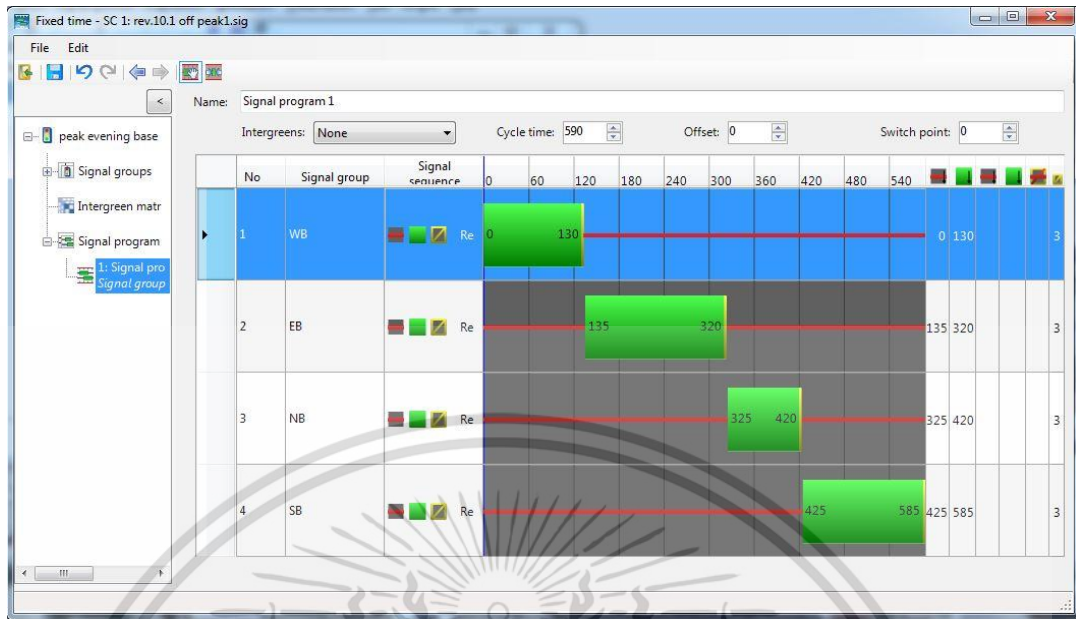
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2581



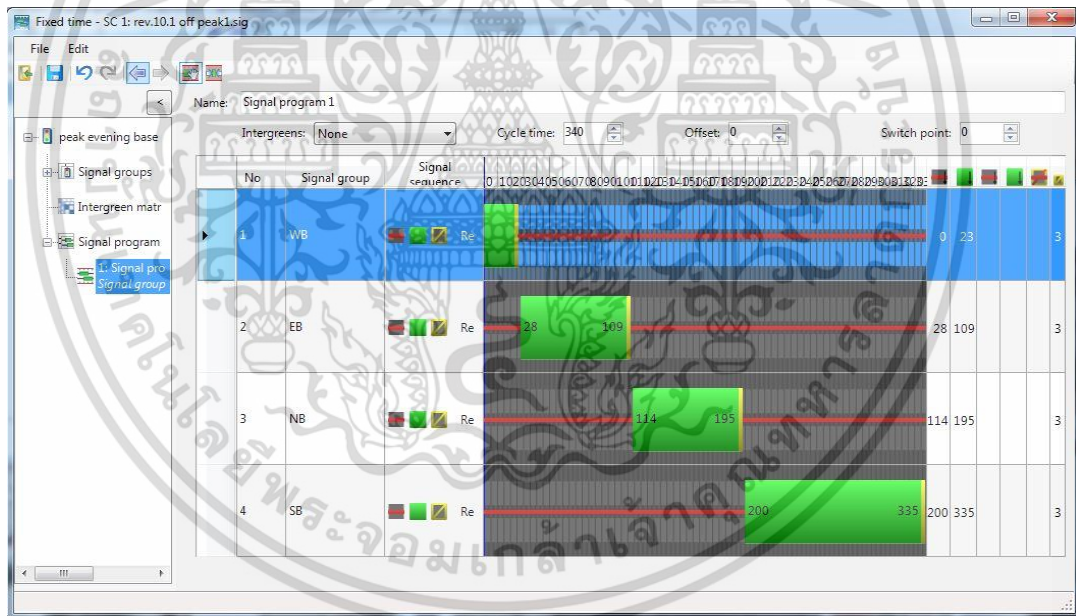
รูปที่ ค-17 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2581

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2582



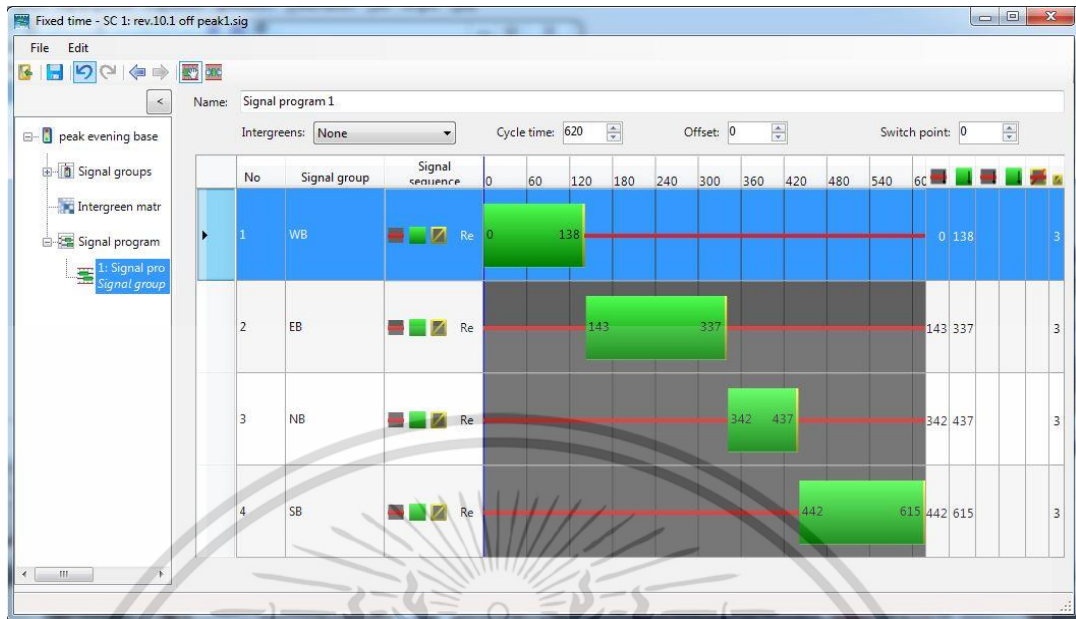
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2582



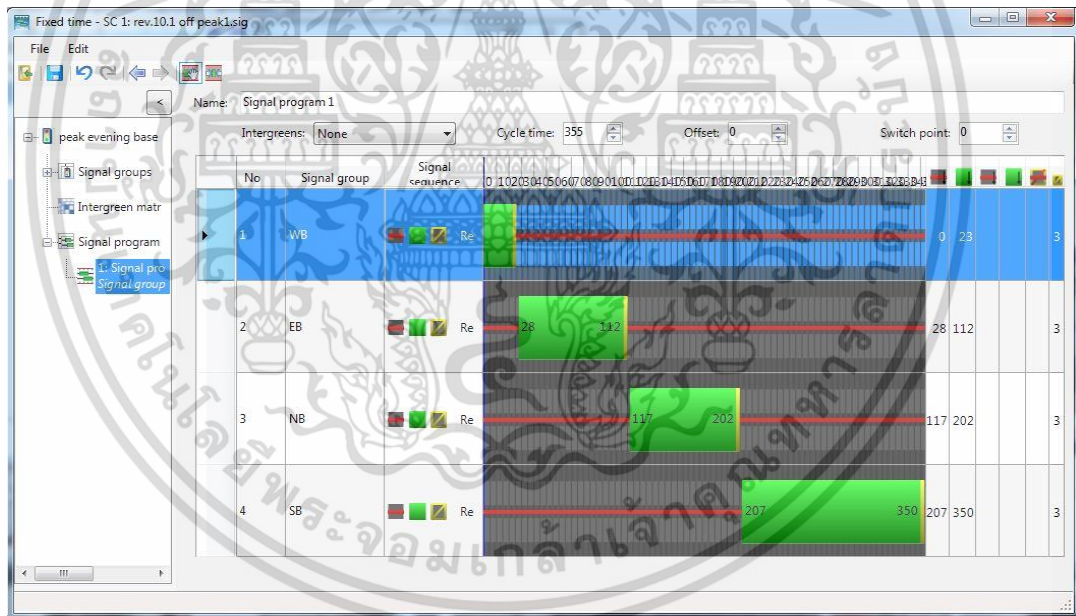
รูปที่ ค-18 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2582

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2583



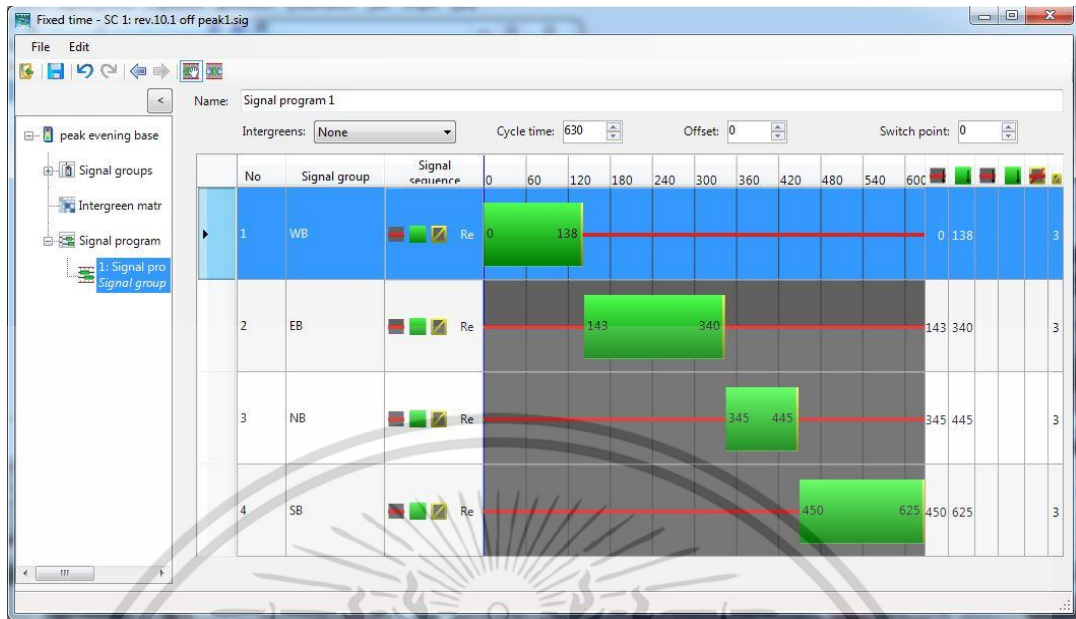
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2583



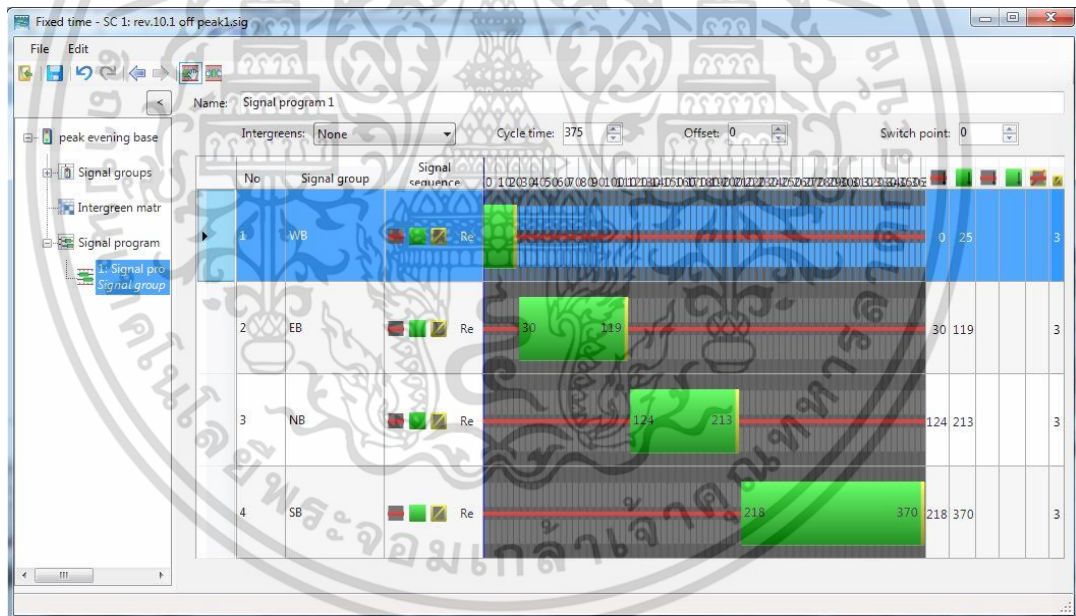
รูปที่ ค-19 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2584



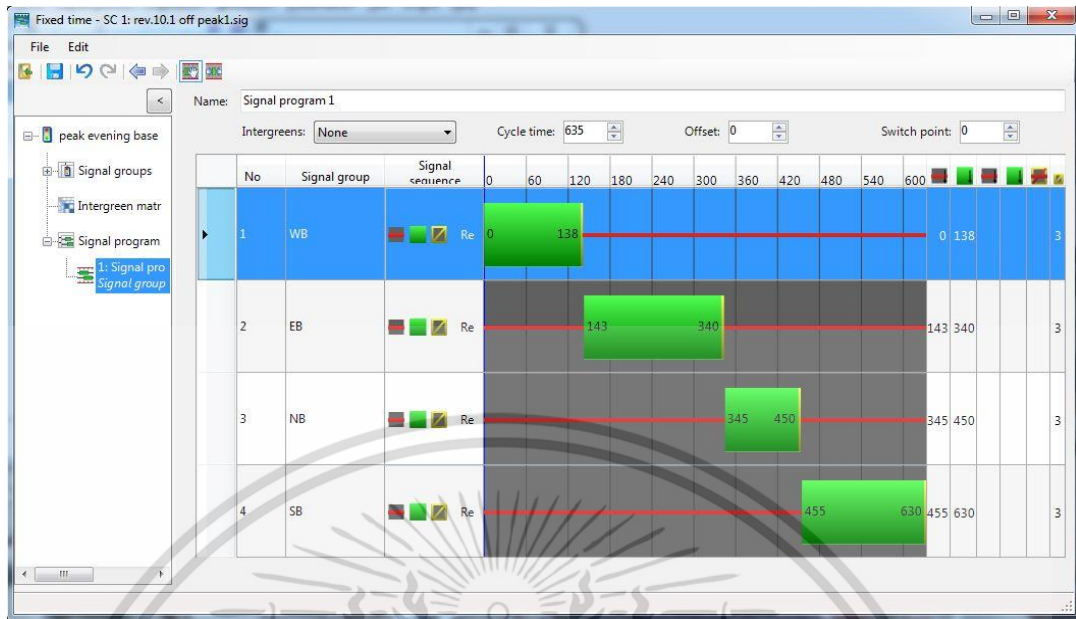
รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2584



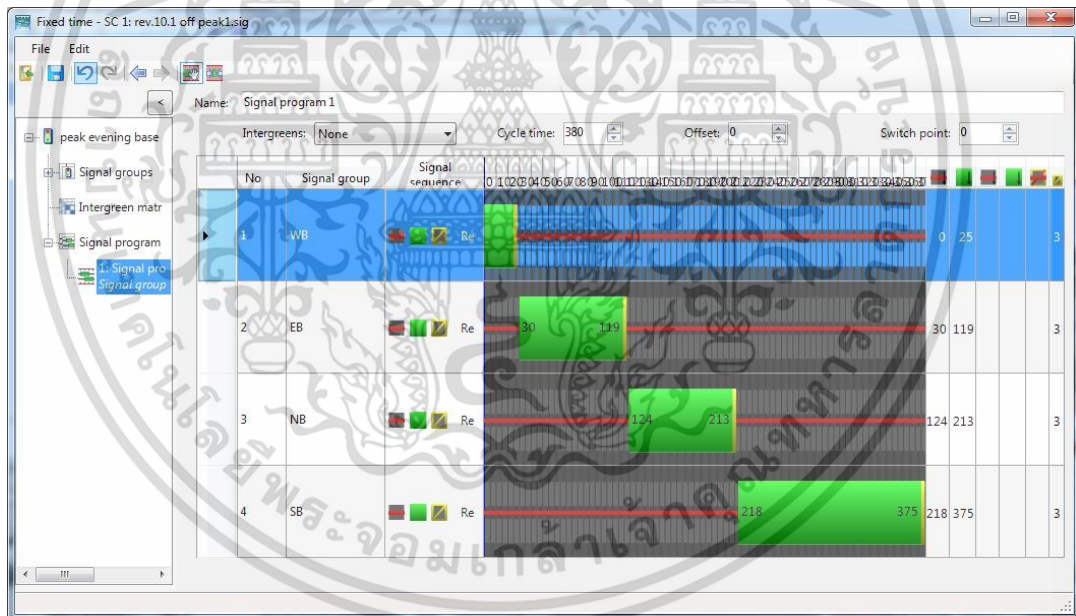
รูปที่ ค-20 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2584

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีไม่มีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2585



รอบสัญญาณไฟจราจร กรณีมีโครงการ ณ ปี พ.ศ.2585



รูปที่ ค-21 รอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ณ ปี พ.ศ.2585

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก
ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้
จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-1 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2566

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	18.918	26.126
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	181.336	60.055
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	178.088	62.199
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	183.697	58.695
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	130.751	36.527
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	191.558	45.414

ตารางที่ ง-2 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2567

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	17.252	25.310
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	226.703	68.885
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	224.377	71.005
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	228.154	67.431
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	155.441	41.685
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	261.691	66.197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2568

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	15.749	24.922
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	256.045	73.024
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	256.209	75.407
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	256.050	71.433
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	221.645	63.768
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	251.420	62.778

ตารางที่ ง-4 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2569

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	13.694	24.526
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	321.888	77.441
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	318.672	81.543
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	324.165	74.617
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	225.930	65.469
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	345.379	65.557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2570

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	12.493	24.163
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	367.552	81.471
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	364.482	85.932
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	369.354	78.423
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	282.187	78.964
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	420.471	65.070

ตารางที่ ง-6 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2571

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	11.636	23.617
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	408.091	87.537
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	402.843	91.387
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	411.716	84.829
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	328.987	63.394
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	439.534	83.696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2572

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	10.669	22.300
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	449.239	104.772
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	450.764	108.969
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	448.510	101.924
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	330.333	64.467
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	436.386	95.538

ตารางที่ ง-8 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2573

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	10.482	21.554
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	470.184	115.197
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	464.763	120.782
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	474.086	111.290
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	384.609	99.531
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	486.220	104.018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2574

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	10.244	20.594
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	486.284	129.682
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	480.155	136.725
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	490.776	124.713
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	377.601	84.447
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	499.775	125.484

ตารางที่ ง-10 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2575

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	10.024	17.961
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	500.496	175.753
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	493.111	178.425
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	505.588	173.731
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	416.055	150.302
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	535.850	185.433

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-11 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2576

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.951	16.487
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	505.640	207.587
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	497.756	212.823
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	511.248	203.721
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	429.147	153.135
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	528.563	217.404

ตารางที่ ง-12 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2577

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.795	14.988
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	515.946	247.056
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	508.577	254.439
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	521.400	241.617
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	432.428	217.542
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	522.911	254.551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-13 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2578

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.791	13.774
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	516.618	284.847
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	506.230	291.758
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	524.140	279.579
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	402.948	239.105
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	538.587	308.648

ตารางที่ ง-14 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2579

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.751	13.545
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	519.835	299.461
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	511.307	308.470
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	526.017	292.809
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	366.476	279.277
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	546.688	309.879

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-15 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2580

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.723	13.367
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	522.221	298.499
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	514.025	305.190
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	527.936	293.376
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	372.836	206.198
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	565.088	332.060

ตารางที่ ง-16 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2581

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.760	12.997
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	518.976	326.693
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	509.828	329.323
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	525.933	324.300
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	341.836	262.792
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	527.288	372.733

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-17 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2582

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.742	12.893
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	526.756	314.591
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	523.803	323.276
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	528.986	307.945
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	422.628	194.132
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	535.852	360.608

ตารางที่ ง-18 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2583

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.720	12.503
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	520.707	330.735
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	516.314	334.755
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	523.867	327.548
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	375.328	217.185
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	545.643	367.983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-19 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2584

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.697	12.354
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	522.613	341.610
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	513.037	345.002
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	529.607	338.960
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	394.424	255.926
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	539.353	367.854

ตารางที่ ง-20 ตารางแสดงความเร็วเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย และความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM ณ ปี พ.ศ.2585

	กรณีไม่มีโครงการ	กรณีมีโครงการ
Average Speed (km./hr.)	9.482	12.259
Average Distance (km.)	1.257	1.302
Average Delay, All vehicle types (sec.)	538.543	340.353
Average Delay, Vehicle class MC (sec.)	534.134	343.139
Average Delay, Vehicle class PC (sec.)	542.139	338.175
Average Delay, Vehicle class Truck (sec.)	347.158	257.312
Average Delay, Vehicle class Bus (sec.)	537.923	365.130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-1 รายละเอียดประมาณราคาต้นทุนโครงการฯ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1 งานก่อสร้างทางลอด					
1.1	งานก่อสร้างทางลอด	10,400.00	ตร.ม.	72,412.00	753,086,581.00
2 งานบูรณะและก่อสร้างถนน					
2.1	ผิวทางพาราแอสฟัลท์ติกคอนกรีต หนา 5 cm	7,800.00	ตร.ม.	362.00	2,823,600.00
2.2	Reinforced Concrete Pavement 28 cm. THICK	7,800.00	ตร.ม.	837.00	6,528,600.00
2.3	โครงสร้างชั้นทาง Base 30 CM. CRUSHED ROCK UNDER CONCRETE PAVEMENT	2,340.00	ลบ.ม.	633.69	1,482,835.00
2.4	โครงสร้างชั้นทาง Sub Base 60 CM. SOIL CEMENT PLATFORM	4,680.00	ลบ.ม.	834.74	3,906,583.00
2.5	LONGITUDINAL	3,900.00	ม.	93.88	366,132.00
2.6	DUMMY JOINT	2,600.00	ม.	62.38	162,188.00
2.7	PRIME COAT	7,800.00	ตร.ม.	29.00	226,200.00
2.8	TACK COAT	7,800.00	ตร.ม.	16.00	124,800.00
รวม					768,707,518.00



ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ของโครงการฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-1 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		ค่าใช้จ่ายในการใช้ รถยนต์รวมทุกประเภท (บาท/PCU-km)		Vehicle Operating Cost saved (VOC) (ล้านบาท/ปี)
			w	w/o	w	w/o	w	w/o	
2566	8,501	107,438	1.302	1.257	26.126	18.918	20.31	22.86	75.59
2567	8,880	112,230	1.302	1.257	25.310	17.252	20.57	23.79	107.58
2568	9,276	117,236	1.302	1.257	24.922	15.749	20.69	24.63	144.76
2569	9,690	122,464	1.302	1.257	24.526	13.694	20.82	25.79	199.68
2570	10,122	127,926	1.302	1.257	24.163	12.493	20.93	26.46	236.05
2571	10,574	133,632	1.302	1.257	23.617	11.636	21.10	26.94	262.25
2572	11,045	139,592	1.302	1.257	22.300	10.669	21.52	27.48	279.60
2573	11,538	145,818	1.302	1.257	21.554	10.482	21.76	27.59	284.27
2574	12,052	152,321	1.302	1.257	20.594	10.244	22.06	27.72	286.32
2575	12,590	159,115	1.302	1.257	17.961	10.024	23.39	27.85	222.47
2576	13,151	166,211	1.302	1.257	16.487	9.951	24.22	27.86	177.89

ตารางที่ ฉ-2 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (VOC) ของโครงการ (ต่อ)

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ รวมทุกประเภท (บาท/ PCU-km)		Vehicle Operating Cost saved (VOC) (ล้านบาท/ปี)
			w	w/o	w	w/o	w	w/o	
2577	13,738	173,624	1.302	1.257	14.988	9.795	25.06	27.86	127.52
2578	14,351	181,368	1.302	1.257	13.774	9.791	25.74	27.86	83.90
2579	14,991	189,457	1.302	1.257	13.545	9.751	25.87	27.86	77.79
2580	15,659	197,906	1.302	1.257	13.367	9.723	25.97	27.86	73.35
2581	16,358	206,733	1.302	1.257	12.997	9.760	26.18	27.86	59.27
2582	17,087	215,953	1.302	1.257	12.893	9.742	26.24	27.86	56.73
2583	17,849	225,585	1.302	1.257	12.503	9.720	26.46	27.86	39.42
2584	18,645	235,646	1.302	1.257	12.354	9.697	26.54	27.86	33.64
2585	19,477	246,156	1.302	1.257	12.259	9.482	26.59	27.86	30.22

ตารางที่ ๓-3 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วน เช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณ จราจร (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		Average Time (hr.)		VHT (PCU-ชม.)/วัน		มูลค่าเวลา เฉลี่ย (บาท/ PCU- ชั่วโมง)	Value of time saved (VOT) (ล้าน บาท/ปี)
			w	w/o	w	w/o	w	w/o	w	w/o		
2566	8,501	107,438	1.302	1.257	26.126	18.918	0.050	0.066	5,354.24	7,138.71	118.00	64.65
2567	8,880	112,230	1.302	1.257	25.310	17.252	0.051	0.073	5,773.36	8,177.22	119.81	88.43
2568	9,276	117,236	1.302	1.257	24.922	15.749	0.052	0.080	6,124.74	9,357.12	121.64	120.73
2569	9,690	122,464	1.302	1.257	24.526	13.694	0.053	0.092	6,501.21	11,241.25	123.50	179.75
2570	10,122	127,926	1.302	1.257	24.163	12.493	0.054	0.101	6,893.19	12,871.48	125.39	230.17
2571	10,574	133,632	1.302	1.257	23.617	11.636	0.055	0.108	7,367.09	14,435.82	127.31	276.31
2572	11,045	139,592	1.302	1.257	22.300	10.669	0.058	0.118	8,150.16	16,446.42	129.26	329.26
2573	11,538	145,818	1.302	1.257	21.554	10.482	0.060	0.120	8,808.32	17,486.42	131.23	349.68
2574	12,052	152,321	1.302	1.257	20.594	10.244	0.063	0.123	9,630.09	18,690.70	133.24	370.68
2575	12,590	159,115	1.302	1.257	17.961	10.024	0.072	0.125	11,534.28	19,952.81	135.28	349.69

ตารางที่ ๓-4 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT) ของโครงการ (ต่อ)

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วน เช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณ จราจร (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		Average Time (hr.)		VHT (PCU-ชม.)/วัน		มูลค่าเวลา เฉลี่ย (บาท/ PCU- ชั่วโมง)	Value of time saved (VOT) (ล้านบาท/ปี)
			w	w/o	w	w/o	w	w/o	w	w/o		
2576	13,151	166,211	1.302	1.257	16.487	9.951	0.079	0.126	13,125.91	20,995.61	137.35	331.89
2577	13,738	173,624	1.302	1.257	14.988	9.795	0.087	0.128	15,082.64	22,281.32	139.45	308.24
2578	14,351	181,368	1.302	1.257	13.774	9.791	0.095	0.128	17,143.95	23,284.57	141.58	266.95
2579	14,991	189,457	1.302	1.257	13.545	9.751	0.096	0.129	18,211.34	24,422.84	143.75	274.17
2580	15,659	197,906	1.302	1.257	13.367	9.723	0.097	0.129	19,276.90	25,585.57	145.95	282.72
2581	16,358	206,733	1.302	1.257	12.997	9.760	0.100	0.129	20,709.90	26,625.36	148.18	269.15
2582	17,087	215,953	1.302	1.257	12.893	9.742	0.101	0.129	21,808.06	27,864.24	150.45	279.77
2583	17,849	225,585	1.302	1.257	12.503	9.720	0.104	0.129	23,491.29	29,172.87	152.75	266.48
2584	18,645	235,646	1.302	1.257	12.354	9.697	0.105	0.130	24,834.96	30,546.26	155.09	271.97
2585	19,477	246,156	1.302	1.257	12.259	9.482	0.106	0.133	26,143.64	32,632.13	157.46	313.71

ตารางที่ ๕-5 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วน เช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (PCU/วัน)	ปริมาณจราจร บนถนนโครงการ (PCU/วัน)	ปริมาณจราจร บนถนนทั่วไป (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		มูลค่าอุบัติเหตุสี่ แยกระดับดิน (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร)	มูลค่าอุบัติเหตุ ทางลอด (บาท/ 100 ล้าน PCU- กิโลเมตร)	Accident Cost Saving (ACC) (ล้าน บาท/ปี)
					w	w/o			
2566	8,501	107,438	26,860	80,579	1.302	1.257	668,382	24,908	0.06
2567	8,880	112,230	28,058	84,173	1.302	1.257	678,608	25,289	0.06
2568	9,276	117,236	29,309	87,927	1.302	1.257	688,991	25,676	0.07
2569	9,690	122,464	30,616	91,848	1.302	1.257	699,533	26,068	0.07
2570	10,122	127,926	31,982	95,945	1.302	1.257	710,236	26,467	0.07
2571	10,574	133,632	33,408	100,224	1.302	1.257	721,102	26,872	0.08
2572	11,045	139,592	34,898	104,694	1.302	1.257	732,135	27,283	0.08
2573	11,538	145,818	36,454	109,363	1.302	1.257	743,337	27,701	0.09
2574	12,052	152,321	38,080	114,241	1.302	1.257	754,710	28,125	0.09
2575	12,590	159,115	39,779	119,336	1.302	1.257	766,257	28,555	0.10
2576	13,151	166,211	41,553	124,658	1.302	1.257	777,981	28,992	0.11

ตารางที่ ๘-6 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) ของโครงการ (ต่อ)

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมงเร่งด่วน เช้า (PCU/ชั่วโมง)	ปริมาณ จราจร (PCU/วัน)	ปริมาณจราจร บนถนนโครงการ (PCU/วัน)	ปริมาณจราจร บนถนนทั่วไป (PCU/วัน)	Average Distance (km.)		มูลค่าอุบัติเหตุสี่ แยกระดับดิน (บาท/100 ล้าน PCU-กิโลเมตร)	มูลค่าอุบัติเหตุ ทางลอด (บาท/ 100 ล้าน PCU- กิโลเมตร)	Accident Cost Saving (ACC) (ล้าน บาท/ปี)
					w	w/o			
2577	13,738	173,624	43,406	130,218	1.302	1.257	789,884	29,435	0.11
2578	14,351	181,368	45,342	136,026	1.302	1.257	801,969	29,886	0.12
2579	14,991	189,457	47,364	142,093	1.302	1.257	814,239	30,343	0.13
2580	15,659	197,906	49,477	148,430	1.302	1.257	826,697	30,807	0.13
2581	16,358	206,733	51,683	155,050	1.302	1.257	839,345	31,279	0.14
2582	17,087	215,953	53,988	161,965	1.302	1.257	852,187	31,757	0.15
2583	17,849	225,585	56,396	169,189	1.302	1.257	865,226	32,243	0.16
2584	18,645	235,646	58,912	176,735	1.302	1.257	878,464	32,736	0.17
2585	19,477	246,156	61,539	184,617	1.302	1.257	891,904	33,237	0.18

ตารางที่ ๗-7 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ

Year	ปริมาณจราจร ชั่วโมง เร่งด่วนเช้า (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		สัดส่วนส่วนรถเล็ก	สัดส่วนส่วนรถใหญ่	ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (๐PK) กรณีไม่มีโครงการ			ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (๐PK) กรณีมีโครงการ		
			w	w/o	w	w/o			มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)	มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)
2566	12,544	158,535	1.302	1.257	26.126	18.918	0.99	0.01	0.051	74.0244	10.804	0.042	75.5744	8.721
2567	13,103	165,606	1.302	1.257	25.310	17.252	0.99	0.01	0.053	73.7139	11.286	0.044	75.5939	9.110
2568	13,688	172,992	1.302	1.257	24.922	15.749	0.99	0.01	0.055	73.4434	11.789	0.046	75.7034	9.516
2569	14,298	180,707	1.302	1.257	24.526	13.694	0.99	0.01	0.058	73.0229	12.315	0.048	75.8229	9.941
2570	14,936	188,767	1.302	1.257	24.163	12.493	0.99	0.01	0.060	72.8524	12.864	0.050	75.9324	10.384
2571	15,602	197,186	1.302	1.257	23.617	11.636	0.99	0.01	0.063	72.7819	13.438	0.053	76.0119	10.847
2572	16,298	205,980	1.302	1.257	22.300	10.669	0.99	0.01	0.066	72.6714	14.038	0.055	76.2014	11.331
2573	17,025	215,167	1.302	1.257	21.554	10.482	0.99	0.01	0.069	72.8109	14.664	0.057	75.9809	11.836
2574	17,784	224,764	1.302	1.257	20.594	10.244	0.99	0.01	0.072	72.9304	15.318	0.060	75.9804	12.364
2575	18,577	234,788	1.302	1.257	17.961	10.024	0.99	0.01	0.088	73.0599	23.568	0.075	75.4399	16.001

ตารางที่ ๘-8 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ (ต่อ)

Year	ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)	Average Distance (km.)		Average Speed (km./hr.)		สัดส่วนส่วนรถเล็ก	สัดส่วนส่วนรถใหญ่	ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (๐Pk) กรณีไม่มีโครงการ			ปริมาณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (๐Pk) กรณีมีโครงการ		
			w	w/o	w	w/o			มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)	มลพิษทางอากาศ (ton/km/day)	มลพิษทางเสียง (dB(A))	ภาวะโลกร้อน (ton-c/km/day)
2576	19,406	245,260	1.302	1.257	16.487	9.951	0.99	0.01	0.092	73.2394	24.619	0.079	75.1894	16.714
2577	20,272	256,198	1.302	1.257	14.988	9.795	0.99	0.01	0.096	73.4289	25.717	0.082	74.9289	17.460
2578	21,176	267,625	1.302	1.257	13.774	9.791	0.99	0.01	0.100	73.6184	26.864	0.086	74.7484	18.239
2579	22,120	279,561	1.302	1.257	13.545	9.751	0.99	0.01	0.105	73.8079	28.062	0.090	74.8679	19.052
2580	23,107	292,029	1.302	1.257	13.367	9.723	0.99	0.01	0.109	73.9974	29.314	0.094	75.0074	19.902
2581	24,137	305,054	1.302	1.257	12.997	9.760	0.99	0.01	0.114	74.1869	30.621	0.098	75.0869	20.789
2582	25,214	318,659	1.302	1.257	12.893	9.742	0.99	0.01	0.119	74.3764	31.987	0.102	75.2464	21.717
2583	26,338	332,871	1.302	1.257	12.503	9.720	0.99	0.01	0.125	74.5659	33.414	0.107	75.3159	22.685
2584	27,513	347,717	1.302	1.257	12.354	9.697	0.99	0.01	0.130	74.7554	34.904	0.111	75.4654	23.697
2585	28,740	363,225	1.302	1.257	12.259	9.482	0.99	0.01	0.136	74.9449	36.461	0.116	75.6249	24.754

ตารางที่ ฉ-9 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ (ต่อ)

Year	มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (oPKs) (พื้นที่ในเขตเมือง)			ผลประโยชน์โครงการ (ไม่มีโครงการ - มีโครงการ)			Environmental Benefit (Yen/Yr.)	Environmental Benefit (ล้านบาท/ปี)
	มลพิษทางอากาศ (yen/ton)	มลพิษทางเสียง (yen/dB(A)/km /yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/ton-c)	มลพิษทางอากาศ (yen/yr.)	มลพิษทางเสียง (yen/yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/yr.)		
2566	580,000	475,200	2,300	1,236,260	13,618,881	1,228,795	16,772,610.02	4.03
2567	580,000	475,200	2,300	1,291,397	13,425,517	1,283,599	16,719,901.54	4.01
2568	580,000	475,200	2,300	1,348,993	13,219,606	1,340,847	16,660,921.06	4.00
2569	580,000	475,200	2,300	1,409,158	12,920,049	1,400,649	16,514,845.96	3.96
2570	580,000	475,200	2,300	1,472,007	12,773,871	1,463,118	16,528,996.50	3.97
2571	580,000	475,200	2,300	1,537,658	12,699,573	1,528,373	16,622,176.41	3.99
2572	580,000	475,200	2,300	1,606,238	12,556,845	1,596,539	16,654,397.07	4.00
2573	580,000	475,200	2,300	1,677,876	12,729,446	1,667,744	17,009,748.88	4.08
2574	580,000	475,200	2,300	1,752,709	12,801,029	1,742,126	17,272,233.36	4.15
2575	580,000	475,200	2,300	1,751,314	13,097,215	4,853,161	21,546,815.63	5.17

ตารางที่ ฉ-10 รายละเอียดการประเมินผลประโยชน์ ของมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ของโครงการ (ต่อ)

Year	มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (oPKs) (พื้นที่ในเขตเมือง)			ผลประโยชน์โครงการ (ไม่มีโครงการ - มีโครงการ)			Environmental Benefit (Yen/Yr.)	Environmental Benefit (ล้านบาท/ปี)
	มลพิษทางอากาศ (yen/ton)	มลพิษทางเสียง (yen/dB(A)/km /yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/ton-c)	มลพิษทางอากาศ (yen/yr.)	มลพิษทางเสียง (yen/yr.)	ภาวะโลกร้อน (yen/yr.)		
2576	580,000	475,200	2,300	1,829,423	13,305,856	5,069,612	22,132,307.97	5.31
2577	580,000	475,200	2,300	1,911,015	13,524,518	5,295,716	22,744,629.88	5.46
2578	580,000	475,200	2,300	1,996,247	13,710,790	5,531,905	23,342,119.38	5.60
2579	580,000	475,200	2,300	2,085,279	13,775,602	5,778,628	23,836,488.04	5.72
2580	580,000	475,200	2,300	2,178,283	13,832,316	6,036,355	24,341,917.54	5.84
2581	580,000	475,200	2,300	2,275,434	13,913,322	6,305,576	24,891,651.99	5.97
2582	580,000	475,200	2,300	2,376,918	13,961,938	6,586,805	25,429,902.08	6.10
2583	580,000	475,200	2,300	2,482,929	14,046,993	6,880,577	26,026,428.16	6.25
2584	580,000	475,200	2,300	2,593,668	14,099,659	7,187,450	26,613,376.22	6.39
2585	580,000	475,200	2,300	2,709,345	14,148,275	7,508,011	27,220,104.60	6.53



ภาคผนวก ช
รายละเอียดผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของ
โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

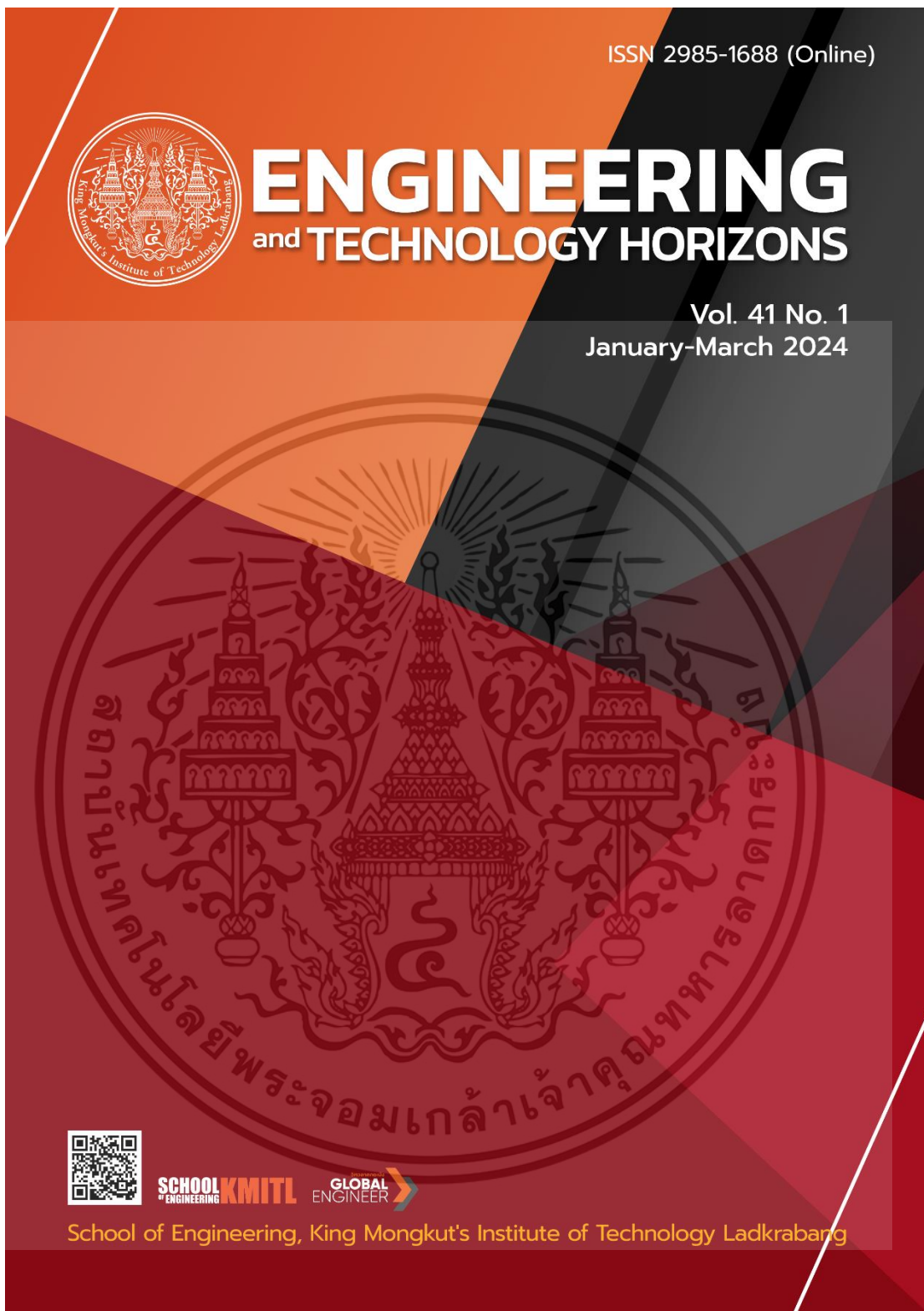
ร.บ.	พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (ล้านบาท)								ผลประโยชน์โครงการ (ล้านบาท)					ผลประโยชน์สุทธิรายปี	ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ		
		ค่าออกแบบ	ค่าก่อสร้าง	ค่าเพื่อขาด	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง	ค่าบำรุงรักษาปกติ	ค่าบำรุงรักษาหลัก	ค่าบำรุงพิเศษ/บูรณะ	ค่าใช้จ่ายรายปี	(กรณีไม่มีโครงการ - กรณีมีโครงการ)								
										VOT	VOC	ACC	EVIRON	ผลประโยชน์รายปี		NPV	EIRR	B/C
0	2566	24.76							24.76					0.000	-24.762	-24.762		
1	2567		225.57	76.90	7.07				309.55					0.000	-309.548	-301.144		
2	2568		225.57		7.07				232.65					0.000	-232.648	-486.610		
3	2569		225.57		7.07				232.65					0.000	-232.648	-652.204		
4	2570					0.47			0.47	230.17	236.05	0.07	3.97	470.257	469.785	-353.647	-23%	0.46
5	2571					0.47	5.05		5.53	276.31	262.25	0.08	3.99	542.632	537.107	-48.878	9%	0.93
6	2572					0.47			0.47	329.26	279.60	0.08	4.00	612.942	612.471	261.419	24%	1.40
7	2573					0.47	5.05		5.53	349.68	284.27	0.09	4.08	638.127	632.602	547.576	32%	1.83
8	2574					0.47			0.47	370.68	286.32	0.09	4.15	661.247	660.776	814.452	37%	2.24
9	2575					0.47	5.05		5.53	349.69	222.47	0.10	5.17	577.432	571.906	1,020.687	39%	2.55
10	2576					0.47		3.54	4.01	331.89	177.89	0.11	5.31	515.195	511.186	1,185.275	40%	2.79
11	2577					0.47	5.05	3.54	9.06	308.24	127.52	0.11	5.46	441.322	432.260	1,309.539	41%	2.97

12	2578					0.47		3.54	4.01	266.95	83.90	0.12	5.60	356.573	352.564	1,400.034	41%	3.10
13	2579					0.47	5.05	3.54	9.06	274.17	77.79	0.13	5.72	357.807	348.745	1,479.957	42%	3.22
14	2580					0.47		3.54	4.01	282.72	73.35	0.13	5.84	362.044	358.035	1,553.218	42%	3.32
15	2581					0.47	5.05	3.54	9.06	269.15	59.27	0.14	5.97	334.534	325.472	1,612.681	42%	3.41
16	2582					0.47		3.54	4.01	279.77	56.73	0.15	6.10	342.754	338.745	1,667.937	42%	3.49
17	2583					0.47	5.05	3.54	9.06	266.48	39.42	0.16	6.25	312.306	303.244	1,712.103	42%	3.55
18	2584					0.47		3.54	4.01	271.97	33.64	0.17	6.39	312.171	308.162	1,752.176	42%	3.61
																1,752.18	42%	3.61



ภาคผนวก ซ
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับ: กรณีศึกษาทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อม แยกศรีอยุธยา

กรุงเทพมหานคร

A Study of Efficiency and Economic Value of Grade Separated Construction

Project: Case Study of Grade Separated Without Ramp across

The Sri Ayutthaya Intersection Bangkok

รชตะ ไบลี* และ จัรัส พิทักษ์ศฤงคาร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์,

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ลาดกระบัง ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

Rachata Bilee* and Jumrus Pitakringkam

Department of Civil Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,

Lat Krabang, Lat Krabang, Bangkok, 10520, Thailand

*Corresponding Author E-mail: arthur.retrospect@gmail.com

Received: Sep 22, 2023; Revised: Jan 02, 2024; Accepted: Jan 08, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในเมืองขนาดใหญ่ อันเนื่องมาจากปริมาณการจราจรที่หนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะลดการสิ้นเปลืองของการใช้เชื้อเพลิง อุบัติเหตุ และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ในกรณีนี้จะทำการศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อมข้ามสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาเป็นรูปแบบของทางลอดข้ามทางแยก (Underpass) โดยใช้โปรแกรม Vissim ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการจากการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มีโครงการกับไม่มีโครงการ ซึ่งใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV), อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio หรือ B/C Ratio) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR) จากผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า หลังจากที่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอด (Underpass) ส่งผลให้การจราจรบริเวณทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก เนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทลดลงหลังจากที่มีโครงการ โดยได้สรุปค่าการวัดประสิทธิภาพบริเวณทางแยกจากค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) ของรถจักรยานยนต์ มีค่าลดลงจาก 364.48 วินาที/คัน เป็น 85.93 วินาที/คัน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคล มีค่าลดลงจาก 369.35 วินาที/คัน เป็น 78.42 วินาที/คัน, รถบรรทุก 6 ล้อ มีค่าลดลงจาก 282.19 วินาที/คัน เป็น 78.96 วินาที/คัน และ รถบัสโดยสาร มีค่าลดลงจาก 420.47 วินาที/คัน เป็น 65.07 วินาที/คัน และสรุปได้ว่าโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และมีความเหมาะสมในด้านการลงทุน เนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ

(NPV) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 1,752.18 ล้านบาท ซึ่งมากกว่า 0, อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 3.61 ซึ่งมากกว่า 1 และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 42% ซึ่งมากกว่า 12%

คำสำคัญ: ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์, การวัดประสิทธิภาพ, ทางแยกต่างระดับ, แบบจำลองระดับจุลภาค VISSIM, แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร

Abstract

This research was conducted to analyze the efficiency and economic value of grade separated construction projects in a large city due to heavy traffic volumes. This is consistent with the current situation where traffic volumes are continually increasing. In order to reduce fuel consumption, accidents and travel time. In this research, the efficiency and economic value of grade separated without ramp across Sri Ayutthaya intersection will be studied, Bangkok (Thailand), is considered in the form of an underpass through the intersection by using the VISSIM program to create and develop micro simulation traffic models. Then, the economic cost-benefit analysis of the project is evaluated by considering the economic worthiness of the project from a comparison between the case with the project and without the project. The economic worthiness of the project is analyzed by using Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B/C ratio) and Internal Rate of Return (IRR). From the results of this study, it was found that after developing the current area, which is a ground level intersection into an underpass. Traffic at intersections will be more efficient. And helps reduce traffic congestion at intersections. This is because the average delay of each type of vehicle decreased after the project. Performance measures at intersections can be summarized as the average vehicle delay in the project start year (2027) for motorcycles decreased from 364.48 seconds/vehicle to 85.93 seconds/vehicle, passenger cars decreased from 369.35 seconds/vehicle to 78.42 seconds/vehicle, trucks decreased from 282.19 seconds/vehicle to 78.96 seconds/vehicle, and buses decreased from 420.47 seconds/vehicle to 65.07 seconds/vehicle. And it can be concluded that the project of grade separated construction in the form of an underpass across Sri Ayutthaya Intersection. It is economically worthwhile and suitable for investment. Because the net present value (NPV) in the 15th year of the project (2041) is equal to 1,752.18 million baht, which is greater than 0, the benefits-costs ratio (B/C Ratio) in the 15th year of the project (2041) is equal to 3.61, which is greater than 1, and the internal rate of return (IRR) at the 15th year of the project (2041) is equal to 42%, which is greater than 12%.

Keywords: Economic Value, Performance Measurement, Grade Separated, Micro Simulation Model VISSIM, The Sri Ayutthaya Intersection in Bangkok

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักสำคัญทำให้เกิดความต้องการในการคมนาคมที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นเหตุให้เกิดปัญหาของการจราจรที่ติดขัดในบริเวณทางแยก อีกทั้งยังทำให้เกิดความเสียหายในด้านเศรษฐกิจ โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับในการแก้ไขปัญหา

ด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก คือการพัฒนาทางแยกให้เป็นรูปแบบของทางแยกต่างระดับ แต่วิธีการดังกล่าวมีมูลค่าในการลงทุนและใช้เวลาในการก่อสร้างที่สูง [1] การที่จะพัฒนาโครงการต่าง ๆ นั้น จำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์และศึกษาถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และมูลค่าการก่อสร้างของโครงการอย่างละเอียดถี่ถ้วน การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์อย่างเป็นทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจึงมีความสำคัญอย่างมากในการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ [2] เนื่องจากปริมาณจราจรในพื้นที่ทำการศึกษามีปริมาณจราจรที่หนาแน่น และพื้นที่ด้านข้างของเส้นทางมีสถานที่ทางราชการอยู่หลายแห่ง อาทิเช่น โรงพยาบาล โรงเรียน สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และศูนย์ราชการอื่น ๆ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้เส้นทางที่เสียแยกหรืออุยยาสามารถใช้ทางแยกต่างระดับข้ามแยก ทำให้การสัญจรที่หนาแน่นบริเวณทางแยกบรรเทาลง และสามารถช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทางและค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ และช่วยพัฒนาให้บริเวณพื้นที่ศึกษามีการเดินทางที่สะดวกมากยิ่งขึ้น การลงทุนในการก่อสร้างจำเป็นต้องใช้ค่าใช้จ่ายและทรัพยากรในการลงทุนที่สูง อาทิเช่น ค่าออกแบบ ค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการหลังจากที่ก่อสร้างโครงการแล้วเสร็จ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกหรืออุยยา กรุงเทพมหานคร เพื่อที่จะได้ทราบถึงความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากรที่จะลงทุนในโครงการด้านคมนาคมของภาครัฐ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร

การประเมินประสิทธิภาพของถนน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (Volume Capacity Ratio), ค่าความล่าช้า (Delay) และ ระยะความยาวของแถวคอย ซึ่งสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความล่าช้าของกระแสจราจรได้โดยการเปรียบเทียบระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) [3]

วิธีการจัดการด้านการจราจรบริเวณทางแยกด้วยวิธีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเป็นวิธีการควบคุมการจราจรที่มีประสิทธิภาพต่อผู้ขับขี่ และคนเดินเท้า โดยสามารถนำมาเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดของทางแยกได้ [4]

2.2 การประเมินเปรียบเทียบระหว่างมีกับไม่มีโครงการ

ไม่ว่าจะเป็นการประเมินโครงการในวิธีใดก็ตาม การประเมินความคุ้มค่าของโครงการนั้น จะต้องเปรียบเทียบความคุ้มค่าระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ (With and Without Project) ซึ่งเป็นการประเมินความแตกต่างทางด้านค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่ได้รับระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป [5]

2.3 การวิเคราะห์ราคาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ สามารถคำนวณได้โดยการนำค่าใช้จ่ายของโครงการมาคูณด้วย ตัวปรับค่าทางการเงินให้เป็นค่าทางเศรษฐกิจ (Conversion Factor) โดยเป็นการปรับค่าจากราคาตลาดให้กลายเป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับประเทศไทยได้มีการคิดตัวปรับค่าทางการเงินให้เป็นค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดย ธนาคารโลก [6]

2.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ได้ของโครงการในด้านการขนส่งจะพิจารณาเปรียบเทียบจากกรณีมีโครงการกับกรณีไม่มีโครงการ เพื่อให้ทราบถึงผลประโยชน์เมื่อมีโครงการเกิดขึ้น โดยงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้รถ (Vehicle Operating Cost Saving), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value Of Time Saving), มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (Accident Cost Saving) [7] และมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) [8]

2.5 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (VISSIM)

การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation) สำหรับการวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ เพื่อใช้ประเมินผล เปรียบเทียบ และเสนอแนะรูปแบบทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นวิธีหนึ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์และมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถสร้างโครงข่ายถนนและการจราจรที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบสถานการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต ทำให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา รวมทั้งสามารถปรับปรุงรูปแบบทางเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ก่อนการตัดสินใจ และการดำเนินการก่อสร้างในอนาคต [9] หลังจากพัฒนาแบบจำลองฐาน (Base Model) ให้มีลักษณะทางกายภาพและพฤติกรรมในการขับขี่ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงแล้ว วิธีต่อไปคือการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยใช้ค่าทางสถิติ GEH ในการเปรียบเทียบ โดยค่า GEH นั้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$GEH = \sqrt{\frac{2(Simulation - Observed)^2}{Simulation + Observed}} \quad (1)$$

โดย Simulation คือ ข้อมูลจากแบบจำลอง

Observed คือ ข้อมูลจากการสำรวจในสนาม

ซึ่ง GEH ที่ได้สามารถประมวลผลได้ดังนี้

ถ้า $GEH < 5$ หมายถึง แบบจำลองและข้อมูลในสนาม

สอดคล้องกัน

ถ้า $5 < GEH < 10$ หมายถึง ทวนสอบข้อมูลและทำการเปรียบเทียบใหม่อีกครั้ง

ถ้า $GEH > 10$ หมายถึง แบบจำลองและข้อมูลในสนามไม่สอดคล้องกัน

3. วิธีและขั้นตอนในการศึกษา

วิธีและขั้นตอนในการศึกษาเกี่ยวกับความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยกต่างระดับ โดยศึกษาข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจรในพื้นที่ที่ทำการศึกษา และการใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค VISSIM โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการสร้างและพัฒนาโครงข่ายของถนน เพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรมจราจร รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้ไปประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป โดยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การสำรวจข้อมูลบริเวณทางแยก

การสำรวจข้อมูลบริเวณทางแยกเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะนำข้อมูลได้จากการสำรวจมาสร้างและพัฒนารูปแบบ โครงข่ายของถนนในแบบจำลอง ให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทางแยกและความคุ้มค่าของโครงการ โดยข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจมีดังนี้

3.1.1 การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางแยก

การเก็บข้อมูลลักษณะ ทางกายภาพบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง จะประกอบไปด้วย จำนวนช่องจราจรที่ทางแยกในแต่ละทิศทาง ความกว้างของช่องจราจร ระยะเบี่ยงของเกาะกลาง ความกว้างของเกาะกลางถนน เป็นต้น

3.1.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยก

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Intersection Turning Movement Count) ด้วยกล้องบันทึกวิดีโอและทำการจดบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์มสำรวจ โดยทำการสำรวจข้อมูลในวันราชการ คือวันพฤหัสบดีที่ 25 พฤษภาคม 2566 โดยเก็บปริมาณจราจรทั้งหมด 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07.00-09.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00-18.00 น.) และช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (13.00-15.00 น.) โดยทำการบันทึกข้อมูลปริมาณจราจรทุก ๆ 15 นาที โดยข้อมูลที่ได้มีหน่วยเป็น คัน/ชั่วโมง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณจราจรสูงสุดในชั่วโมงเร่งด่วนและสัดส่วนของยานพาหนะของแต่ละช่วงเวลา โดยการศึกษาได้แยกประเภทของรถเป็นทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ 1) รถจักรยานยนต์ (MC) 2) รถยนต์ (PC) 3) รถบรรทุก 6 ล้อ (TRUCK) และ 4) รถบัสโดยสาร (BUS)

3.1.3 การสำรวจความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก

การหาข้อมูลความเร็วของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดความเร็วของยานพาหนะในแบบจำลอง (Desired Speed Distribution) ผู้วิจัยได้ศึกษาด้วยวิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) โดยใช้วิธีการจับเวลาขณะที่ยานพาหนะหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ณ จุดข้ามผ่านทางแยก โดยทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดความเร็วของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง แล้วทำการ

บันทึกในแบบสำรวจข้อมูลความเร็ว โดยใช้วิธีการคำนวณ ดังแสดงในสมการที่ (2) เมื่อได้ข้อมูลความเร็วของรถแต่ละประเภทแล้ว จึงนำไปใช้ในการกำหนดความเร็วของรถแต่ละประเภท ในแบบจำลอง VISSIM ต่อไป

$$\text{ความเร็ว} \left(\frac{\text{กิโลเมตร}}{\text{ชั่วโมง}} \right) = \frac{\text{ระยะทาง (กิโลเมตร)}}{\text{เวลา (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

3.1.4 การสำรวจสัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก

ข้อมูลสัดส่วนของรถแต่ละประเภทที่ผ่านทางแยก ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของรถออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก 6 ล้อ และ รถบัสโดยสาร ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น โดยนำข้อมูลปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมงของแต่ละช่วงเวลา มาหาสัดส่วนของรถแต่ละประเภท ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้ในการกำหนดสัดส่วนของรถแต่ละประเภท (Vehicle Compositions) ในแบบจำลอง VISSIM ต่อไป

3.1.5 การสำรวจจังหวะของสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก

เนื่องจากในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลมีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ทำให้ระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรไม่คงที่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรใหม่โดยใช้โปรแกรม SYNCHRO เพื่อคำนวณหารอบสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองและ โครงข่ายของถนนต่อไป

สำหรับการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้าในการพัฒนาแบบจำลองและ โครงข่ายของถนน เนื่องจากมีปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนที่สูงที่สุด ส่วนข้อมูลปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็นและนอกชั่วโมงเร่งด่วน จะนำมาทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองต่อไป

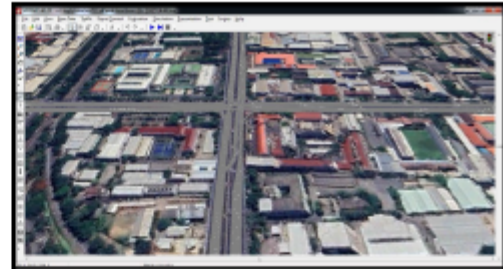
3.2 การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโดยใช้

โปรแกรม VISSIM

จากการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณสี่แยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร ดังแสดงใน รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นสี่แยกในเขตชุมชนเมือง มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจร และมีปริมาณจราจรที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้ โรงพยาบาล โรงเรียน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการหลายแห่ง อีกทั้งบริเวณทางแยกดังกล่าวยังไม่มีสะพานยกระดับหรือทางลอด ผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวมาศึกษาประสิทธิภาพของทางแยกและหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กรณีมีทางแยกต่างระดับข้ามทางแยก



รูปที่ 3 ลักษณะทางแยกของพื้นที่ศึกษา โดยโปรแกรม VISSIM



รูปที่ 2 ลักษณะภาพถ่ายของพื้นที่ทำการศึกษา

3.2.1 การนำเข้าภาพที่แท้จริง

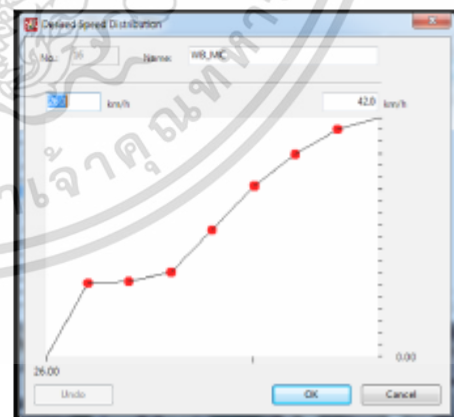
ขั้นตอนแรกในการสร้างแบบจำลองคือการนำภาพถ่ายทางอากาศจากโปรแกรม Google Earth และทำการปรับมาตราส่วนให้ตรงตามสภาพพื้นที่จริง

3.2.2 การสร้างลักษณะทางกายภาพและโครงข่ายของถนน

หลังจากทำการนำเข้าภาพพื้นหลัง วิธีการถัดไปจะทำการสร้างลักษณะทางกายภาพและโครงข่ายของถนน โดยใช้คำสั่งลิงค์ (Links) คือการสร้างถนนโดยกำหนดขนาดความกว้างของช่องจราจร จำนวนช่องจราจร เป็นต้น โดยถนนแต่ละเส้นจะเชื่อมต่อกันด้วยคำสั่งคอนเนคเตอร์ (Connectors) ทำให้เกิดเป็นโครงข่ายของถนน โดยการศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลลักษณะทางแยกของพื้นที่ศึกษา มาสร้างเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะทางกายภาพที่สอดคล้องกับพื้นที่จริง ดังแสดงในรูปที่ 3

3.2.3 การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็ว

หลังจากทำการสร้างลักษณะทางกายภาพและโครงข่ายของถนนแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ เพื่อให้แบบจำลองเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การใส่ข้อมูลปริมาณจราจร (Vehicle Inputs), การใส่สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทาง (Vehicle Compositions), การกำหนดเส้นทางในการวิ่งของยานพาหนะ (Routes) และ การกำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทาง (Desired Speed) โดยแสดงตัวอย่างการใส่ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งการวิจัยนี้จะใช้ปริมาณการจราจรและสัดส่วนของยานพาหนะในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า (07.30-8.30 น.) ของวันพฤหัสบดีที่ 25 พฤษภาคม 2566 เป็นข้อมูลฐานในการพัฒนาแบบจำลองต่อไป



รูปที่ 4 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลความเร็วของยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง VISSIM

การสอบเทียบของแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และสามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการพัฒนารูปแบบอื่นๆ ในอนาคต โดยตัวแปรที่ใช้ในการสอบเทียบของแบบจำลอง เช่น จำนวนปริมาณจราจร ความล่าช้า ความยาวแถวคอย ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น โดยในการศึกษานี้ ได้ใช้ตัวแปรด้านจำนวนปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ในการสอบเทียบแบบจำลองฐาน ว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงหรือไม่

ในการทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการทวนสอบว่าแบบจำลองที่ได้สอบเทียบไปแล้วนั้น มีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทวนสอบ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงข้อมูลที่นำเข้าไปในแบบจำลองจากปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเป็นปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็นและปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน

3.2.5 การกำหนดรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก (Signal Control)

จากการสำรวจระยะเวลารอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษาในแต่ละทิศทาง พบว่า ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่คงที่ เนื่องจากมีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงทำการหารอบสัญญาณไฟที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้โปรแกรม SYNCHRO จากนั้นจึงนำรอบสัญญาณไฟเข้าสู่โปรแกรม VISSIM ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างการนำเข้าสู่ข้อมูลรอบสัญญาณไฟ โดยโปรแกรม VISSIM

3.2.6 การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค VISSIM ของพื้นที่ศึกษา กรณีที่มีการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามแยก

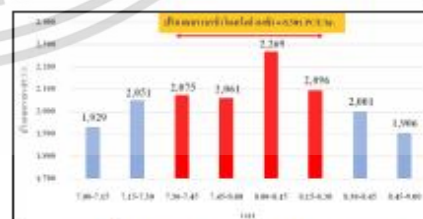
การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับแบบไม่มีทางลาดเชื่อมข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา โดยเป็นรูปแบบของทางลอดในทิศทางขนานกับถนนศรีอยุธยา เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะภาพถ่ายของถนนเมื่อมีโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา โดยโปรแกรม VISSIM

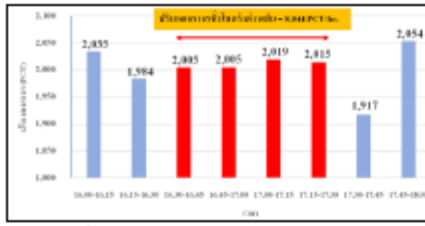
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการเก็บรวบรวมปริมาณจราจรในวันพฤหัสบดีที่ 25 พฤษภาคม 2566 โดยเก็บปริมาณจราจรทั้งหมด 3 ช่วงเวลา ซึ่งทำให้ได้ปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมงของแต่ละช่วงเวลา คือ ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.30-08.30 น.) เท่ากับ 8,501 PCU/hr., ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.30-17.30 น.) เท่ากับ 8,044 PCU/hr. และ ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน (13.15-14.15 น.) เท่ากับ 7,329 PCU/hr. ดังแสดงในรูปที่ 7-9 ตามลำดับ

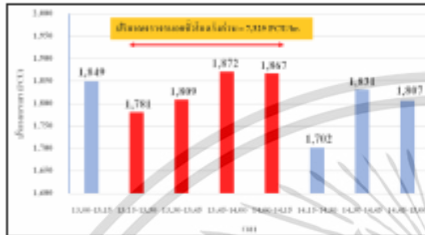


รูปที่ 7 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

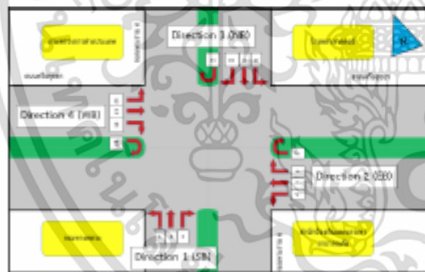


รูปที่ 8 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 9 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน

และได้ทำการสรุปข้อมูลปริมาณจราจรแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทางเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาแบบจำลอง โดยผู้วิจัยได้กำหนดทิศทางการสำรวจของปริมาณจราจร ดังแสดงในรูปที่ 10 และข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง ดังแสดงในตารางที่ 1-3



รูปที่ 10 ทิศทางการสำรวจของปริมาณจราจร

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		MC	PC	TRUCK	BUS	รวม
SB	1	99	74	1	0	174
	2	623	606	2	7	1,238
	3	767	778	3	1	1,549
	รวม	1,489	1,458	6	8	2,961
EB	4	706	444	5	5	1,160
	5	850	866	6	6	1,728
	6	488	550	1	3	1,042

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง) (ต่อ)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		MC	PC	TRUCK	BUS	รวม
NB	7	7	68	0	0	75
	รวม	2,051	1,928	12	14	4,005
	8	930	490	5	8	1,433
	9	541	473	2	12	1,028
	10	182	243	4	15	444
WB	11	13	27	0	0	40
	รวม	1,666	1,233	11	35	2,945
	12	235	396	7	23	661
	13	701	998	2	3	1,704
	14	91	150	1	0	242
WB	15	4	22	0	0	26
	รวม	1,031	1,566	10	26	2,633
	รวม					12,544

ตารางที่ 2 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		MC	PC	TRUCK	BUS	รวม
SB	1	87	58	0	0	145
	2	618	480	2	14	1,114
	3	914	1,180	2	6	2,102
	รวม	1,619	1,718	4	20	3,361
	4	491	534	1	2	1,028
EB	5	603	1,015	1	4	1,623
	6	265	333	0	1	599
	รวม	1,366	1,909	2	7	3,284
NB	8	411	477	1	8	897
	9	470	531	1	4	1,006
	10	180	329	0	24	533
	11	14	26	0	0	40
	รวม	1,075	1,363	2	36	2,476
	12	168	201	0	17	386
WB	13	464	902	4	9	1,379
	14	48	169	0	1	218
	15	2	5	0	0	7
	รวม	682	1,277	4	27	1,990
รวม					11,111	

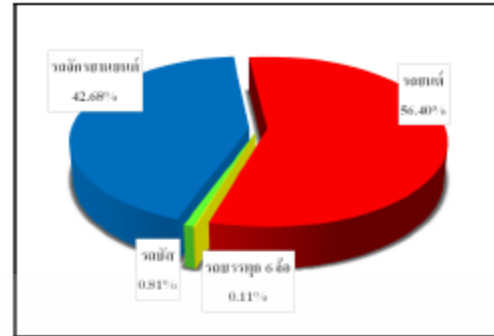
ตารางที่ 3 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		MC	PC	TRUCK	BUS	รวม
SB	1	36	49	0	0	85
	2	460	580	1	8	1,049

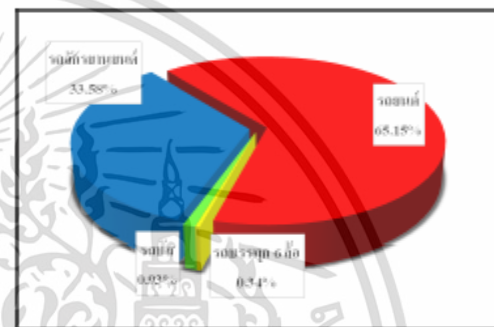
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วน ของรถแต่ละประเภท ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง) (ต่อ)

ทิศทางจราจร		ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				
		MC	PC	TRUCK	BUS	รวม
	3	654	955	7	4	1,620
	รวม	1,150	1,584	8	12	2,754
EB	4	324	494	3	1	822
	5	352	927	10	8	1,297
	6	139	261	2	1	403
	7	12	10	0	0	22
	รวม	827	1,692	15	10	2,544
NB	8	270	409	2	10	691
	9	432	586	4	6	1,028
	10	116	286	1	20	423
	รวม	832	1,312	7	36	2,187
WB	12	88	344	2	23	457
	13	181	968	0	4	1,153
	14	38	129	0	1	168
	รวม	310	1,464	2	28	1,804
						9,289

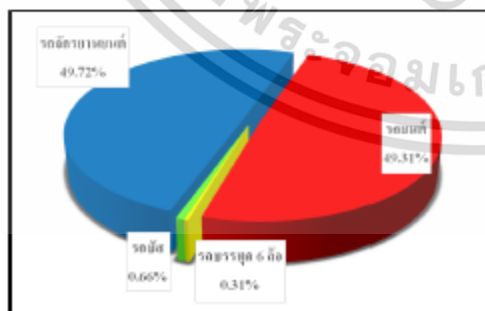


รูปที่ 12 สัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเอ็น



รูปที่ 13 สัดส่วนของรถนอกชั่วโมงเร่งด่วน

โดยข้อมูลสัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า พบว่ารถจักรยานยนต์ 49.72% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 49.31% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.31% และ รถบัสโดยสาร 0.66% ดังแสดงในรูปที่ 11 ข้อมูลสัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น พบว่า รถจักรยานยนต์ 42.68% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 56.40% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.11% และ รถบัสโดยสาร 0.81% ดังแสดงในรูปที่ 12 และข้อมูลสัดส่วนของรถนอกชั่วโมงเร่งด่วน พบว่ารถจักรยานยนต์ 33.58% รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 65.15% รถบรรทุก 6 ล้อ 0.34% และ รถบัสโดยสาร 0.93% ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 11 สัดส่วนของรถในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

ข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจทั้งหมดจะนำไปใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านจราจร ระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการของทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร โดยหลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองฐานแล้วจะต้องมีการสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยใช้ค่า GEH ในการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง ซึ่งค่า GEH ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่อมรับได้ จึงถือว่าเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบอื่น ๆ ในอนาคตได้ ซึ่งค่า GEH ที่ได้ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โดยค่าสอบเทียบและทวนสอบ ปริมาณจราจรของแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การสอบเทียบแบบจำลอง ของปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการเปรียบเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	2,961	2,813	2.75
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันตก	4,005	3,894	1.76
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,945	2,790	2.89
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันออก	2,633	2,422	4.19

ตารางที่ 5 การทวนสอบแบบจำลอง ของปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการเปรียบเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	3,361	3,265	1.66
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันตก	3,284	3,067	3.85
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,476	2,394	1.66
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันออก	1,990	1,880	2.50

ตารางที่ 6 การทวนสอบแบบจำลอง ของปริมาณจราจรนอกชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละทิศทาง

เส้นทางจราจร	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		ค่า GEH ที่ได้จากการเปรียบเทียบ
	จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศเหนือ	2,754	2,788	0.64
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันตก	2,544	2,568	0.47
ถนนพระราม 6 มุ่งทิศใต้	2,187	2,150	0.79
ถนนศรีอยุธยา มุ่งทิศตะวันออก	1,804	1,785	0.44

จากการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองกับค่าปริมาณจราจรที่ได้ทำการสำรวจ พบว่า แบบจำลองมีค่า GEH น้อยกว่า 5 จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง และเมื่อแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับสภาพจริงแล้ว จึงสามารถนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านจราจร และวิเคราะห์ความคุ้มค่าของกรณีที่มีโครงการต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ที่โครงการจาก โปรแกรมจำลองสภาพจราจรโดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยก กรณีมีโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับข้ามทางแยก ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed), ระยะทางเฉลี่ย (Average Distance) และ ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)

โดยกรณีวิจัยนี้ ผู้ศึกษาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบในการออกแบบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการไว้ ดังนี้

- ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในกรณีที่มิมีโครงการเนื่องจากข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้ามีปริมาณจราจรสูงที่สุด

- เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ในเขตสถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ ผู้วิจัยจึงเสนอรูปแบบของทางแยกต่างระดับเป็นรูปแบบการก่อสร้างโครงการทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยา เพราะจะช่วยลดเสียงและการสิ้นเปลืองขณะที่รถวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดให้ทิศทางของทางลอดขนานกับถนนศรีอยุธยา เนื่องจากเป็นทิศทางที่สัมพันธ์กับทิศทางของปริมาณจราจรที่สูงในทิศทางตรง

- การออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ จะใช้มาตรฐานและข้อแนะนำของ Department of Highways (DOH) และ American of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงการทางแยกต่างระดับ

- อายุการใช้งานของโครงการก่อสร้าง ซึ่งอายุของสิ่งปลูกสร้างตามที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้อยู่ระหว่าง 1525 ปี โดยงานวิจัยนี้กำหนดอายุการใช้งานของโครงการ คือ 15 ปี (พ.ศ. 2570 พ.ศ.2584) โดยใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างและดำเนินการ 4 ปี (พ.ศ.2566 พ.ศ.2569)

- กำหนดอัตราส่วนลด (Discount Rate) อยู่ที่ร้อยละ 12 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่มีการศึกษาถึงต้นทุนของเงินลงทุน ในประเทศไทย โดยธนาคารโลกและสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

- การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์จะประเมินด้วยวิธี NPV, B/C Ratio และ IRR. โดยจะศึกษาในช่วงระยะเวลา 15 ปี ของโครงการ

- การคำนวณและประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการจะเปรียบเทียบจากราคามาตรฐาน และ โครงการต่าง ๆ ที่เคยมีมาของสำนักงานประมาณและกรมทางหลวง โดยจะคำนวณค่าใช้จ่ายของโครงการเฉพาะตัวแปรหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเท่านั้น

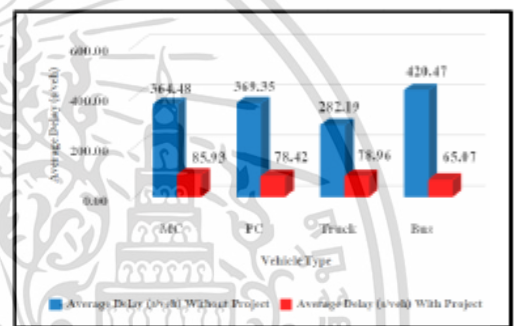
- การคำนวณและประเมินผลประโยชน์ของโครงการจะทำการวิเคราะห์จาก VOC, VOT, ACC และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม

- ใช้ค่าอัตราดอกเบี้ยของปริมาณจราจรในอนาคต อยู่ที่ 4.46% ซึ่งมาจากปริมาณการจดทะเบียนรถสะสมของพื้นที่ กทม. อื่นหลัง 10 ปี (พ.ศ.2555 พ.ศ.2565) โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ

4.1 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านจราจรของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษานี้จะวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทางแยกจากการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ซึ่งจากการพัฒนาแบบจำลอง VISSIM ทำให้ได้ค่าความล่าช้า

เฉลี่ย (Average Delay) ของรถแต่ละประเภทระหว่างกรณีที่มีโครงการกับไม่มีโครงการ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกจากความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภท ระหว่างรูปแบบที่มีโครงการกับไม่มีโครงการทางลอดข้ามทางแยก ในช่วงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570) จากผลที่ได้คือค่าความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทมีค่าลดลงเมื่อมีโครงการก่อสร้างทางลอด ซึ่งสรุปได้ว่าเมื่อมีโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามทางแยกแล้วนั้น ทำให้ทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกลง ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 กราฟเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภท ระหว่างมีโครงการกับไม่มีโครงการ ในช่วงเร่งด่วนเช้า ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ.2570)

4.2 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในพื้นที่ศึกษา การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายของโครงการ, ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ และผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

4.2.1 ค่าใช้จ่ายของโครงการ
ค่าใช้จ่ายของโครงการที่นำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ, ค่าก่อสร้าง, ค่าควบคุมงาน และค่าบำรุงรักษา เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้างและดำเนินงานของโครงการก่อสร้างถนนและทางลอดจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณและเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครงการก่อสร้างทางลอดในพื้นที่ศึกษา โดยราคาที่ได้ ต้องปรับค่าจากราคาทางการเงินให้เป็นราคาทางด้านเศรษฐศาสตร์ จึงสรุปราคาค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินงานของโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งมีค่าใช้จ่ายและดำเนินงานของโครงการก่อสร้างทางลอด รวมทั้งหมด 873,891,600 บาท โดยค่าใช้จ่ายและดำเนินงานจะนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

ตารางที่ 7 สรุปค่าใช้จ่ายและดำเนินงานของโครงการ

รายการ	ราคาทางการเงิน (บาท)	Economic Conversion Factor	ราคาทาง เศรษฐศาสตร์ (บาท)
ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	769,000,000	0.88	676,720,000
ค่าเพื่อขาด	76,900,000	1.00	76,900,000
ค่าสำรวจและ ออกแบบ	26,915,000	0.92	24,761,800
ค่าควบคุม งานก่อสร้าง	23,070,000	0.92	21,224,400
ค่าบำรุงรักษา ตามปกติ	7,690,000	0.92	7,074,800
ค่าบำรุงรักษา หลักร	38,450,000	0.92	35,374,000
ค่าบำรุง พิเศษ/บูรณะ	34,605,000	0.92	31,836,600
			873,891,600

4.2.2 ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ
 ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ คือ มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการไร้รถ (VOC), มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT), มูลค่าของการประหยัดได้เนื่องจากอุบัติเหตุทางถนน (ACC) และมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ซึ่งมูลค่าของ VOC, VOT และ ACC ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณผลตอบแทนของโครงการตาม “คู่มือวิธีการในการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง” ของ กรมทางหลวง เมื่อปี พ.ศ.2561 และ มูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจะใช้วิธีการคำนวณผลตอบแทนของโครงการตามคู่มือ “Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects” ซึ่งเป็นการศึกษามูลค่าด้านสิ่งแวดล้อม

ของประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2543 [8] โดยมูลค่าผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการรายปี จะเปรียบเทียบระหว่างผลตอบแทนของกรณีที่ไม่มีโครงการกับกรณีที่มีโครงการในแต่ละปี จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

4.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเป็นการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินว่ารูปแบบของโครงการมีความเหมาะสมในการลงทุนหรือไม่ ซึ่งการวิจัยนี้จะใช้วิธีการในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการทั้งหมด 3 อย่าง ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ซึ่งถ้าค่าของ NPV มากกว่า 0, B/C Ratio มากกว่า 1 และ IRR มากกว่า 12% จะสรุปได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุน

จากการศึกษาค่าใช้จ่ายของโครงการ, ผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการ และผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ทำให้สรุปผลความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2584 ได้ดังนี้ โดยช่วง 4 ปีแรก (พ.ศ.2566พ.ศ.2569) เป็นช่วงในการออกแบบและก่อสร้างโครงการ และช่วง 15 ปีถัดมา (พ.ศ.2570 พ.ศ.2584) เป็นช่วงของการวิเคราะห์และประเมินความคุ้มค่าของโครงการ โดยเปรียบเทียบระหว่างผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายของโครงการระหว่างกรณีที่มีกับไม่มีโครงการ ว่าปีสุดท้ายของโครงการจะมีความคุ้มค่าหรือไม่ และสรุปได้ว่าที่ปีสุดท้ายของโครงการ (พ.ศ.2584) มีค่า NPV เท่ากับ 1,752.18 ล้านบาท ซึ่งมีค่ามากกว่า 0, B/C Ratio เท่ากับ 3.61 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 และ IRR เท่ากับ 42% ซึ่งมากกว่า 12% จากการวิเคราะห์ผลจึงสรุปได้ว่าโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามผ่านทางแยกที่ทำการศึกษา มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เหมาะสมในด้านการลงทุน ดังแสดงในตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 สรุปความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (หน่วย: ล้านบาท)

ปีที่	พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (ล้านบาท)								
		ค่าออกแบบ	ค่าก่อสร้าง	ค่าต่อขาด	ค่าควบคุมงานก่อสร้าง	ค่าบำรุงรักษาปกติ	ค่าบำรุงรักษาหลัก	ค่าบำรุงพิเศษ/บูรณะ	ค่าใช้จ่ายรายปี	
0	2566	24.76							24.76	
1	2567		225.57	76.90	7.07				309.55	
2	2568		225.57		7.07				232.65	
3	2569		225.57		7.07				232.65	
4	2570					0.47			0.47	
5	2571					0.47	5.05		5.53	
6	2572					0.47			0.47	
7	2573					0.47	5.05		5.53	
8	2574					0.47			0.47	
9	2575					0.47	5.05		5.53	
10	2576					0.47		3.54	4.01	
11	2577					0.47	5.05	3.54	9.06	
12	2578					0.47		3.54	4.01	
13	2579					0.47	5.05	3.54	9.06	
14	2580					0.47		3.54	4.01	
15	2581					0.47	5.05	3.54	9.06	
16	2582					0.47		3.54	4.01	
17	2583					0.47	5.05	3.54	9.06	
18	2584					0.47		3.54	4.01	
ปีที่	พ.ศ.	ผลประโยชน์โครงการ (ล้านบาท) (กรณีไม่มีโครงการ - กรณีมีโครงการ)					ผลประโยชน์สุทธิรายปี	ผลการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ		
		VOI	VOC	ACC	ENVI RON	ผลประโยชน์รายปี		NPV	EIRR	B/C
0	2566					0.000	-24.762	-24.762		
1	2567					0.000	-309.548	-301.144		
2	2568					0.000	-232.648	-486.610		
3	2569					0.000	-232.648	-652.204		
4	2570	230.17	236.05	0.07	3.97	470.257	469.785	-353.647	-23%	0.46
5	2571	276.31	262.25	0.08	3.99	542.632	537.107	-48.878	9%	0.93
6	2572	329.26	279.60	0.08	4.00	612.942	612.471	261.419	24%	1.40
7	2573	349.68	284.27	0.09	4.08	638.127	632.602	547.576	32%	1.83
8	2574	370.68	286.32	0.09	4.15	661.247	660.776	814.452	37%	2.24
9	2575	349.69	222.47	0.10	5.17	577.432	571.906	1,020.687	39%	2.55
10	2576	331.89	177.89	0.11	5.31	515.195	511.186	1,185.275	40%	2.79
11	2577	308.24	127.52	0.11	5.46	441.322	432.260	1,309.539	41%	2.97
12	2578	266.95	83.90	0.12	5.60	356.573	352.564	1,400.034	41%	3.10
13	2579	274.17	77.79	0.13	5.72	357.807	348.745	1,479.957	42%	3.22
14	2580	282.72	73.35	0.13	5.84	362.044	358.035	1,553.218	42%	3.32
15	2581	269.15	59.27	0.14	5.97	334.534	325.472	1,612.681	42%	3.41
16	2582	279.77	56.73	0.15	6.10	342.754	338.745	1,667.937	42%	3.49
17	2583	266.48	39.42	0.16	6.25	312.306	303.244	1,712.103	42%	3.55
18	2584	271.97	33.64	0.17	6.39	312.171	308.162	1,752.176	42%	3.61
								1,752.18	42%	3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความนี้เป็นการศึกษาวิจัย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทางแยกศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร กรณีโครงการทางแยกต่างระดับข้ามทางแยกรูปแบบทางลอด (Underpass) จากการศึกษาพบว่า หลังจากที่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นทางแยกระดับดินให้เป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอด ส่งผลให้การจราจรบริเวณทางแยกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถช่วยลดปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก เนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภท ลดลงหลังจากที่มีโครงการ โดยค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะ ณ ปีเปิดโครงการ (พ.ศ. 2570) ของรถจักรยานยนต์ ลดลงจาก 364.48 วินาที/คัน เป็น 85.93 วินาที/คัน, รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ลดลงจาก 369.35 วินาที/คัน เป็น 78.42 วินาที/คัน, รถบรรทุก 6 ล้อ ลดลงจาก 282.19 วินาที/คัน เป็น 78.96 วินาที/คัน และ รถบัสโดยสาร ลดลงจาก 420.47 วินาที/คัน เป็น 65.07 วินาที/คัน และสรุปได้ว่าโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับรูปแบบทางลอดข้ามผ่านทางแยกศรีอยุธยา มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์และมีความเหมาะสมในด้านการลงทุน เนื่องจากมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 1,752.18 ล้านบาท ซึ่งมีค่ามากกว่า 0, อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 3.61 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ณ ปีที่ 15 ของโครงการ (พ.ศ. 2584) เท่ากับ 42% ซึ่งมีค่ามากกว่า 12%

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าหลังจากที่มีโครงการแล้วทำให้ทางแยกที่ศึกษามีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดปัญหาทางด้านจราจร ส่งผลให้ปัญหาการจราจรที่ติดขัดที่บริเวณทางแยกบรรเทาลง และมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างทางลอดข้ามทางแยกศรีอยุธยาเหมาะสมในด้านการลงทุน

จากผลการศึกษา สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและรูปแบบโครงการในการแก้ไขปัญหาด้านจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยก แต่ควรเพิ่มรูปแบบของโครงการอื่น ๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

และความคุ้มค่าของโครงการ และเป็นตัวคัดเลือกในการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลงทุนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณ ผศ.ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร ผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ในการทำงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] T. E. Hildebrand, "Unconventional Intersection Designs for Improving Through Traffic along the Arterial Road," M.S. Thesis, Civ. Environ. Eng. Dept., Florida State Univ., Tallahassee, FL, USA.
- [2] A. V. Arjun, Dr. L. Venkat, V. M. Naidu, "Economic Feasibility and Efficient Project Scheduling of Fly-Over in Vizaknapamam (India)," *International Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 1–12, 2013, doi:10.17577/IJERTV2IS3050
- [3] Transportation Research Council. *Highway Capacity Manual (HCM)*. (2000). Accessed: Feb. 13, 2022. [Online]. Available: https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacity_manual.pdf
- [4] Federal Highway Administrator. *Manual Uniform Traffic Control Devices*. (2003). Accessed: Feb. 15, 2022. [Online]. Available: <https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2003/pdf-index.htm>
- [5] Y. Tubpun, "Economic Theory as The Basis for Evaluation," in *Economics project evaluation theory*, Bangkok, Thailand: Thammasat University Press (TUP), 1998, ch. 2, pp. 41–46.
- [6] Ahmed, Sadiq, "Review of Existing Shadow Pricing Studies for Thailand And Summary of Results," in *Shadow Prices for Economic Appraisal of Projects An Application to Thailand*, 1st ed. Washington, D.C., U.S.A.: The World Bank, 1983, ch. 2, pp. 4–10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [7] Department of Highway. (2018). Road User Cost: RUC, [Online]. Available: http://planning.doh.go.th/sites/default/files/180319_DOH%20RUC_%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%A1.pdf.
- [8] Study Group On Road Investment Evaluation, "Cost Benefit Analysis," in *Guidelines for Evaluation of Road Investment Projects*, 1st ed. Tokyo, Japan: Japan Research Institute, 2000, ch. 3, pp. 73–89.
- [9] W. Chaipanha and P. Klungboonkrong, "Analysis of Traffic Management System Alternatives at the Five-Leg Junction (The City Spiritual House) in the Khon Kaen City Using PARAMICS," in *3rd ATRANS Symposium Student Chapter Session*, Bangkok, Thailand, Aug. 27, 2010, pp. 2838, 2010.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายรชตะ ไบลี
วัน เดือน ปีเกิด	14 ธันวาคม 2536
ที่อยู่	294/276 คอนโดไอทีโอจรัญ 70 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
ประวัติการศึกษา	2555 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2564 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้