



ผลเชิงดำเนินงานของช่องรอยellowวาบริเวณทางเชื่อมบนถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง
กรณีศึกษาถนนประชาอุทิศ เขตทุ่งครุ

นายศิวกร อมตวีระกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2557

ผลเชิงดำเนินงานของช่องรอยเลื่อนขาบริเวณทางเชื่อมบนถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง
กรณีศึกษาถนนประชาอุทิศ เขตทุ่งครุ

นายสิวกกร อมตวิระกุล วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รศ. ดร.อำพล การุณสุนทวงษ์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.วศิน เกียรติโกมล)

..... กรรมการ
(รศ. ดร.วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์)

..... กรรมการ
(ผศ. ดร.วินัย รักสุนทร)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลเชิงดำเนินงานของช่องรอลีวขวบริเวณทางเชื่อมบนถนนแบบไม่มี เกาะกลางในเขตเมือง กรณีศึกษาถนนประชาอุทิศ เขตทุ่งครุ
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายศิวกร อมตวิระกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วศิน เกียรติโกมล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การเลี้ยวเข้า-ออกจากซอยบนถนนประเภทหลายช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดบนถนนหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาเร่งด่วน ถนนประเภทดังกล่าวส่วนใหญ่มักไม่มีช่องจราจรรอลีวบริเวณกลางถนน ทำให้เกิดปัญหาการกีดขวางการรถเลี้ยวขวาในช่องจราจรของทิศทางหลัก ส่งผลให้เกิดความล่าช้าที่ทางแยกเพิ่มขึ้น และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ วิธีแก้ไขปัญหาวีธีหนึ่งที่น่าสนใจในต่างประเทศ คือ การใช้ช่องจราจรรอลีว เช่น ช่องจราจรรอลีวสองทาง หรือเกาะกลางแบบยก อย่างไรก็ตาม ถนนในเขตเมืองของประเทศไทยมักมีข้อจำกัดของเขตทาง ทำให้ต้องมีการปรับลดความกว้างของช่องจราจรบนถนนหลักหากมีการก่อสร้างช่องจราจรรอลีว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลเชิงดำเนินงานของช่องรอลีวขวบนถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมืองด้วยแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้ถนนประชาอุทิศ ซึ่งมีขนาด 4 ช่องจราจร เป็นกรณีศึกษา ผลที่ได้จากแบบจำลองพบว่า การปรับลดความกว้างช่องจราจรเดิมลงเพื่อเพิ่มช่องรอลีวขว สามารถช่วยลดความล่าช้า และความยาวแถวคอยบนถนนหลัก รวมถึงช่วยลดความล่าช้ารวมของทางแยก และจำนวนการหยุดได้มากถึงร้อยละ 34 และร้อยละ 41 ตามลำดับ โดยไม่ได้ทำให้อัตราการไหลโดยรวมของทั้งทางแยกลดลง อีกทั้งยังไม่ทำให้ความยาวแถวคอยของทิศทางตรงข้ามและทิศทางรองเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในกรณีที่มีปริมาณจราจรเลี้ยวขวบนถนนหลักมีค่าเพิ่มมากขึ้นพบว่า ความล่าช้าและความยาวแถวคอยของถนนหลักในทิศทางตรงข้ามและทิศทางรองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการรวมและเคลื่อนที่ตามกันของรถเลี้ยวขวบนถนนหลัก นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มช่องรอลีวเพียงอย่างเดียวกับการเพิ่มสัญญาณไฟจราจรและช่องรอลีวสำหรับกรณีศึกษาที่ใช้ทดสอบแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มช่องรอลีวขวเพียงอย่างเดียวให้ประสิทธิภาพเชิงดำเนินงานด้านต่างๆ ในภาพรวมดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจร

เนื่องจากกรณีทดสอบมีปริมาณจราจรในทิศทางเลี้ยวขวามถนนหลักไม่มาก ผู้วิจัยแนะนำว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบในด้านความปลอดภัยของการใช้ช่องจราจรรถเลี้ยวต่อไป

คำสำคัญ : การจัดการทางเชื่อม / การดำเนินงานจราจร / ช่องรถเลี้ยว / แบบจำลองการจราจร / เลี้ยวขวา

Thesis Title	Operational Effects of Separate Right-Turn Lane at Driveway Access on Urban Undivided Road: A Case Study of Pracha-Uthit Road in Thung Khru District
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Sivakorn Amatavirakul
Thesis Advisor	Dr. Vasin Kiattikomol
Program	Master of Engineering
Field of Study	Civil Engineering
Department	Civil Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2014

Abstract

A turning maneuver at alleys on urban undivided roads can significantly decrease roadway capacity, especially during daily peak hours. Under this condition, the inside through lane is typically occupied by right-turn vehicles that are waiting for acceptable gaps in the opposing traffic stream. The in-lane blockage can result in significant delay and higher rear-end crash risk. One of treatments used in many countries is to provide an exclusive turn lane or a two-way turn lane in a center of the road. However, a lane addition on urban roads may not always be possible due to a right-of-way constrain. As a result, a travel lane width has been reduced to accommodate the additional turn lane. This research objective was to determine operational effects of the additional center right-turn lane for urban undivided road through a microscopic traffic simulation approach. A case study of Pracha-Uthit road, which is a 4-lane undivided road, was used in the evaluation. Statistical analyses revealed that the center right-turn lane could significantly reduce delays and queues on the major road. The overall delays and number of stops were reduced up to 34 and 41 percent, respectively. However, in case of higher right-turn volume, the delay and the queue length in the opposing and minor approaches were slightly increased as a result of right-turn movement platooning formed by the right-turn lane. Furthermore, a comparison between right-turn lane scenarios with and without a signal control indicated that the right-turn lane without signal control yielded better operational performances than the one with signal according to relatively low right-turn traffic on major road compared to other movements in the test cases. It is recommended that further study on safety effects should be performed before installation of the center right-turn lane.

Keywords : Access Management / Right-Turn / Traffic Operation / Traffic Simulation / Turn Lane / VISSIM

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.วศิน เกียรติโกมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้ความรู้และคำปรึกษาที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ระหว่างการทำวิจัย รวมไปถึงการจัดหาทุนวิจัยที่เกี่ยวข้อง และขอขอบพระคุณ รศ. ดร.อำพล การณสุนทวงษ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมไปถึง รศ. ดร.วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ และ ผศ. ดร.วินัย รักสุนทร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการวิจัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณชเนศ จันทร์เจริญ และบริษัท PTV Asia-Pacific ในความอนุเคราะห์โปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย รวมไปถึง นายสิทธิพันธ์ จวงเจิม, นายชาญวิทย์ ยาม่วง และนายปริญญา แก้วกระจ่าง นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

สุดท้าย ผู้วิจัยสำนึกในพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ทาง รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสาทวิชาความรู้ จนผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ฉ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ด
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 งานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2.1 ระดับการให้บริการของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร	7
2.2.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความจุของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร	8
2.2.3 การแปลผลการวิเคราะห์และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	12
2.2.4 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ด้วย Highway Capacity Manual	13
2.2.5 เหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	13
2.3 แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค	14
2.3.1 หลักการทำงานของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค	15
2.3.2 ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองการจราจรกับ Highway Capacity Manual	18

3	วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	20
3.2	ขอบเขตของการสำรวจข้อมูล	20
3.3	การตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	23
3.4	การสร้างแบบจำลองพื้นฐาน	24
3.4.1	การกำหนดช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลอง	25
3.4.2	การประมาณระยะเวลาทำงานเริ่มต้นของแบบจำลอง	28
3.5	การปรับแก้และตรวจสอบแบบจำลอง	28
3.5.1	กลยุทธ์ที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง	29
3.5.2	เกณฑ์ในการปรับแก้แบบจำลอง	30
3.6	วิธีการวิเคราะห์ผลการศึกษา	32
3.6.1	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการศึกษา	32
3.6.2	การทดสอบสมมติฐาน	33
3.6.3	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว	34
3.6.4	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟ	34
4	ผลการศึกษา	36
4.1	ปริมาณจราจรและประเภทยานพาหนะ	36
4.2	ผลการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	40
4.3	ประสิทธิภาพของทางเชื่อมเดิม	40
4.4	ผลกระทบจากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	46
4.5	พฤติกรรมการณ์เลี้ยวขวาหลังจากมีช่องรอเลี้ยว	51
4.6	ความยาวช่องรอเลี้ยวขวา	53
4.7	ประสิทธิภาพของทางเชื่อมที่มีช่องรอเลี้ยวขวา	55
4.8	การทดสอบสมมติฐาน	61
4.9	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของช่องรอเลี้ยวขวากรณีปริมาณจราจรมีการเปลี่ยนแปลง	70
4.10	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร	76
4.10.1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร	76
4.10.2	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร พร้อมช่องรอเลี้ยว	80

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	84
5.1 สรุปผลการศึกษา	84
5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว	85
5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสัญญาณไฟจราจร	86
5.4 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา	86
5.5 ข้อจำกัดของการศึกษา	87
เอกสารอ้างอิง	88
ภาคผนวก	90
ก ข้อมูลปริมาณจราจรที่ใช้วิเคราะห์ในการศึกษา	90
ข ข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง	140
ค ผลการปรับแก้แบบจำลอง	157
ง การตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	172
ประวัติผู้วิจัย	178

รายการตาราง

ตาราง	หน้า	
1.1	ข้อสรุปของแนวทางการจัดการทางเชื่อม	7
1.2	เกณฑ์การแบ่งระดับการให้บริการของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรควบคุม	8
3.1	จำนวนการทำงานซ้ำขึ้นต่ำสำหรับช่วงความต้องการต่างๆ	27
3.2	เกณฑ์ในการปรับแก้แบบจำลอง	31
4.1	สัดส่วนประเภทยานพาหนะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น	39
4.2	ผลการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	40
4.3	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27	42
4.4	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27	42
4.5	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33	42
4.6	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33	43
4.7	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	43
4.8	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	44
4.9	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69	44
4.10	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69	44
4.11	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75	45
4.12	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75	45
4.13	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79	45
4.14	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79	46
4.15	ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90	46
4.16	ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90	46
4.17	การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลแต่ละทิศทาง การเคลื่อนตัวของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	48
4.18	การเปลี่ยนแปลงของความเร็วเฉลี่ยแยกตามประเภทยานพาหนะบริเวณทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	49
4.19	การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.20 การเปลี่ยนแปลงของความยาวแฉกคอยและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อม ประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	50
4.21 ผลการทดสอบทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	52
4.22 ผลการทดสอบทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	53
4.23 ความยาวของช่องรอเลี้ยวขวาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละทางเชื่อม	55
4.24 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	55
4.25 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	56
4.26 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	56
4.27 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	56
4.28 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	57
4.29 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	57
4.30 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	58
4.31 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	58
4.32 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	59
4.33 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	59
4.34 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	60
4.35 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	60
4.36 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	61
4.37 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 หลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา	61
4.38 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้เลนในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวจากการเพิ่มช่องรอเลี้ยวขวา	63

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.39 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยวขวา	64
4.40 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละขาจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยวขวา	65
4.41 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยกจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยวขวา	66
4.42 การเปลี่ยนแปลงของความยาวแถวคอยจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยวขวา	67
4.43 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนครั้งการหยุดจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยวขวา	68
4.44 สรุปผลการทดสอบทางสถิติของประสิทธิภาพทางเชื่อมจากการเพิ่มช่องรอลีี้ยว	69
4.45 ปริมาณจราจรแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวในแต่ละกรณีทดสอบ	71
4.46 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจรในแต่ละกรณี (ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละขา)	72
4.47 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจรในแต่ละกรณี (ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยก)	73
4.48 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอลีี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	78
4.49 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอลีี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	79
4.50 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอลีี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอลีี้ยว ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	81
4.51 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอลีี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอลีี้ยว ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	82
ก.1 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27	91
ก.2 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (2)	92
ก.3 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (3)	93
ก.4 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (4)	94
ก.5 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (5)	95
ก.6 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (6)	96
ก.7 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33	97
ก.8 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (2)	98
ก.9 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (3)	99
ก.10 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (4)	100

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ก.39 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (3)	129
ก.40 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (4)	130
ก.41 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (5)	131
ก.42 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (6)	132
ก.43 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90	133
ก.44 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (2)	134
ก.45 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (3)	135
ก.46 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (4)	136
ก.47 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (5)	137
ก.48 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (6)	138
ก.49 ความกว้างช่องจราจร	139
ข.1 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	141
ข.2 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	142
ข.3 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	143
ข.4 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	144
ข.5 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	145
ข.6 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	146
ข.7 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	147
ข.8 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	148
ข.9 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	149
ข.10 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	150
ข.11 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	151
ข.12 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	152
ข.13 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	153
ข.14 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น	154
ข.15 การกระจายตัวของเวลาในการหยุดรถประจำทางที่ป้าย	155

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ค.18	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	166
ค.19	ผลการปรับแก้อัตราการใช้ของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	167
ค.20	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	167
ค.21	ผลการปรับแก้อัตราการใช้ของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	168
ค.22	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	168
ค.23	ผลการปรับแก้อัตราการใช้ของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	169
ค.24	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	169
ค.25	ผลการปรับแก้อัตราการใช้ของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	170
ค.26	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	170
ค.27	ผลการปรับแก้อัตราการใช้ของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	171
ค.28	ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอกของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	171

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
1.1 ลำดับของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวผ่านทางแยก กรณีสามแยกและสี่แยกตามลำดับ	9
2.1 ตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะของผู้ขับขี่	16
3.1 จุดสำรวจข้อมูลบนถนนประชาอุทิศ	22
3.2 ช่องรอเลี้ยวขวาบริเวณจุดสำรวจข้อมูลที่ 1	22
3.3 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณจุดสำรวจข้อมูลที่ 4	23
3.4 กราฟที่ใช้ในการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วน	24
3.5 แผนภูมิลิงค์-โหนด (Link-Node Diagram) ของสามแยก	25
4.1 แผนที่สังเขปของทางเชื่อมที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูล	37
4.2 ปริมาณจราจรของทางเชื่อมในช่วงโมงเร่งด่วน	38
4.3 ตัวอย่างการแสดงผลแบบ 2 มิติของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM	41
4.4 ตัวอย่างการแสดงผลแบบ 3 มิติของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM	41
4.5 ลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ก่อนและหลังการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก	48
4.6 ช่องรอเลี้ยวขวาบริเวณทางเชื่อมหมู่บ้านชลนิเวศน์ ถนนประชาชื่น	51
4.7 ลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเลี้ยวขวา	52
4.8 ลักษณะทั่วไปและความกว้างของทางเชื่อมที่มีช่องรอเลี้ยวขวา	54
4.9 สัญลักษณ์และหมายเลขของทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆ	62
4.10 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเลี้ยวขวาร้อยละ 5	74
4.11 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเลี้ยวขวาร้อยละ 10	74
4.12 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเลี้ยวขวาร้อยละ 15	75
4.13 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเลี้ยวขวาร้อยละ 20	75
4.14 ความล่าช้าที่ลดลงสำหรับทางแยกในทุกกรณี	76
4.15 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	77
4.16 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	77

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
417 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 79 ที่มีช่องรอเขียวช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	80
418 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 75 ที่มีช่องรอเขียวช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	80
ก.1 สัญลักษณ์ของความกว้างช่องจราจร	139
ง.1 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 27	173
ง.2 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 33	173
ง.3 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 45	173
ง.4 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 69	174
ง.5 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 75	174
ง.6 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 79	174
ง.7 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 90	175
ง.8 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 27	175
ง.9 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 33	175
ง.10 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 45	176
ง.11 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 69	176
ง.12 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 75	176
ง.13 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 79	177
ง.14 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาธิปไตย 90	177

ประมวลศัพท์และคำย่อ

ADT	=	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน
AR	=	ระยะเวลาไฟแดงทุกด้าน
CI	=	ช่วงความเชื่อมั่น
E	=	ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมาณของแบบจำลอง
F_1	=	อัตราการไหลที่จุดระบายแควคอย จากข้อมูลที่สำรวจได้ ณ ตำแหน่ง I
GEH	=	สถิติ GEH ใช้สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณจราจรที่ได้จากการการสำรวจ
h	=	ชั่วโมง
H_0	=	สมมติฐานว่าง
H_1	=	สมมติฐานรอง
i	=	จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลองทางเลือก X
j	=	จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลองทางเลือก Y
km	=	กิโลเมตร
LOS	=	ระดับการให้บริการ
m	=	เมตร
M_{tpr}	=	อัตราการไหลที่จุดระบายแควคอย จากแบบจำลอง ณ ตำแหน่ง I เวลา t โดยใช้ตัวแปรเสริม p และจำนวนการทำงาน r ครั้ง
MSE	=	ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
N	=	จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลอง
PHF	=	ตัวประกอบชั่วโมงเร่งด่วน
p_m	=	ตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่กำลังพิจารณาปรับค่า
p_m^{max}	=	ค่ามากที่สุดของตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่สามารถปรับค่าได้
p_m^{min}	=	ค่าน้อยที่สุดของตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่สามารถปรับค่าได้
$p\text{-value}$	=	ค่าความน่าจะเป็นของการทดสอบสมมติฐาน
s	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
sec	=	วินาที
S_p	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด
S_x	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวชี้วัดประสิทธิภาพทางเลือก X
S_y	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวชี้วัดประสิทธิภาพทางเลือก Y

ประมวลศัพท์และคำย่อ (ต่อ)

t	=	สถิติที่
$TWLT$	=	ช่องจราจรเดี่ยวซ้ายสองทาง
V	=	ปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง
v/c	=	อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุ
veh	=	คัน
X	=	ตัวแปรที่ได้จากการทำงานของแบบจำลองในแต่ละครั้ง
\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ได้จากการทำงานซ้ำของแบบจำลอง
$\bar{X} - \bar{y}$	=	ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก X และทางเลือก y
Y	=	ระยะเวลาไฟเหลือง
α	=	ระดับนัยสำคัญ
μ_x	=	ค่าเฉลี่ยประชากรของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก X
μ_y	=	ค่าเฉลี่ยประชากรของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก y

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ปัญหาการจราจรเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญของการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชุมชนและเขตเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น หนึ่งในปัญหาที่มักพบได้บ่อยคือ ปัญหาการเข้า-ออกจากซอยหรือถนนรองสู่ถนนหลักที่ไม่มีเกาะกลาง (Undivided Road) โดยปกติแล้ว ยานพาหนะบนถนนหลักที่ต้องการเลี้ยวขวาเข้าสู่ซอยหรือถนนรองจำเป็นต้องหยุดรถในช่องจราจรทางตรงเพื่อรอช่องว่าง (Gap) ในทิศทางตรงข้าม ทำให้เกิดการกีดขวางของกระแสจราจรในทิศทางตรง ก่อให้เกิดความล่าช้า (Delay) และเพิ่มโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้าย ในขณะที่เดียวกัน ยานพาหนะที่จะเลี้ยวขวาออกจากซอยหรือถนนรองก็จำเป็นต้องหยุดรอเพื่อรอช่องว่าง (Gap) บนถนนหลักทั้งสองทิศทาง แต่ในบางกรณี ผู้ขับขี่รอช่องว่างของทิศทางจราจรที่ติดกับฝั่งตนเองเพียงทิศทางเดียว และตัดสินใจขับขึ้นออกมายังกลางถนนหลักเพื่อรอช่องว่างอีกทิศทางหนึ่ง ทำให้เกิดการกีดขวางกระแสจราจรบนถนนหลัก ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในทิศทางตรง และเพิ่มโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการชนด้านข้าง

ในต่างประเทศ มักจะทำการแก้ไขปัญหาการเลี้ยวเข้า-ออก (Turning Treatment) ด้วยการติดตั้งช่องจราจรรถเลี้ยว (Turn Lane) ประเภทต่างๆ เช่น ช่องจราจรเลี้ยวซ้ายสองทาง (Two-Way Left-Turn Lane) เกาะกลางแบบยก (Raised-Curb Median) เป็นต้น ซึ่งแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดในการใช้งานแตกต่างกัน รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะของถนนและพฤติกรรมรถที่แตกต่างไปจากประเทศไทย ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของช่องจราจรรถเลี้ยวเพื่อใช้เป็นแนวทางหรือมาตรการในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเลี้ยวเข้า-ออกของถนนที่ไม่มีเกาะกลางที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของถนนและพฤติกรรมรถที่ขับขี่ในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ

1. เพื่อทบทวนและสรุปแนวความคิดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทางเชื่อมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการจัดการทางเชื่อมที่เหมาะสมกับประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาผลกระทบเชิงดำเนินงานทางจราจร (Operational Effects) ของช่องรถเลียวขาวบริเวณทางเชื่อมบนถนนประเภทหลายช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

3. เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการทางเชื่อมของถนนประเภทหลายช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบเชิงดำเนินงานทางจราจร (Operational Effects) ของช่องรถเลียวขาวบนทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรด้วยแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้ถนนประชาอุทิศ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตราชวัชรบุรณะ และเขตทุ่งครุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นกรณีศึกษา ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานทั้งหมด 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมและทบทวนแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทางเชื่อมตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการไหลของจราจร ความจุของถนนและทางแยก รวมทั้งศึกษาหลักการทำงานของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

2. คัดเลือกทางเชื่อมและช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

3. เก็บข้อมูลปริมาณจราจรด้วยกล้องวิดีโอทัศนและการสังเกต เพื่อใช้ในการสร้างและปรับแก้แบบจำลอง

4. ตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Warrants) สำหรับทางเชื่อมทุกจุดที่ได้เก็บข้อมูลมา เพื่อตรวจสอบทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจรบริเวณทางเชื่อม

5. สร้างแบบจำลองพื้นฐาน (Base Model) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Traffic Simulation)

6. ปรับแก้ (Calibration) และตรวจสอบ (Validation) แบบจำลองเพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของสภาพการจราจรในความเป็นจริงได้ โดยใช้ข้อมูลที่เก็บจากภาคสนามในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

7. สร้างช่องรถเลียวขาวในแบบจำลองการจราจรเพื่อศึกษาผลกระทบเชิงดำเนินงานทางจราจร (Operational Effects) พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจร

8. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

9. จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับเต็ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการวิจัยที่คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการการจราจร วิศวกรขนส่งและจราจร นักวิจัย และบุคคลทั่วไปที่ มีดังนี้

1. ทราบถึงหลักการ แนวทางและวิธีการในการจัดการทางเชื่อม
2. ทราบถึงผลกระทบเชิงดำเนินงานทางจราจร (Operational Effects) ของช่องรอยเลี้ยวขวาบริเวณทางเชื่อมบนถนนประเภทหลายช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง
3. ทราบถึงประโยชน์ของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบขนส่งและจราจร
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงทางเชื่อม สำหรับถนนต่างๆ ในประเทศไทยที่มีลักษณะทางกายภาพและการใช้งานคล้ายกับกรณีศึกษา

บทที่ 2 การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

การจัดการทางเชื่อม (Access Management) เป็นหนึ่งในวิธีที่เป็นที่นิยมและได้รับความสนใจในการแก้ปัญหาการจราจรในเขตชุมชน โดยเฉพาะบริเวณจุดเชื่อมต่อของซอยและถนนสายรอง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความปลอดภัยบนถนน และรักษาความคล่องตัวของกระแสจราจร โดยใช้หลักการพื้นฐานต่างๆ เช่น การกำหนดระยะห่างของจุดเชื่อมต่อ การกำหนดระยะห่างของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร และการเลือกใช้ลักษณะของเกาะกลางถนนให้เหมาะสมกับพื้นที่ เป็นต้น [1] จากการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุจะสูงขึ้นเมื่อความถี่ของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ร้อยละ 75 ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นที่ทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรมีความเกี่ยวข้องกับการเลี้ยวซ้าย ซึ่งเป็นการเลี้ยวในลักษณะตัดกระแสจราจรในประเทศที่มีการขับชิดฝั่งขวาของถนน [2]

ในอดีต การจัดการทางเชื่อม (Access Management) จะให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและความคล่องตัวเป็นหลัก โดยเน้นไปที่การดำเนินงานทางจราจร (Traffic Operations) แต่ในปัจจุบัน ระบบขนส่งมีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายภาคส่วน เช่น ภาคธุรกิจ และประชาชนในพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งในอนาคต การประยุกต์ใช้การจัดการทางเชื่อม (Access Management) จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการวางผังเมืองและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อที่จะส่งผลให้เกิดระบบขนส่งที่มีความยั่งยืน ประหยัดพลังงาน มีความปลอดภัย-คล่องตัว และส่งเสริมคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม [3]

หนึ่งในวิธีที่นิยมในการจัดการทางเชื่อม (Access Management) คือ การแก้ปัญหาการติดขัดของจราจรในช่องทางหลักที่เกิดจากกีดขวางของรถอเลี้ยว (Turning Treatment) ซึ่งเป็นปัญหาที่พบทั่วไปบนถนนที่ไม่มีเกาะกลาง (Undivided Road) โดยวิธีนี้สามารถเพิ่มความปลอดภัยและรักษาความคล่องตัวของกระแสจราจรบนถนนหลักได้ เช่น การก่อสร้างเกาะกลาง (Raised Median) และการก่อสร้างช่องจราจรเลี้ยวซ้ายสองทาง (Two Way Left-Turn Lane, TWLTL) [1] ในแง่ของความปลอดภัย การศึกษาพบว่า การมีเกาะกลางส่งผลต่อความถี่ของอุบัติเหตุที่ลดลง [1] ส่วนในแง่ของความคล่องตัว การศึกษาพบว่า ความล่าช้า (Delay) ที่เกิดขึ้นบนถนนที่มีการจัดการทางเชื่อม (Access Management) ด้วยสัญญาณไฟจราจร มีค่าน้อยกว่าความล่าช้า (Delay) ที่เกิดขึ้นบนถนนที่ไม่มีจัดการทางเชื่อม (Access Management) ถึงร้อยละ 50 [1]

จากรายงานของ National Cooperative Highway Research Program [4] ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความจุ (Capacity) และผลต่อการดำเนินงานทางจราจร (Operational Effects) ของการมีช่องจราจรเดี่ยวซ้าย ด้วยการสร้างแบบจำลองการดำเนินงาน (Operation Model) และแบบจำลองความปลอดภัย (Safety Model) พบว่า การใช้ช่องจราจรช่วยเดี่ยวซ้ายไม่ว่าจะเป็นแบบเกาะกลาง (Raised Median) หรือแบบเดี่ยวซ้ายสองทาง (TWLTL) ส่งผลให้ความล่าช้าในการเดินทาง (Delay) น้อยกว่าถนนที่ไม่มีเกาะกลาง (Undivided Road) และยังสามารถรองรับปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันได้ถึง 40,000 คันต่อวัน สำหรับถนนขนาด 4 ช่องจราจร โดยไม่ทำให้เกิดการติดขัดบนถนนสายหลัก ในด้านความปลอดภัย ถนนที่ไม่มีเกาะกลาง (Undivided Road) มีความถี่ของอุบัติเหตุบริเวณทางเชื่อมมากกว่าถนนที่มีช่องจราจรช่วยเดี่ยว ไม่ว่าจะเป็นแบบเกาะกลาง (Raised Median) และแบบเดี่ยวซ้ายสองทาง (TWLTL) อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประกอบการ พบว่า ส่วนใหญ่เชื่อว่าการมีช่องจราจรช่วยเดี่ยวซ้ายจะส่งผลดีต่อสภาพการจราจรและการประกอบธุรกิจอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ ศึกษาผลของความปลอดภัยและความคล่องตัวของถนนที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างช่องจราจรช่วยเดี่ยวไม่ว่าจะเป็นแบบเกาะกลาง (Raised Median) หรือช่องจราจรเดี่ยวซ้ายสองทาง (TWLTL) แต่ในพื้นที่เขตเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร ซึ่งถนนส่วนใหญ่มีเขตทางจำกัด และเวนคืนที่ดินเพิ่มได้ยาก จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนขนาดของช่องจราจรเดิมเพื่อก่อสร้างช่องจราจรช่วยเดี่ยว ซึ่งยังไม่มียานวิจัยที่รองรับมากนัก

ในปัจจุบัน มีการพยายามแก้ปัญหาการเลี้ยวเข้า-ออกของทางแยกหลายแห่งในกรุงเทพมหานครด้วยวิธีห้ามเลี้ยวขวา โดยให้รถบนถนนหลักที่ต้องการเลี้ยวขวาเข้าซอยหรือถนนรอง กลับรถแล้วเลี้ยวซ้าย และให้รถที่ออกจากซอยหรือถนนรองที่ต้องการเลี้ยวขวาเข้าสู่ถนนหลัก เลี้ยวซ้ายแล้วกลับรถ ซึ่งจากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยใช้แบบจำลองการจราจรพบว่า การห้ามเลี้ยวเข้า-ออกจากซอยหรือถนนรองลักษณะนี้ไม่ได้มีผลต่อความคล่องตัวของกระแสจราจรหลักมากนัก เพราะปัจจัยหลักในความล่าช้าของโครงข่าย (Network Delay) ขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรบนถนนหลัก นอกจากนี้ การศึกษายังได้แนะนำว่าวิธีที่ดีที่สุดคือการรวมปริมาณจราจรในซอยหรือถนนรองให้เลี้ยวเข้าสู่ถนนหลักด้วยถนนเดียว [5] และแม้แต่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ก็ยังไม่มีมาตรฐานระดับชาติในการจัดการห้ามรถเลี้ยวซ้ายออกจากซอยหรือถนนรอง มีเพียงมาตรการและนโยบายระดับรัฐเท่านั้น [6] มีเพียงงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความล่าช้าของการเข้า-ออกของถนนขนาด 4 ช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลาง (4-Lane Undivided Road) ที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรเพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับการจัดการทางเชื่อม (Access Management) กับทางแยกต่างๆ โดยพิจารณาจากปริมาณจราจรทั้งบนถนนสายหลักและถนนสายรอง [7] ซึ่งการวิจัยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Traffic Simulation) ในการจำลองสถานการณ์ที่ปริมาณจราจรต่างๆ กัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรบนถนน

สายหลักและถนนสายรองในระดับต่างๆ ที่จะทำให้ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ของรถบนถนนสายรองมีค่ามากเกินไป 60 วินาทีต่อคัน

ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการแก้ปัญหาจราจรติดขัดบนถนนหลักด้วยการเปลี่ยนถนนขนาด 4 ช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลาง (4-Lane Undivided Road) เป็นถนนขนาด 3 ช่องจราจรที่มีช่องจราจรกลางเป็นช่องสำหรับเลียวซ้ายสองทาง (TWLTL) โดยหลังจากการเปลี่ยนแปลงพบว่า แม้ความเร็วในการเดินทางจะลดลง แต่ก็ไม่ได้มีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุที่ลดลงอย่างมาก และมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เหมาะสำหรับถนนที่มีปัญหาด้านความปลอดภัย และมีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) น้อยกว่า 17,500 คันต่อวัน [8]

การพิจารณาความยาวของช่องจราจรเลียว ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ความยาวของช่องรอเลียว (Queue Storage Length) และความยาวของช่องชะลอความเร็ว (Deceleration Length) จากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยวิธีเชิงแบบจำลองการจราจร (Simulation-Based) [9] เพื่อหาความยาวของช่องจราจรเลียวซ้ายที่เหมาะสม พบว่า ความยาวของช่องจราจรในเงื่อนไขสภาพการจราจรต่างๆ ที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานของ Texas Department of Transportation ซึ่งใช้วิธีเชิงวิเคราะห์ (Analytical-Based) ด้วยทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) และการวิเคราะห์ความน่าจะเป็น (Probability Analysis) ในการประมาณหาความยาวของช่องจราจรเลียวซ้าย

ในปี ค.ศ. 2013 Transportation Research Board ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาแนวทางในการติดตั้งช่องรอเลียวซ้ายบนทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรและแนวทางในการออกแบบทางเรขาคณิตของช่องรอเลียว [10] ด้วยการพิจารณาถึงเหตุอันควร (Warrants) ในการติดตั้งโดยใช้ปัจจัยต่างๆ คือ ลักษณะของพื้นที่ (ถนนในเมืองหรือชนบท) จำนวนช่องจราจรบนถนนหลัก จำนวนขา (Number of Approach) บนทางแยก ปริมาณจราจรเลียวซ้ายในชั่วโมงเร่งด่วน และปริมาณจราจรบนถนนหลัก ซึ่งเหตุอันควรนี้พิจารณาจากความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C) ที่มีค่ามากกว่า 1.0 สำหรับปริมาณเลียวซ้ายและปริมาณจราจรบนถนนหลักต่างๆ โดยผลประโยชน์ (Benefit) พิจารณาจากความล่าช้าที่ลดลงและอุบัติเหตุที่ลดลง ต้นทุน (Cost) พิจารณาจากค่าก่อสร้างช่องรอเลียว และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 20 ปี [11] อย่างไรก็ตาม เหตุอันควร (Warrants) ถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานพฤติกรรมจราจรจับจีและตัวเลขทางการเงินของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย แต่ก็สามารถใช้หลักการเดียวกันเพื่อพัฒนาแนวทางในการติดตั้งช่องรอเลียวที่เหมาะสมกับประเทศไทยได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแนวทางการจัดการทางเชื่อมมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดี ข้อเสีย รวมไปถึงข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยสามารถสรุปย่อได้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อสรุปของแนวทางการจัดการทางเชื่อม

วิธีการจัดการทางเชื่อม	ข้อดี	ข้อเสีย
ห้ามเลี้ยวเข้า-ออก (Restricted)	- ลดจุดขัดแย้งบนทางเชื่อม	- ไม่ได้มีผลต่อความคล่องตัวของ กระแสจราจรหลักมากนัก
ช่องจราจรเลี้ยวสองทาง (Two-Way Turn Lane)	- เพิ่มความคล่องตัวของกระแส จราจร - เพิ่มความปลอดภัย	- ไม่สามารถรองรับปริมาณจราจร ได้มากนัก - ไม่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความ หนาแน่นของทางเชื่อมสูง - ต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง มากกว่าวิธีอื่น - ผู้ขับอาจเกิดความสับสน
เกาะกลางแบบยก (Raised-Curb Median)	- เพิ่มความคล่องตัวของกระแส จราจร - รองรับปริมาณจราจรได้มากกว่า ช่องจราจรเลี้ยวสองทาง - เพิ่มความปลอดภัยได้มากกว่า ช่องจราจรเลี้ยวสองทาง	- ต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง มากกว่าวิธีอื่น - ไม่สะดวกสำหรับผู้ที่ใช้ทางข้าม เสมอระดับ
ช่องรอเลี้ยวแบบเกาะสี (Painted Turn Lane)	- เพิ่มความคล่องตัวของกระแส จราจร - ค่าก่อสร้างถูก - ไม่ต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง มากนัก	- ความกว้างช่องจราจรที่มีการ เปลี่ยนแปลงอาจส่งผลกระทบต่อ ความจุ - ยังไม่มีงานวิจัยรองรับ

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระดับการให้บริการของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

วิธีการหาระดับการให้บริการของทางแยกที่เป็นที่นิยมและได้รับการยอมรับในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยคือ การวิเคราะห์ความจุ (Capacity Analysis) ซึ่งพัฒนาโดย Transportation Research

Board ประเทศสหรัฐอเมริกา [12] ซึ่งเป็นวิธีเชิงวิเคราะห์ (Analytical-Based) มีสมมติฐานสำคัญ คือ ทางแยกที่จะทำการวิเคราะห์ต้องเป็นทางแยกเดี่ยว (Isolated Intersection) นั่นคือ ไม่มีผลกระทบจาก กระแสจราจรจากทางแยกก่อนหน้า (Upstream Intersection) และทางแยกถัดไป (Downstream Intersection) โดยใช้ความล่าช้า (Control Delay) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับการให้บริการ ดังแสดง ในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 เกณฑ์การแบ่งระดับการให้บริการของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรควบคุม [12]

ความล่าช้า (วินาทีต่อคัน)	ระดับการให้บริการ	
	กรณี $v/c \leq 1$	กรณี $v/c > 1$
0 - 10	A	F
> 10 - 15	B	F
> 15 - 25	C	F
> 25 - 35	D	F
> 35 - 50	E	F
> 50	F	F

อย่างไรก็ตาม ในการแบ่งระดับการให้บริการของทางแยกจะพิจารณาเฉพาะความล่าช้าจากถนนรอง และความล่าช้าจากการเลี้ยวบนถนนหลักเท่านั้น ไม่ได้นำความล่าช้าจากรถที่เคลื่อนที่ในทิศทางตรง บนถนนหลัก เนื่องจากความล่าช้ามีค่าเท่ากับศูนย์ (ตามหลักของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวผ่านทางแยก และสมมติฐานที่ว่ารถในทิศทางตรงบนถนนหลักจะไม่ถูกขัดขวาง โดยรถในทิศทางอื่นเลย) และ ปริมาณรถในทิศทางตรงของถนนหลักมีจำนวนมากตามธรรมชาติของทางแยก ส่งผลให้ความล่าช้า รวมของทางแยกมีค่าน้อยมาก ทำให้ระดับการให้บริการสูงกว่าความเป็นจริง

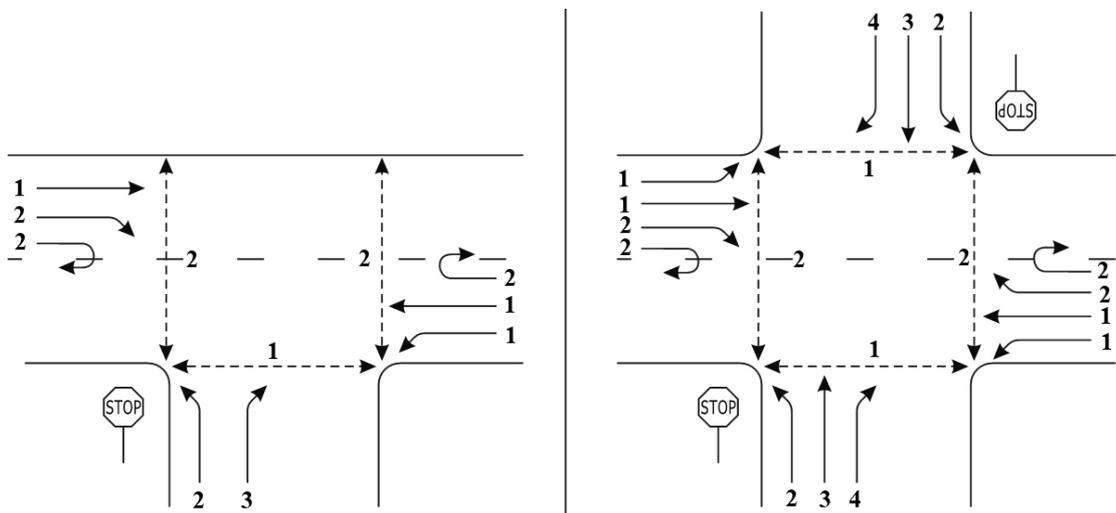
2.2.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความจุของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

หลักการพื้นฐานของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรและควบคุมด้วยป้ายหยุด คือ รถในทิศทางรอง (ทิศทางที่มีป้ายหยุด) ต้องหยุดรอเพื่อหาช่องว่าง (Gap) บนถนนหลักเพื่อทำการข้ามหรือเลี้ยวไปยัง ทิศทางที่ต้องการ ดังนั้น ปัจจัยหลักที่มีผลกับความจุของถนนรอง คือ การกระจายตัวของช่องว่าง (Gap Distribution) บนถนนหลัก วิจารณ์ญาณของผู้ขับขี่ในการตัดสินใจเลือกช่องว่าง และเวลาขับ ตาม (Follow-up Headway) ของผู้ขับขี่แต่ละคนที่อยู่ในแถวคอย

ช่องว่างวิกฤต (Critical Headway) คือ ระยะห่างเชิงเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างรถ 2 คันบนถนนหลักที่สามารถให้รถบนถนนรองเคลื่อนตัวผ่านหรือเคลื่อนตัวเข้าสู่กระแสจราจรบนถนนหลัก มีหน่วยเป็นวินาที

เวลาขับตาม (Follow-up Headway) คือ ระยะเวลาระหว่างการเคลื่อนตัวเข้าสู่ทางแยกของรถคันแรกบนแถวคอยในถนนรองกับการเคลื่อนตัวเข้าสู่ทางแยกของรถคันถัดไปบนแถวคอยซึ่งใช้ช่องว่างบนถนนหลักเดียวกัน มีหน่วยเป็นวินาที

กระบวนการตัดสินใจในการเลือกช่องว่างถูกพัฒนาเป็นทฤษฎีที่เรียกว่า ทฤษฎีการยอมรับช่องว่าง (Gap-Acceptance Theory) ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นฐาน 3 ส่วน คือ ขนาดและการกระจายตัวของช่องว่างบนถนนหลัก การใช้ประโยชน์ของช่องว่างที่มีของถนนรอง และสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวของทิศทางต่างๆ ผ่านทางแยก โดยสมมติฐานสำหรับการวิเคราะห์ความจุ คือ ช่องว่างกระจายตัวแบบสุ่ม (Randomly Distributed) ช่องว่างวิกฤต (Critical Headway) และเวลาขับตาม (Follow-up Headway) เป็นค่าเฉลี่ยทางสถิติของประชากรซึ่งเป็นผู้ขับขี่ในประเทศสหรัฐอเมริกา การเคลื่อนตัวผ่านทางแยกในทิศทางต่างๆ เป็นไปตามลำดับของสิทธิ์ โดยทิศทางการเคลื่อนตัวบนถนนหลักจะไม่ถูกกีดขวางด้วยการเคลื่อนตัวบนถนนรอง ซึ่งสามารถแบ่งเป็นลำดับของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวได้ 4 ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ลำดับของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวผ่านทางแยก กรณีสามแยกและสี่แยกตามลำดับ

ลำดับที่ 1 ได้แก่ ทิศทางตรงของถนนหลัก ทิศทางเลี้ยวซ้ายของถนนหลัก และคนข้ามบนถนนรอง
ลำดับที่ 2 ได้แก่ ทิศทางเลี้ยวขวาและกลับรถของถนนหลัก ทิศทางเลี้ยวซ้ายของถนนรอง และคนข้ามบนถนนหลัก

ลำดับที่ 3 ได้แก่ ทิศทางตรงของถนนรอง (กรณีสี่แยก) และทิศทางเลี้ยวขวาของถนนรอง (กรณีสามแยก)

ลำดับที่ 4 ได้แก่ ทิศทางเลี้ยวขวาของถนนรอง ซึ่งสิทธิ์ลำดับที่ 4 เกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่เป็นสี่แยก

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความจุของทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟมีทั้งสิ้น 13 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1: กำหนดสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวของทิศทางต่างๆ

ต้องมีการกำหนดสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวของทิศทางต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป โดยลำดับการคำนวณเป็นไปตามลำดับของสิทธิ์

ขั้นที่ 2: แปลงปริมาณจราจรในทิศทางต่างๆ ให้เป็นอัตราการไหล

สำหรับการวิเคราะห์ที่มีข้อมูลปริมาณจราจรสูงสุดในช่วง 15 นาที สามารถนำปริมาณจราจรสูงสุดคูณกับ 4 เพื่อแปลงเป็นอัตราการไหลต่อชั่วโมง

กรณีที่ไม่สามารถหาปริมาณจราจรสูงสุดในช่วง 15 นาทีได้ ต้องทำการแปลงปริมาณจราจรรายชั่วโมงให้เป็นอัตราการไหลด้วยการหารด้วยค่าตัวประกอบชั่วโมงสูงสุด (Peak Hour Factor)

ขั้นที่ 3: กำหนดอัตราการไหลขัดแย้ง

แต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวมีการขัดแย้งระหว่างกระแสจราจรไม่เหมือนกัน ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดอัตราการไหลขัดแย้งสำหรับแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวและปริมาณช่องจราจรบนถนนหลัก

ขั้นที่ 4: กำหนดช่องว่างวิกฤตและเวลาขั้ตาม

กำหนดช่องว่างวิกฤตและเวลาขั้ตามสำหรับทิศทางการเคลื่อนตัว ซึ่งช่องว่างวิกฤตพื้นฐาน (Base Critical Headway) และเวลาขั้ตามพื้นฐาน (Base Follow-up Headway) ที่ใช้ในการคำนวณมีที่มาจากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา หากค่าช่องว่างวิกฤตและเวลาขั้ตามที่คำนวณได้หรือสังเกตได้มีค่าน้อย ความจุจะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากค่าช่องว่างวิกฤตและเวลาขั้ตามมีค่ามาก ความจุจะลดลง

ขั้นที่ 5: กำหนดขีดความสามารถ

ขีดความสามารถ (Potential Capacity) ของแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวสามารถคำนวณได้จากทฤษฎีการยอมรับช่องว่าง (Gap-Acceptance Theory) ซึ่งเป็นสมการเลขชี้กำลังติดลบ (Negative Exponential)

ขั้นที่ 6 ถึง ขั้นที่ 9: กำหนดความจุสำหรับสิทธิ์การเคลื่อนตัวลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 4

ตามทฤษฎี ทิศทางการเคลื่อนตัวของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับที่ 1 จะไม่เกิดความล่าช้าในการเดินทางเลย อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตเชิงประจักษ์ พบว่า มีความล่าช้าเกิดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งต้องมีการปรับแก้ความจุในตอนที่ท้ายของขั้นตอนการคำนวณ ความจุสำหรับสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับที่ 2 ถึงลำดับที่ 4 สามารถคำนวณได้โดยขึ้นอยู่กับขีดความจุ ลักษณะการข้าม (1 จังหวะ หรือ 2 จังหวะ) การใช้ช่องจราจรต่อเนื่องๆ การใช้ช่องจราจรร่วม

ขั้นที่ 10: ปรับแก้ความจุครั้งสุดท้าย

ในกรณีที่ทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆ มีการใช้ช่องจราจรร่วมกัน ต้องมีการคำนวณความจุร่วม

ขั้นที่ 11: กำหนดความล่าช้าในทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆ

ความล่าช้า (Control Delay) ที่เกิดขึ้นบนทางแยกประกอบด้วยความล่าช้าจากการชะลอความเร็วที่ท้ายแถวคอย เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนตัวในแถวคอย เวลาที่ใช้ในการรอเคลื่อนตัวที่เส้นหยุด และความล่าช้าจากการเร่งความเร็วกลับสู่ความเร็วอิสระ ดังนั้น นิยามของความล่าช้า (Control Delay) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ที่ยานพาหนะหยุดที่ท้ายแถวคอยจนเคลื่อนตัวออกจากเส้นหยุด ซึ่งรวมไปถึงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนตัวในแถวคอย และเวลาที่ใช้ในการชะลอความเร็วจากความเร็วอิสระสู่ความเร็วของยานพาหนะในแถวคอย

ความล่าช้าเฉลี่ยของทิศทางที่มีสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับที่ 2 3 และ 4 เป็นฟังก์ชันของความจุและระดับความอิ่มตัวในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว สมการที่ใช้ประมาณค่าความล่าช้ามีสมมติฐานว่า ปริมาณจราจรน้อยกว่าความจุ โดยปกติแล้ว ช่วงระยะเวลาการวิเคราะห์คือ 15 นาที อย่างไรก็ตาม หากระดับความอิ่มตัว (Degree of Saturation) ของทางแยกมีค่ามากกว่า 1.0 จะทำให้ความล่าช้าที่คำนวณได้ไม่แม่นยำ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยยืดช่วงระยะเวลาการวิเคราะห์ออกไป

ความล่าช้าเฉลี่ยของทิศทางที่มีสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับที่ 1 จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีการใช้ช่องจราจรร่วม เช่น ในกรณีที่ไม่มีช่องจราจรต่อเนื่องๆ บนถนนหลัก รถที่รอแถวบนถนนหลักอาจขัดขวางรถในทิศทางตรงและทำให้เกิดความล่าช้ากับรถในทิศทางตรง ซึ่งจะมีผลกับความล่าช้าในทิศทางที่มีสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับอื่นๆ ด้วย โดยความล่าช้าเฉลี่ยของทิศทางตรงบนถนนหลักจะขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็นที่ไม่มีรถอยู่ในช่องจราจรร่วมนั่นเอง

ขั้นที่ 12: กำหนดความล่าช้าของทางแยก

ความล่าช้าของแต่ละขาของทางแยก สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของแต่ละทิศทาง การเคลื่อนตัวในขานั้นๆ และความล่าช้าของทางแยกสามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของแต่ละขา

มีข้อควรระวัง คือ ไม่ควรแบ่งระดับการให้บริการด้วยความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยก เนื่องจากความล่าช้าของทิศทางที่มีสิทธิ์ในการเคลื่อนตัวลำดับที่ 1 มีค่าเท่ากับศูนย์ ส่งผลให้ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกมีค่าต่ำมาก ซึ่งไม่สะท้อนถึงสภาพจริง โดยปกติแล้ว ระดับการให้บริการของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรจะพิจารณาจากทิศทางการเคลื่อนตัวที่มีความล่าช้ามากที่สุด ส่วนการคำนวณความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกเหมาะสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

ขั้นที่ 13: กำหนดความยาวแถวคอยในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ความยาวแถวคอยเป็นตัวชี้วัดสำคัญในการวิเคราะห์ความจุของทางแยก การศึกษาและการสังเกตเชิงประจักษ์พบว่า การกระจายตัวของความน่าจะเป็นในแถวคอยบนถนนรองเป็นฟังก์ชันของความจุในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวและปริมาณจราจรในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ สำหรับความยาวแถวคอยเฉลี่ย สามารถหาได้จากผลคูณของความล่าช้าเฉลี่ยต่อคันกับอัตราการไหลในทิศทางการเคลื่อนตัวที่ต้องการวิเคราะห์

2.2.3 การแปลผลการวิเคราะห์และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

โดยปกติแล้ว ทิศทางเลี้ยวขวามักจะมีระดับการให้บริการต่ำที่สุดซึ่งเป็นธรรมชาติของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัว ในกรณีที่มีช่องจราจรเลี้ยวขวา ความล่าช้าของช่องจราจรเลี้ยวขวามักจะมากกว่ากรณีที่เป็นช่องจราจรร่วม เพราะช่องจราจรร่วมมีความล่าช้าของทิศทางการเคลื่อนตัวอื่นเป็นน้ำหนักในการเฉลี่ยความล่าช้าของช่องจราจรให้น้อยลง อย่างไรก็ตาม การมีช่องจราจรเลี้ยวขวาจะช่วยให้ความล่าช้าของทั้งทางแยกลดลง

ระดับการให้บริการ (LOS) F จะเกิดขึ้นเมื่อความล่าช้ามีค่ามากกว่า 50 วินาทีต่อคัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากไม่มีช่องว่างเพียงพอที่จะให้รถบนถนนรองเคลื่อนตัวผ่านทางแยก จากสมการที่ใช้ในการคำนวณความล่าช้าพบว่า หากความจุของทิศทางการเคลื่อนตัว (Movement Capacity) มีค่าประมาณ 85 คันต่อชั่วโมง หรือน้อยกว่า จะส่งผลให้ทิศทางนั้นมีระดับการให้บริการ F โดยไม่คำนึงถึงปริมาณจราจรบนถนนรองว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด

ในการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร ควรมีการพิจารณาตัวชี้วัดประสิทธิภาพอื่นนอกจากความล่าช้าประกอบด้วย เช่น อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุ (Volume-to-Capacity Ratio, v/c) สำหรับทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆ ความยาวแถวคอยเฉลี่ย และความยาวแถวคอยในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เป็นต้น เพราะการพิจารณาเฉพาะตัวชี้วัดประสิทธิภาพตัวใดตัวหนึ่งเพียงตัวเดียว อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพของการตัดสินใจที่มาจากผลการวิเคราะห์นั้นลดลง

2.2.4 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ด้วย Highway Capacity Manual

แม้วิธีวิเคราะห์ด้วย Highway Capacity Manual จะเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับและใช้อย่างแพร่หลายทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและในระดับนานาชาติ แต่ก็มีข้อจำกัดซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ได้ [13] ดังนี้

- ผลของทางแยกก่อนหน้า (Upstream Intersections)
- ทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายให้ทาง (Yield-Controlled Intersection)
- ปริมาณจราจรและความจุที่มีสถานะไม่คงที่ (Non-Steady-State Conditions)
- ช่องจราจรเลี้ยวซ้ายสองทาง (Two-Way Left-Turn Lane)

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ทางแยกเดี่ยวที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เพื่อหาระดับการให้บริการในปัจจุบัน รวมไปถึงใช้ในการตรวจสอบว่า การใช้ป้ายหยุดในการควบคุมทางแยกเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีในกรณีที่การจราจรไม่ติดขัด (Uncongested) ถึงติดขัดปานกลาง (Moderate Congestion)

นอกจากนี้ ความจุของทางแยกที่คำนวณได้ด้วยวิธี Highway Capacity Manual ขึ้นอยู่กับสองปัจจัยหลัก คือ ช่องว่างวิกฤต (Critical Headway) และเวลาขับตาม (Follow-up Headway) โดยค่าที่ใช้ในการคำนวณของ 2 ปัจจัยที่กล่าวมา เป็นค่าเฉลี่ยทางสถิติของประชากรที่เป็นผู้ขับขี่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งหากนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของพื้นที่ที่มีพฤติกรรมขับขี่ที่แตกต่างออกไป อาจทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน

2.2.5 เหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ในการพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกใดๆ จำเป็นต้องมีการศึกษาสภาพการจราจรบริเวณทางแยกด้วยหลักวิศวกรรมก่อน ซึ่งโดยทั่วไป นิยมใช้คู่มือ Manual on Uniform Traffic Control Devices [14] ในการตรวจสอบ โดยใช้ข้อมูลปริมาณจราจร ปริมาณคนเดินข้ามถนน การประสานสัญญาณไฟจราจร สถิติอุบัติเหตุ การพิจารณาโครงข่ายถนน และการพิจารณาทางแยกที่ใกล้กับทาง

ข้ามทางรถไฟชนิดเสมอระดับ เพื่อตรวจสอบเหตุอันควรถูกพิจารณาในการติดตั้งไฟสัญญาณจราจร รายละเอียดที่ใช้ในการตรวจสอบสำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อที่ 3.3

2.3 แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองการจราจรถูกออกแบบมาเพื่อเลียนแบบพฤติกรรมของการจราจรในระบบขนส่งและคาดการณ์ประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ในการจำลองระบบเพื่อเป็นตัวแทนของสภาพจริง (Real-World) [15] โดยแบบจำลองจะแสดงความเปลี่ยนแปลงของระบบผ่านช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Time Interval) ซึ่งเป็นค่าคงที่ เช่น 0.1 วินาที นั่นคือ แบบจำลองจะคำนวณตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง หรืออัตราชะลอของรถทุกคันที่อยู่ในระบบทุกๆ 0.1 วินาที

ข้อดีของการใช้แบบจำลองการจราจรคือ สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกในการปรับปรุงระบบขนส่งโดยไม่จำเป็นต้องมีการก่อสร้างจริง เพราะแบบจำลองสามารถเลียนแบบพฤติกรรมของระบบขนส่งได้ ทำให้ประหยัดเวลา งบประมาณ และผลกระทบต่างๆ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลของการจราจรที่ติดขัดได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลองการจราจรจำเป็นต้องสร้างโครงข่ายของแบบจำลอง (Network Coding) ด้วยข้อมูลเป็นจำนวนมาก และต้องมีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล (Error Checking) การปรับแก้ (Calibration) และตรวจสอบ (Validation) อย่างละเอียด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานใกล้เคียงกับขั้นตอนการสร้างโครงข่าย เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของสภาพการจราจรในสภาพใกล้เคียงความเป็นจริงได้ นอกจากนี้ ข้อจำกัดที่สำคัญของแบบจำลองการจราจรคือ ไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาด้านความปลอดภัยได้ เนื่องจากมีสมมติฐานว่าผู้ขับขี่ทุกคนขับขี่ปลอดภัย (100% Safe Driving) ทำให้ไม่มีการเกิดอุบัติเหตุในแบบจำลอง

โดยทั่วไป แบบจำลองการจราจรสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามความละเอียดในการแสดงผล คือ แบบจำลองระดับจุลภาค (Microscopic Model) แบบจำลองระดับมัชฌิมภาค (Mesoscopic Model) และแบบจำลองระดับมหภาค (Macroscopic Model) โดยแบบจำลองระดับจุลภาคสามารถจำลองคุณลักษณะและปฏิสัมพันธ์ของรถทุกคันที่อยู่ในระบบด้วยกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ โดยมีอัลกอริทึมและกฎของการขับขี่ในการกำหนดว่ารถแต่ละคันเคลื่อนที่และมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร เช่น การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว การเปลี่ยนช่องจราจร และการแซง เป็นต้น

นอกจากนี้ประเภทของแบบจำลองยังสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการสุ่มได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองสโตคาสติก (Stochastic Model) และแบบจำลองเชิงกำหนด (Deterministic Model) แบบจำลองสโตคาสติกใช้การสุ่มเลือกตัวเลขในการกำหนดคุณลักษณะรถและผู้ขับขี่จากการกระจายตัวทางสถิติ ขั้นตอนของการสุ่มตัวเลขขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้และตัวเลขสุ่มเริ่มต้น (Random Number Seed) การเปลี่ยนตัวเลขสุ่มเริ่มต้นจะทำให้ผลของการสุ่มเปลี่ยน ซึ่งทำให้ผลของการทำงาน (Run) ในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน จึงต้องมีการทำงานซ้ำๆ กันหลายครั้งเพื่อนำผลมาหาค่าเฉลี่ย โดยจำนวนการทำงานซ้ำที่เหมาะสมได้นำเสนอในบทที่ 3

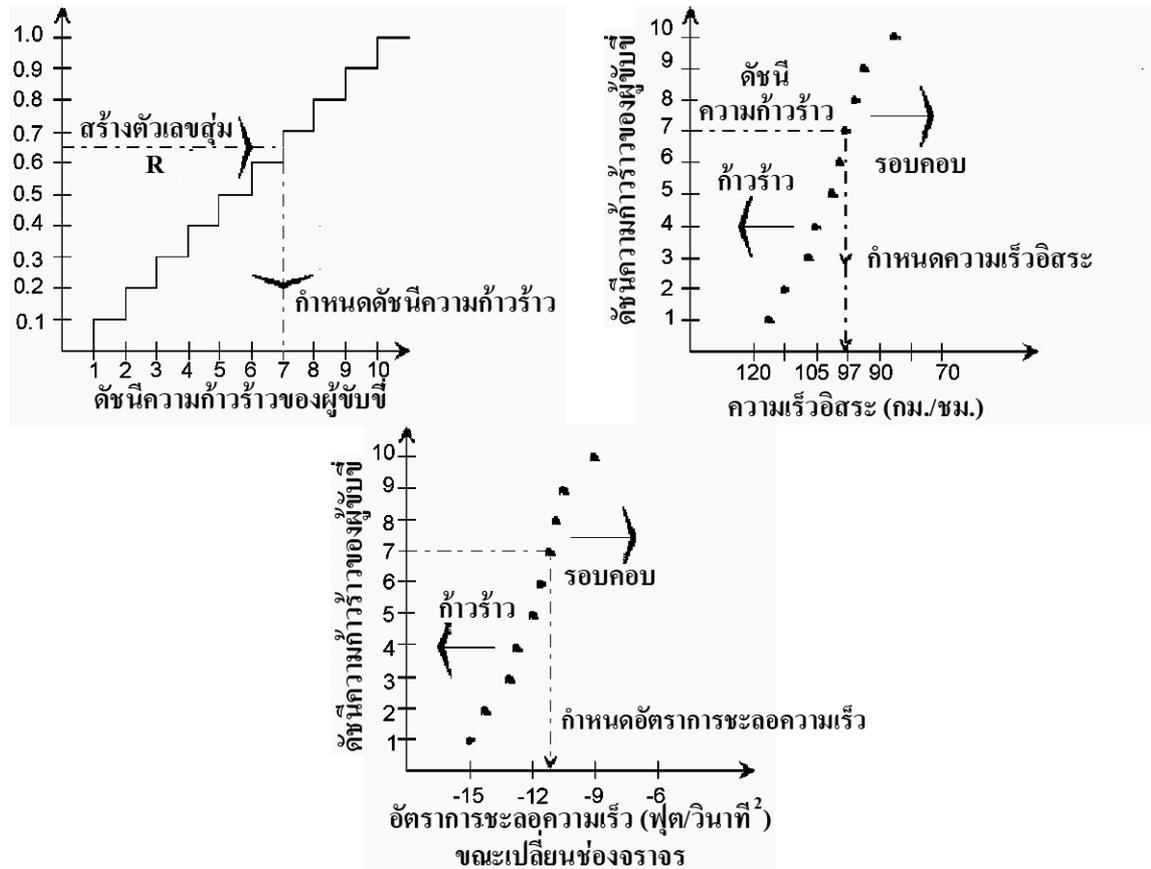
ในขณะที่แบบจำลองเชิงกำหนดมีสมมติฐานว่าคุณลักษณะรถและผู้ขับขี่ไม่มีการแปรปรวน ตัวแปรเสริม (Parameter) ทุกตัวมีค่าคงที่ ทำให้ผลการทำงานทุกครั้งมีค่าเท่ากันเสมอ

2.3.1 หลักการทำงานของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองการจราจรใช้อัลกอริทึมและตรรกะในการสร้างยานพาหนะ (Vehicle Generation) และจำลองปฏิสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะ (Vehicle Interaction)

การสร้างยานพาหนะ (Vehicle Generation)

แบบจำลองจะสร้างรถจากปริมาณและการกระจายตัวของระยะห่างรถ (Headway) ตามที่ผู้ใช้กำหนด เช่น การกระจายตัวแบบเอกรูป (Uniform Distribution) การกระจายตัวแบบปัวซอง (Poisson Distribution) เป็นต้น เมื่อได้ทำการสร้างรถแต่ละคันโดยการคำนวณหาระยะห่างเชิงเวลาแล้ว แบบจำลองจะทำการกำหนดคุณลักษณะของรถและผู้ขับขี่ตามลักษณะการกระจายตัวทางสถิติที่กำหนด [16] เช่น ประเภทของรถ ความยาว ความกว้าง อัตราเร่งและชะลอความเร็ว ความเร็วสูงสุด ความก้าวร้าวของผู้ขับขี่ เวลาตอบสนอง ช่องว่างวิกฤตในการตัดสินใจเปลี่ยนช่องจราจร เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1



รูปที่ 21 ตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะของผู้ขับขี่ [16]

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะ (Vehicle Interaction)

แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคจะสร้างปฏิสัมพันธ์ (Interactions) ระหว่างรถแต่ละคันที่กำลังเคลื่อนตัวอยู่ในระบบโดยใช้ทฤษฎีการขับตาม (Car Following) และการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Changing)

การขับตาม (Car Following)

เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างคู่ยานพาหนะที่มีผู้ขับนำ (Leader) และผู้ขับตาม (Follower) ที่อยู่ในช่องจราจรเดียวกัน โดยการรักษาระยะห่างระหว่างยานพาหนะให้มีความปลอดภัยตามคุณลักษณะของยานพาหนะที่ได้สุ่มมา [16] เช่น อัตราเร่งและอัตราชะลอความเร็วสูงสุด ซึ่งมีหลักการสำคัญ 2 ข้อ ดังนี้

1. อัตราเร่งหรืออัตราชะลอความเร็วของยานพาหนะคันที่ขับตามเป็นฟังก์ชันของอัตราเร่งของยานพาหนะคันที่ขับตามในช่วงเวลาท่อนหน้า ความเร็วของยานพาหนะคันที่ขับนำ ความเร็วของยานพาหนะคันที่ขับตาม ระยะห่างระหว่างยานพาหนะ และ ตัวแปรเสริมอื่นๆ (Parameter) สำหรับผู้ขับขี่แต่ละประเภท

2. อัตราเร่งที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 1 ต้องมีค่าไม่มากกว่าอัตราเร่งของยานพาหนะประเภทนั้นๆ และไม่ส่งผลให้เกิดความเร็วที่เกินความเร็วประสงค์ (Desired Speed) ของยานพาหนะด้วย นอกจากนี้ ยังต้องเป็นไปตามกฎของการขับตามอย่างปลอดภัย (Safe Following Rule) โดยผู้ขับตามจะต้องรักษาระยะห่างระหว่างยานพาหนะอย่างน้อยเท่ากับระยะห่างขั้นต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของยานพาหนะที่ขับตาม

การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Changing)

การจำลองพฤติกรรมในการเปลี่ยนช่องจราจรมีพื้นฐานมาจากกระบวนการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance Process) ยานพาหนะจะทำการเปลี่ยนช่องจราจรก็ต่อเมื่อช่องว่างในช่องจราจรที่ต้องการเปลี่ยนมีค่ามากกว่าช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) โดยปกติ พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจรสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เปลี่ยนช่องจราจรด้วยเหตุจำเป็น (Mandatory Lane Change) เกิดขึ้นเมื่อผู้ขับขี่ต้องการออกจากช่องจราจรที่ขับขี้อยู่ เช่น การรวมกระแสจราจร (Merging) ของช่องทางขึ้นทางด่วน (On-Ramp) การเปลี่ยนช่องจราจรประเภทนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเกิดสถานการณ์ดังนี้

- ช่องจราจรที่ขับขี้อยู่สิ้นสุดหรือมีการลดช่องจราจร (Lane Drop)
- ต้องเปลี่ยนช่องเพื่อออกจากทางด่วนโดยใช้ช่องทางออก (Off-Ramp)
- ไม่สามารถใช้ช่องจราจรที่ขับขี้อยู่ (เช่น ช่องจราจรมวลชน)
- ช่องจราจรที่ขับขี้อยู่ถูกกีดขวางด้วยอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์อื่นๆ

2. เปลี่ยนช่องจราจรตามวิจารณญาณ (Discretionary Lane Change) เกิดขึ้นเมื่อผู้ขับขี่ต้องการปรับปรุงตำแหน่งการขับขี่ให้ดีขึ้น เช่น เพิ่มความเร็ว หลีกเลียงช่องจราจรที่มีการเข้า-ออกบ่อย เป็นต้น ตรรกะในการเปลี่ยนช่อง (Lane-Changing Logic) จะเป็นตัวกำหนดว่าช่องจราจรที่อยู่ติดกันข้างใดเป็นช่องที่ดีกว่า (Best Candidate) และจะมีการเปลี่ยนช่องจราจรเมื่อมีช่องว่าง (Gap) ที่เพียงพอ โดยปกติ พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องแบบนี้เกิดขึ้นเพราะกับการรับรู้ (Perception) ต่อปัจจัยของสิ่งกีดขวาง (Impedance Factors) ที่แตกต่างกันของผู้ขับขี่ ซึ่งได้แก่

- ความยาวแถวคอยที่เส้นหยุด
- สภาพการจราจรที่มีรถบรรทุกขนาดใหญ่
- การเดินรถประจำทาง
- ยานพาหนะที่ใช้ช่องจราจรร่วมในการเลี้ยว

- คนข้ามที่รบกวนการเลี้ยวของยานพาหนะ
- การจอดรถข้างทาง

3. การเปลี่ยนช่องจราจรจากการคาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้า (Anticipatory Lane Change) เกิดขึ้นเมื่อผู้ขับขี่คาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้าว่าช่องจราจรที่จับจืออยู่อาจจะมีการรวมกระแส (Merging) หรือ การตัดสลับ (Weaving) การตัดสินใจเปลี่ยนช่องจราจรขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความเร็วที่จุดตัดแย้งระหว่างช่องจราจรปัจจุบันและช่องจราจรด้านข้างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการขัดแย้งตรรกะในการเปลี่ยนช่อง (Lane-Changing Logic) จะเป็นกำหนดว่าผู้ขับขี่ควรจะเร่งหรือชะลอความเร็วเพื่อสร้างช่องว่าง (Gap) ในการเปลี่ยนช่องจราจร อย่างไรก็ตาม ช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) ในแบบจำลองการจราจรไม่ได้เป็นค่าคงที่ แต่ขึ้นอยู่กับข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

- ช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) ขึ้นอยู่กับความเร็วของยานพาหนะ
- ขณะที่มีการเปลี่ยนช่องจราจร ผู้ขับขี่ที่เปลี่ยนช่องจราจรสามารถปรับตำแหน่งเพื่อรักษา ระยะห่างกับยานพาหนะคันหน้าด้วยการชะลอความเร็ว ในขณะที่ยานพาหนะที่จับตามหลังอาจมีการชะลอความเร็วเพื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างคันที่ทำการเปลี่ยนช่องจราจร

ข้อสังเกตสำหรับการเปลี่ยนช่องจราจรทุกประเภท คือ ผู้ขับขี่ที่ก้าวร้าวจะใช้ช่องว่างที่มีขนาดเล็กกว่า และใช้อัตราเร่งและชะลอความเร็วที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในการเปลี่ยนช่องจราจร [16]

2.3.2 ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองการจราจรกับ Highway Capacity Manual

แม้ว่าวิธี Highway Capacity Manual ซึ่งเป็นวิธีเชิงกำหนด (Deterministic Approach) และแบบจำลองการจราจร ซึ่งเป็นวิธีเชิงสุ่ม (Stochastic Approach) จะใช้หลักของกระบวนการยอมรับช่องว่าง (Gap-Acceptance Process) ตามลำดับของสิทธิ์ในการเคลื่อนตัว (Right-of-Way Hierarchy) ในกระบวนการวิเคราะห์เหมือนกัน แต่ก็มีข้อแตกต่างกันระหว่างทั้งสองวิธี คือ วิธี Highway Capacity Manual ประมาณความจุและความล่าช้าจากค่าคาดหวัง (Expected Values) ที่ได้จากสมการคณิตศาสตร์ ในขณะที่แบบจำลองการจราจรใช้การสุ่มในการแจกแจงรถแต่ละคันบนถนนตามลักษณะการกระจายตัวที่กำหนดและกำหนดให้รถแต่ละคันเป็นวัตถุที่มีอิสระ (Independent Object) และมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับรถคันอื่นๆ ตามกฎการใช้ถนน

ในกรณีที่มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกเป็นจำนวนมาก ทิศทางการเคลื่อนตัวที่อยู่บนถนนรองจะไม่สามารถหาช่องว่างในการข้ามทางแยก ส่งผลให้ความจุลดลงอย่างมากหรือไม่มีเลย การใช้แบบจำลองการจราจรจะให้ค่าความจุมากกว่าวิธีใช้การคำนวณเล็กน้อย เพราะแบบจำลองการจราจรมี

การใช้ตรรกะในการจับจี้ที่มีการจำกัดเวลารอข้ามสูงสุดสำหรับผู้จับจี้แต่ละประเภท ทำให้ผู้จับจี้ที่ก้าวร้าว (Aggressive Driver) ใช้ช่องว่างที่น้อยกว่าช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) ในการข้าม ส่งผลให้ความจุเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่วิธี Highway Capacity Manual มีสมมติฐานว่าผู้จับจี้ทุกคนมีพฤติกรรมการจับจี้ที่เหมือนกัน (Consistent and Homogeneous)

นอกจากนี้ ความล่าช้าที่คำนวณได้จากทั้ง 2 วิธีมีนิยามแตกต่างกัน วิธี Highway Capacity Manual จะให้ค่าความล่าช้าที่เกิดจากอุปกรณ์ควบคุมจราจร (Control Delay) ซึ่งในที่นี้คือ ป้ายหยุด คำนวณจากผลต่างของความล่าช้าในการเดินทางผ่านทางแยกกรณีมีและไม่มีอุปกรณ์ควบคุมจราจร ในขณะที่วิธีแบบจำลองการจราจรจะให้ค่าความล่าช้าในการเดินทาง (Travel Time Delay) ซึ่งคำนวณจากผลต่างของเวลาในการเดินทางที่แท้จริง (Actual Travel Time) กับเวลาในการเดินทางอิสระ (Free-Flow Travel Time)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์เป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ (Primary Data) ซึ่งได้ทำการสำรวจในภาคสนามโดยใช้การสังเกตและกล้องวิดีโอที่ติดตั้งในการเก็บบันทึกข้อมูลจราจร โดยข้อมูลที่ใช้ในสร้างแบบจำลองพื้นฐานและปรับแก้แบบจำลอง ได้แก่

1. ลักษณะกายภาพของทางแยก ประกอบด้วย จำนวนช่องจราจร (Number of Lane) ความกว้างช่องจราจร (Lane Width) การจัดช่องจราจร (Lane Channelization) และป้ายจราจรที่สำคัญในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจร

2. ปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยก (Turning Movement Volume) ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น แยกประเภทยานพาหนะ โดยแบ่งช่วงเวลาสำหรับรวมปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที

3. ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed) ของแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว

4. ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Average Queue Length) และความยาวแถวคอยสูงสุด (Maximum Queue Length) ของแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว โดยแบ่งช่วงเวลาการสังเกตทุกๆ 5 นาที

5. ช่องว่างวิกฤต (Critical Headway) สำหรับรถบนถนนรอง

6. เวลาขับตาม (Follow-up Headway) สำหรับรถบนถนนรอง

3.2 ขอบเขตของการสำรวจข้อมูล

การศึกษานี้ใช้ถนนประชานุกูล ซึ่งตั้งอยู่ในเขตราชบุรีบูรณะ และเขตทุ่งครุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นถนนในเขตชุมชนเมืองขนาด 4 ช่องจราจร แบบไม่มีเกาะกลาง มีซอยและจุดเข้า-ออกหนาแน่น ไม่มีทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทำให้ไม่มีผลกระทบจากการรวมกลุ่มของยานพาหนะ (Traffic Platoon) ที่เกิดขึ้นจากทางแยกก่อนหน้า (Adjacent Upstream Intersection) และทางแยกถัดไป (Adjacent Downstream Intersection)

ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลคือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า 2 ชั่วโมง ตั้งแต่ 6:45 น. ถึง 8:45 น. และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น 2 ชั่วโมง ตั้งแต่ 17:00 น. ถึง 19:00 น. ในช่วงที่สถานศึกษาเปิดภาคเรียน โดยเลือกเก็บข้อมูลเฉพาะวันอังคารถึงวันพฤหัสบดี เพื่อหลีกเลี่ยงผลของการแกว่งตัวของปริมาณจราจรในวันจันทร์และวันศุกร์ และหลีกเลี่ยงการเก็บข้อมูลในขณะที่เกิดอุบัติเหตุบริเวณจุดสำรวจข้อมูล รวมไปถึงช่วงเวลาที่มีการเปิดช่องจราจรสวนทาง (Reversible Lane) และช่วงเวลาที่มีการจัดการจราจรบริเวณ

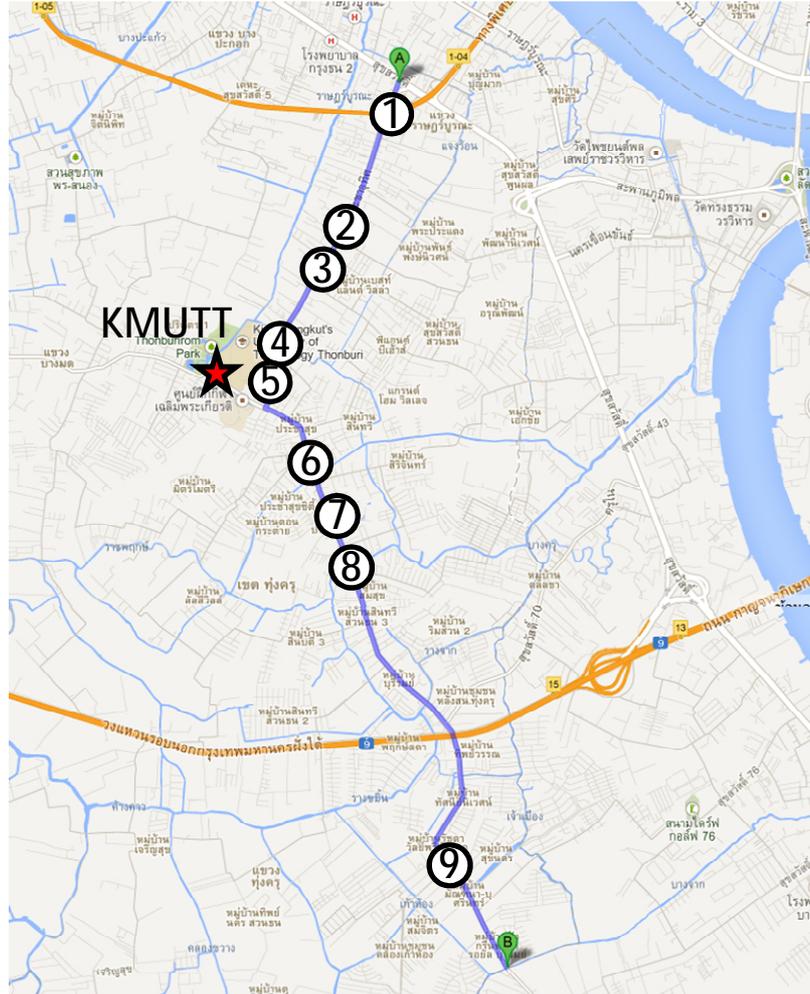
ทางแยกโดยตำรวจจราจร เนื่องจากพฤติกรรมของการจราจรบริเวณทางเชื่อมจะแตกต่างจากทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

จุดที่สำรวจข้อมูลพิจารณาจากลักษณะการใช้งานที่สามารถใช้เป็นเส้นทางลัดไปยังถนนสุขสวัสดิ์ได้ จึงมีปริมาณจราจรเข้า-ออก มากกว่าซอยอื่นๆ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 8 จุด (แสดงในรูปที่ 3.1) ดังนี้

1. บริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานคร
2. ซอยประชาอุทิศ 27
3. ซอยประชาอุทิศ 33
4. ซอยประชาอุทิศ 45
5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ซอยประชาอุทิศ 69
6. ซอยประชาอุทิศ 75
7. ซอยประชาอุทิศ 79
8. ซอยประชาอุทิศ 90

จุดสำรวจข้อมูลที่ 1 (บริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานคร) มีช่องจราจรรอเลี้ยวขวาอยู่แล้ว (แสดงในรูปที่ 3.2) แต่เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการสังเกตพฤติกรรมและหาค่าตัวแปรเสริม (Parameter) สำหรับการปรับแก้แบบจำลองให้มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น (Local Condition) ได้แก่ ความเร็วในการเลี้ยวขวา (Turning Speed) ของยานพาหนะหลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา และช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) ในการเลี้ยวขวาของยานพาหนะกรณีมีการลดความกว้างช่องจราจร

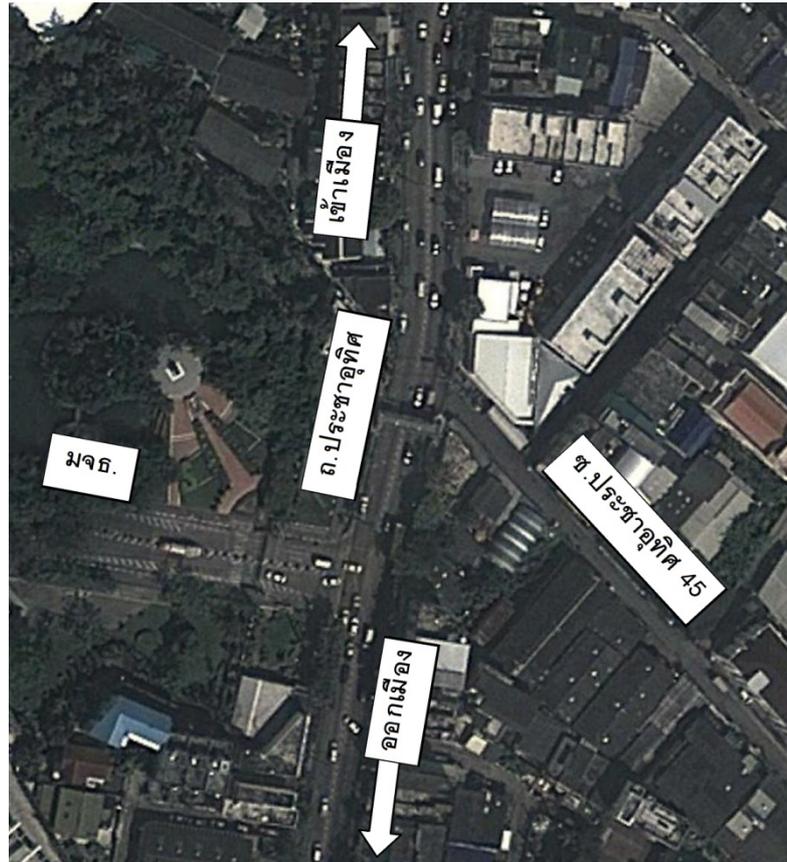
จุดสำรวจข้อมูลที่ 4 (ซอยประชาอุทิศ 45) และจุดสำรวจข้อมูลที่ 5 (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ทำการสำรวจข้อมูลพร้อมกัน เนื่องจากทางเชื่อมอยู่ใกล้กันเพียง 50 เมตร (แสดงในรูปที่ 3.3) และมียานพาหนะบางส่วนที่เลี้ยวซ้ายออกจากซอยประชาอุทิศ 45 แล้วเลี้ยวขวาเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในขณะที่เดียวกันก็มีบางส่วนที่เลี้ยวซ้ายออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีแล้วเลี้ยวขวาเข้าซอยประชาอุทิศ 45



รูปที่ 3.1 จุดสำรวจข้อมูลบนถนนประชาอุทิศ
(ที่มา: บริการ Google Maps™, 2013)



รูปที่ 3.2 ช่องรถเลียขวาบริเวณจุดสำรวจข้อมูลที่ 1
(ที่มา: บริการ Google Maps™, 2013)

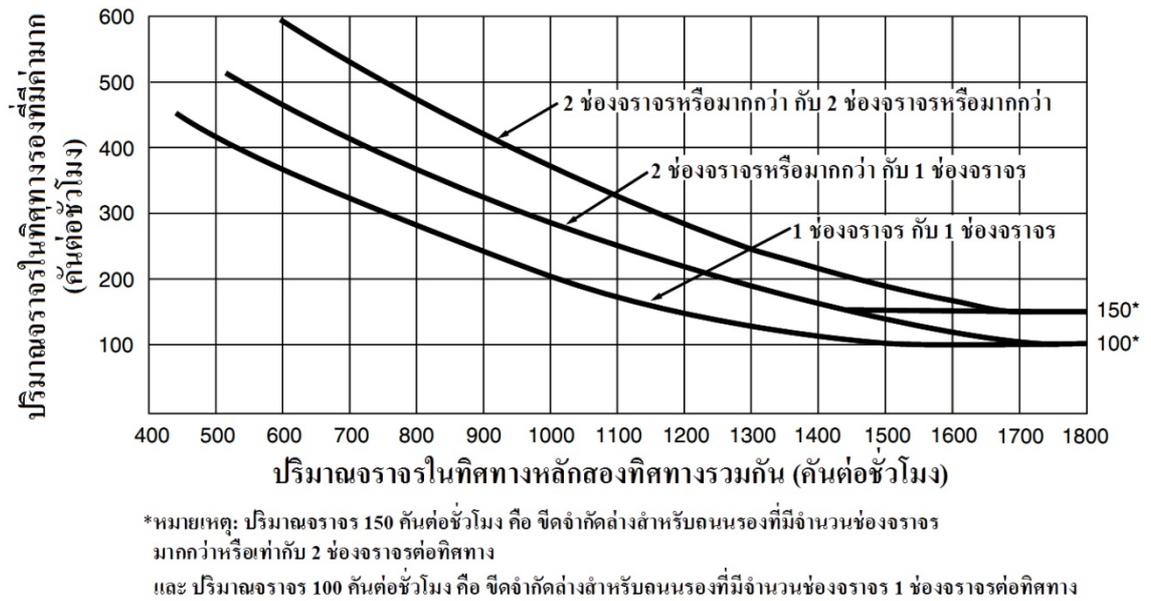


รูปที่ 3.3 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณจุดสำรวจข้อมูลที่ 4 และ 5
(ที่มา: บริการ Google Maps™, 2013)

3.3 การตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

เมื่อได้ทำการสำรวจปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกทางเชื่อมที่ไม่มีความจำเป็นในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรด้วยปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนตามคู่มือ *Manual on Uniform Traffic Control Devices* [14] (แสดงในรูปที่ 3.4) หากกำหนดจุด (Plot) ข้อมูลแล้วอยู่เหนือเส้นกราฟแสดงว่าทางเชื่อมนั้นอาจมีความเหมาะสมที่จะพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

อย่างไรก็ตาม เหตุอันควรที่ใช้ในการพิจารณามีทั้งสิ้น 9 ข้อ และการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรขึ้นอยู่กับวิจรรย์ทางด้านวิศวกรรม (Engineering Judgment) และไม่ควรถือว่าติดตั้งสัญญาณไฟจราจรหากไม่ได้มีผลการศึกษามากนัก บ่งชี้ว่าการติดตั้งนั้นช่วยเพิ่มความปลอดภัยและความคล่องตัวของกระแสดูแลจราจรบนทางแยก

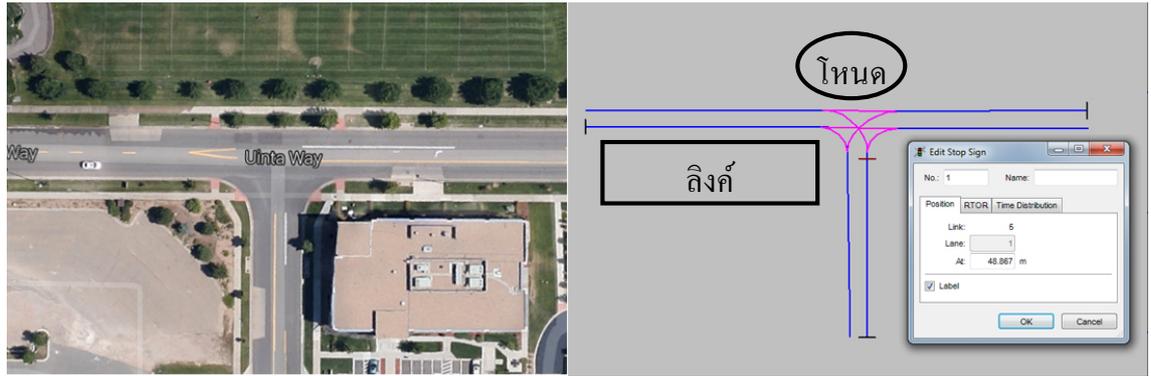


รูปที่ 3.4 กราฟที่ใช้ในการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน [14]

3.4 การสร้างแบบจำลองพื้นฐาน

แบบจำลองพื้นฐาน (Base Model) จะถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลที่ทำกรสำรวจด้วยโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองและวิเคราะห์สภาพการจราจรระดับจุลภาคที่อิงกับพฤติกรรมการขับขี่ (Behavior Based) และลำดับเวลา (Time Step) [17] โดยมีขั้นตอนการทำงานตามหัวข้อ 2.3.1 โปรแกรม VISSIM ถูกพัฒนาโดย PTV Planung Transport Verkehr AG ประเทศเยอรมนี ได้รับการยอมรับและใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการจำลองสถานการณ์สูง และเหมาะสำหรับจำลองสภาพการจราจรในเขตเมือง สามารถแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างโครงข่ายถนนที่มีการขับขี่ชิดซ้าย (Left-Hand Driving) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการขับขี่ของประเทศไทย

ส่วนประกอบพื้นฐานสำคัญในการสร้างโครงข่าย (Network Coding) ประกอบด้วย ลิงค์ (Link) และ โหนด (Node) ซึ่งโปรแกรม VISSIM เรียกโหนดว่า ตัวเชื่อม (Connector) โดย ลิงค์ (Link) เปรียบเสมือนถนนที่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน (Uniform Geometry) โหนด (Node) คือ ตำแหน่งที่ลิงค์ตั้งแต่ 2 ลิงค์ขึ้นไปเชื่อมต่อกัน เปรียบเสมือนทางแยกหรือตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของถนน ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภูมิลิงค์-โหนด (Link-Node Diagram) ของสามแยก

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองพื้นฐาน (Base Model) มีทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างแผนภูมิลิงค์-โหนด (Link-Node Diagram) เพื่อใช้แทนโครงข่ายของระบบที่ต้องการวิเคราะห์
2. ป้อนข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลิงค์ (Link Geometry Data) ให้สอดคล้องกับข้อมูลลักษณะถนนที่สำรวจมา เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ความยาว ความชัน เป็นต้น
3. ป้อนข้อมูลอุปกรณ์ควบคุมการจราจร (Traffic Control Data) ที่ทางแยก เช่น กำหนดให้ทางแยกมีสัญญาณไฟจราจร กำหนดให้ทางแยกถูกควบคุมด้วยป้ายหยุดบนถนนรอง เป็นต้น
4. ป้อนข้อมูลการดำเนินงานและจัดการจราจร (Traffic Operations and Management Data) สำหรับแต่ละลิงค์ เช่น การจำกัดความเร็ว การจัดช่องจราจร เป็นต้น
5. ป้อนข้อมูลปริมาณจราจร (Traffic Demand Data) ตามที่ได้ทำการสำรวจโดยแยกประเภทยานพาหนะในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว
6. ป้อนข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ (Driver Behavior Data) เช่น ความก้าวร้าวของผู้ขับขี่ เป็นต้น โดยปกติมักจะใช้ค่าเริ่มต้น (Default Value) เพื่อทดสอบการทำงานก่อน และต้องมีการปรับแก้ภายหลัง ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อการปรับแก้แบบจำลอง
7. ป้อนข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของแบบจำลอง (Simulation Run Control Data) เช่น ระยะเวลาทำงานเริ่มต้น (Initialization Period) ระยะเวลาการจำลอง (Simulation Period) จำนวนการทำงานซ้ำ (Number of Runs) เป็นต้น ซึ่งวิธีการหาค่าที่เหมาะสมจะกล่าวในหัวข้อการกำหนดช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลอง

3.41 การกำหนดช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลอง

เนื่องจากแบบจำลองสโตคาสติกใช้การสุ่มเลือกตัวเลขในการกำหนดคุณลักษณะรถและผู้ขับขี่จากการกระจายตัวทางสถิติ ทำให้ผลของการทำงาน (Run) ในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับตัวเลขสุ่ม

เริ่มต้น (Random Number Seed) จึงต้องมีการทำงานซ้ำๆ กันหลายครั้งเพื่อนำผลมาหาค่าเฉลี่ยให้ได้ ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Intervals) ตามที่กำหนด

ในการหาจำนวนการทำงานซ้ำ (Number of Runs) ที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้ข้อมูล 3 ส่วน คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง ช่วงความเชื่อมั่นที่ต้องการ และระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ โดยใช้กระบวนการวนซ้ำ (Iterative Process) ซึ่งต้องมีการทำงานซ้ำเบื้องต้น (Preliminary Repetition) เพื่อประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการคำนวณหาจำนวนการทำงานซ้ำที่เหมาะสม และเริ่มการทำงานซ้ำใหม่โดยใช้จำนวนการทำงานซ้ำที่คำนวณได้

เมื่อได้ผลการทำงานแล้ว ให้คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่เพื่อหาจำนวนการทำงานซ้ำ หากจำนวนการทำงานซ้ำที่ได้มีค่าน้อยกว่าจำนวนการทำงานซ้ำล่าสุดก็หยุดกระบวนการ แต่หากจำนวนการทำงานซ้ำที่ได้มีค่ามากกว่าจำนวนการทำงานซ้ำล่าสุดก็ต้องเพิ่มจำนวนการทำงานซ้ำหรือลดระดับความเชื่อมั่นลงแทน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample Standard Deviation) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1} \quad (3.1)$$

โดยที่ s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x คือ ตัวแปรที่ได้จากการทำงานของแบบจำลองในแต่ละครั้ง (เช่น ความล่าช้า)
 \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ได้จากการทำงานซ้ำของแบบจำลอง
 N คือ จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลอง

โดยทั่วไป จำนวนการทำงานซ้ำเบื้องต้น (Preliminary Repetition) ของแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4 ครั้ง

จำนวนการทำงานซ้ำขั้นต่ำที่ระดับความเชื่อมั่นใดๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$CI_{1-\alpha\%} = 2 * t_{(1-\alpha/2), N-1} \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (3.2)$$

โดยที่ $CI_{1-\alpha\%}$ คือ ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ $(1 - \alpha)$ เมื่อ α คือระดับนัยสำคัญ

$t_{(1-\alpha/2), N-1}$ คือ ค่าสถิติที่ชนิดสองทาง (2-tailed t-Statistic) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $1-\alpha$ และองศาอิสระ (Degree of Freedom) เท่ากับ $N-1$ โดยที่ N คือ จำนวนการทำงานซ้ำ
 s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในการแก้สมการเพื่อหาจำนวนการทำงานซ้ำ (M) จำเป็นต้องใช้การคำนวณแบบวนซ้ำ (Iterative Calculation) จนกว่าจำนวนการทำงานซ้ำที่เป็นค่าประมาณจะเท่ากับจำนวนการทำงานซ้ำที่เป็นองศาอิสระของค่าสถิติที่ อย่างไรก็ตาม สามารถใช้ตารางที่ 3.1 เพื่อเป็นแนวทางในการหาจำนวนการทำงานซ้ำได้

ตารางที่ 3.1 จำนวนการทำงานซ้ำขั้นต่ำสำหรับช่วงความต้องการต่างๆ [15]

ช่วงที่ต้องการ (CI/s)	ความเชื่อมั่น ที่ต้องการ	จำนวนการ ทำงานซ้ำขั้นต่ำ
0.5	99%	130
0.5	95%	83
0.5	90%	64
1.0	99%	36
1.0	95%	23
1.0	90%	18
1.5	99%	18
1.5	95%	12
1.5	90%	9
2.0	99%	12
2.0	95%	8
2.0	90%	6

ตัวอย่างเช่น หากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความล่าช้า (s) เท่ากับ 1.5 วินาที และช่วงความเชื่อมั่นที่ต้องการ (CI) เท่ากับ 3 วินาที ($CI/s = 2.0$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้น ต้องใช้จำนวนการทำงานซ้ำอย่างต่ำเท่ากับ 8 ครั้ง เพื่อประมาณหาค่าความล่าช้าเฉลี่ยให้อยู่ในช่วง ± 1.5 วินาที

3.4.2 การประมาณระยะเวลาทำงานเริ่มต้นของแบบจำลอง

โดยปกติ ในช่วงเริ่มต้นการทำงานของแบบจำลอง จะไม่มียานพาหนะอยู่ในระบบ ทำให้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากแบบจำลองต่างจากสภาพจริงซึ่งมีปริมาณจราจรอยู่ในระบบตลอดเวลา ดังนั้น จึงต้องให้แบบจำลองทำงานจนกว่าปริมาณจราจรจะถึงจุดสมดุล (Equilibrium) หลังจากนั้นจึงเก็บสถิติเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบได้ เราสามารถเรียกระยะเวลาการทำงานเริ่มต้น (Initialization Period) ว่าระยะเวลาอุ่นเครื่อง (Warm-Up Period)

การหาจุดสมดุลของระบบสังเกตได้จากปริมาณจราจรที่อยู่ในระบบไม่มีการเพิ่มขึ้น นั่นคือ มีปริมาณยานพาหนะที่เข้าสู่ระบบใกล้เคียงหรือเท่ากับปริมาณยานพาหนะที่ออกจากระบบ หรือเพิ่มขึ้นน้อยกว่าอัตราที่กำหนด ระยะเวลาอุ่นเครื่องที่เหมาะสมคือ ระยะเวลาตั้งแต่ที่แบบจำลองเริ่มดำเนินการทำงานจนถึงจุดสมดุลนั่นเอง

ถ้าปริมาณจราจรและความเร็วเฉลี่ยยังไม่คงที่ภายใน 15 นาทีแรก อาจมีสาเหตุมาจากปริมาณจราจรมากกว่าความจุของระบบ ($w/c > 1$) ส่งผลให้การจราจรติดขัดตลอดช่วงเวลาการทำงาน of แบบจำลองและทำให้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบมีความแม่นยำน้อยลง กรณีนี้ควรพิจารณาเพิ่มระยะเวลาการทำงาน of แบบจำลองให้ยาวขึ้นเพื่อรวมช่วงเวลาที่ไม่มีจราจรติดขัดในช่วงเริ่มต้นและช่วงท้ายของการทำงาน

ในกรณีที่ไม่สามารถเพิ่มระยะเวลาการทำงาน of แบบจำลองได้ ให้ใช้ระยะเวลาอุ่นเครื่องอย่างน้อยเท่ากับ สองเท่าของระยะเวลาการเดินทางในระบบด้วยความเร็วอิสระ เช่น หากระบบในแบบจำลองมีความยาว 5 กิโลเมตร และความเร็วอิสระเท่ากับ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาการเดินทางในระบบจะมีค่าเท่ากับ 5 นาที ดังนั้น ระยะเวลาอุ่นเครื่องที่เหมาะสมคือ 10 นาที

3.5 การปรับแก้และตรวจสอบแบบจำลอง

แบบจำลองพื้นฐานจำเป็นต้องมีการปรับแก้เพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของสภาพการจราจรในความเป็นจริงก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ผลของช่องรอเลี้ยวขวาในขั้นต่อไป โดยทั่วไปต้องมีการแบ่งตัวแปรเสริม (Parameter) ที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ตัวแปรที่มีค่าแน่นอนและไม่ต้องการที่จะปรับแก้
2. ตัวแปรที่มีค่าไม่แน่นอนและต้องการที่จะปรับแก้

แม้ว่าการมีตัวแปรเสริม (Parameter) เป็นจำนวนมากจะทำให้แบบจำลองมีความละเอียด แต่ก็ยังมีข้อแลกเปลี่ยน (Trade-Off) คือ ต้องใช้ความพยายามและระยะเวลาในการปรับแก้แบบจำลองมากกว่า ดังนั้น จึงควรสำรวจข้อมูลของตัวแปรเสริมต่างๆ จากการสำรวจภาคสนามให้ได้มากที่สุด เพื่อลดจำนวนตัวแปรที่มีค่าไม่แน่นอนและลดภาระในการปรับแก้แบบจำลอง โดยโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM สามารถปรับแก้ตัวแปรเสริมได้เป็นจำนวนมาก เช่น การกระจายตัวของความเร็ว (Desired Speed Distribution) อัตราการเร่งและชะลอความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (Acceleration and Deceleration Rate) ช่องว่างขั้นต่ำ (Minimum Gap Time) การให้ยานพาหนะแซงในช่องจราจรเดียวกัน (Overtake on Same Lane) ระยะห่างเฉลี่ยของยานพาหนะที่หยุดรอ (Average Standstill Distance) เป็นต้น

3.5.1 กลยุทธ์ที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง

กลยุทธ์ที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลองมีทั้งสิ้น 3 ขั้นตอน [15] คือ

1. ปรับแก้ความจุ (Calibration for Capacity) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการปรับแก้แบบจำลอง เพราะความจุมีผลกระทบโดยตรงในการหาประสิทธิภาพของระบบ ในขั้นนี้ควรเลือกปรับค่าตัวแปรเสริมที่มีผลกระทบต่อความจุโดยตรง เช่น ช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) เป็นต้น โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) คือ ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error) มีค่าน้อยที่สุด

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์:

$$\text{Min MSE} = \frac{1}{N} \sum_r (M_{tpr} - F_l)^2$$

ข้อจำกัด:

$$p_m^{\min} \leq p_m \leq p_m^{\max}$$

โดยที่ MSE คือ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

M_{tpr} คือ อัตราการไหลที่จุดระบายแฉวยคอย (ความจุ) จากแบบจำลอง ณ ตำแหน่ง l เวลา t โดยใช้ตัวแปรเสริม p และจำนวนการทำงาน r ครั้ง

F_l คือ อัตราการไหลที่จุดระบายแฉวยคอย (ความจุ) จากข้อมูลที่สำรวจได้ ณ ตำแหน่ง l

N คือ จำนวนการทำงานซ้ำด้วยค่าตัวแปรเสริม p_m โดยใช้ตัวเลขสุ่มเริ่มต้น

(Random Number Seed) ที่มีค่าต่างกัน

p_m คือ ตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่กำลังพิจารณาปรับค่า

p_m^{\min} คือ ค่าน้อยที่สุดของตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่สามารถปรับค่าได้

p_m^{\max} คือ ค่ามากที่สุดของตัวแปรเสริมลำดับที่ m ที่สามารถปรับค่าได้

ลักษณะของปัญหาในการปรับแก้แบบจำลองคือ เป็นปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดของสมการกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Least-Squares Optimization Problem) ซึ่งไม่สามารถแก้ด้วยสมการรูปแบบปิด (Closed-Form Equation) โดยจำเป็นต้องใช้อัลกอริทึมในการประมาณคำตอบ เช่น วิธีตัดส่วนทองคำ (Golden Section Method) อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นต้น

2. ปรับแก้การเลือกเส้นทาง (Route Choice Calibration) กรณีที่แบบจำลองมีลักษณะเป็นโครงข่ายถนน ต้องมีการปรับแก้ตัวแปรเสริมสำหรับการเลือกเส้นทางให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรที่สังเกตได้ในสนาม แต่เนื่องจากการศึกษานี้มีทางเลือกในการเดินทางเพียงทางเลือกเดียว จึงไม่ขอก้าวถึงรายละเอียดในการปรับแก้

3. ปรับแก้ประสิทธิภาพของระบบ (System Performance Calibration) ขั้นตอนสุดท้ายของการปรับแก้แบบจำลอง คือ การปรับแก้คุณลักษณะต่างๆ ของลิงค์ เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบ เช่น เวลาการเดินทาง ความยาวแถวคอย ระยะเวลาของการเกิดแถวคอยที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับสภาพการจราจรจริงมากขึ้น เนื่องจากการปรับแก้ในขั้นตอนนี้มีลำดับความสำคัญน้อยกว่า 2 ลำดับที่ได้กล่าวมา จึงควรปรับค่าตัวแปรเสริมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.5.2 เกณฑ์ในการปรับแก้แบบจำลอง

วัตถุประสงค์ของการปรับแก้แบบจำลองคือ การทำให้ประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับประสิทธิภาพที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามมากที่สุด แต่ก็มีข้อจำกัดสำคัญ คือ เวลาและแรงงาน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ในการปรับแก้แบบจำลองที่เป็นมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการปรับแก้แบบจำลอง [15]

เกณฑ์และตัวชี้วัด	เป้าหมายของการปรับแก้ที่ยอมรับ
อัตราการไหลรายชั่วโมง (แบบจำลองเทียบกับข้อมูลจริง) <i>สำหรับลิงค์เดียว</i> - ระหว่างร้อยละ 15 สำหรับอัตราการไหลระหว่าง 700 ถึง 2,700 คันต่อชั่วโมง - ระหว่าง 100 คันต่อชั่วโมง สำหรับอัตราการไหลที่น้อยกว่า 700 คันต่อชั่วโมง - ระหว่าง 400 คันต่อชั่วโมง สำหรับอัตราการไหลที่มากกว่า 2,700 คันต่อชั่วโมง <i>สำหรับผลรวมของทุกลิงค์</i>	มากกว่าร้อยละ 85 ของกรณี มากกว่าร้อยละ 85 ของกรณี มากกว่าร้อยละ 85 ของกรณี ระหว่างร้อยละ 5
สถิติ GEH <i>สำหรับลิงค์เดียว</i> - น้อยกว่า 5 <i>สำหรับผลรวมของทุกลิงค์</i>	มากกว่าร้อยละ 85 ของกรณี น้อยกว่า 4
เวลาในการเดินทาง (แบบจำลองเทียบกับข้อมูลจริง) <i>เวลาการเดินทางในโครงข่าย</i> - ระหว่างร้อยละ 15	มากกว่าร้อยละ 85 ของกรณี

สถิติ *GEH* สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.3

$$GEH = \sqrt{\frac{(E-V)^2}{(E+V)/2}} \quad (3.3)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมาณของแบบจำลอง

V คือ ปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจข้อมูลจริง

ตัวอย่างเช่น ข้อมูลจากการสำรวจปริมาณจราจรช่วงกลางถนน (Mid-Block Volume) เท่ากับ 2,000 คันต่อชั่วโมงสำหรับทุกถนนที่เก็บข้อมูลมาเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง และจำนวนลิงค์ที่อยู่ในแบบจำลองเท่ากับ 20 ลิงค์ ดังนั้น ผลการประมาณอัตราการไหลที่ได้จากการทำงานของแบบจำลอง 17 ใน 20 ลิงค์ควรอยู่ในช่วง 1,700 ถึง 2,300 คันต่อชั่วโมง และหากใช้ค่าสถิติ *GEH* เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา สถิติ *GEH* ของแต่ละลิงค์ที่คำนวณได้อย่างน้อย 17 ลิงค์ต้องมีค่าไม่เกิน 5

3.6 วิธีการวิเคราะห์ผลการศึกษา

เมื่อได้ทำการปรับแก้และตรวจสอบแล้ว แบบจำลองจะถูกปรับปรุงด้วยการเพิ่มช่องรอเลี้ยวขวามบนถนนหลักเพื่อหาผลเชิงดำเนินงาน (Operational Effects) โดยใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Measure of Effectiveness) ในการประเมิน ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

การกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวที่เหมาะสมสำหรับแต่ละจุดเข้า-ออก จะใช้ผลเชิงประจักษ์ (Empirical Result) ที่ได้จากแบบจำลอง โดยในขั้นเบื้องต้นกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวให้มีค่ามากพอเพื่อหาความยาวแถวคอยของรถทิศทางเลี้ยวขวามบนถนนหลักในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองที่สามารถรายงานความยาวแถวคอยได้มากที่สุดเท่ากับความยาวของช่องรอเลี้ยว) และเมื่อได้ความยาวแถวคอยในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 แล้ว จึงนำความยาวนั้นมาใช้ในการกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวที่แท้จริง และใช้ในการทำงาน (Run) เพื่อหาผลการวิเคราะห์ต่อไป

3.6.1 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการศึกษา

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Measure of Effectiveness) คือ ดัชนีสำคัญที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการปรับปรุงระบบว่ามีมากน้อยเพียงใด [18] โดยในการศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพทั้งสิ้น 3 ตัวในการวิเคราะห์ ได้แก่

1. ความล่าช้า (Delay) เป็นการวัดเชิงเวลาสำหรับยานพาหนะแต่ละคันที่สูญเสียไประหว่างการเดินทางในระบบ สามารถคำนวณได้จากผลต่างของเวลาในการเดินทางที่แท้จริง (Actual Travel Time) กับเวลาในการเดินทางอิสระ (Free-Flow Travel Time) มีหน่วยเป็น วินาทีต่อคัน (sec/veh) โดยในการศึกษานี้ จะพิจารณาความล่าช้าทั้ง 3 ประเภทคือ ความล่าช้าในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (Movement Delay) ความล่าช้าในแต่ละขา (Approach Delay) และความล่าช้าทั้งทางแยก (Intersection Delay)

2. ความยาวแถวคอย (Queue) เป็นตัวชี้ถึงจุดที่มีปัญหาเชิงดำเนินงาน (Operational Problem) เนื่องมาจากความจุ (Capacity) ไม่เพียงพอ และอาจเกิดปัญหาความปลอดภัยอันเนื่องมาจากการกีดขวางบนทางแยก (Intersection Blockage) และแถวคอยที่ล้นจากช่องรอเลี้ยว (Turn Bay Overflow) มีหน่วยเป็น คัน (veh) หรือ เมตร (m)

3. จำนวนการหยุด (Number of Stops) เป็นตัวบอถึงความต่อเนื่องของกระแสจราจร (Traffic Progression) ในการเคลื่อนตัวผ่านทางแยก มีหน่วยเป็น ครั้งต่อเวลาที่พิจารณา

เนื่องจากความล่าช้า (Delay) ที่คำนวณได้จากวิธี Highway Capacity Manual และวิธีแบบจำลองมีค่านิยามแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ระดับการให้บริการ (Level of Service) อาจมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบระหว่างความล่าช้าในการเดินทางก่อนและหลังการปรับปรุงระบบก็สามารถใช้วัดประสิทธิภาพในการปรับปรุงได้เช่นเดียวกัน

3.6.2 การทดสอบสมมติฐาน

วัตถุประสงค์ของการทดสอบสมมติฐาน คือ เพื่อใช้หลักทางสถิติทดสอบผลของการปรับปรุงระบบว่ามีความแตกต่างกับสภาพปัจจุบันในระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการหรือไม่ โดยมีสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis, H_0) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบปัจจุบันกับตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบที่ปรับปรุง หากความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบที่กำลังพิจารณามีค่าน้อยกว่าค่าสถิติ (t-Statistic) ที่คำนวณได้ ให้ยอมรับสมมติฐานว่าง และสามารถสรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะพิสูจน์ว่าการปรับปรุงทำให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้น สามารถเขียนเป็นปัญหาทางสถิติได้ดังนี้

สมมติฐาน:

$$H_0: \mu_x - \mu_y = 0$$

$$H_1: \mu_x - \mu_y \neq 0$$

สถิติทดสอบ:

$$t_{(1-\alpha/2);(i+j-2)} * s_p \sqrt{\frac{1}{i} + \frac{1}{j}}$$

เขตปฏิเสธสมมติฐาน:

$$\text{จะปฏิเสธ } H_0 \text{ ถ้า } \bar{X} - \bar{y} > t_{(1-\alpha/2);(i+j-2)} * s_p \sqrt{\frac{1}{i} + \frac{1}{j}}$$

โดยที่

μ_x คือ ค่าเฉลี่ยประชากรของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก X

μ_y คือ ค่าเฉลี่ยประชากรของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก Y

$\bar{X} - \bar{y}$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางเลือก X

และทางเลือก Y

$t_{(1-\alpha/2);(i+j-2)}$ คือ ค่าสถิติที่ชนิดสองทาง (2-tailed t-Statistic) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $1-\alpha$ และองศาอิสระ (Degree of Freedom) เท่ากับ $i+j-2$

i คือ จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลองทางเลือก X

j คือ จำนวนการทำงานซ้ำของแบบจำลองทางเลือก Y

S_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวชี้วัดประสิทธิภาพทางเลือก X

S_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวชี้วัดประสิทธิภาพทางเลือก Y

S_p คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด (Pooled Standard Deviation) สามารถ

คำนวณได้จากสมการที่ 3.4

$$S_p^2 = \frac{(i-1)S_x^2 + (j-1)S_y^2}{(i+j-2)} \quad (3.4)$$

อย่างไรก็ตาม หากทำการทดสอบแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบปัจจุบันกับตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบที่ปรับปรุง อาจจะพิจารณาเพิ่มจำนวนการทำงานของแบบจำลองให้มากขึ้นเพื่อให้มีความแตกต่างทางสถิติ หรือลดระดับความเชื่อมั่นของผลการวิเคราะห์ หรือยอมรับผลการวิเคราะห์ว่าการปรับปรุงระบบไม่ได้ทำให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่กำลังพิจารณามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.6.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

เนื่องจากปริมาณจราจรที่ได้ทำการสำรวจมามีความไม่แน่นอนและมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อทดสอบหาทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของผลที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้ปริมาณจราจรที่ต่างกันและเพื่อหาขีดจำกัดของช่องรอเฉลี่ยขงววาในกรณีต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยใช้ทางเชื่อมที่เป็นต้นแบบในการวิเคราะห์จำนวน 1 ทางเชื่อม และทำการปรับเปลี่ยนปริมาณจราจรทั้งปริมาณรถเฉลี่ยขงววา (Right-Turn Volume) และปริมาณจราจรทิศทางตรงข้าม (Opposing Volume)

3.6.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเฉลี่ยขงววาและสัญญาณไฟ

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกทางเชื่อมจำนวน 2 ทางเชื่อมที่มีปริมาณจราจรมากที่สุดและน้อยที่สุดเป็นกรณีทดสอบในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกระหว่างการใช้ช่องรอเฉลี่ยขงววาและการใช้สัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งกรณีการเปรียบเทียบเป็น 2 กรณีได้แก่

1. ระหว่างช่องรอเฉลี่ยขงววาและสัญญาณไฟจราจร
2. ระหว่างช่องรอเฉลี่ยขงววาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอเฉลี่ย

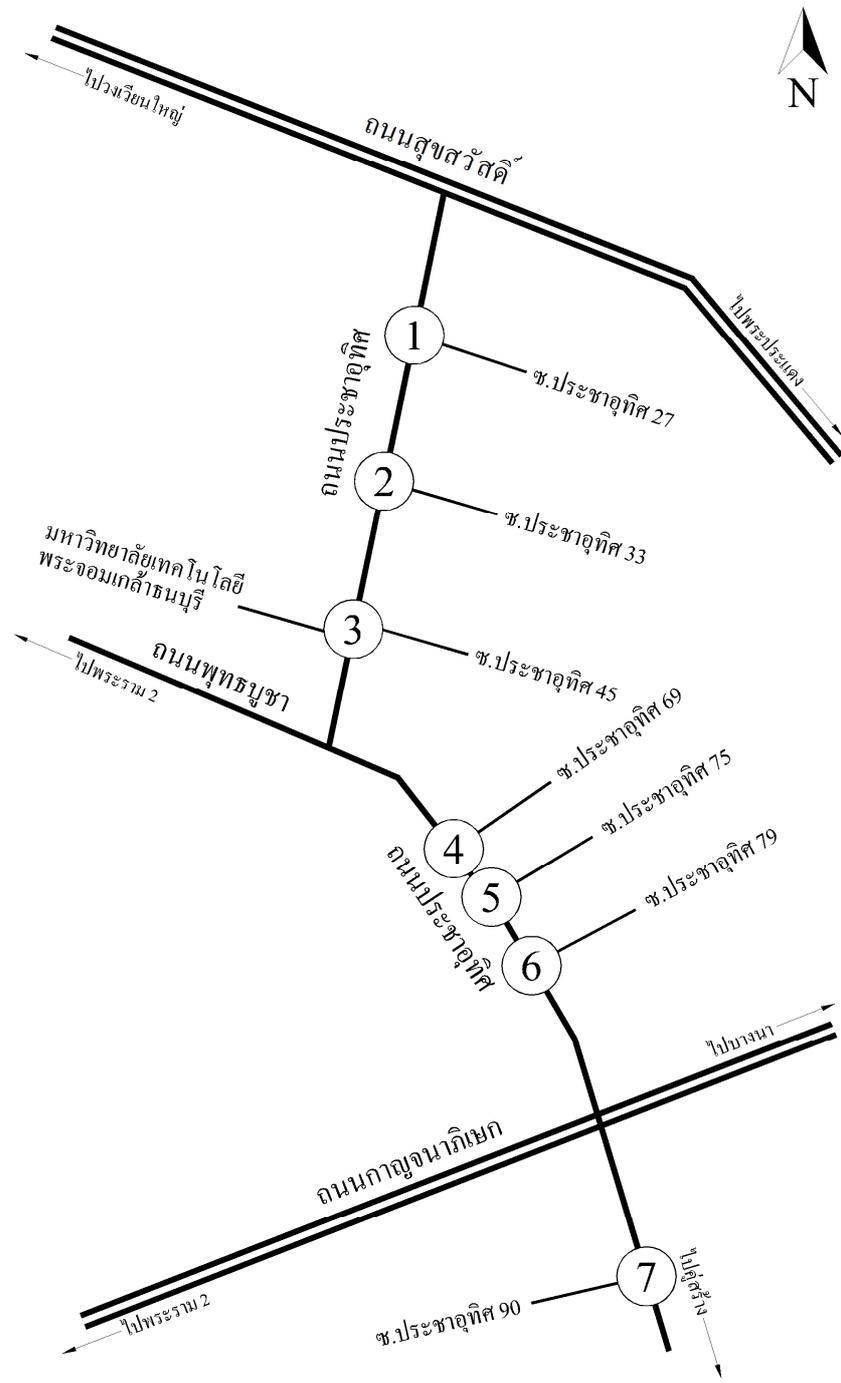
เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟสามารถหาได้จากวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) ด้วยฟังก์ชันที่มีอยู่ใน โปรแกรมแบบจำลองการจราจร Synchro ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ลดความล่าช้าเฉลี่ยให้มีความน้อยที่สุด และปรับแก้โดยละเอียดด้วยวิธีการลองผิดลองถูก (Trial and Error)

เมื่อได้รอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองในการหาประสิทธิภาพของทางเชื่อม โดยเปลี่ยนการควบคุมทางแยกจากแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร (Unsignalized) เป็นแบบมีสัญญาณไฟจราจร (Signalized) และใช้การทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้อัฒจันทร์และสัญญาณไฟจราจร

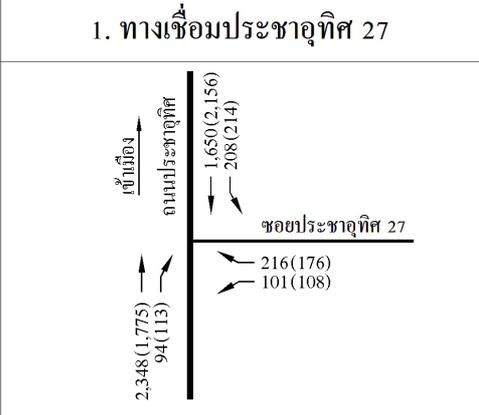
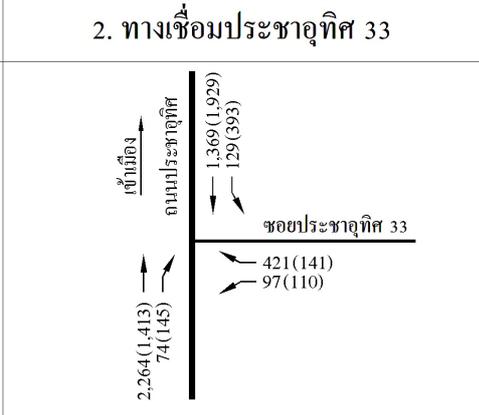
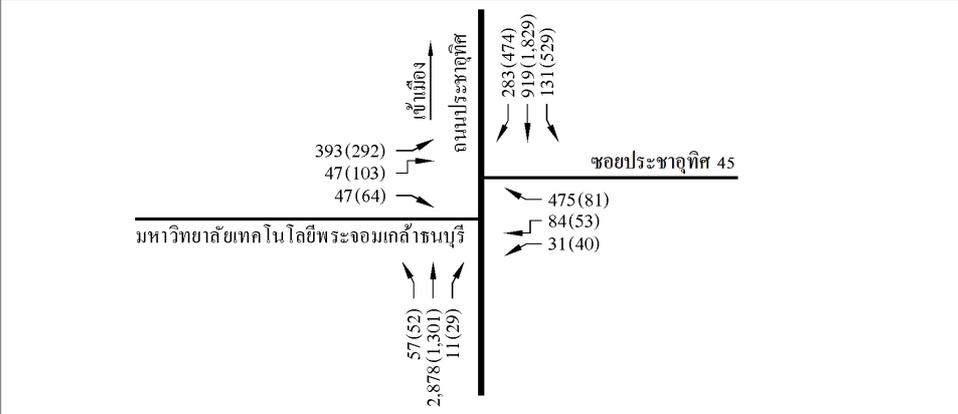
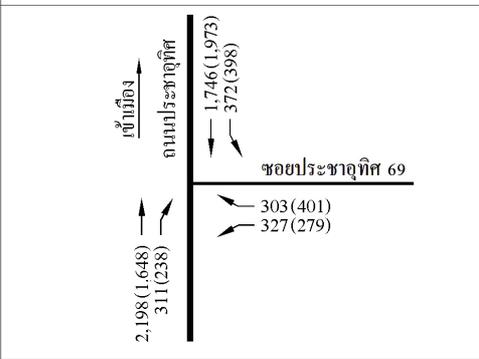
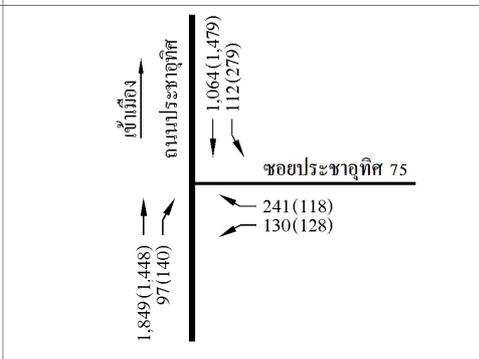
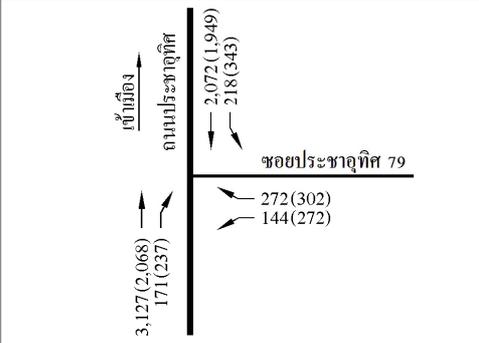
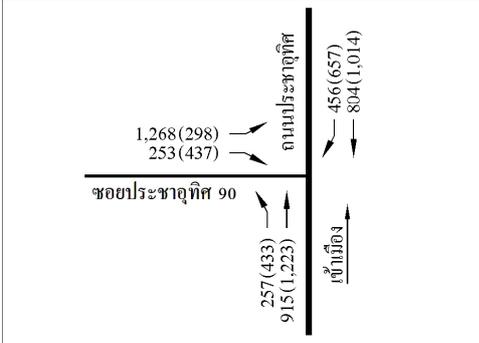
บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ปริมาณจราจรและประเภทยานพาหนะ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บปริมาณจราจรบริเวณทางเชื่อม โดยแยกประเภทยานพาหนะเป็น 5 ประเภทซึ่งเป็นยานพาหนะหลักที่พบได้ทั่วไปบนถนนประชาอุทิศ ได้แก่ รถจักรยานยนต์, รถยนต์ส่วนบุคคล, รถโดยสารขนาดเล็ก, รถโดยสารขนาดใหญ่ และรถบรรทุก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการจราจร โดยประเภทยานพาหนะส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานของกรมขนส่งทางบก ยกเว้นรถโดยสารขนาดเล็กซึ่งเป็นรถโดยสารประจำทาง 4 ล้อที่มีขนาดเล็กกว่ารถยนต์ส่วนบุคคลและสามารถพบได้บางพื้นที่ของกรุงเทพมหานครเท่านั้น แผนที่สังเขป ปริมาณจราจรของทางเชื่อมในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน และสัดส่วนประเภทยานพาหนะ แสดงในรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.1 ตามลำดับ (ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ ปริมาณจราจรหรือสัดส่วนยานพาหนะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ในขณะที่ตัวเลขในวงเล็บ คือ ปริมาณจราจรหรือสัดส่วนยานพาหนะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น)



รูปที่ 41 แผนที่สังเขปของทางเชื่อมที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูล
(*หมายเหตุ: ความกว้างช่องจราจรของแต่ละทางเชื่อม สามารถดูได้จากรูปที่ ก.1 ในภาคผนวก ก)

<p>1. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 27</p> 	<p>2. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 33</p> 
<p>3. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี</p>	
	
<p>4. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 69</p>	<p>5. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75</p>
	
<p>6. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79</p>	<p>7. ทางเชื่อมประชาอุทิศ 90</p>
	

รูปที่ 42 ปริมาณจราจรของทางเชื่อมในชั่วโมงเร่งด่วน (หน่วย: คันต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 41 สัดส่วนประเภทยานพาหนะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น (หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อม	ขา	สัดส่วนประเภทยานพาหนะ					
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก	รวม
ประชาชน 27	เข้าเมือง	37.4 (32.5)	53.5 (56.4)	7.4 (9.6)	1.2 (1.1)	0.5 (0.4)	100 (100)
	ออกเมือง	35.8 (41.0)	53.0 (49.6)	9.8 (8.2)	1.4 (1.0)	0.0 (0.2)	100 (100)
	ชอย	61.5 (58.2)	38.2 (41.8)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.3 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 33	เข้าเมือง	39.5 (33.9)	53.2 (52.4)	6.4 (12.5)	0.9 (1.1)	0.0 (0.1)	100 (100)
	ออกเมือง	32.9 (41.7)	52.7 (12.4)	12.8 (44.7)	1.6 (1.1)	0.0 (0.1)	100 (100)
	ชอย	64.9 (73.7)	34.7 (24.7)	0.4 (1.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 45 และมหาวิทยาลัย พระจอมเกล้า ธนบุรี	เข้าเมือง	45.9 (39.4)	46.1 (47.8)	6.7 (10.7)	1.2 (1.6)	0.1 (0.5)	100 (100)
	ออกเมือง	37.9 (46.0)	39.7 (42.7)	18.9 (10.0)	3.5 (1.2)	0.0 (0.1)	100 (100)
	ชอย	67.0 (80.4)	33.0 (19.0)	0.0 (0.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
	มจร.	65.9 (63.8)	33.7 (36.2)	0.0 (0.0)	0.4 (0.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 69	เข้าเมือง	60.3 (55.0)	34.7 (37.8)	4.8 (6.6)	0.2 (0.4)	0.0 (0.2)	100 (100)
	ออกเมือง	70.0 (60.4)	24.8 (33.3)	4.9 (6.0)	4.9 (6.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
	ชอย	81.3 (72.8)	17.0 (26.6)	1.4 (0.6)	0.3 (0.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 75	เข้าเมือง	42.0 (35.4)	49.1 (54.8)	8.0 (9.1)	0.9 (0.7)	0.0 (0.0)	100 (100)
	ออกเมือง	38.7 (43.8)	47.7 (47.0)	12.7 (8.5)	0.9 (0.6)	0.0 (0.1)	100 (100)
	ชอย	84.6 (73.2)	14.1 (25.6)	0.5 (0.4)	0.8 (0.8)	0.0 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 79	เข้าเมือง	61.7 (44.9)	34.2 (48.9)	3.8 (5.8)	0.2 (0.4)	0.1 (0.0)	100 (100)
	ออกเมือง	62.8 (50.0)	31.6 (44.4)	5.3 (5.4)	0.3 (0.2)	0.0 (0.0)	100 (100)
	ชอย	65.8 (56.3)	30.8 (43.0)	3.4 (0.7)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100 (100)
ประชาชน 90	เข้าเมือง	43.3 (44.4)	53.6 (52.7)	2.1 (2.2)	0.3 (0.5)	0.7 (0.2)	100 (100)
	ออกเมือง	58.1 (51.6)	36.1 (44.0)	4.1 (3.8)	0.7 (0.4)	1.0 (0.2)	100 (100)
	ชอย	53.7 (46.3)	41.7 (47.8)	3.0 (4.5)	1.3 (1.0)	0.3 (0.4)	100 (100)

(*หมายเหตุ: ปริมาณจราจรและประเภทยานพาหนะทั้งหมด สามารถดูได้จากตารางที่ ก.1 ถึงตารางที่ ก.48 ในภาคผนวก ก)

4.2 ผลการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยใช้คู่มือ *Manual on Uniform Traffic Control Devices* [14] ในการตรวจสอบ โดยมีทางเชื่อมทั้งสิ้น 7 จุด ผลการตรวจสอบแสดงในตารางที่ 4.2 และรายละเอียดในการตรวจสอบสำหรับแต่ละทางเชื่อม และแต่ละเกณฑ์สามารถดูได้จากรูปที่ ง.1 ถึง ง.14 ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ทางเชื่อม	เหตุอันควรลำดับที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ประชาอุทิศ 27	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 33	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 45	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 69	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 75	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 79	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü
ประชาอุทิศ 90	-	ü	ü	-	-	-	-	-	ü

(*หมายเหตุ: สัญลักษณ์ “ü” หมายถึง ผ่านเกณฑ์, “ü” หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ และ “-” หมายถึง ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบ)

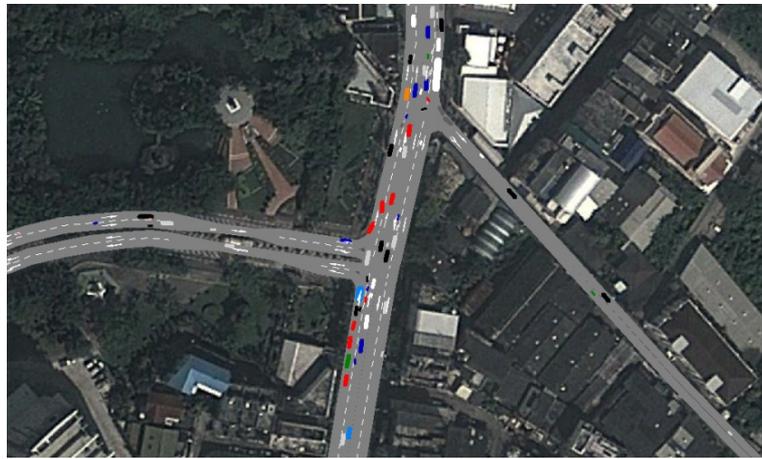
จากตารางที่ 4.2 จะสังเกตได้ว่าทุกทางเชื่อม ผ่านเกณฑ์ที่ 2 (ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมง) และเกณฑ์ที่ 3 (ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน) อย่างไรก็ตาม การพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควรพิจารณาเกณฑ์อื่นๆประกอบ เช่น ปริมาณจราจร 8 ชั่วโมง ข้อมูลอุบัติเหตุ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษานี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟให้ครบทุกกรณี ดังนั้น จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า ทางเชื่อมทั้ง 7 จุด มีความเหมาะสมที่จะติดตั้งสัญญาณไฟจราจร นอกจากนี้ การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรมักจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Cost) สูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกทำการวิเคราะห์ผลเชิงดำเนินงานของช่องรอเลี้ยวขวา และนำมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับการใช้สัญญาณไฟจราจร ซึ่งแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 4.8

4.3 ประสิทธิภาพของทางเชื่อมเดิม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการจราจรของทางเชื่อมทั้ง 7 จุด รวมไปถึงปรับแก้และตรวจสอบแบบจำลองตามหลักที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.5 โดยใช้เกณฑ์ 4 ด้าน ได้แก่ อัตราการไหลรายชั่วโมง

(ความแตกต่างที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรในแต่ละลิงค์ สามารถดูตารางที่ 3.2 ประกอบ) สถิติ GEH (ค่าน้อยกว่า 5 สำหรับลิงค์เดี่ยว และค่าน้อยกว่า 4 สำหรับทั้งทางเชื่อม) ระยะเวลาในการเดินทาง (ความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 15) และความยาวแถวคอย (ความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 15) ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM แสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4

หลังจากปรับแก้และทดสอบแบบจำลองให้สามารถเป็นตัวแทนของสภาพการจราจรในความเป็นจริงได้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของทางเชื่อมเดิมทั้งในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.16 โดยรายละเอียดการปรับแก้แบบจำลองสามารถดูได้จากตารางที่ ค.1 ถึงตารางที่ ค.28 ในภาคผนวก ค



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการแสดงผลแบบ 2 มิติของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการแสดงผลแบบ 3 มิติของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM

ตารางที่ 4.3 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	9.99	7.57	10.95	9.67	10.81	13.32
	เลี้ยวขวา	34.94	42.62				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	9.91	13.46	9.94	13.36		
	เลี้ยวซ้าย	10.19	12.34				
ซอยประชา อุทิศ 27	เลี้ยวซ้าย	13.12	29.44	14.75	34.36		
	เลี้ยวขวา	15.51	36.82				

ตารางที่ 4.4 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	84	79	1,607	2,094
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	60	85		
ซอยประชาอุทิศ 27	28	40		

ตารางที่ 4.5 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	7.81	6.61	8.22	10.41	8.34	12.72
	เลี้ยวขวา	20.69	47.46				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	5.68	10.76	6.22	11.46		
	เลี้ยวซ้าย	11.98	14.87				
ซอยประชา อุทิศ 33	เลี้ยวซ้าย	14.79	37.29	15.04	38.72		
	เลี้ยวขวา	15.10	39.83				

ตารางที่ 46 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

ถนน	ความยาวแฉกคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	50	71	1,312	2,105
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	33	62		
ซอยประชาอุทิศ 33	31	41		

ตารางที่ 47 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (หน่วย: วินาทีต่อกัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	26.15	8.80	26.51	9.34	24.54	18.56
	เลี้ยวซ้าย	44.55	16.47				
	เลี้ยวขวา	20.59	20.69				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	11.39	21.02	17.89	23.39		
	เลี้ยวซ้าย	7.18	27.34				
	เลี้ยวขวา	43.94	28.14				
ซอย ประชาอุทิศ 45	เลี้ยวซ้าย	17.80	12.19	25.44	22.16		
	เข้ามจร.	54.07	23.88				
	เลี้ยวขวา	20.87	25.96				
มจร.	เลี้ยวซ้าย	29.38	11.53	29.78	15.15		
	เลี้ยวขวา	28.76	14.98				
	เข้าซอย	34.19	25.51				

ตารางที่ 48 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ถนน	ความยาวแฉกคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	167	30	8,017	4,291
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	51	101		
ซอยประชาอุทิศ 45	61	23		
มจร.	54	24		

ตารางที่ 49 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	11.44	8.84	16.06	15.60	14.03	14.18
	เลี้ยวขวา	48.75	62.39				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	7.70	10.10	8.68	10.98		
	เลี้ยวซ้าย	13.28	15.35				
ซอยประชา อุทิศ 69	เลี้ยวซ้าย	21.03	19.18	23.95	21.39		
	เลี้ยวขวา	26.65	22.93				

ตารางที่ 410 ความยาวแฉกคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

ถนน	ความยาวแฉกคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	108	103	3,024	2,983
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	27	43		
ซอยประชาอุทิศ 69	48	47		

ตารางที่ 411 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	6.16	4.14	7.61	6.47	6.46	8.13
	เลี้ยวขวา	35.24	30.62				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	2.31	7.84	2.56	8.65		
	เลี้ยวซ้าย	4.94	12.92				
ซอยประชา อุทิศ 75	เลี้ยวซ้าย	8.70	11.39	12.75	15.17		
	เลี้ยวขวา	14.94	19.26				

ตารางที่ 412 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	60	50	827	1,056
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	6	36		
ซอยประชาอุทิศ 75	20	20		

ตารางที่ 413 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	13.28	6.19	13.62	7.13	12.70	13.22
	เลี้ยวขวา	19.88	15.38				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	10.68	16.27	10.65	17.94		
	เลี้ยวซ้าย	10.41	27.44				
ซอยประชา อุทิศ 79	เลี้ยวซ้าย	13.67	15.57	16.59	18.77		
	เลี้ยวขวา	18.14	21.66				

ตารางที่ 414 ความยาวแฉกคอกในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

ถนน	ความยาวแฉกคอก (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	50	36	1,957	3,006
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	27	82		
ซอยประชาอุทิศ 79	33	47		

ตารางที่ 415 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	30.51	40.88	33.96	41.99	29.45	31.36
	เลี้ยวซ้าย	46.26	43.70				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	2.32	10.89	6.93	21.49		
	เลี้ยวขวา	15.06	51.43				
ซอยประชา อุทิศ 90	เลี้ยวซ้าย	47.28	6.72	44.62	29.43		
	เลี้ยวขวา	31.26	44.92				

ตารางที่ 416 ความยาวแฉกคอกในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

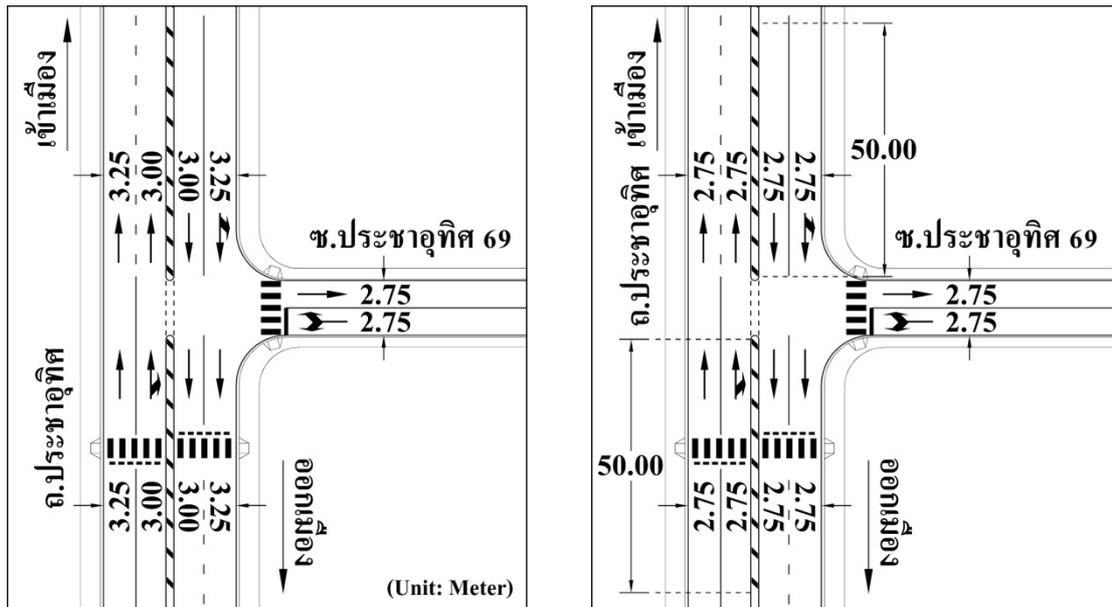
ถนน	ความยาวแฉกคอก (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	106	145	4,587	4,357
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	43	142		
ซอยประชาอุทิศ 90	132	73		

4.4 ผลกระทบจากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก

ถนนประชาอุทิศมีข้อจำกัดทางกายภาพในด้านเขตทาง เนื่องจากเป็นถนนในเขตเมืองที่มีการใช้พื้นที่ข้างทางตลอดแนวถนน ไม่ว่าจะเป็น ที่อยู่อาศัย สถานบันการศึกษา พาณิชยกรรม หากมีการก่อสร้าง

ช่องรอกเดี่ยวบริเวณทางเชื่อมบนถนนประชาอุทิศ อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างถนน เนื่องจากต้องมีการขยายความกว้างของถนน ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีลดความกว้างของช่องจราจรเดิมบริเวณที่มีช่องรอกเดี่ยวลงเหลือ 2.75 เมตร เพื่อลดผลกระทบต่อพื้นที่ทางเท้าและการใช้พื้นที่บริเวณข้างทางให้น้อยที่สุด ซึ่งความกว้างดังกล่าวเป็นความกว้างที่ยอมรับได้และมีการใช้งานในหลายพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร รวมไปถึงบริเวณทางเชื่อมบริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานครบนถนนประชาอุทิศที่มีช่องรอกเดี่ยวด้วย

เพื่อเป็นการศึกษาถึงผลกระทบของการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก ผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ผลกระทบจากการลดความกว้างช่องจราจรออกจากกรณีที่มีการเพิ่มช่องรอกเดี่ยวเป็นกรณีพิเศษ โดยใช้ทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น และนอกชั่วโมงเร่งด่วน เป็นกรณีตัวอย่างในการวิเคราะห์ โดยทำการลดความกว้างของช่องจราจรบนถนนหลักเหลือช่องจราจรละ 2.75 เมตร เป็นระยะทาง 50 เมตรจากทางเชื่อม ทั้งทิศทางเข้าเมือง และออกเมือง ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทางเชื่อมด้วยแบบจำลองการจราจร โดยพิจารณาอัตราการไหล ความเร็วเฉลี่ยบริเวณทางเชื่อมแยกประเททยานพาหนะ ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งการหยุด เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ โดยลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมก่อนและหลังการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก แสดงในรูปที่ 4.5 และตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมก่อนและหลังการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก แสดงในตารางที่ 4.17 ถึงตารางที่ 4.20 (หาก p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าประสิทธิภาพของทางแยกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)



รูปที่ 45 ลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ก่อนและหลังการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก

ตารางที่ 417 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้ในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก (หน่วย: ร้อยละ)

ช่วงเวลา	การเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้ในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (หน่วย: ร้อยละ)							
	เข้าเมือง ก่อนทางเชื่อม (1)+(2)		เข้าเมือง หลังทางเชื่อม (1)+(6)		ออกเมือง ก่อนทางเชื่อม		ออกเมือง หลังทางเชื่อม (3)+(5)	
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
เร่งด่วนเช้า	-0.61	0.4395	-0.46	0.3889	+0.01	0.9888	+0.02	0.9868
เร่งด่วนเย็น	+0.01	0.8364	+0.17	0.6911	-0.15	0.8480	-0.25	0.7627
นอกเร่งด่วน	-0.03	0.9884	-0.04	0.9781	+0.00	1.0000	-0.05	0.9845

(*หมายเหตุ: หมายเลขของทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆสามารถดูได้จากรูปที่ 4.9)

ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วเฉลี่ยแยกตามประเภทยานพาหนะบริเวณทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างของจราจรบนถนนหลัก (หน่วย: ร้อยละ)

ทิศทาง / ช่วงเวลา	การเปลี่ยนแปลงความเร็วแยกตามประเภทยานพาหนะ (หน่วย: ร้อยละ)											
	รถจักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก			
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value		
เข้าเมือง	เร่งด่วนเช้า	-7.01	0.0001	-4.81	0.0002	-4.45	0.0037	-14.72	0.0712	-	-	
	เร่งด่วนเย็น	-12.00	0.0000	-7.52	0.0000	-8.03	0.0000	-1.90	0.7761	-13.98	0.0240	
	นอกเร่งด่วน	-1.01	0.1483	-0.51	0.4342	+0.55	0.6568	-4.73	0.2054	-0.38	0.8037	
ออกเมือง	เร่งด่วนเช้า	-6.25	0.0000	-4.30	0.0000	-4.13	0.0019	-4.46	0.6266	-	-	
	เร่งด่วนเย็น	-9.02	0.0000	-5.39	0.0000	-5.17	0.0000	-1.52	0.8112	-3.55	0.7760	
	นอกเร่งด่วน	-0.26	0.7206	-0.59	0.5025	+0.26	0.8617	-4.83	0.5654	-1.36	0.5326	

ตารางที่ 419 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก (หน่วย: ร้อยละ)

ช่วงเวลา	การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าเฉลี่ย (หน่วย: ร้อยละ)					
	เข้าเมือง		ออกเมือง		รวมทั้งทางเชื่อม	
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
เร่งด่วนเช้า	+57.78	0.0392	+19.26	0.0000	+38.44	0.0309
เร่งด่วนเย็น	+65.03	0.0001	+20.66	0.0000	+53.82	0.0000
นอกเร่งด่วน	+4.57	0.6491	+4.81	0.8019	+3.78	0.5692

ตารางที่ 420 การเปลี่ยนแปลงของความยาวแถวคอยและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 จากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลัก (หน่วย: ร้อยละ)

ช่วงเวลา	การเปลี่ยนแปลงความยาวแถวคอย (หน่วย: ร้อยละ)				การเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งการหยุด	
	เข้าเมือง		ออกเมือง		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value		
เร่งด่วนเช้า	+46.91	0.0363	+39.33	0.1206	+39.51	0.0444
เร่งด่วนเย็น	+57.31	0.0147	+42.15	0.0469	+47.16	0.0001
นอกเร่งด่วน	+23.40	0.6227	+10.71	0.8794	+22.19	0.1183

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเชื่อมในตารางที่ 417 ถึง ตารางที่ 4.20 สามารถสรุปได้ว่า การลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลักเหลือ 2.75 เมตรไม่ได้ทำให้อัตราการไหลบนถนนหลักทั้งก่อนเข้าทางเชื่อมและหลังออกจากทางเชื่อมเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทุกกรณี แต่หากพิจารณาความเร็วเฉลี่ยบริเวณที่มีการลดความกว้างช่องจราจร พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของรถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารขนาดเล็ก ซึ่งเป็นยานพาหนะหลักบนถนนประชาอุทิศ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหากปริมาณจราจรมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับความล่าช้าเฉลี่ย ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งการหยุดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม หากกรณีที่ปริมาณจราจรมีค่าน้อย (นอกชั่วโมงเร่งด่วน) การลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลักเหลือ 2.75 ไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพของทางแยกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

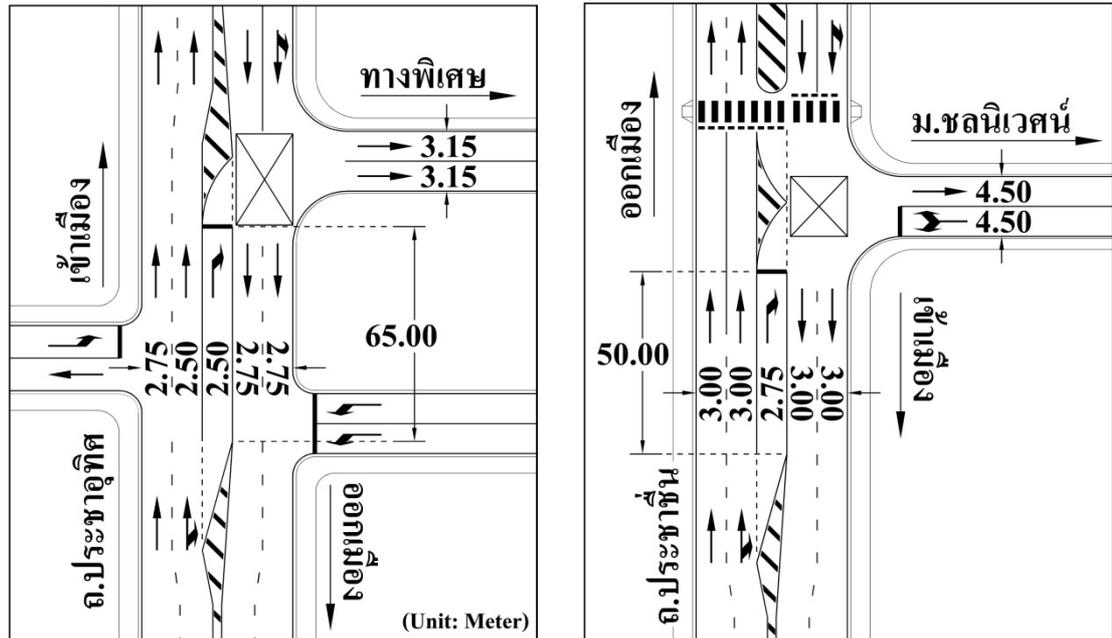
นอกจากนี้ผลที่ได้ยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถของโปรแกรมแบบจำลองการจราจร VISSIM ที่มี ความอ่อนไหวต่อความกว้างของช่องจราจรหากผู้ใช้งานกำหนดค่าตัวแปรเสริม (Parameter) ให้ ยานพาหนะสามารถขับชี้แซงกันได้ในช่วงจราจรเดียวกัน (Overtake on The Same Lane) โดยผลที่ได้ สอดคล้องกับกรณีทั่วไปที่ว่า หากความกว้างช่องจราจรลดลง ความเร็วเฉลี่ยก็จะลดลง รวมถึงความ ยาวแถวคอยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะปลอดภัยด้านข้าง (Lateral Clearance) ในการขับชี้ของ ยานพาหนะลดลง ทำให้ยานพาหนะบางประเภทไม่สามารถขับชี้แซงกันได้

4.5 พฤติกรรมการเลี้ยวขวาหลังจากมีช่องรอเลี้ยว

เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลบนถนนประชาอุทิศบริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานครซึ่งมีช่อง รอเลี้ยวขวา เพื่อใช้ในการปรับแก้ตัวแปรเสริม (Parameter) ในแบบจำลอง คือ ความเร็วในการเลี้ยว ขวา (Turning Speed) ของยานพาหนะหลังจากมีช่องรอเลี้ยวขวา อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางกายภาพ ของทางเชื่อมบริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานครมีความแตกต่างกับทางเชื่อมบนถนนประชาอุทิศ คือ มี ช่องจราจรรับบนถนนรองจำนวน 2 ช่องจราจร ผู้วิจัยจึงได้เก็บข้อมูลความเร็วในการเลี้ยวขวาวบริเวณ ทางเชื่อมหมู่บ้านชลนิเวศน์บนถนนประชาชื่น ซึ่งเป็นถนนขนาด 4 ช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางใน เขตเมือง มีลักษณะทางกายภาพและการใช้งานคล้ายกับถนนประชาอุทิศ เพื่อใช้เปรียบเทียบ พฤติกรรมการเลี้ยวขวาวว่าแตกต่างกันหรือไม่ และเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการ ปรับแก้แบบจำลอง โดยลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมบริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานครบนถนน ประชาอุทิศ และทางเชื่อมหมู่บ้านชลนิเวศน์บนถนนประชาชื่น แสดงในรูปที่ 46 และรูปที่ 47



รูปที่ 46 ช่องรอเลี้ยวขวาวบริเวณทางเชื่อมหมู่บ้านชลนิเวศน์ ถนนประชาชื่น
(ที่มา: บริการ Google Maps™, 2013)



รูปที่ 47 ลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อมที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเลี้ยวขวา

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความเร็วในการเลี้ยวขวาของทางเชื่อมทั้งสอง และเนื่องจากขนาดตัวอย่าง (Sample Size) ของความเร็วในการเลี้ยวมีค่ามากกว่า 30 จึงเลือกใช้สถิติซี (Z-test Statistic) เพื่อเปรียบเทียบว่าความเร็วในการเลี้ยวขวาของยานพาหนะบนถนนประชาอุทิศและประชาชื่นมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha=0.05$) หรือไม่ว่า ซึ่งกรณีที่ใช้ในการทดสอบมี 2 กรณี ได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น โดยมีสมมติฐานว่างคือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาของยานพาหนะบนถนนทั้งสอง ซึ่งผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.21 และตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

	ถนนประชาอุทิศ	ถนนประชาชื่น
Mean (Kilometer per Hour)	10.51032147	10.02450844
Known Variance	4.393835	6.185886348
Observations	70	89
Hypothesized Mean Difference	0	
z	1.335773663	
P(Z<=z) two-tail	0.181623264	
z Critical two-tail	1.959963985	

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

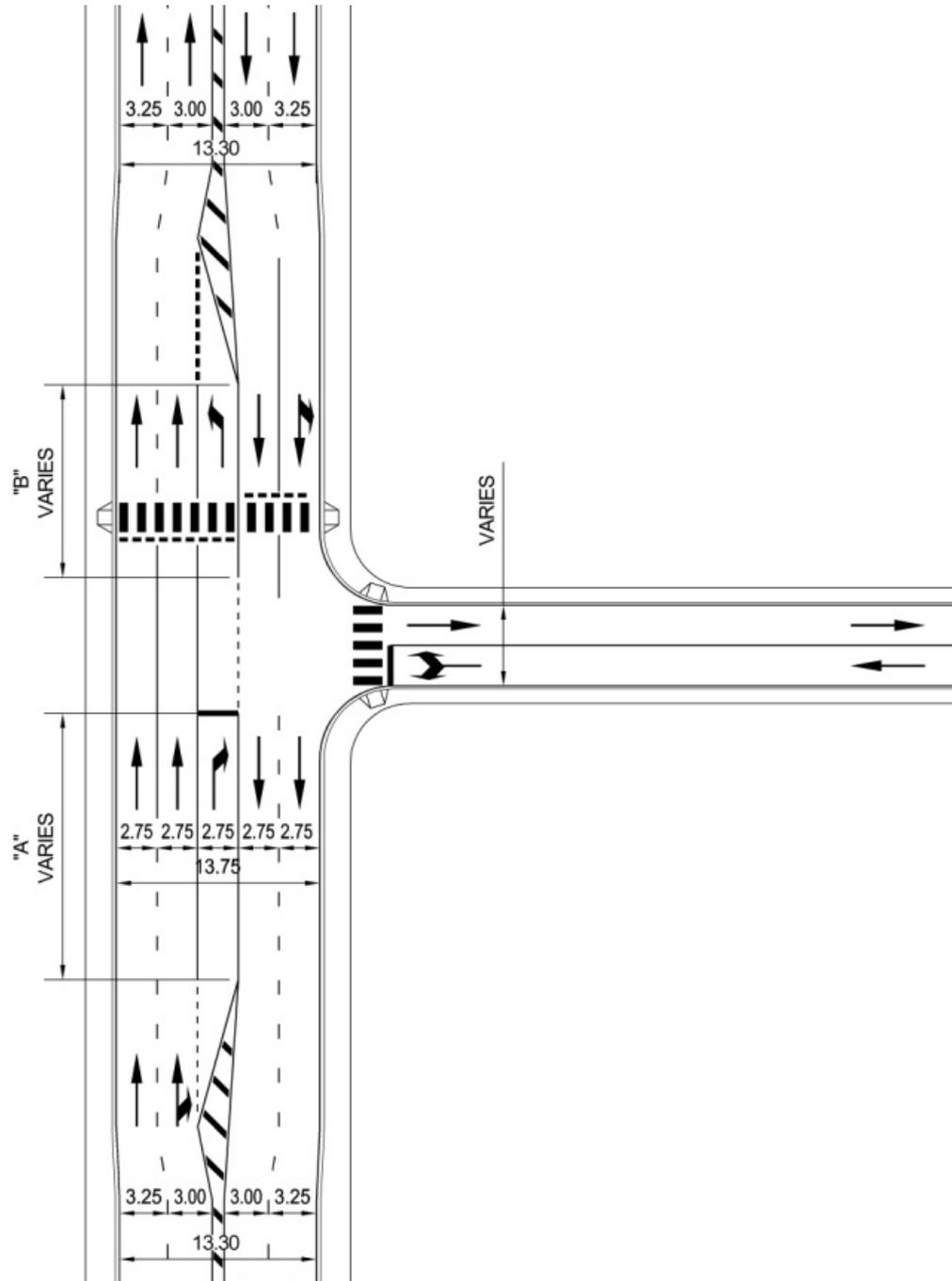
	ถนนประชาอุทิศ	ถนนประชาชื่น
Mean (Kilometer per Hour)	11.52650341	11.03218447
Known Variance	5.631523	6.353366
Observations	88	83
Hypothesized Mean Difference	0	
Z	1.318576975	
P(Z<=z) two-tail	0.187310575	
z Critical two-tail	1.959963985	

จากตารางที่ 4.21 และตารางที่ 4.22 พบว่า p-value ของกรณีทดสอบทั้ง 2 กรณีมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha=0.05$) ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความเร็วในการเลี้ยวขวาของยานพาหนะกรณีมีช่องจราจรรับบนถนนรองจำนวน 1 ช่องจราจร และ 2 ช่องจราจร และข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากทางเชื่อมบริเวณใต้ทางพิเศษเฉลิมมหานครเพื่อใช้ในการปรับแก้ตัวแปรเสริม (Parameter) ของแบบจำลอง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับทางเชื่อมอื่นๆ บนถนนประชาอุทิศ

4.6 ความยาวช่องรอเลี้ยวขวา

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวขวาด้วยผลเบื้องต้น (Preliminary Results) ที่ได้จากแบบจำลอง โดยในขั้นต้นจะกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวขวาให้มีค่ามากพอเพื่อหาความยาวแฉกคอยของรถทิศทางเลี้ยวขวาบถนนหลักในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองที่สามารถรายงานความยาวแฉกคอยได้มากที่สุดเท่ากับความยาวของช่องรอเลี้ยว) และเมื่อได้ความยาวแฉกคอยในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 แล้ว จึงนำความยาวนั้นมาใช้ในการกำหนดความยาวของช่องรอเลี้ยวขวาที่แท้จริง และใช้ในการทำงาน (Run) เพื่อหาผลการวิเคราะห์ต่อไป

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้เพิ่มช่องจราจรรับ (Receiving Lane) บนถนนหลักสำหรับรถที่เลี้ยวขวาออกจากซอยเพื่อใช้เป็นพื้นที่หยุดรอ (Refuge) ในการแทรกตัวเข้าสู่กระแสจราจรหลักอีกด้วย ทั้งนี้ ในการกำหนดความยาวของช่องหยุดรอ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเดียวกับช่องรอเลี้ยวขวา โดยลักษณะทั่วไป ความกว้างของช่องจราจร และความยาวของช่องรอเลี้ยวขวา แสดงในรูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.23 ตามลำดับ



รูปที่ 48 ลักษณะทั่วไปและความกว้างของทางเชื่อมที่มีช่องรอยเลี้ยวขวา

ตารางที่ 4.23 ความยาวของช่องรอลีวขวาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละทางเชื่อม (หน่วย: เมตร)

ทางเชื่อม	ความยาว “A”	ความยาว “B”
ซอยประชาอุทิศ 27	45	30
ซอยประชาอุทิศ 33	60	15
ซอยประชาอุทิศ 45	20*	25
ม.พระจอมเกล้าธนบุรี	20*	10
ซอยประชาอุทิศ 69	40	15
ซอยประชาอุทิศ 75	40	10
ซอยประชาอุทิศ 79	30	35
ซอยประชาอุทิศ 90	80	10

(*หมายเหตุ: เนื่องจากทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และทางเชื่อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีอยู่ห่างกันเพียง 50 เมตร จึงทำให้มีข้อจำกัดในการกำหนดความยาวช่องรอลีวขวาที่เหมาะสม)

4.7 ประสิทธิภาพของทางเชื่อมที่มีช่องรอลีวขวา

หลังจากเพิ่มช่องรอลีวขวาด้วยความยาวที่เหมาะสมและทำการปรับลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลักแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของทางเชื่อมใหม่เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4.24 ถึงตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.24 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 หลังจากมีช่องรอลีวขวา (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	6.46	3.93	7.29	6.65	10.05	11.06
	เลียวขวา	28.13	49.45				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	10.92	12.49	10.93	12.48		
	เลียวขวาย	11.01	12.37				
ซอยประชา อุทิศ 27	เลียวขวาย	14.46	21.67	26.06	26.36		
	เลียวขวา	31.49	28.70				

ตารางที่ 4.25 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 27
หลังจากมีช่องรอเลียขวา

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	7	8	1,373	1,568
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	75	79		
ซอยประชาอุทิศ 27	30	31		

ตารางที่ 4.26 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 หลังจากมีช่องรอเลียขวา
(หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	5.48	3.03	5.76	7.09	7.04	13.61
	เลียขวา	14.39	46.68				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	6.09	14.14	6.27	15.01		
	เลียขซ้าย	8.22	19.26				
ซอยประชา อุทิศ 33	เลียขซ้าย	11.68	38.36	15.04	41.10		
	เลียขวา	15.81	43.24				

ตารางที่ 4.27 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 33
หลังจากมีช่องรอเลียขวา

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	5	0	815	2,079
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	28	106		
ซอยประชาอุทิศ 33	26	40		

ตารางที่ 4.28 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีหลังจากมีช่องรอเลียขวา (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	21.05	6.52	21.42	7.09	20.80	17.95
	เลียซ้าย	40.15	16.54				
	เลียขวา	13.84	15.56				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	8.55	20.55	14.94	23.44		
	เลียซ้าย	6.46	30.60				
	เลียขวา	39.63	26.63				
ซอย ประชาอุทิศ 45	เลียซ้าย	11.92	13.17	26.07	26.64		
	เข้ามจร.	52.18	24.72				
	เลียขวา	22.38	34.54				
มจร.	เลียซ้าย	25.91	9.82	26.75	13.46		
	เลียขวา	31.89	18.7				
	เข้าซอย	28.59	20.54				

ตารางที่ 4.29 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลังจากมีช่องรอเลียขวา

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	171	24	6,733	3,815
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	51	88		
ซอยประชาอุทิศ 45	56	27		
มจร.	46	19		

ตารางที่ 4.30 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 หลังจากมีช่องรอเลียวขาว
(หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	4.62	2.52	7.45	6.01	9.79	11.92
	เลียวขาว	27.43	30.20				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	8.71	12.45	9.78	13.51		
	เลียวซ้าย	14.82	18.79				
ซอยประชา อุทิศ 69	เลียวซ้าย	16.51	18.37	19.15	22.77		
	เลียวขาว	21.59	25.83				

ตารางที่ 4.31 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 69
หลังจากมีช่องรอเลียวขาว

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	0	0	1,792	2,322
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	39	72		
ซอยประชาอุทิศ 69	42	48		

ตารางที่ 4.32 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 หลังจากมีช่องรอเลียวขาว (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	3.45	2.47	4.49	4.93	4.95	8.01
	เลียวขาว	24.25	30.32				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	2.52	9.23	2.73	9.91		
	เลียวซ้าย	4.77	13.51				
ซอยประชา อุทิศ 75	เลียวซ้าย	8.97	10.53	14.45	14.42		
	เลียวขาว	17.40	18.64				

ตารางที่ 4.33 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 หลังจากมีช่องรอเลียวขาว

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	0	0	587	934
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	7	41		
ซอยประชาอุทิศ 75	21	19		

ตารางที่ 4.34 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 หลังจากมีช่องรอเลียวขาว
(หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	11.56	4.34	11.70	5.29	11.88	14.55
	เลียวขาว	14.19	13.59				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	11.05	17.98	11.08	19.08		
	เลียวซ้าย	11.38	25.35				
ซอยประชา อุทิศ 79	เลียวซ้าย	13.00	30.66	17.76	33.61		
	เลียวขาว	20.28	36.27				

ตารางที่ 4.35 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 79
หลังจากมีช่องรอเลียวขาว

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	5	0	1,464	2,946
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	35	101		
ซอยประชาอุทิศ 79	37	90		

ตารางที่ 4.36 ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 หลังจากมีช่องรอเลียวขวา (หน่วย: วินาทีต่อคัน)

ถนน	ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละทิศทาง		ความล่าช้าเฉลี่ย แต่ละขา		ความล่าช้าเฉลี่ย ทั้งทางแยก	
		เข้า	เย็น	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	ตรง	24.18	39.94	28.62	41.74	25.73	28.79
	เลียวซ้าย	44.44	44.52				
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	ตรง	1.07	4.80	7.59	17.54		
	เลียวขวา	19.09	53.51				
ซอยประชา อุทิศ 90	เลียวซ้าย	41.18	6.98	38.52	24.73		
	เลียวขวา	25.21	36.83				

ตารางที่ 4.37 ความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางและจำนวนครั้งการหยุดของทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 หลังจากมีช่องรอเลียวขวา

ถนน	ความยาวแถวคอย (หน่วย: เมตร)		จำนวนครั้งการหยุด (หน่วย: ครั้งต่อชั่วโมง)	
	เข้า	เย็น	เข้า	เย็น
ประชาอุทิศ (เข้าเมือง)	120	155	4,065	4,235
ประชาอุทิศ (ออกเมือง)	0	0		
ซอยประชาอุทิศ 90	113	67		

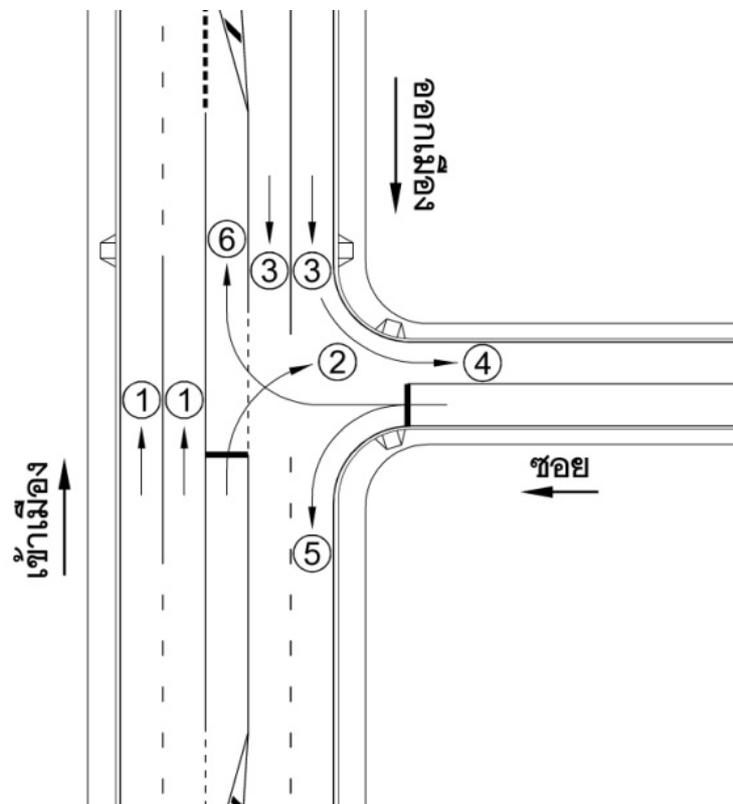
4.8 การทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ (t-Statistic) ในการทดสอบผลของการปรับปรุงระบบว่ามีความแตกต่างกับสภาพปัจจุบันในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha=0.05$) หรือไม่ ซึ่งกรณีที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด มีทั้งสิ้น 14 กรณี ได้แก่ ทางเชื่อมจำนวน 7 จุด แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเร่งด่วนเย็น (หมายเลขของทิศทางเคลื่อนตัวต่างๆ สามารถดูรูปที่ 4.9 ประกอบ)

นอกเหนือจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ได้กล่าวในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการทดสอบอัตราการไหลของยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยกทั้งก่อนและหลังมีช่องรอเลียว เนื่องจากมีการปรับลดความกว้างของช่องจราจรจาก 3.00 ถึง 3.25 เมตร เหลือ 2.75 เมตรในช่วงถนนที่เป็นช่องรอเลียวในแบบจำลอง ซึ่งเป็นผลมาจากข้อจำกัดด้านเขตทางของถนนประชาอุทิศ จึงจำเป็นต้องมีการปรับลดความกว้างของ

ช่องจราจรหากมีการก่อสร้างช่องรถเดี่ยว เพื่อลดผลกระทบต่อพื้นที่ทางเท้าและพื้นที่สาธารณะบริเวณข้างทางให้น้อยที่สุด ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.38

การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางแยก (ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว, ความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละขา, ความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยก, ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งการหยุด) และค่า p -value แสดงในตารางที่ 4.39 ถึงตารางที่ 4.43 (หาก p -value มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าประสิทธิภาพของทางแยกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) และผลการทดสอบสามารถสรุปได้ในตารางที่ 4.44



รูปที่ 4.9 สัญลักษณ์และหมายเลขของทิศทางการเคลื่อนตัวต่างๆ

ตารางที่ 4.38 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้ในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวจากการบิน (หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อมประตูทางทิศ		การเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้ในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (หน่วย: ร้อยละ)													
		เข้าเมือง ก่อนทางเชื่อม (1)+(2)		เข้าเมือง หลังทางเชื่อม (1)+(6)		ออกเมือง ก่อนทางเชื่อม		ออกเมือง หลังทางเชื่อม (3)+(5)		ชอย ก่อนทางเชื่อม (5)+(6)		ชอย หลังทางเชื่อม (2)+(4)		รวม (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)	
		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-0.03	0.9803	+0.07	0.9449	-0.05	0.9568	-0.03	0.9806	-0.31	0.8923	-0.03	0.9886	-0.06	0.9110
	เย็น	-0.01	0.9974	+0.01	0.9941	0.00	0.9958	-0.15	0.8831	-0.30	0.7088	-0.21	0.9326	-0.02	0.9793
33	เข้า	-0.01	0.9894	-0.04	0.9721	+0.01	0.9930	+0.14	0.9306	0.00	1.0000	+0.05	0.9846	0.00	0.9979
	เย็น	+0.02	0.9901	+0.27	0.8410	-0.14	0.8954	-1.23	0.1074	0.00	1.0000	-1.84	0.4025	-0.07	0.8991
45	เข้า	-0.43	0.5068	+0.65	0.2975	+0.02	0.9863	+0.05	0.9624	0.00	1.0000	-4.29	0.2910	-0.27	0.5768
	เย็น	-0.59	0.6705	-0.04	0.9705	+0.13	0.8374	+0.35	0.4844	+0.35	0.9404	+0.08	0.9595	-0.12	0.8046
มจธ.	เข้า	+0.52	0.5435	-0.43	0.5068	+0.05	0.9624	+0.03	0.9646	+0.02	0.9938	0.00	1.0000	+0.34	0.4634
	เย็น	-0.08	0.9520	-0.59	0.6705	+0.35	0.4844	+0.18	0.7620	0.00	1.0000	+0.78	0.6672	+0.17	0.7829
69	เข้า	+0.01	0.9910	0.00	0.9927	-0.02	0.9815	+0.01	0.9904	+0.03	0.9839	-0.09	0.9618	0.00	0.9967
	เย็น	+0.01	0.6970	-0.04	0.9130	-0.04	0.9531	+0.12	0.8971	+0.04	0.9779	-0.36	0.8043	-0.01	0.9776
75	เข้า	+0.03	0.9886	-0.07	0.9250	-0.03	0.9855	-0.03	0.9862	0.00	1.0000	-0.41	0.8592	+0.01	0.9949
	เย็น	-0.01	0.9964	+0.08	0.9440	+0.01	0.9927	-0.05	0.9644	0.00	1.0000	+0.17	0.9387	0.00	0.9976
79	เข้า	-0.02	0.9867	+0.03	0.9760	+0.02	0.9884	-0.08	0.9491	0.00	1.0000	-0.10	0.9650	0.00	0.9982
	เย็น	+0.01	0.9933	+0.07	0.9505	+0.02	0.9650	+0.09	0.9237	0.00	1.0000	-0.02	0.9940	+0.01	0.9845
90	เข้า	-0.02	0.9927	+0.37	0.6923	+0.02	0.9902	+0.10	0.9393	+0.02	0.9897	-0.37	0.8693	+0.01	0.9932
	เย็น	-0.38	0.7603	+0.15	0.8942	+0.11	0.8957	+1.05	0.4987	+1.62	0.4380	-0.80	0.5502	+0.18	0.7705

ตารางที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวจากการบินช่องทางเดี่ยวขวา (หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อมประตูขาผู้โดยสาร		การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (หน่วย: ร้อยละ)											
		เข้าเมือง ตรง (1)		เข้าเมือง เดี่ยวขวา (2)		ออกเมือง ตรง (3)		ออกเมือง เดี่ยวซ้าย (4)		ขอยเดี่ยวซ้าย (5)		ขอยเดี่ยวขวา (6)	
		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-35.34	0.0000	-19.49	0.0002	+10.19	0.0181	+8.05	0.3517	+10.21	0.0695	+103.03	0.0000
	เย็น	-48.08	0.0000	+16.03	0.0203	-7.21	0.0261	+0.24	0.9515	-26.39	0.0063	-22.05	0.0016
33	เข้า	-29.83	0.0000	-30.45	0.0000	+7.22	0.2439	-31.39	0.0000	-21.03	0.0012	+4.70	0.1882
	เย็น	-54.16	0.0000	-1.64	0.8567	+31.41	0.0000	+29.52	0.0000	+2.87	0.7979	+8.56	0.4646
45	เข้า	-19.50	0.0181	-32.78	0.4384	-24.93	0.0539	-10.03	0.5008	-33.03	0.0258	+7.24	0.5392
	เย็น	-25.91	0.0000	-24.79	0.0035	-2.24	0.7914	+11.92	0.1268	+8.04	0.6212	+33.05	0.0024
69	เข้า	-59.62	0.0000	-43.73	0.0000	+13.12	0.0012	+11.60	0.0007	-21.49	0.0083	-18.99	0.0018
	เย็น	-71.49	0.0000	-51.59	0.0000	+23.27	0.0000	+22.41	0.0000	-4.22	0.4407	+12.65	0.0467
75	เข้า	-43.99	0.0000	-31.19	0.0058	+9.09	0.0331	-3.44	0.5762	+3.10	0.7558	+16.47	0.0207
	เย็น	-40.34	0.0000	-0.98	0.8562	+17.73	0.0001	+4.57	0.2518	-7.55	0.4146	-3.22	0.6221
79	เข้า	-12.95	0.0001	-28.62	0.0000	+3.46	0.1455	+9.32	0.0149	-4.90	0.4301	+11.80	0.0344
	เย็น	-29.89	0.0000	-11.64	0.0107	+10.51	0.0600	-7.62	0.1603	+96.92	0.0006	+67.45	0.0023
90	เข้า	-53.88	0.0000	+26.76	0.0007	-20.75	0.1371	-3.93	0.8289	-12.90	0.3285	-19.35	0.0583
	เย็น	-55.92	0.0000	+4.04	0.6011	-2.30	0.8577	+1.88	0.8889	+3.87	0.4493	-18.01	0.0164

ตารางที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละขาจากการเพิ่มช่องรอเดี่ยวขวา
(หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อม ประชาอุทิศ		การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละขา (หน่วย: ร้อยละ)					
		เข้าเมือง		ออกเมือง		ชอย	
		ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-33.39	0.0000	+9.98	0.0327	+76.72	0.0000
	เย็น	-31.17	0.0000	-6.59	0.0000	-23.29	0.0000
33	เข้า	-29.88	0.0000	+0.82	0.8866	-0.04	0.9923
	เย็น	-31.88	0.0001	+31.88	0.0000	+6.16	0.5864
45	เข้า	-19.19	0.0211	-16.46	0.0932	+2.51	0.8364
	เย็น	-24.11	0.0000	+0.23	0.9764	+20.19	0.0496
69	เข้า	-53.64	0.0000	+12.71	0.0001	-20.05	0.0037
	เย็น	-61.45	0.0000	+23.07	0.0000	+6.44	0.2625
75	เข้า	-41.04	0.0000	+6.79	0.0679	+13.27	0.0713
	เย็น	-23.93	0.0001	+14.61	0.0002	-4.91	0.4769
79	เข้า	-14.14	0.0000	+4.01	0.0935	+7.04	0.1942
	เย็น	-25.84	0.0000	+6.36	0.2294	+79.03	0.0012
90	เข้า	+9.54	0.1227	-15.73	0.2935	-13.65	0.2743
	เย็น	-18.40	0.0248	-0.59	0.9638	-15.98	0.0237

ตารางที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงของความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยกจากการเพิ่มช่องรอเดี่ยวขวา
(หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อมประชาอุทิศ		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-7.02	0.0723
	เย็น	-16.98	0.0000
33	เข้า	-15.60	0.0000
	เย็น	+6.99	0.1531
45	เข้า	-17.98	0.0255
	เย็น	-3.70	0.5754
69	เข้า	-30.24	0.0000
	เย็น	-15.91	0.0032
75	เข้า	-23.26	0.0001
	เย็น	-1.45	0.6810
79	เข้า	-6.41	0.0014
	เย็น	+10.07	0.0892
90	เข้า	-12.62	0.2574
	เย็น	-8.18	0.3976

ตารางที่ 4.42 การเปลี่ยนแปลงของความยาวแถวคอกจากการเพิ่มช่องรอเลี้ยงขัว (หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อม ประชากรุทิศ		การเปลี่ยนแปลงความยาวแถวคอก (หน่วย: ร้อยละ)					
		เข้าเมือง		ออกเมือง		ชอย	
		ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-98.45	0.0000	+24.25	0.1271	+6.43	0.5335
	เย็น	-98.99	0.0000	-6.61	0.5350	-23.51	0.0489
33	เข้า	-97.39	0.0000	-16.47	0.2272	-15.76	0.1573
	เย็น	-100.00	0.0000	+72.03	0.0026	-2.18	0.8303
45	เข้า	-91.52	0.0000	+1.18	0.9615	-7.40	0.7328
	เย็น	-100.00	0.0000	-12.84	0.3434	+17.47	0.3376
69	เข้า	-100.00	0.0000	+44.94	0.0476	-11.55	0.4108
	เย็น	-100.00	0.0000	+67.68	0.0001	+1.69	0.8777
75	เข้า	-100.00	0.0000	+8.77	0.7589	+12.77	0.2937
	เย็น	-100.00	0.0000	+15.64	0.2729	-6.57	0.6302
79	เข้า	-90.95	0.0000	+27.68	0.1789	+12.01	0.2684
	เย็น	-100.00	0.0000	+24.17	0.0582	+90.47	0.0017
90	เข้า	-100.00	0.0000	+12.88	0.3682	-14.39	0.3113
	เย็น	-100.00	0.0000	+6.88	0.6166	-9.26	0.4093

ตารางที่ 4.43 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนครั้งการหยุดจากการเพิ่มช่องรอยเลี้ยวขวา (หน่วย: ร้อยละ)

ทางเชื่อมประชาอุทิศ		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
27	เข้า	-14.56	0.0017
	เย็น	-25.13	0.0000
33	เข้า	-37.85	0.0000
	เย็น	-1.24	0.8604
45	เข้า	-16.01	0.0124
	เย็น	-11.10	0.0758
69	เข้า	-40.73	0.0000
	เย็น	-22.16	0.0006
75	เข้า	-29.08	0.0001
	เย็น	-11.57	0.0250
79	เข้า	-25.16	0.0000
	เย็น	-2.01	0.7471
90	เข้า	-11.39	0.2157
	เย็น	-2.80	0.3161

ตารางที่ 4.44 สรุปผลการทดสอบทางสถิติของประสิทธิภาพทางเชื่อมจากการเพิ่มช่องรอเดี่ยวขวา
(พิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญ)

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ		การเปลี่ยนแปลง	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	จำนวนกรณี
อัตราการไหล	เข้าเมือง ก่อนแยก (1) + (2)	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	-	ทุกกรณี
	เข้าเมือง หลังแยก (1) + (6)			
	ออกเมือง ก่อนแยก (3) + (4)			
	ออกเมือง หลังแยก (3) + (5)			
	ซอย ก่อนแยก (5) + (6)			
	ซอย หลังแยก (2) + (4)			
ความล่าช้าแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว	เข้าเมือง ตรง (1)	ลดลง	13- 71	ทุกกรณี
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา (2)	เพิ่มขึ้น	16- 27	2 ใน 14
		ลดลง	12- 52	8 ใน 14
	ออกเมือง ตรง (3)	เพิ่มขึ้น	9- 31	6 ใน 14
		ลดลง	7	1 ใน 14
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย (4)	เพิ่มขึ้น	9- 30	4 ใน 14
	ลดลง	31	1 ใน 14	
ซอย เลี้ยวซ้าย (5)	เพิ่มขึ้น	97	1 ใน 14	
	ลดลง	21- 33	4 ใน 14	
ซอย เลี้ยวขวา (6)	เพิ่มขึ้น	12- 103	6 ใน 14	
	ลดลง	18- 22	3 ใน 14	
ความล่าช้าแต่ละขา	เข้าเมือง (มีช่องรอเดี่ยว)	ลดลง	14- 61	13 ใน 14
	ออกเมือง	เพิ่มขึ้น	10- 32	5 ใน 14
		ลดลง	7	1 ใน 14
ซอย	เพิ่มขึ้น	20- 79	3 ใน 14	
	ลดลง	16- 23	3 ใน 14	
ความล่าช้าที่ทางแยก		ลดลง	6- 34	7 ใน 14
ความยาวแถวคอย	เข้าเมือง (มีช่องรอเดี่ยว)	ลดลง	91- 100	ทุกกรณี
	ออกเมือง	เพิ่มขึ้น	45- 72	3 ใน 14
	ซอย	เพิ่มขึ้น	90	1 ใน 14
ลดลง		23	1 ใน 14	
จำนวนครั้งการหยุด		ลดลง	12- 41	9 ใน 14

จากตารางที่ 4.39 ถึงตารางที่ 4.44 พบว่า ช่องรอลีี้ยวขวาสามารถลดความล่าช้าในทิศทางเข้าเมือง (ทิศทางที่มีช่องรอลีี้ยวขวา) ได้ทุกกรณี โดยไม่ขึ้นกับปริมาณจราจรในทิศทางอื่นๆ ในขณะที่ความล่าช้าและความยาวแถวคอยของทิศทางตรงข้าม (Opposing Approach) และทิศทางรอง (Minor Approach) ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกรณีที่ปริมาณจราจรทิศทางตรงข้าม (Opposing Volume) และปริมาณจราจรลีี้ยวขวา (Right Turn Volume) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

และหากพิจารณาภาพรวม พบว่า การใช้ช่องจราจรรอลีี้ยวขวา สามารถลดความล่าช้าที่ทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญเป็นส่วนใหญ่ โดยช่องจราจรรอลีี้ยวขวามีประสิทธิภาพในการลดความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยกได้มากขึ้นในกรณีที่ปริมาณจราจรลีี้ยวขวามีค่ามาก และปริมาณจราจรทิศทางตรงข้ามมีค่าน้อย

4.9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของช่องรอลีี้ยวขวากรณีปริมาณจราจรมีการเปลี่ยนแปลง

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของช่องรอลีี้ยวขวาในกรณีที่มีปริมาณจราจรลีี้ยวขวา (Right-Turn Volume) และปริมาณจราจรทิศทางตรงข้าม (Opposing Volume) ต่างกัน โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น กรณีที่มีปริมาณจราจรลีี้ยวขวาเป็นร้อยละ 5 10 15 และ 20 ของปริมาณจราจรในขานั้น และ กรณีปริมาณจราจรทิศทางตรงข้ามเท่ากับ 500 1,000 1,500 2,000 และ 2,500 คันต่อชั่วโมง รวมกรณีทดสอบทั้งหมดเท่ากับ $4 \times 5 = 20$ กรณี

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาความล่าช้าของแต่ละขา (Approach Delay) และความล่าช้าของทางแยก (Intersection Delay) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเป็นหลัก เนื่องจากความล่าช้าเป็นตัวชี้วัดที่นิยมใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการจัดการทางแยกมากที่สุด และนอกจากนี้ เหตุอันควรในการติดตั้งช่องรอลีี้ยวที่ทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร (Left-Turn Accommodations at Unsignalized Intersections) ที่พัฒนาโดย National Cooperative Highway Research Program ประเทศสหรัฐอเมริกา [11] ก็ใช้ความล่าช้าเป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์เช่นกัน โดยปริมาณจราจรแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวสำหรับแต่ละกรณีที่ใช้ในการวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 ปริมาณจราจรแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัวในแต่ละกรณีทดสอบ (หน่วย: คันต่อชั่วโมง)

ปริมาณจราจร ทิศทางตรงข้าม	ปริมาณจราจร ในแต่ละทิศทาง การเคลื่อนตัว	ร้อยละของปริมาณจราจรเลี้ยวขวา			
		5	10	15	20
500	เข้าเมือง ตรง	2,320	2,198	2,076	1,954
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	122	244	366	488
	ออกเมือง ตรง	444	444	444	444
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	56	56	56	56
1,000	เข้าเมือง ตรง	2,320	2,198	2,076	1,954
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	122	244	366	488
	ออกเมือง ตรง	888	888	888	888
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	112	112	112	112
1,500	เข้าเมือง ตรง	2,320	2,198	2,076	1,954
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	122	244	366	488
	ออกเมือง ตรง	1,332	1,332	1,332	1,332
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	168	168	168	168
2,000	เข้าเมือง ตรง	2,320	2,198	2,076	1,954
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	122	244	366	488
	ออกเมือง ตรง	1,776	1,776	1,776	1,776
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	224	224	224	224
2,500	เข้าเมือง ตรง	2,320	2,198	2,076	1,954
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	122	244	366	488
	ออกเมือง ตรง	2,220	2,220	2,220	2,220
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	280	280	280	280

(*หมายเหตุ: ปริมาณจราจรในซอยทิศทางเลี้ยวซ้าย เท่ากับ 101 คันต่อชั่วโมง และทิศทางเลี้ยวขวา เท่ากับ 216 คันต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าคงที่ในทุกกรณี)

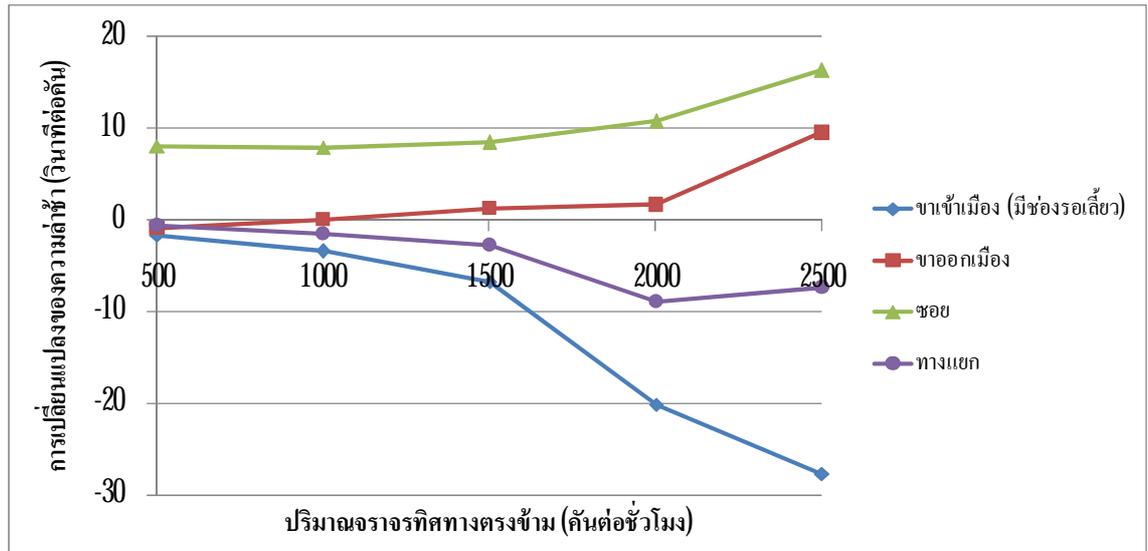
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพก่อนและหลังมีช่องรองเลี้ยวขวาสำหรับแต่ละกรณี มีขั้นตอนและวิธีการ เหมือนกับการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 4.2 ถึง หัวข้อที่ 4.5 โดยผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจรและแผนภูมิแสดงความล่าช้าที่ลดลง (Delay Reduction) ในแต่ละกรณี แสดงในตารางที่ 4.46 และตารางที่ 4.47 และรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.46 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจรในแต่ละกรณี (ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละขา)

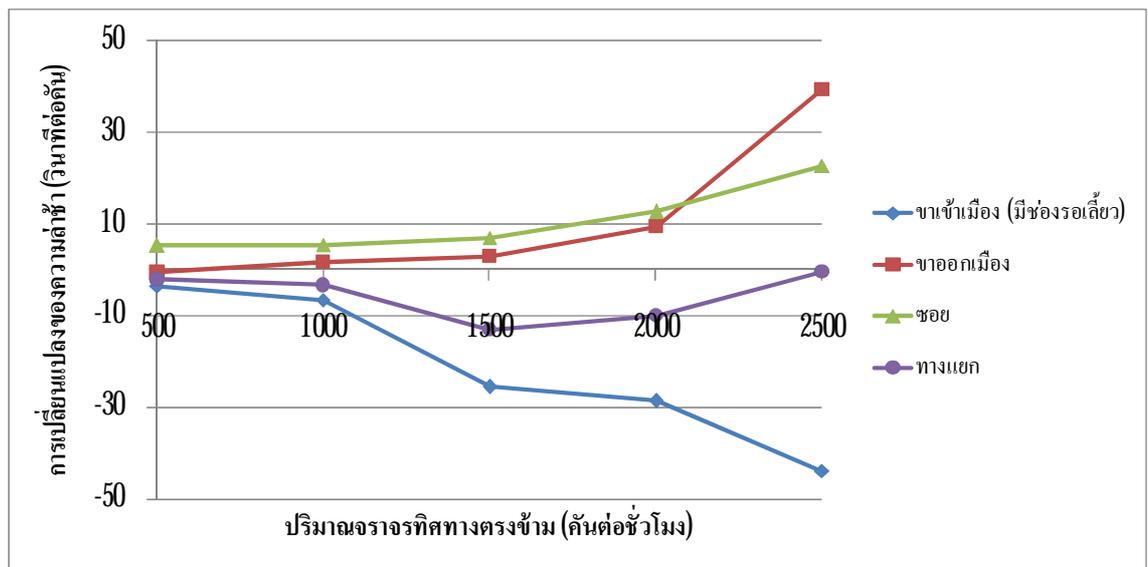
ปริมาณจราจร ทิศทางตรงข้าม (ต้นต่อหัวโมง)	ขา	ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละขา (วินาทีต่อคัน)																	
		ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 5			ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 10			ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 15			ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 20								
		ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง						
500	เข้าเมือง	8.3	6.65	-19.88	10.18	6.73	-33.89	12.16	7.73	-36.43	24.94	10.58	-57.58						
	ออกเมือง	2.25	1.35	-40.00	3.6	3.02	-16.11	5.37	6.28	+16.95	15.42	23.07	+49.61						
	ชอย	6.1	14.18	+132.46	5.91	11.16	+88.83	5.78	10.67	+84.60	5.45	8.77	+60.92						
1,000	เข้าเมือง	10.39	6.98	-32.82	13.93	7.36	-47.16	23.01	8.82	-61.67	77.33	14.73	-80.95						
	ออกเมือง	4.39	4.39	+0.00	6.63	8.4	+26.70	10.92	12.92	+18.32	27.55	43.48	+57.82						
	ชอย	7.97	15.89	+99.37	7.76	13.28	+71.13	7.42	12.35	+66.44	7.79	12.72	+63.29						
1,500	เข้าเมือง	13.66	6.9	-49.49	33.8	8.2	-75.74	52.5	11.36	-78.36	154.13	28.73	-81.36						
	ออกเมือง	7.37	8.68	+17.77	12.06	15.05	+24.79	17.69	27.47	+55.29	37.88	97.54	+157.50						
	ชอย	10.55	19.01	+80.19	10.8	17.72	+64.07	10.23	18.43	+80.16	13.52	22.37	+65.46						
2,000	เข้าเมือง	27.73	7.53	-72.85	38.8	10.2	-73.71	158.08	15.89	-89.95	205.11	40.9	-80.06						
	ออกเมือง	11.36	13.01	+14.52	17.63	27.03	+53.32	22.65	48.22	+112.89	46.23	137.05	+196.45						
	ชอย	15.74	26.51	+68.42	15.75	28.43	+80.51	15.78	33.9	+114.83	21.93	34.01	+55.08						
2,500	เข้าเมือง	35.84	8.11	-77.37	58.39	14.41	-75.32	224.56	27.81	-87.62	252.23	53.56	-78.77						
	ออกเมือง	16.7	26.22	+57.01	23.84	63.21	+165.14	32.6	86.73	+166.04	67.68	151.02	+123.14						
	ชอย	23.85	40.15	+68.34	25.45	48.15	+89.19	28.47	50.47	+77.27	29.88	39.38	+31.79						

ตารางที่ 4.47 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อปริมาณจราจรในแต่ละกรณี (ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยก)

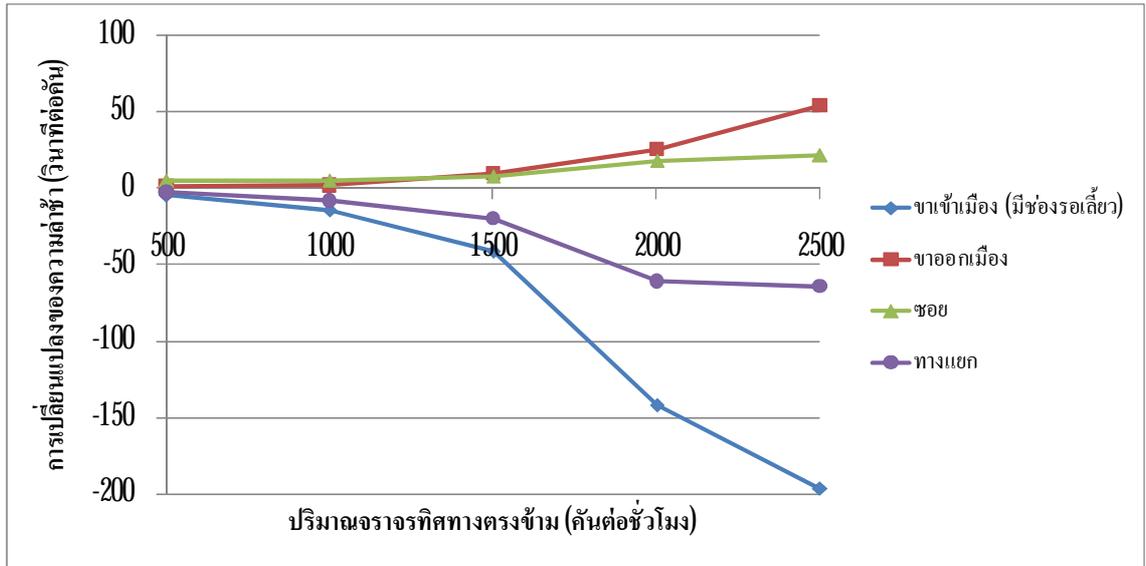
ปริมาณจราจร ทิศทางตรงข้าม (คันต่อชั่วโมง)	ความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยก (วินาทีต่อคัน)															
	ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 5				ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 10				ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 15				ปริมาณจราจรเฉลี่ยขาจรระยะ 20			
	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	ก่อน	หลัง	ร้อยละความ แตกต่าง	
500	7.16	6.57	-8.24	8.75	6.59	-24.69	10.5	7.79	-25.81	21.58	12.32	-42.91				
1,000	8.59	7.04	-18.04	11.47	8.13	-29.12	18.48	10.21	-44.75	58.22	22.21	-61.85				
1500	11.21	8.43	-24.80	24.43	11.32	-53.66	37.09	17.56	-52.66	102.72	52.49	-48.90				
2,000	20.05	11.1	-44.64	28.37	18.48	-34.86	91.68	30.68	-66.54	126.14	80.85	-35.90				
2500	26.02	18.65	-28.32	39.98	39.64	-0.85	121.49	57.18	-52.93	151.1	99.03	-34.46				



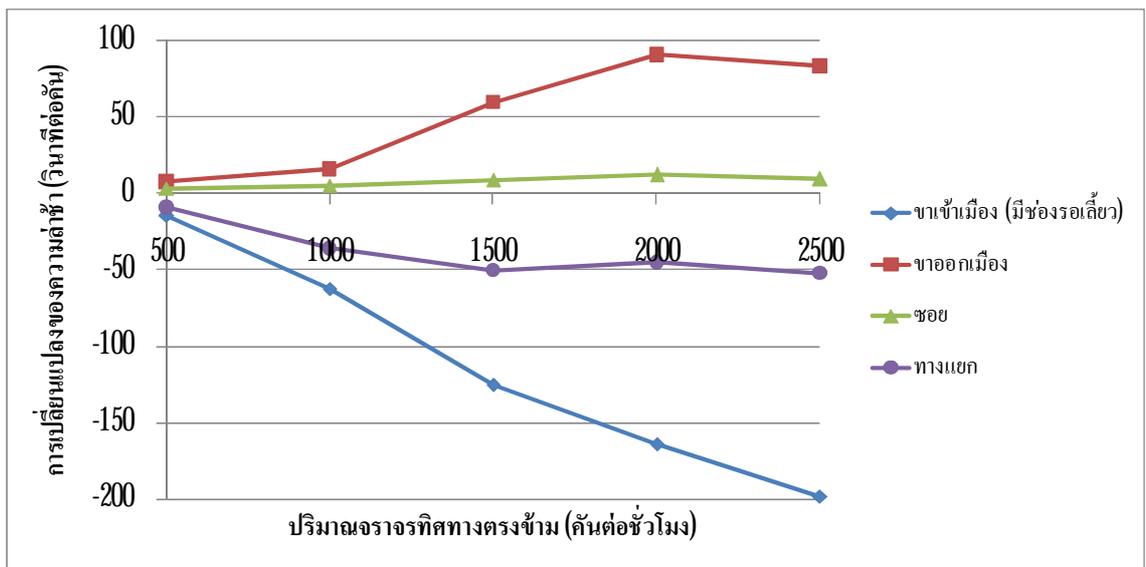
รูปที่ 410 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณการเกษตรเล็กขวาร้อยละ 5



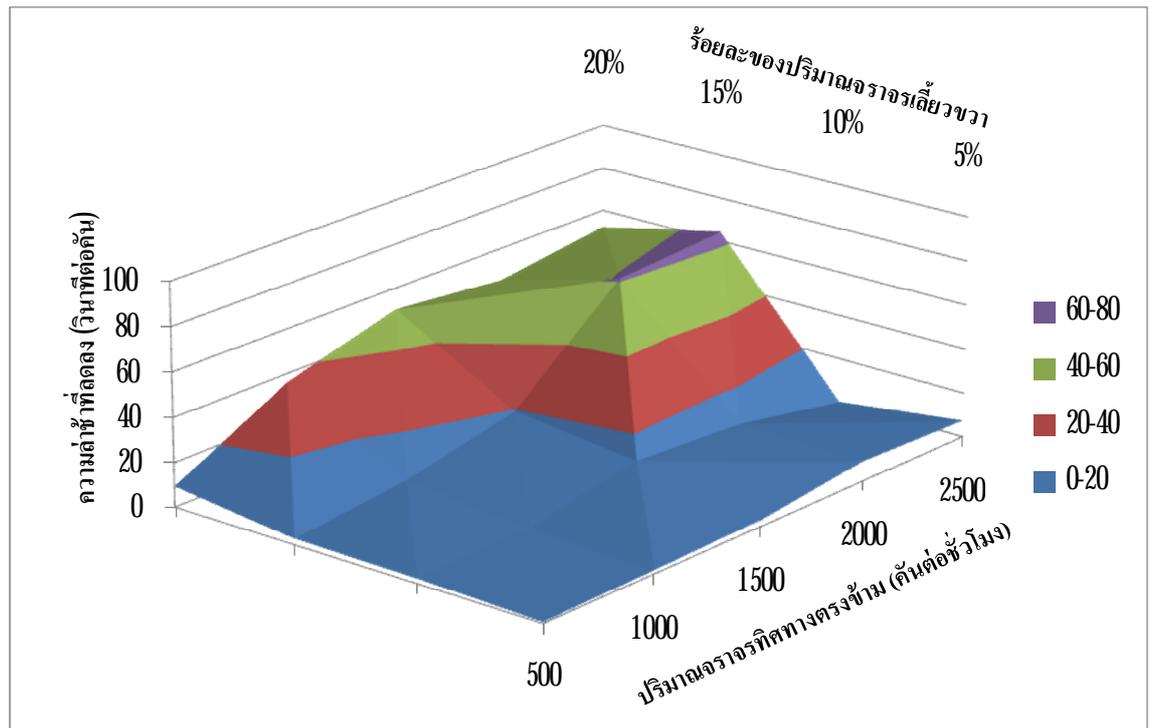
รูปที่ 411 การเปลี่ยนแปลงความล่าช้าสำหรับกรณีปริมาณการเกษตรเล็กขวาร้อยละ 10



รูปที่ 412 การเปลี่ยนแปลงมูลค่าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเดี่ยวขวาร้อยละ 15



รูปที่ 413 การเปลี่ยนแปลงมูลค่าสำหรับกรณีปริมาณจราจรเดี่ยวขวาร้อยละ 20



รูปที่ 414 ความล่าช้าที่ลดลงสำหรับทางแยกในทุกกรณี

4.10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร

4.10.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจร

ผู้วิจัยได้เลือกทางเชื่อมจำนวน 2 ทางเชื่อม คือ ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นทางเชื่อมที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด (6,004 คันต่อชั่วโมง) และทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นทางเชื่อมที่มีปริมาณจราจรน้อยที่สุด (3,494 คันต่อชั่วโมง) ในการทดลองติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกระหว่างการใช้ช่องรอเลี้ยวขวาเพียงอย่างเดียวและการใช้สัญญาณไฟจราจรร่วมกับช่องรอเลี้ยวขวา

โดยเฟสและรอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า แสดงในรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16 ตามลำดับ โดยได้ความยาวรอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมเท่ากับ 120 วินาที สำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และ 65 วินาที สำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอยเลื่อนยาวและสัญญาณไฟจราจร แสดงในตารางที่ 4.48 และ ตารางที่ 4.49

16 วินาที	3	2	94 วินาที	3	2
	Y	A R		Y	A R
				Y	A R
120 วินาที					

รูปที่ 4.15 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

16 วินาที	3	2	39 วินาที	3	2
	Y	A R		Y	A R
				Y	A R
65 วินาที					

รูปที่ 4.16 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตารางที่ 4.48 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอเลียขวา และสัญญาณไฟจราจร ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ		ช่องรอเลียขวา	สัญญาณไฟจราจร	p-value
ความล่าช้าแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง ตรง	11.56	13.28	0.0001
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	14.19	19.88	0.0000
	ออกเมือง ตรง	11.05	10.68	0.1455
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	11.38	10.41	0.0149
	ชอย เลี้ยวซ้าย	13.00	13.67	0.4301
	ชอย เลี้ยวขวา	20.28	18.14	0.0344
ความล่าช้าแต่ละขา (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขว)	11.70	13.62	0.0000
	ออกเมือง	11.08	10.65	0.0935
	ชอย	17.76	16.59	0.1942
ความล่าช้าที่ทางแยก (วินาทีต่อคัน)		11.88	12.70	0.0014
ความยาวแถวคอย (เมตร)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขว)	14	50	0.0000
	ออกเมือง	35	27	0.1789
	ชอย	37	33	0.2684
จำนวนครั้งการหยุด (ครั้งต่อชั่วโมง)		1,464	1,957	0.0000

(*หมายเหตุ: p-value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ)

ตารางที่ 4.49 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอเลียขวา และสัญญาณไฟจราจร ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ		ช่องรอเลียขวา	สัญญาณไฟจราจร	p-value
ความล่าช้าแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง ตรง	3.45	17.57	0.0000
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	24.25	37.62	0.0002
	ออกเมือง ตรง	2.52	9.31	0.0000
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	4.77	12.01	0.0000
	ชอย เลี้ยวซ้าย	8.97	27.42	0.0000
	ชอย เลี้ยวขวา	17.4	26.94	0.0000
ความล่าช้าแต่ละขา (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขวา)	4.49	18.57	0.0000
	ออกเมือง	2.73	9.57	0.0000
	ชอย	14.45	27.11	0.0000
ความล่าช้าที่ทางแยก (วินาทีต่อคัน)		4.95	16.45	0.0000
ความยาวแถวคอย (เมตร)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขวา)	20	91	0.0000
	ออกเมือง	6	36	0.0000
	ชอย	21	35	0.0000
จำนวนครั้งการหยุด (ครั้งต่อชั่วโมง)		587	2,384	0.0000

(*หมายเหตุ: p-value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.0500 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ)

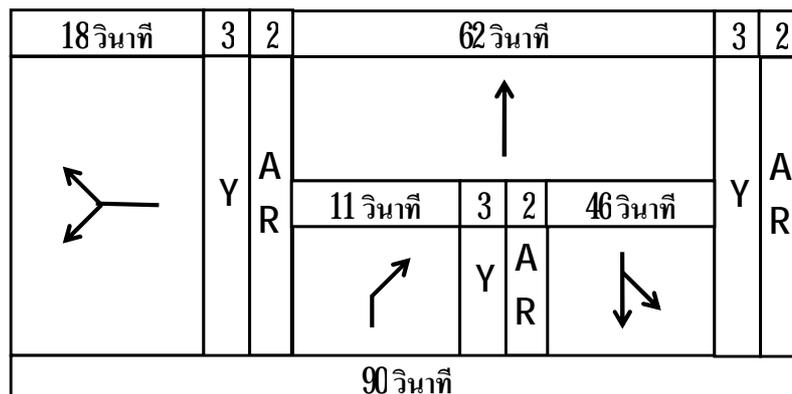
จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมในตารางที่ 4.48 และ ตารางที่ 4.49 พบว่า กรณีที่มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกไม่มากนัก (ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) การใช้ช่องจราจรรอเลียขวาจะให้ประสิทธิภาพเชิงดำเนินงาน (Operational Performance) ดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจรในทุกๆด้าน ไม่ว่าจะเป็น ความล่าช้าแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว ความล่าช้าแต่ละขา ความล่าช้าที่ทางแยก ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งการหยุด ส่วนในกรณีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกมีค่ามากขึ้น (ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) พบว่า การใช้ช่องจราจรรอเลียขวายังสามารถให้ประสิทธิภาพเชิงดำเนินงานดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจรในเกือบทุกด้าน มีเพียงบางตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่การใช้สัญญาณไฟจราจรให้ผลดีกว่า ได้แก่ ความล่าช้าเฉลี่ยในทิศทางออกเมืองเลี้ยวซ้าย และทิศทางชอยเลี้ยวขวา อย่างไรก็ตาม มีตัวชี้วัดประสิทธิภาพบางตัวของการใช้สัญญาณไฟจราจรที่ให้ผลดีกว่าการใช้ช่องจราจรรอเลียขวา แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น ความล่าช้าเฉลี่ยของขาออกเมือง และในชอย ความยาวแถวคอยของทิศทางออกเมือง และในชอย เป็นต้น

4.10.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอเลี้ยว

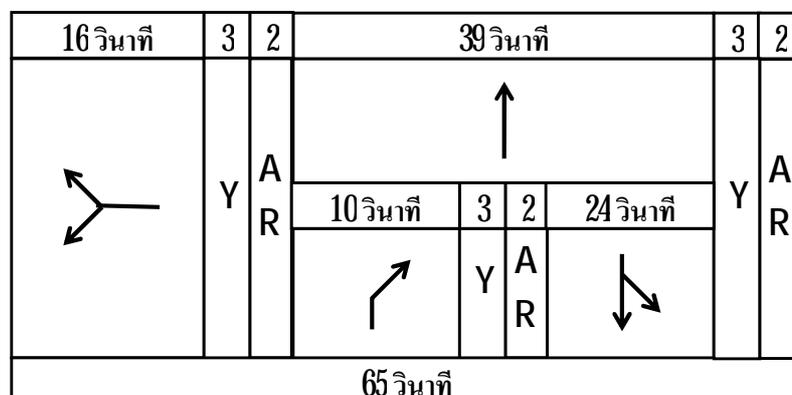
ผู้วิจัยได้เพิ่มกรณีทดสอบประสิทธิภาพของช่องรอเลี้ยวขวาเพิ่มเติม คือ ช่องรอเลี้ยวขวา (แบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร) กับสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอเลี้ยว โดยยังคงใช้ทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นทางเชื่อมที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด (6,004 คันต่อชั่วโมง) และทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นทางเชื่อมที่มีปริมาณจราจรน้อยที่สุด (3,494 คันต่อชั่วโมง) เป็นกรณีทดสอบ

เฟสและรอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า แสดงในรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18 ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอเลี้ยวขวาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอเลี้ยวแสดงในตารางที่ 4.50 และ ตารางที่ 4.51



รูปที่ 4.17 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ที่มีช่องรอเลี้ยวช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 4.18 เฟสและความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ที่มีช่องรอเลี้ยวช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตารางที่ 4.50 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรอเลียขวาและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรอเลียขว ทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ		ช่องรอเลียขวา (ไม่มีสัญญาณไฟ)	สัญญาณไฟจราจร พร้อมช่องรอเลียขว	p-value
ความล่าช้าแต่ละ ทิศทางการ เคลื่อนตัว (วินาทีต่อกัน)	เข้าเมือง ตรง	3.45	12.49	0.0000
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	24.25	32.60	0.0000
	ออกเมือง ตรง	2.52	21.54	0.0000
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	4.77	18.45	0.0000
	ชอย เลี้ยวซ้าย	8.97	14.42	0.0000
	ชอย เลี้ยวขวา	17.4	25.70	0.0000
ความล่าช้า แต่ละขา (วินาทีต่อกัน)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขว)	4.49	13.49	0.0000
	ออกเมือง	2.73	21.25	0.0000
	ชอย	14.45	21.75	0.0000
ความล่าช้าที่ทางแยก (วินาทีต่อกัน)		4.95	16.98	0.0000
ความยาว แถวคอย (เมตร)	เข้าเมือง (มีช่องรอเลียขว)	20	58	0.0000
	ออกเมือง	6	55	0.0000
	ชอย	21	30	0.0000
จำนวนครั้งการหยุด (ครั้งต่อชั่วโมง)		587	2,054	0.0000

(*หมายเหตุ: p-value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.0500 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ)

ตารางที่ 4.51 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมระหว่างการใช้ช่องรถเลียวขาวและสัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรถเลียว ทางเชื่อมประชานุทิศ 79 ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ		ช่องรถเลียวขาว (ไม่มีสัญญาณไฟ)	สัญญาณไฟจราจร พร้อมช่องรถเลียว	p-value
ความล่าช้าแต่ละ ทิศทางการ เคลื่อนตัว (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง ตรง	11.56	21.83	0.0000
	เข้าเมือง เลี้ยวขวา	14.19	58.34	0.0000
	ออกเมือง ตรง	11.05	29.75	0.0000
	ออกเมือง เลี้ยวซ้าย	11.38	29.56	0.0000
	ชอย เลี้ยวซ้าย	13.00	70.47	0.0000
	ชอย เลี้ยวขวา	20.28	84.49	0.0000
ความล่าช้า แต่ละขา (วินาทีต่อคัน)	เข้าเมือง (มีช่องรถเลียว)	11.70	23.72	0.0000
	ออกเมือง	11.08	29.73	0.0000
	ชอย	17.76	79.64	0.0000
ความล่าช้าที่ทางแยก (วินาทีต่อคัน)		11.88	29.89	0.0000
ความยาว แถวคอย (เมตร)	เข้าเมือง (มีช่องรถเลียว)	14	96	0.0000
	ออกเมือง	35	93	0.0000
	ชอย	37	87	0.0000
จำนวนครั้งการหยุด (ครั้งต่อชั่วโมง)		1,464	4,705	0.0000

(*หมายเหตุ: p-value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.0500 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ)

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเชื่อมในตารางที่ 4.50 และ ตารางที่ 4.51 พบว่า ไม่ว่าจะปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกจะมีค่ามากหรือน้อย การใช้ช่องจราจรรถเลียวจะให้ประสิทธิภาพเชิงดำเนินงาน (Operational Performance) ดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรถเลียวในทุกๆด้านอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าจะเป็น ความล่าช้าแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว ความล่าช้าแต่ละขา ความล่าช้าที่ทางแยก ความยาวแถวคอย และจำนวนครั้งการหยุด ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สัญญาณไฟจราจรจะทำให้ความล่าช้าในทิศทางเข้าเมืองมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องมีการหยุดตามรอบสัญญาณไฟ ทำให้ความล่าช้ารวมของทางแยกมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเปรียบเทียบระหว่างการใช้สัญญาณไฟจราจรพร้อมช่องรถเลียวและไม่มีช่องรถเลียว จะพบว่า การใช้สัญญาณไฟพร้อมช่องรถเลียวซึ่งเหมาะสมกับการใช้ไฟสัญญาณไฟแบบปกป้องรถเลียวขาว (Protected Phase) บนถนนหลักจะมีความล่าช้ารวมของทางแยกมากกว่าการใช้สัญญาณไฟเพียงอย่างเดียวซึ่งใช้ไฟสัญญาณไฟแบบเปิดโอกาสให้เลียวขาวได้ (Permissive Phase)

และหากพิจารณาจากกรณีทดสอบทั้ง 2 กรณี จะเห็นได้ว่าการใช้ช่องรอยเลี้ยวให้ประสิทธิภาพเชิงดำเนินงาน (Operational Performance) ด้านต่างๆในภาพรวมได้ดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจรภายใต้สภาพและปริมาณจราจรที่ใช้ทดสอบ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองการจราจรที่ใช้ทดสอบ จึงทำให้ไม่สามารถประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความปลอดภัย (Safety Performance) ของทั้งสองทางเลือกได้

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการทดสอบทางสถิติ สามารถสรุปผลเชิงดำเนินงาน (Operational Effects) ของช่องรอเลียขวาได้ตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. อัตราการไหล (Flow Rate)

ผลจากการลดความกว้างช่องจราจรบนถนนหลักจาก 3.00 ถึง 3.25 เมตร เหลือ 2.75 เมตร ไม่ได้มีผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการไหลที่เข้าสู่และออกจากทางแยกในทุกกรณี ซึ่งมีข้อที่น่าสังเกตคือ ประเภทยานพาหนะของทางเชื่อมบนถนนประชานุทิศส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ และรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งไม่ต้องการความกว้างของช่องจราจรในการสัญจรมากเท่ากับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งมีสัดส่วนน้อยมากในการศึกษานี้ (มากที่สุดเพียงร้อยละ 0.7) อย่างไรก็ตาม การลดความกว้างช่องจราจร ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลงเล็กน้อย

2. ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)

ผลจากการเพิ่มช่องรอเลียขวาทำให้ความล่าช้าของทิศทางตรงบนถนนหลัก (ฝั่งที่มีช่องรอเลียขวา) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทุกกรณี โดยสามารถลดความล่าช้าได้ตั้งแต่ร้อยละ 13 ถึงร้อยละ 71 และสามารถลดความล่าช้าของทิศทางเลียขวาบนถนนหลักได้ตั้งแต่ร้อยละ 12 ถึงร้อยละ 52

ความล่าช้าของทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่มีช่องรอเลียขวามีค่าเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นในทิศทางตรง หรือทิศทางเลียขวาช้าเข้าซอย โดยส่วนใหญ่ของทิศทางตรง มีความล่าช้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 31 ส่วนทิศทางเลียขวาช้าเข้าซอย ความล่าช้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 30 ซึ่งเกิดจากการหยุดรอเลียขวาเข้าซอยที่สามารถเคลื่อนตัวได้อย่างต่อเนื่องจากการใช้ช่องรอเลียขวา

ความล่าช้าของทิศทางเลียขวาออกจากซอยซึ่งมีช่องจราจรรับ (Receiving Lane) มีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ร้อยละ 12 ถึงร้อยละ 103 ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานเบื้องต้นว่าการมีช่องจราจรรับน่าจะทำให้ความล่าช้าของการเคลื่อนตัวของทิศทางเลียขวาออกจากซอยลดลง ความล่าช้าที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเกิดจากรถที่เลียขวาออกจากซอยต้องหยุดนานขึ้นเพื่อรอรถเลียขวาเข้าซอยจากถนนประชานุทิศที่สามารถเคลื่อนตัวได้อย่างต่อเนื่องจากการเพิ่มช่องเลียขวา

เมื่อพิจารณาความล่าช้าเป็นขา (Approach Delay) พบว่า ความล่าช้าของขาที่มีช่องจราจรรถเลี้ยวขวา (Right-Turn Approach) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกกรณี ตั้งแต่ร้อยละ 14 ถึงร้อยละ 61 ในขณะที่ ขาตรงข้าม (Opposing Approach) ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีบางกรณีที่ ความล่าช้ามีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 32 ซึ่งเป็นผลมาจากการเลี้ยวขวาเข้าซอยตามกัน แบบเป็นกลุ่ม (Right-Turn Platoon) จากถนนประชาอุทิศ ในขณะที่ขารอง (Minor Approach) ส่วน ใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน มีเพียงบางกรณีที่ความล่าช้ามีการ เปลี่ยนแปลงทั้งในทิศทางที่เพิ่มขึ้นและลดลง

เมื่อพิจารณาความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยก (Intersection Delay) พบว่า การใช้ช่องจราจรรถเลี้ยวขวา สามารถลดความล่าช้าที่ทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญเป็นส่วนใหญ่ โดยลดความล่าช้าได้ตั้งแต่ร้อยละ 6 ถึงร้อยละ 34 ซึ่งช่องจราจรรถเลี้ยวขวาจะมีประสิทธิภาพในการลดความล่าช้าเฉลี่ยทั้งทางแยกได้มาก ขึ้นในกรณีที่ปริมาณจราจรเลี้ยวขวามีค่ามาก และปริมาณจราจรทิศทางตรงข้ามมีค่าน้อย

3. ความยาวแถวคอย (Queue Length)

ช่องรถเลี้ยวขวาช่วยลดความยาวแถวคอยของทิศทางที่มีรถเลี้ยวขวาเข้าซอยอย่างมีนัยสำคัญ ในทุก กรณี

ในขณะที่ความยาวแถวคอยของทิศทางตรงข้าม (Opposing Approach) ส่วนใหญ่ไม่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงส่วนน้อย ที่มีความยาวแถวคอยเพิ่มขึ้นจากการหยุดรอรถเลี้ยวขวาเข้าซอยจาก ถนนประชาอุทิศ

ความยาวแถวคอยของทิศทางรอง (Minor Approach) ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

4. จำนวนการหยุด (Number of Stops)

ผลจากการเพิ่มช่องรถเลี้ยวขวาทำให้จำนวนการหยุดลดลงเป็นส่วนใหญ่ โดยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ร้อยละ 12 ถึงร้อยละ 41

5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการปรับเปลี่ยนปริมาณรถเลี้ยวขวา (Right-Turn Volume) และ ปริมาณจราจรทิศทางตรงข้าม (Opposing Volume) โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรในทิศทาง รองหรือจากซอย พบข้อสังเกตที่น่าสนใจ ดังนี้

ในกรณีที่ร้อยละของปริมาณรถเลี้ยวขวาเท่ากับร้อยละ 5 การใช้ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าได้ทั้งขาเข้าเมือง (มีช่องรถเลี้ยว) และขาตรงข้าม จนปริมาณจราจรฝั่งตรงข้าม (Opposing Volume) เพิ่มขึ้นถึง 1,500 คันต่อชั่วโมง นอกเหนือจากนั้น ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าได้เพียงขาเข้าเมือง (มีช่องรถเลี้ยว)

ในกรณีที่ร้อยละของปริมาณรถเลี้ยวขวาเท่ากับร้อยละ 10 การใช้ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าได้ทั้งขาเข้าเมือง (มีช่องรถเลี้ยว) และขาตรงข้าม จนปริมาณจราจรฝั่งตรงข้าม (Opposing Volume) เพิ่มขึ้นถึง 700 คันต่อชั่วโมง นอกเหนือจากนั้น ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าได้เพียงขาเข้าเมือง (มีช่องรถเลี้ยว)

ในกรณีที่ร้อยละของปริมาณรถเลี้ยวขวาเท่ากับร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าได้เพียงขาเข้าเมือง (มีช่องรถเลี้ยว) โดยไม่คำนึงถึงปริมาณจราจรฝั่งตรงข้าม (Opposing Volume)

หากพิจารณาความล่าช้าทั้งทางแยก (Intersection Delay) พบว่า การใช้ช่องรถเลี้ยวสามารถลดความล่าช้าของทางแยกได้ทุกกรณี ไม่ว่าจะร้อยละของปริมาณรถเลี้ยวขวา (Right Turn Volume) หรือปริมาณจราจรฝั่งตรงข้าม (Opposing Volume) จะมีค่าเป็นเท่าใด

5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสัญญาณไฟจราจร

การใช้ช่องรถเลี้ยวขวาโดยยังคงใช้การควบคุมทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร (Unsignalized) ให้ผลเชิงดำเนินงาน (Operational Effects) ด้านต่างๆ ในภาพรวมได้ดีกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจร (Signalized) ไม่ว่าจะเป็กรณีที่มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกมากหรือน้อย และไม่ว่าจะใช้สัญญาณไฟจราจรร่วมกับช่องรถเลี้ยว อย่างไรก็ตาม ควรมีการเปรียบเทียบผลเชิงความปลอดภัย (Safety Effects) ของแต่ละทางเลือกเพิ่มเติม

5.4 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงผลเชิงดำเนินงาน (Operational Effects) ของช่องรถเลี้ยวขวามบนถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง ซึ่งสามารถลดความล่าช้าและแถวคอยในทิศทางที่มีการเลี้ยวขวาได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม มีข้อแลกเปลี่ยน (Trade-Off) ที่สำคัญ คือ ในกรณีที่ปริมาณจราจรทิศทางตรงข้าม (Opposing Volume) และปริมาณจราจรเลี้ยวขวา (Right Turn Volume) มีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความล่าช้าและความยาวแถวคอยของทิศทางตรงข้าม (Opposing Approach) และทิศทางรอง

(Minor Approach) อาจมีค่ามากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการสร้างโอกาสให้สามารถมีการเลี้ยวขวาตามกัน (Right-Turn Platoon) ของรถบนถนนหลักเนื่องจากการรวมปริมาณรถเลี้ยวไว้ในช่องรถเลี้ยวขวา แต่หากพิจารณาประสิทธิภาพรวมของทั้งทางแยก พบว่า การใช้ช่องรถเลี้ยวขวาสามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกและจำนวนการหยุดได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม การติดตั้งช่องรถเลี้ยวดังกล่าวพร้อมทั้งการลดความกว้างของช่องจราจรบนถนนหลัก ควรมีการคำนึงถึงปริมาณจราจรและประเภทยานพาหนะบนถนนหลักรวมทั้งผลกระทบในทิศทางตรงข้ามและทิศทางรองด้วย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะว่า ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลเชิงความปลอดภัย (Safety Effects) ของการเพิ่มช่องรถเลี้ยวขวานบนถนนที่มีการลดขนาดความกว้างของช่องจราจรหลัก เพื่อใช้ประกอบกับผลเชิงดำเนินงาน (Operational Effects) และควรมีการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลในการก่อสร้าง โดยอาจจะจัดทำในรูปแบบของเหตุอันควร (Warrants) ในการเพิ่มช่องรถเลี้ยว โดยใช้ปริมาณจราจรในทิศทางต่างๆเป็นเกณฑ์

5.5 ข้อจำกัดของการศึกษา

1. ข้อมูลปริมาณจราจรที่นำมาใช้วิเคราะห์เป็นข้อมูลการจราจรบนถนนประจำทิศในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และช่วงเวลาร่งด่วนเย็น ไม่มีผลกระทบจากสภาพอากาศ และอุบัติเหตุ และสัดส่วนประเภทยานพาหนะมีลักษณะเฉพาะ การนำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมืองที่มีความแตกต่างด้านลักษณะกายภาพ สภาพอากาศ ปริมาณจราจร สัดส่วนประเภทยานพาหนะ รวมไปถึงพฤติกรรมจราจรอื่น ๆ ควรมีการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ

2. ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษานี้ ไม่ใช่ผลเชิงดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงจากการเพิ่มช่องรถเลี้ยวขวานบนถนนหลัก แต่เป็นเพียงการจำลอง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยหลักสถิติ แบบจำลองดังกล่าวถูกปรับแก้โดยใช้ข้อมูลภาคสนามจนสามารถให้ผลการดำเนินงานใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง การใช้แบบจำลองดังกล่าวสำหรับการทดสอบกับสถานที่อื่น ๆ นอกเหนือจากงานวิจัยนี้มีความจำเป็นต้องมีการปรับแก้ด้วยข้อมูลที่มีความเหมาะสมจากสถานที่นั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Gattis, J. L. and Gluck, J.S., 2010, "Effects and Impacts of Access Management", *ITE Journal*, Vol. 80, No. 1, pp. 40-45.
2. Stover, V.G., 2010, "Access Management Techniques: Preserving Roadway Safety and Mobility", *ITE Journal*, Vol. 80, No. 1, pp.30-39.
3. Williams, K.M. and Levinson, H.S., 2010, "Access Management - An Overview", *ITE Journal*, Vol. 80, No. 1, pp. 24-28.
4. Bonneson, J.A. and McCoy, P.T., 1997, *Capacity and Operational Effects of Midblock Left-Turn Lanes*, National Academies Press, Washington, D.C., USA, pp. 1-135.
5. Chowdhury, M.A., Derov, N., Tan, P. and Sadek, A., 2005. "Prohibiting Left-Turn Movements at Mid-Block Unsignalized Driveways: Simulation Analysis", *Journal of Transportation Engineering* Vol. 131, No. 4, pp. 279-285.
6. Chowdhury, M.A., Derov, N., Tan, P. and Stemen, C., 2004, "A Survey of State Practices for Restricting Direct Left Turns from Driveways", *ITE Journal*, Vol. 74, No. 4, pp. 40-43.
7. Zhang, G. and Lu, J., 2010, "Study on Unsignalized Access Points Using Microscopic Traffic Simulation", 7th International Conference on Traffic and Transportation Studies, August 3-5, Kunming, China, pp. 990-998.
8. Noyce, D.A., Talada, V. and Gates, T.J., 2006, *Safety and Operational Characteristics of Two-Way Left-Turn Lanes*, Minnesota Department of Transportation, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 1-98.
9. Qi, Y.G., Guo, L., Yu, L. and Teng, H., 2012, "Estimation of Design Lengths of Left-Turn Lanes", *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 138, No. 3, pp. 274-283.

10. Transportation Research Board, 2013, *Left-Turn Accommodations at Unsignalized Intersections*, National Research Council, Washington, D.C., USA, pp. 1-22.
11. Transportation Research Board, 2010, *Development of Left-Turn Lane Warrants for Unsignalized Intersections*, National Research Council, Washington, D.C., USA, pp. 1-158.
12. Transportation Research Board, 2010, "Two-Way Stop-Controlled Intersections", *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, D.C., USA, 58.
13. Alexiadis, V., Jeannotte, K. and Chandra, A., 2004, *Traffic Analysis Toolbox Volume I: Traffic Analysis Tools Primer*, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, pp. 1-18.
14. Federal Highway Administration, 2009, *Manual on Uniform Traffic Control Devices*, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, pp. 436-446.
15. Dowling, R., Skabardonis, A. and Alexiadis, V., 2004, *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Software*, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, pp. 1-132.
16. Gartner, N.H., Messer, C.J. and Ruthi, A., 1994, *Traffic Flow Theory Monograph*, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, pp. 1010-1012.
17. PTV, 2014, *PTV VISSIM 6 User Manual*, Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Germany, 704.
18. Dowling, R., 2004, *Traffic Analysis Toolbox Volume VI: Definition, Interpretation, and Calculation of Traffic Analysis Tools Measures of Effectiveness*, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, pp. 1-115.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลปริมาณจรรยาที่วิเคราะห์ในการศึกษา

ตารางที่ ก.1 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

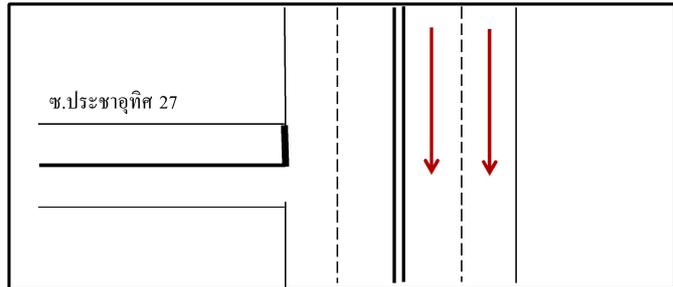
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:00	- 7:15	124	244	45	6	6
	7:15	- 7:30	170	235	42	8	3
	7:30	- 7:45	234	304	61	9	1
	7:45	- 8:00	246	312	49	7	3
	8:00	- 8:15	286	283	52	6	3
	8:15	- 8:30	272	285	51	5	0
	8:30	- 8:45	225	343	49	9	7
	8:45	- 9:00	180	311	38	9	2
	9:00	- 9:15	160	350	42	7	3
	9:15	- 9:30	131	277	33	8	5
	9:30	- 9:45	124	283	31	7	5
	9:45	- 10:00	148	258	29	5	3
	16:00	- 16:15	153	289	39	4	3
	16:15	- 16:30	140	276	36	5	2
	16:30	- 16:45	145	255	42	7	1
	16:45	- 17:00	106	269	50	5	0
	17:00	- 17:15	153	261	40	6	0
	17:15	- 17:30	134	281	49	4	1
	17:30	- 17:45	127	231	38	4	3
	17:45	- 18:00	131	247	56	6	3
	18:00	- 18:15	127	201	40	3	0
	18:15	- 18:30	108	251	39	2	1
	18:30	- 18:45	98	199	39	4	0
	18:45	- 19:00	96	232	33	5	1

ตารางที่ ก.2 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (2)

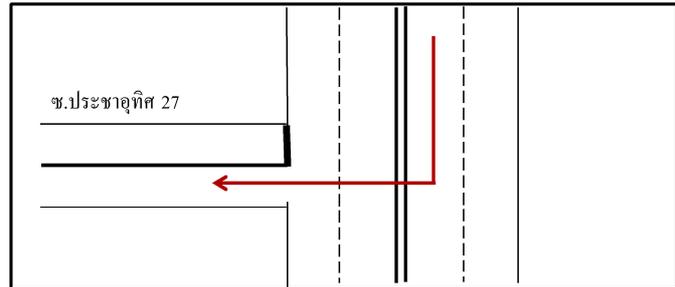
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จกั	ยณต์	จกักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
7:00	-	7:15	8	4	0	0	0
7:15	-	7:30	5	5	0	0	0
7:30	-	7:45	19	11	0	0	0
7:45	-	8:00	24	2	1	0	0
8:00	-	8:15	17	8	0	0	0
8:15	-	8:30	20	5	1	0	0
8:30	-	8:45	15	3	0	0	0
8:45	-	9:00	24	4	0	0	0
9:00	-	9:15	17	5	0	0	0
9:15	-	9:30	13	8	1	0	0
9:30	-	9:45	8	5	0	0	0
9:45	-	10:00	18	6	0	0	0
16:00	-	16:15	7	7	0	0	0
16:15	-	16:30	6	10	0	0	0
16:30	-	16:45	7	10	0	0	0
16:45	-	17:00	9	14	1	0	0
17:00	-	17:15	20	10	0	0	0
17:15	-	17:30	26	13	0	0	0
17:30	-	17:45	13	6	0	0	0
17:45	-	18:00	9	16	0	0	0
18:00	-	18:15	11	6	0	0	0
18:15	-	18:30	12	7	0	0	0
18:30	-	18:45	20	8	0	0	0
18:45	-	19:00	15	8	1	0	0

ตารางที่ ก.3 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (3)

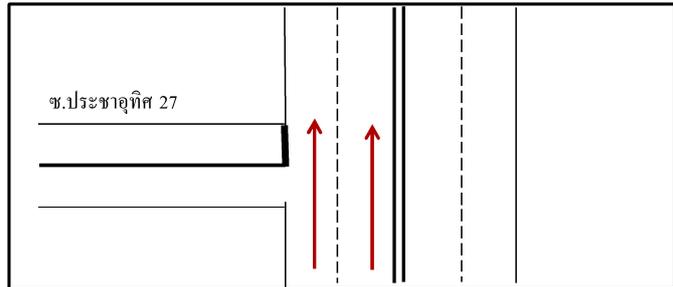
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จก	ยันต์	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:00	- 7:15	67	95	39	10	1
	7:15	- 7:30	78	100	37	4	0
	7:30	- 7:45	83	162	45	9	0
	7:45	- 8:00	138	152	50	3	1
	8:00	- 8:15	117	165	45	6	0
	8:15	- 8:30	154	184	48	5	0
	8:30	- 8:45	124	235	56	5	1
	8:45	- 9:00	129	232	40	9	2
	9:00	- 9:15	115	262	37	7	5
	9:15	- 9:30	120	209	45	6	2
	9:30	- 9:45	90	204	37	9	5
	9:45	- 10:00	121	206	24	9	3
	16:00	16:15	169	248	36	8	2
	16:15	16:30	139	261	43	9	1
	16:30	16:45	143	256	41	5	0
	16:45	17:00	189	237	42	7	0
	17:00	- 17:15	215	287	49	4	1
	17:15	- 17:30	203	242	51	4	2
	17:30	- 17:45	218	290	44	4	1
	17:45	- 18:00	194	287	49	10	1
	18:00	- 18:15	201	290	57	4	1
	18:15	- 18:30	198	235	50	10	1
	18:30	- 18:45	171	232	51	5	0
	18:45	- 19:00	164	308	39	3	1

ตารางที่ ก.4 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (4)

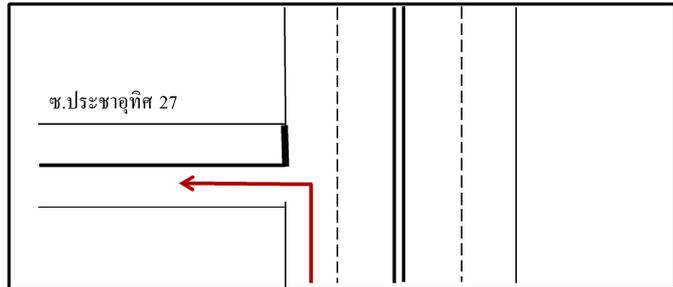
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จก	จน	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
7:00	-	7:15	20	8	0	0	0
7:15	-	7:30	15	4	1	0	0
7:30	-	7:45	24	10	0	0	0
7:45	-	8:00	50	11	0	0	0
8:00	-	8:15	35	10	0	0	0
8:15	-	8:30	37	16	0	0	1
8:30	-	8:45	55	13	0	0	0
8:45	-	9:00	21	17	0	0	1
9:00	-	9:15	26	21	0	0	0
9:15	-	9:30	23	13	0	0	0
9:30	-	9:45	25	11	0	1	0
9:45	-	10:00	32	15	0	1	0
16:00	-	16:15	15	22	0	0	0
16:15	-	16:30	26	4	1	0	0
16:30	-	16:45	29	35	0	0	0
16:45	-	17:00	29	20	0	0	0
17:00	-	17:15	32	18	1	0	0
17:15	-	17:30	35	18	0	0	0
17:30	-	17:45	46	17	0	0	0
17:45	-	18:00	28	17	1	1	0
18:00	-	18:15	29	26	0	0	0
18:15	-	18:30	32	21	0	0	0
18:30	-	18:45	28	25	0	0	0
18:45	-	19:00	21	17	0	0	0

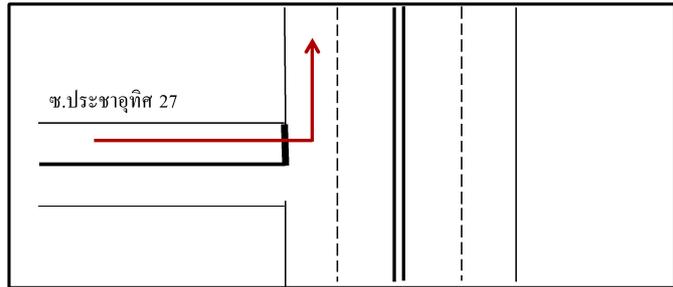
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:00	- 7:15	4	5	0	0	0
	7:15	- 7:30	5	2	0	0	0
	7:30	- 7:45	7	8	1	0	0
	7:45	- 8:00	16	10	0	0	0
	8:00	- 8:15	11	10	0	0	0
	8:15	- 8:30	8	9	0	0	0
	8:30	- 8:45	21	5	0	0	0
	8:45	- 9:00	8	8	0	0	0
	9:00	- 9:15	26	15	0	0	1
	9:15	- 9:30	17	4	0	0	0
	9:30	- 9:45	12	12	0	0	0
	9:45	- 10:00	11	9	0	0	0
	16:00	- 16:15	10	9	0	0	0
	16:15	- 16:30	12	12	0	0	1
	16:30	- 16:45	7	12	0	0	0
	16:45	- 17:00	17	9	0	0	0
	17:00	- 17:15	12	15	0	0	0
	17:15	- 17:30	16	12	0	1	0
	17:30	- 17:45	20	7	0	0	0
	17:45	- 18:00	19	6	0	0	0
	18:00	- 18:15	12	12	0	0	0
	18:15	- 18:30	18	12	0	0	0
	18:30	- 18:45	13	11	0	0	1
	18:45	- 19:00	9	14	0	0	0

ตารางที่ ก.5 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (5)

ตารางที่ ก.6 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 (6)

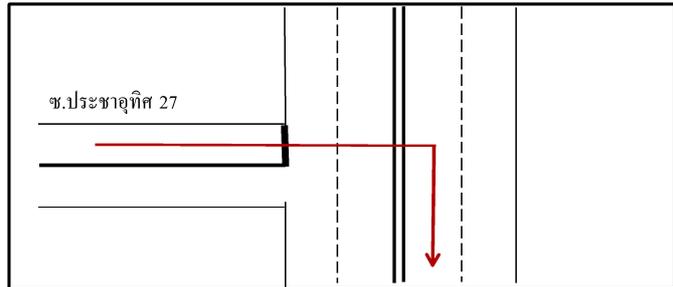
วันที่สำรวจ 6 กุมภาพันธ์ 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 27

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	11	18	0	0	0	0	0	0
7:15	-	7:30	14	16	0	0	0	0	0	0
7:30	-	7:45	15	13	0	0	0	0	0	0
7:45	-	8:00	30	21	0	0	0	0	0	0
8:00	-	8:15	24	12	0	0	0	0	0	0
8:15	-	8:30	34	20	0	0	0	0	0	0
8:30	-	8:45	50	23	0	0	0	0	0	0
8:45	-	9:00	25	20	0	0	0	0	0	0
9:00	-	9:15	23	21	0	0	0	0	0	0
9:15	-	9:30	26	17	1	0	0	0	0	0
9:30	-	9:45	16	23	0	0	0	0	0	0
9:45	-	10:00	19	28	1	0	0	0	0	0
16:00	-	16:15	22	22	0	0	0	0	0	0
16:15	-	16:30	9	9	0	0	0	0	0	0
16:30	-	16:45	23	23	0	0	0	0	0	0
16:45	-	17:00	13	13	0	0	0	0	0	0
17:00	-	17:15	19	19	0	0	0	0	0	0
17:15	-	17:30	29	29	0	0	0	0	0	0
17:30	-	17:45	13	13	0	0	0	0	0	0
17:45	-	18:00	17	17	1	0	0	0	0	0
18:00	-	18:15	24	24	0	0	0	0	0	0
18:15	-	18:30	13	13	0	0	0	0	0	0
18:30	-	18:45	17	17	0	0	0	0	0	0
18:45	-	19:00	25	25	1	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.7 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

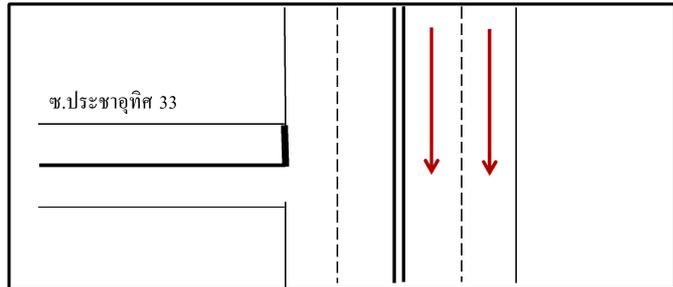
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	129	288	48	4	1			
7:15	-	7:30	135	291	47	6	0			
7:30	-	7:45	179	302	39	8	0			
7:45	-	8:00	205	321	49	7	0			
8:00	-	8:15	224	295	29	6	1			
8:15	-	8:30	236	315	35	5	0			
8:30	-	8:45	210	287	37	2	0			
8:45	-	9:00	208	279	38	3	0			
9:00	-	9:15	225	294	32	3	0			
9:15	-	9:30	234	293	30	3	0			
9:30	-	9:45	212	287	28	2	0			
9:45	-	10:00	198	279	27	2	0			
16:00		16:15	112	188	28	2	0			
16:15		16:30	109	193	37	1	1			
16:30		16:45	98	182	42	2	1			
16:45		17:00	115	193	38	2	0			
17:00	-	17:15	133	201	40	3	0			
17:15	-	17:30	128	225	33	6	1			
17:30	-	17:45	110	199	48	4	1			
17:45	-	18:00	97	201	52	5	0			
18:00	-	18:15	107	205	43	2	1			
18:15	-	18:30	101	187	47	3	0			
18:30	-	18:45	120	195	44	2	0			
18:45	-	19:00	115	178	35	1	0			

ตารางที่ ก.8 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (2)

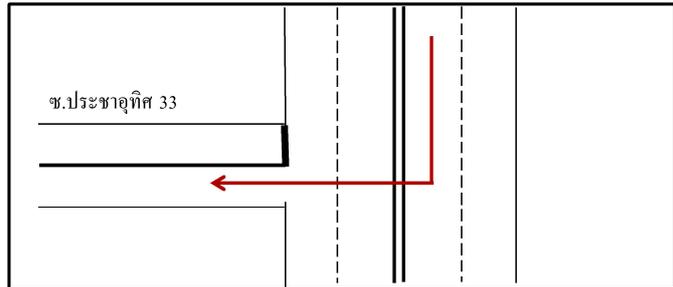
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	6	2	0	0	0	0	0	0
7:15	-	7:30	8	3	0	0	0	0	0	0
7:30	-	7:45	7	2	0	0	0	0	0	0
7:45	-	8:00	11	5	0	0	0	0	0	0
8:00	-	8:15	10	7	0	0	0	0	0	0
8:15	-	8:30	13	8	0	0	0	0	0	0
8:30	-	8:45	15	5	0	0	0	0	0	0
8:45	-	9:00	17	3	0	0	0	0	0	0
9:00	-	9:15	13	4	0	0	0	0	0	0
9:15	-	9:30	9	3	0	0	0	0	0	0
9:30	-	9:45	11	5	0	0	0	0	0	0
9:45	-	10:00	7	8	0	0	0	0	0	0
16:00	-	16:15	27	2	2	0	0	0	0	0
16:15	-	16:30	21	3	1	0	0	0	0	0
16:30	-	16:45	29	4	1	1	0	0	0	0
16:45	-	17:00	24	5	1	0	0	0	0	0
17:00	-	17:15	28	7	1	0	0	0	0	0
17:15	-	17:30	31	6	3	1	0	0	0	0
17:30	-	17:45	27	5	1	0	0	0	0	0
17:45	-	18:00	25	4	2	1	0	0	0	0
18:00	-	18:15	32	7	2	0	0	0	0	0
18:15	-	18:30	29	8	0	2	0	0	0	0
18:30	-	18:45	21	5	1	1	0	0	0	0
18:45	-	19:00	25	7	1	1	0	0	0	0

ตารางที่ ก.9 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (3)

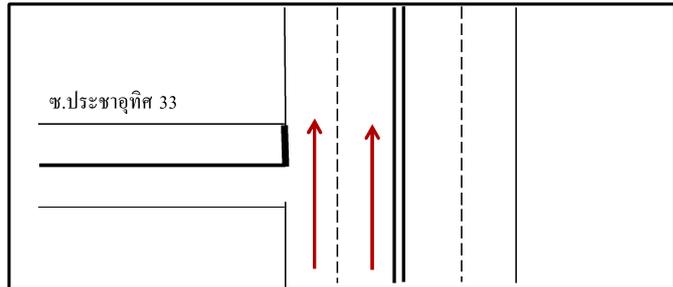
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จกั	ยณต์	จกักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
7:00	-	7:15	53	101	41	2	0
7:15	-	7:30	58	147	38	3	0
7:30	-	7:45	68	133	42	5	0
7:45	-	8:00	87	178	52	4	0
8:00	-	8:15	91	189	37	5	0
8:15	-	8:30	105	210	48	7	0
8:30	-	8:45	99	198	51	8	0
8:45	-	9:00	87	211	47	8	0
9:00	-	9:15	104	216	50	5	0
9:15	-	9:30	108	198	51	3	0
9:30	-	9:45	112	201	53	4	0
9:45	-	10:00	98	188	47	2	0
16:00	-	16:15	120	38	198	2	0
16:15	-	16:30	133	36	182	3	1
16:30	-	16:45	127	42	203	5	0
16:45	-	17:00	114	48	199	1	0
17:00	-	17:15	122	41	222	2	0
17:15	-	17:30	140	54	210	5	0
17:30	-	17:45	120	58	257	7	1
17:45	-	18:00	168	47	258	6	0
18:00	-	18:15	198	52	268	8	2
18:15	-	18:30	189	39	247	4	0
18:30	-	18:45	192	41	233	3	0
18:45	-	19:00	185	37	254	5	0

ตารางที่ ก.10 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (4)

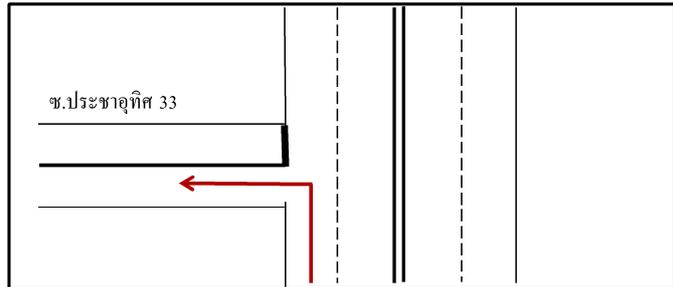
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	11	3	0	0	0	0	0	0
7:15	-	7:30	13	4	1	0	0	0	0	0
7:30	-	7:45	17	2	0	0	0	0	0	0
7:45	-	8:00	21	1	2	0	0	0	0	0
8:00	-	8:15	28	4	0	0	0	0	0	0
8:15	-	8:30	29	3	1	0	0	0	0	0
8:30	-	8:45	33	7	0	0	0	0	0	0
8:45	-	9:00	21	8	2	0	0	0	0	0
9:00	-	9:15	29	7	1	0	0	0	0	0
9:15	-	9:30	33	8	0	0	0	0	0	0
9:30	-	9:45	31	8	1	0	0	0	0	0
9:45	-	10:00	28	9	0	0	0	0	0	0
16:00	-	16:15	55	19	1	0	0	0	0	0
16:15	-	16:30	57	18	2	0	0	0	0	0
16:30	-	16:45	61	15	2	0	0	0	0	0
16:45	-	17:00	68	13	4	0	0	0	0	0
17:00	-	17:15	65	22	2	0	0	0	0	0
17:15	-	17:30	70	17	3	0	0	0	0	0
17:30	-	17:45	68	28	5	0	0	0	0	0
17:45	-	18:00	78	24	2	0	0	0	0	0
18:00	-	18:15	75	19	1	0	0	0	0	0
18:15	-	18:30	72	20	1	0	0	0	0	0
18:30	-	18:45	68	17	2	0	0	0	0	0
18:45	-	19:00	71	15	1	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.11 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (5)

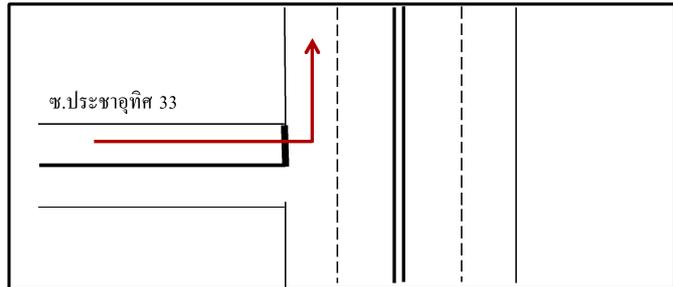
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	9	3	0	0	0	0	0	0
7:15	-	7:30	11	4	0	0	0	0	0	0
7:30	-	7:45	12	5	0	0	0	0	0	0
7:45	-	8:00	20	2	1	0	0	0	0	0
8:00	-	8:15	18	7	0	0	0	0	0	0
8:15	-	8:30	21	6	1	0	0	0	0	0
8:30	-	8:45	17	4	0	0	0	0	0	0
8:45	-	9:00	23	6	1	0	0	0	0	0
9:00	-	9:15	17	5	1	0	0	0	0	0
9:15	-	9:30	22	3	0	0	0	0	0	0
9:30	-	9:45	21	6	0	0	0	0	0	0
9:45	-	10:00	19	7	1	0	0	0	0	0
16:00	-	16:15	21	2	0	0	0	0	0	0
16:15	-	16:30	19	4	1	0	0	0	0	0
16:30	-	16:45	17	8	0	0	0	0	0	0
16:45	-	17:00	15	5	1	0	0	0	0	0
17:00	-	17:15	18	3	0	0	0	0	0	0
17:15	-	17:30	21	8	2	0	0	0	0	0
17:30	-	17:45	22	7	1	0	0	0	0	0
17:45	-	18:00	25	3	0	0	0	0	0	0
18:00	-	18:15	18	3	0	0	0	0	0	0
18:15	-	18:30	21	8	2	0	0	0	0	0
18:30	-	18:45	22	9	1	0	0	0	0	0
18:45	-	19:00	25	2	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.12 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 (6)

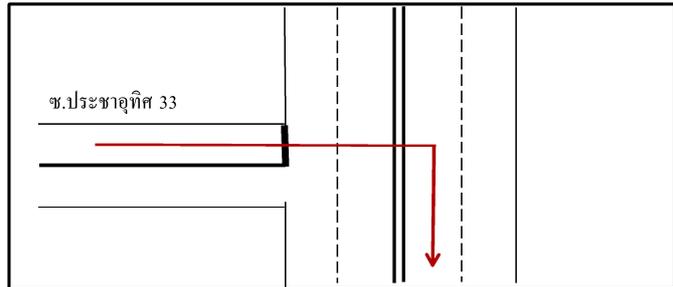
วันที่สำรวจ 25 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 33

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	1		2		3		4		5	
	จักรยานยนต์		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารขนาดเล็ก		รถโดยสารขนาดใหญ่		รถบรรทุก	
ช่วงเวลา										
7:00	-	7:15	48	41	0	0	0	0	0	0
7:15	-	7:30	47	48	0	0	0	0	0	0
7:30	-	7:45	58	51	0	0	0	0	0	0
7:45	-	8:00	62	52	0	0	0	0	0	0
8:00	-	8:15	71	44	0	0	0	0	0	0
8:15	-	8:30	59	32	0	0	0	0	0	0
8:30	-	8:45	68	33	0	0	0	0	0	0
8:45	-	9:00	62	28	0	0	0	0	0	0
9:00	-	9:15	60	29	0	0	0	0	0	0
9:15	-	9:30	66	38	0	0	0	0	0	0
9:30	-	9:45	59	23	0	0	0	0	0	0
9:45	-	10:00	48	21	0	0	0	0	0	0
16:00	-	16:15	22	11	0	0	0	0	0	0
16:15	-	16:30	21	9	0	0	0	0	0	0
16:30	-	16:45	19	7	1	0	0	0	0	0
16:45	-	17:00	28	8	0	0	0	0	0	0
17:00	-	17:15	33	7	0	0	0	0	0	0
17:15	-	17:30	27	8	1	0	0	0	0	0
17:30	-	17:45	21	15	0	0	0	0	0	0
17:45	-	18:00	18	11	0	0	0	0	0	0
18:00	-	18:15	33	7	0	0	0	0	0	0
18:15	-	18:30	27	8	1	0	0	0	0	0
18:30	-	18:45	21	7	0	0	0	0	0	0
18:45	-	19:00	18	6	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.13 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าธนบุรี

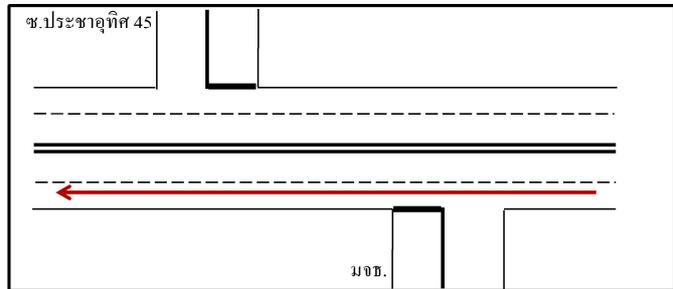
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	114	294	59	12	0
	6:45	- 7:00	163	382	57	11	0
	7:00	- 7:15	186	340	56	10	0
	7:15	- 7:30	184	312	51	8	0
	7:30	- 7:45	313	319	49	9	1
	7:45	- 8:00	342	327	38	8	1
	8:00	- 8:15	325	333	46	7	1
	8:15	- 8:30	333	348	65	12	1
	8:30	- 8:45	169	310	43	6	5
	8:45	- 9:00	150	237	45	5	7
	9:00	- 9:15	128	218	42	5	2
	9:15	- 9:30	112	219	37	5	7
	16:00	- 16:15	68	150	55	8	2
	16:15	- 16:30	76	183	32	6	1
	16:30	- 16:45	68	159	46	8	2
	16:45	- 17:00	87	186	49	4	3
	17:00	- 17:15	58	114	44	6	3
	17:15	- 17:30	66	135	54	5	1
	17:30	- 17:45	71	124	45	6	2
	17:45	- 18:00	74	129	56	6	4
	18:00	- 18:15	88	139	53	5	2
	18:15	- 18:30	139	152	73	8	2
	18:30	- 18:45	84	132	42	4	3
	18:45	- 19:00	113	150	40	5	0

ตารางที่ ก.14 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประจําอุทิส 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (2)

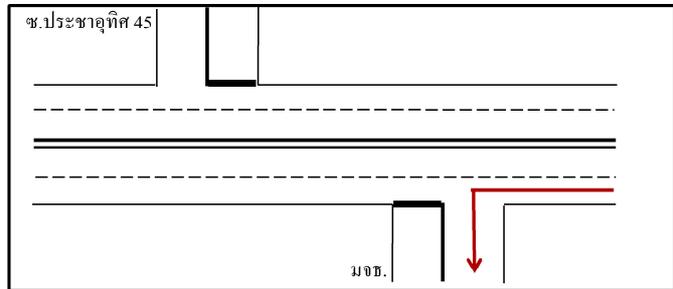
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประจําอุทิส 45 + มจร.

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	0	0	0	0	0
	6:45	- 7:00	7	3	0	0	0
	7:00	- 7:15	6	2	0	0	0
	7:15	- 7:30	0	4	0	0	0
	7:30	- 7:45	4	2	0	0	0
	7:45	- 8:00	7	2	0	0	0
	8:00	- 8:15	4	9	0	0	0
	8:15	- 8:30	17	12	0	0	0
	8:30	- 8:45	17	9	0	0	0
	8:45	- 9:00	16	7	1	0	0
	9:00	- 9:15	11	10	0	0	0
	9:15	- 9:30	10	9	0	0	0
	16:00	- 16:15	8	9	1	0	0
	16:15	- 16:30	9	5	0	0	0
	16:30	- 16:45	2	5	0	0	0
	16:45	- 17:00	12	9	0	0	0
	17:00	- 17:15	10	8	0	0	0
	17:15	- 17:30	11	7	0	0	0
	17:30	- 17:45	13	5	0	0	0
	17:45	- 18:00	11	5	0	0	0
	18:00	- 18:15	16	3	0	0	0
	18:15	- 18:30	5	2	0	0	0
	18:30	- 18:45	6	3	0	0	0
	18:45	- 19:00	7	7	0	0	0

ตารางที่ ก.15 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (3)

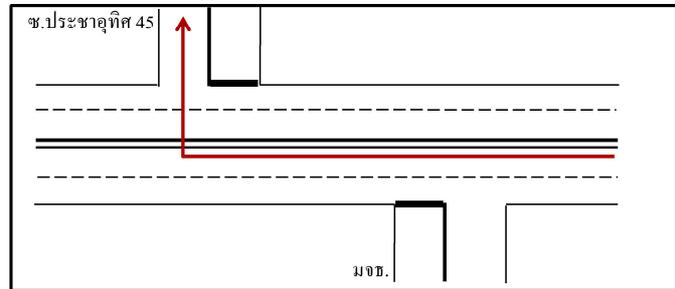
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	0	0	0	0	0
	6:45	- 7:00	1	1	0	0	0
	7:00	- 7:15	1	0	0	0	0
	7:15	- 7:30	0	0	0	0	0
	7:30	- 7:45	0	0	0	0	0
	7:45	- 8:00	0	0	0	0	0
	8:00	- 8:15	1	0	0	0	0
	8:15	- 8:30	0	0	0	0	0
	8:30	- 8:45	2	0	0	0	0
	8:45	- 9:00	1	0	0	0	0
	9:00	- 9:15	2	0	0	0	0
	9:15	- 9:30	1	0	0	0	0
	16:00	- 16:15	2	2	0	0	0
	16:15	- 16:30	4	0	0	0	0
	16:30	- 16:45	3	3	0	0	0
	16:45	- 17:00	2	3	0	0	0
	17:00	- 17:15	3	1	0	0	0
	17:15	- 17:30	3	1	0	0	0
	17:30	- 17:45	4	2	0	0	0
	17:45	- 18:00	2	0	0	0	0
	18:00	- 18:15	0	1	0	0	0
	18:15	- 18:30	0	6	0	0	0
	18:30	- 18:45	4	6	0	0	0
	18:45	- 19:00	3	6	0	0	0

ตารางที่ ก.16 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (4)

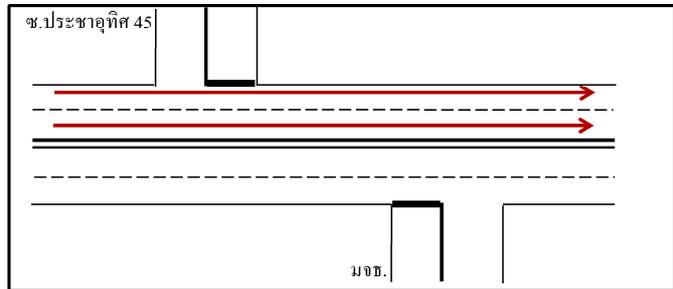
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	47	75	38	6	1
	6:45	- 7:00	50	78	43	7	1
	7:00	- 7:15	53	80	47	8	0
	7:15	- 7:30	57	83	52	9	0
	7:30	- 7:45	60	86	56	10	0
	7:45	- 8:00	63	89	61	11	0
	8:00	- 8:15	66	92	65	12	0
	8:15	- 8:30	70	95	70	13	0
	8:30	- 8:45	75	117	67	11	0
	8:45	- 9:00	79	93	61	10	1
	9:00	- 9:15	74	87	63	10	0
	9:15	- 9:30	68	81	65	9	2
	16:00	- 16:15	73	210	33	5	3
	16:15	- 16:30	96	209	42	9	2
	16:30	- 16:45	102	106	46	10	2
	16:45	- 17:00	116	205	36	8	2
	17:00	- 17:15	109	155	47	6	1
	17:15	- 17:30	122	135	35	7	0
	17:30	- 17:45	135	154	39	6	1
	17:45	- 18:00	119	139	45	5	1
	18:00	- 18:15	114	127	31	8	2
	18:15	- 18:30	134	166	57	6	1
	18:30	- 18:45	157	175	73	4	0
	18:45	- 19:00	183	209	78	4	0

ตารางที่ ก.17 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (5)

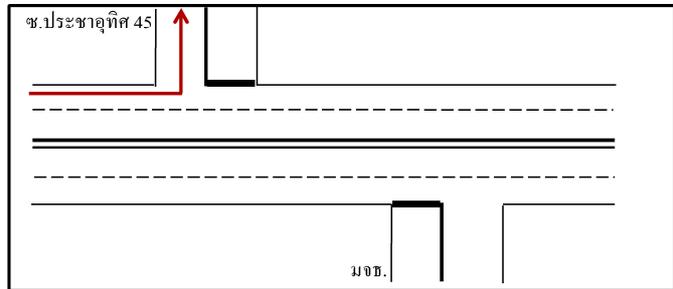
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	11	6	0	0	0
	6:45	- 7:00	14	1	0	0	0
	7:00	- 7:15	25	0	0	0	0
	7:15	- 7:30	26	1	0	0	0
	7:30	- 7:45	28	2	0	0	0
	7:45	- 8:00	31	6	0	0	0
	8:00	- 8:15	31	5	0	0	0
	8:15	- 8:30	23	5	0	0	0
	8:30	- 8:45	25	7	0	0	0
	8:45	- 9:00	26	9	0	0	0
	9:00	- 9:15	25	8	1	0	0
	9:15	- 9:30	30	7	0	0	0
	16:00	- 16:15	26	16	0	0	0
	16:15	- 16:30	50	15	0	0	0
	16:30	- 16:45	43	24	0	0	0
	16:45	- 17:00	59	25	0	0	0
	17:00	- 17:15	78	25	0	0	0
	17:15	- 17:30	81	27	0	0	0
	17:30	- 17:45	52	20	0	0	0
	17:45	- 18:00	89	26	0	0	0
	18:00	- 18:15	91	17	0	0	0
	18:15	- 18:30	105	16	0	0	0
	18:30	- 18:45	103	16	0	0	0
	18:45	- 19:00	110	33	0	0	0

ตารางที่ ก.18 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (6)

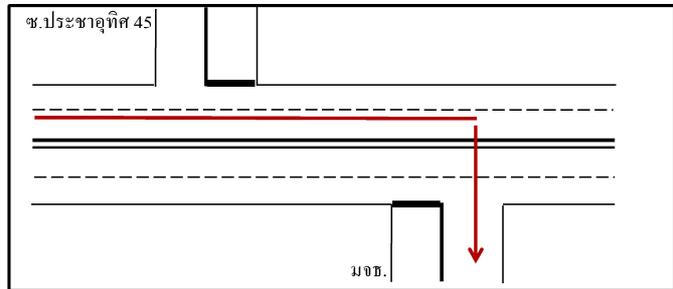
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	18	11	0	0	0
	6:45	- 7:00	22	16	0	0	0
	7:00	- 7:15	27	24	0	0	0
	7:15	- 7:30	39	26	0	0	0
	7:30	- 7:45	27	31	0	0	0
	7:45	- 8:00	33	38	0	0	0
	8:00	- 8:15	30	48	0	0	0
	8:15	- 8:30	43	33	0	0	0
	8:30	- 8:45	44	35	0	0	0
	8:45	- 9:00	51	27	0	0	0
	9:00	- 9:15	39	30	0	0	0
	9:15	- 9:30	43	31	0	0	0
	16:00	- 16:15	33	32	0	0	0
	16:15	- 16:30	33	40	0	0	0
	16:30	- 16:45	57	30	0	0	0
	16:45	- 17:00	60	51	0	0	0
	17:00	- 17:15	55	56	0	0	0
	17:15	- 17:30	51	44	0	0	0
	17:30	- 17:45	47	63	0	0	0
	17:45	- 18:00	40	60	0	0	0
	18:00	- 18:15	45	53	0	0	0
	18:15	- 18:30	68	41	0	0	0
	18:30	- 18:45	70	46	0	0	0
	18:45	- 19:00	55	37	0	0	0

ตารางที่ ก.19 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (7)

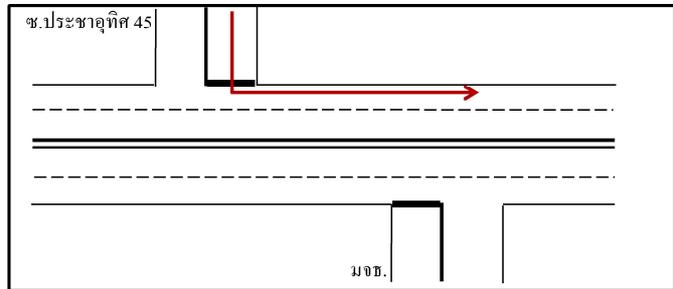
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	1	2	0	0	0
	6:45	- 7:00	2	3	0	0	0
	7:00	- 7:15	4	1	0	0	0
	7:15	- 7:30	1	1	0	0	0
	7:30	- 7:45	8	1	0	0	0
	7:45	- 8:00	6	2	0	0	0
	8:00	- 8:15	9	1	0	0	0
	8:15	- 8:30	4	0	0	0	0
	8:30	- 8:45	6	2	0	0	0
	8:45	- 9:00	5	2	1	0	0
	9:00	- 9:15	6	3	2	0	0
	9:15	- 9:30	7	1	2	0	0
	16:00	- 16:15	6	1	2	0	0
	16:15	- 16:30	7	1	0	0	0
	16:30	- 16:45	3	2	0	0	0
	16:45	- 17:00	5	3	1	0	0
	17:00	- 17:15	5	2	0	0	0
	17:15	- 17:30	7	4	1	0	0
	17:30	- 17:45	8	5	0	0	0
	17:45	- 18:00	9	5	2	0	0
	18:00	- 18:15	11	5	1	0	0
	18:15	- 18:30	10	3	1	0	0
	18:30	- 18:45	6	2	1	0	0
	18:45	- 19:00	12	5	0	0	0

ตารางที่ ก.20 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (8)

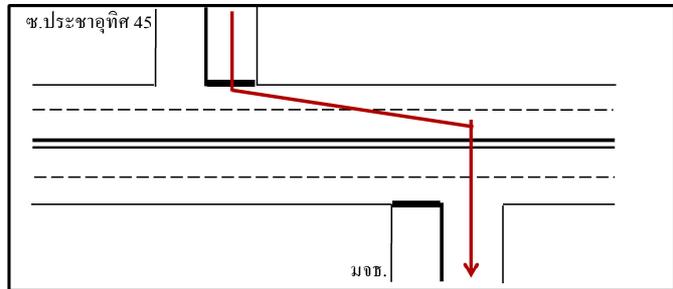
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ซอย > มจร.

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	4	0	1	0	0
	6:45	- 7:00	8	0	0	0	0
	7:00	- 7:15	6	2	0	0	0
	7:15	- 7:30	8	0	0	0	0
	7:30	- 7:45	7	1	0	0	0
	7:45	- 8:00	12	0	0	0	0
	8:00	- 8:15	25	2	0	0	0
	8:15	- 8:30	35	2	0	0	0
	8:30	- 8:45	31	0	0	0	0
	8:45	- 9:00	25	1	0	0	0
	9:00	- 9:15	29	1	0	0	0
	9:15	- 9:30	15	2	0	0	0
	16:00	- 16:15	15	0	0	0	0
	16:15	- 16:30	10	1	0	0	0
	16:30	- 16:45	22	1	0	0	0
	16:45	- 17:00	17	1	0	0	0
	17:00	- 17:15	11	2	0	0	0
	17:15	- 17:30	16	0	0	0	0
	17:30	- 17:45	21	2	0	0	0
	17:45	- 18:00	17	1	0	0	0
	18:00	- 18:15	9	1	0	0	0
	18:15	- 18:30	15	1	0	0	0
	18:30	- 18:45	3	0	0	0	0
	18:45	- 19:00	15	0	0	0	0

ตารางที่ ก.21 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (9)

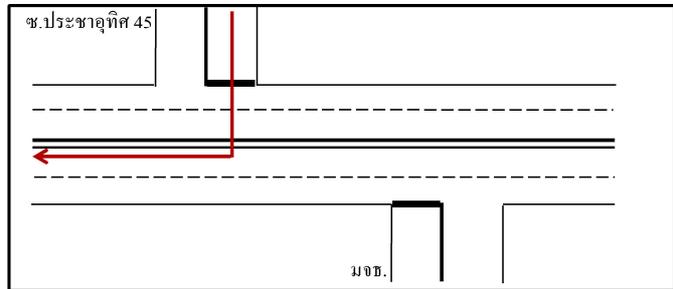
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	20	35	0	0	0
	6:45	- 7:00	30	51	0	0	0
	7:00	- 7:15	28	65	0	0	0
	7:15	- 7:30	27	43	0	0	0
	7:30	- 7:45	72	58	0	0	0
	7:45	- 8:00	78	57	0	0	0
	8:00	- 8:15	72	44	0	0	0
	8:15	- 8:30	67	27	0	0	0
	8:30	- 8:45	55	35	0	0	0
	8:45	- 9:00	30	25	1	0	0
	9:00	- 9:15	25	39	0	0	0
	9:15	- 9:30	30	47	1	0	0
	16:00	- 16:15	24	10	0	0	0
	16:15	- 16:30	18	5	0	0	0
	16:30	- 16:45	17	11	0	0	0
	16:45	- 17:00	16	4	0	0	0
	17:00	- 17:15	30	11	0	0	0
	17:15	- 17:30	22	3	0	0	0
	17:30	- 17:45	26	3	0	0	0
	17:45	- 18:00	22	5	0	0	0
	18:00	- 18:15	28	3	0	0	0
	18:15	- 18:30	32	6	0	0	0
	18:30	- 18:45	31	9	0	0	0
	18:45	- 19:00	24	6	0	0	0

ตารางที่ ก.22 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (10)

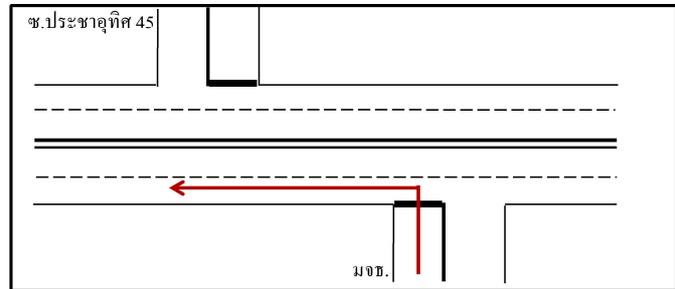
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง มจร. เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	23	24	0	0	0
	6:45	- 7:00	23	21	0	0	0
	7:00	- 7:15	17	23	0	0	0
	7:15	- 7:30	34	22	0	4	0
	7:30	- 7:45	66	42	0	2	0
	7:45	- 8:00	64	37	0	0	0
	8:00	- 8:15	76	30	0	0	0
	8:15	- 8:30	42	34	0	0	0
	8:30	- 8:45	44	24	0	0	0
	8:45	- 9:00	49	27	1	0	0
	9:00	- 9:15	27	40	0	0	0
	9:15	- 9:30	25	20	0	0	0
	16:00	- 16:15	43	33	0	1	0
	16:15	- 16:30	46	54	0	0	0
	16:30	- 16:45	47	81	0	0	0
	16:45	- 17:00	52	59	1	0	0
	17:00	- 17:15	100	72	0	1	0
	17:15	- 17:30	117	65	0	0	0
	17:30	- 17:45	69	61	0	0	0
	17:45	- 18:00	54	54	0	0	0
	18:00	- 18:15	54	38	0	0	0
	18:15	- 18:30	34	33	0	0	0
	18:30	- 18:45	42	34	0	0	0
	18:45	- 19:00	41	21	0	0	0

ตารางที่ ก.23 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (11)

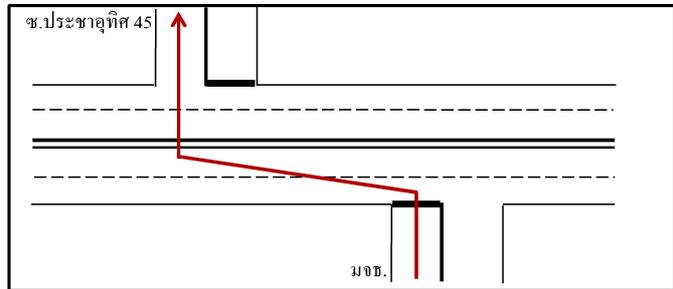
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง มจร. > ซอย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	5	0	1	1	1
	6:45	- 7:00	5	0	0	0	0
	7:00	- 7:15	11	0	0	0	0
	7:15	- 7:30	13	0	0	0	0
	7:30	- 7:45	8	0	0	0	0
	7:45	- 8:00	8	0	0	0	0
	8:00	- 8:15	11	0	0	0	0
	8:15	- 8:30	20	0	0	0	0
	8:30	- 8:45	62	1	0	0	0
	8:45	- 9:00	50	0	0	0	0
	9:00	- 9:15	46	1	0	0	0
	9:15	- 9:30	54	1	0	0	0
	16:00	- 16:15	13	2	0	0	0
	16:15	- 16:30	28	1	0	0	0
	16:30	- 16:45	24	2	0	0	0
	16:45	- 17:00	31	2	0	0	0
	17:00	- 17:15	37	1	0	0	0
	17:15	- 17:30	23	0	0	0	0
	17:30	- 17:45	23	2	0	0	0
	17:45	- 18:00	24	3	0	0	0
	18:00	- 18:15	10	3	0	0	0
	18:15	- 18:30	24	3	0	0	0
	18:30	- 18:45	17	9	0	0	0
	18:45	- 19:00	17	7	0	0	0

ตารางที่ ก.24 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (12)

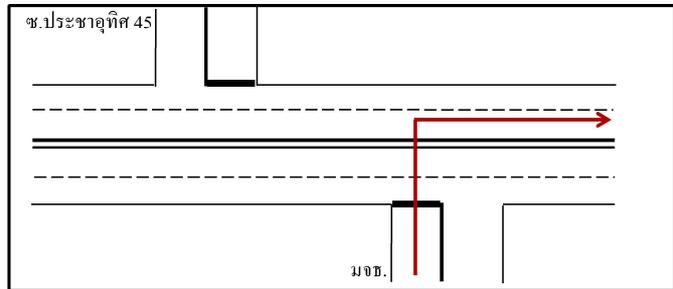
วันที่สำรวจ 20 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สัทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 45 + มจร.

ทิศทาง มจร. เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:30	- 6:45	2	0	0	0	0
	6:45	- 7:00	2	2	0	0	0
	7:00	- 7:15	3	2	0	0	0
	7:15	- 7:30	4	1	0	0	0
	7:30	- 7:45	8	3	0	0	0
	7:45	- 8:00	4	4	0	0	0
	8:00	- 8:15	6	6	0	0	0
	8:15	- 8:30	8	8	0	0	0
	8:30	- 8:45	9	10	0	0	0
	8:45	- 9:00	8	5	0	0	0
	9:00	- 9:15	5	11	0	0	0
	9:15	- 9:30	5	6	0	0	0
	16:00	- 16:15	6	10	0	0	0
	16:15	- 16:30	5	5	0	0	0
	16:30	- 16:45	9	13	0	0	0
	16:45	- 17:00	9	16	0	0	0
	17:00	- 17:15	12	17	0	0	0
	17:15	- 17:30	12	28	0	0	0
	17:30	- 17:45	5	11	0	0	0
	17:45	- 18:00	10	18	0	0	0
	18:00	- 18:15	8	12	0	0	0
	18:15	- 18:30	4	8	0	0	0
	18:30	- 18:45	14	12	0	0	0
	18:45	- 19:00	2	6	0	0	0

ตารางที่ ก.25 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

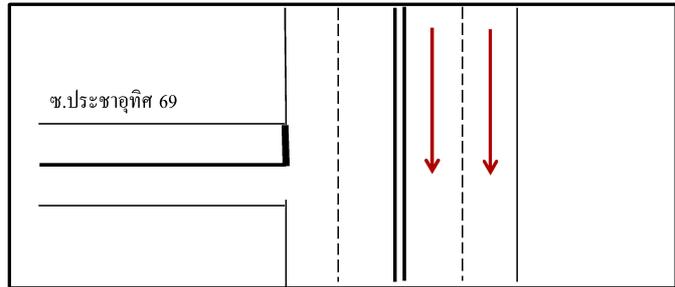
วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	251	216	34	2	0
	7:00	- 7:15	316	231	31	1	0
	7:15	- 7:30	348	204	27	1	0
	7:30	- 7:45	384	184	26	1	0
	7:45	- 8:00	265	148	29	2	0
	8:00	- 8:15	236	242	40	3	1
	8:15	- 8:30	215	201	33	1	1
	8:30	- 8:45	195	200	26	3	0
	17:00	- 17:15	186	152	22	1	0
	17:15	- 17:30	157	172	29	2	0
	17:30	- 17:45	141	168	21	2	0
	17:45	- 18:00	252	162	36	3	0
	18:00	- 18:15	223	172	30	2	0
	18:15	- 18:30	229	152	25	1	3
	18:30	- 18:45	180	146	30	1	1
	18:45	- 19:00	159	145	32	4	0

ตารางที่ ก.26 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (2)

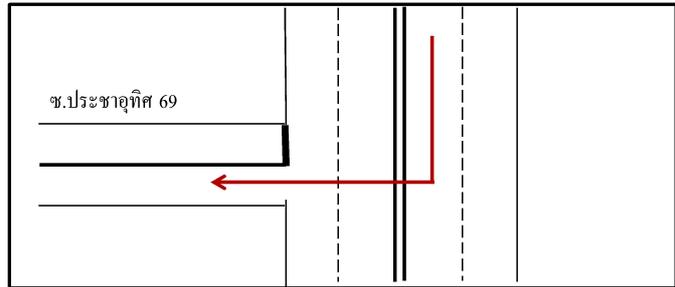
วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	7:00	32	21	3	0	0
	7:00	7:15	48	31	1	0	0
	7:15	7:30	62	26	1	0	0
	7:30	7:45	42	21	4	0	0
	7:45	8:00	49	25	1	0	0
	8:00	8:15	25	33	4	0	0
	8:15	8:30	20	22	3	0	0
	8:30	8:45	20	31	3	0	0
	17:00	17:15	27	18	2	0	0
	17:15	17:30	31	22	1	1	0
	17:30	17:45	45	26	2	0	0
	17:45	18:00	41	25	1	0	0
	18:00	18:15	32	22	1	0	0
	18:15	18:30	41	18	0	0	0
	18:30	18:45	39	15	2	1	0
	18:45	19:00	26	19	2	0	0

ตารางที่ ก.27 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (3)

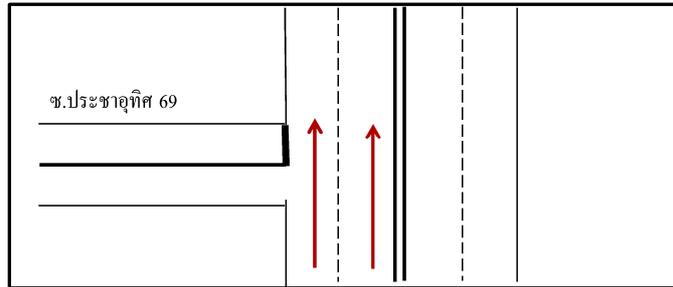
วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

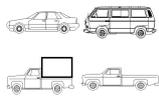
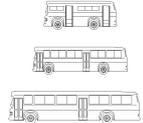
จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส

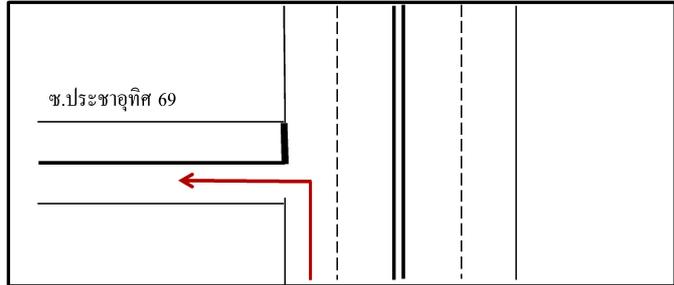


แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
							
6:45	-	7:00	202	134	23	3	0
7:00	-	7:15	239	117	27	2	0
7:15	-	7:30	336	133	24	1	0
7:30	-	7:45	321	108	27	3	0
7:45	-	8:00	281	101	26	0	0
8:00	-	8:15	217	98	33	0	0
8:15	-	8:30	214	102	22	0	0
8:30	-	8:45	187	155	32	4	0
17:00	-	17:15	261	168	43	3	0
17:15	-	17:30	283	180	41	3	1
17:30	-	17:45	267	174	34	3	0
17:45	-	18:00	298	189	28	2	1
18:00	-	18:15	267	167	35	1	0
18:15	-	18:30	262	168	41	3	0
18:30	-	18:45	275	196	39	1	0
18:45	-	19:00	264	175	40	0	0

ตารางที่ ก.28 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (4)

วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557
 ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา
 จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69
 ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย
 สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	7:00	53	18	0	0	0
	7:00	7:15	75	7	0	0	0
	7:15	7:30	72	15	0	0	0
	7:30	7:45	84	20	0	0	0
	7:45	8:00	75	24	0	0	0
	8:00	8:15	67	16	0	0	0
	8:15	8:30	63	13	0	0	0
	8:30	8:45	47	29	0	0	0
	17:00	17:15	72	16	0	0	0
	17:15	17:30	98	18	0	0	0
	17:30	17:45	78	22	0	0	0
	17:45	18:00	84	18	0	0	0
	18:00	18:15	81	15	0	0	0
	18:15	18:30	89	16	0	0	0
	18:30	18:45	77	18	0	0	0
	18:45	19:00	93	15	1	0	0

ตารางที่ ก.29 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (5)

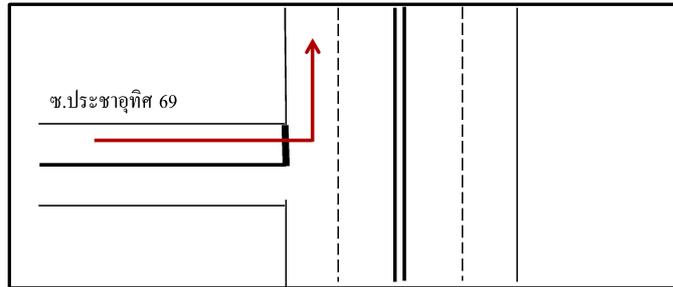
วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	61	18	3	0	0
	7:00	- 7:15	69	11	3	1	0
	7:15	- 7:30	87	15	2	1	0
	7:30	- 7:45	48	16	2	0	0
	7:45	- 8:00	54	16	2	0	0
	8:00	- 8:15	37	12	1	0	0
	8:15	- 8:30	30	13	1	0	0
	8:30	- 8:45	30	13	1	0	0
	17:00	- 17:15	45	22	2	0	0
	17:15	- 17:30	46	20	1	0	0
	17:30	- 17:45	51	20	1	0	0
	17:45	- 18:00	61	18	1	0	0
	18:00	- 18:15	29	23	1	0	0
	18:15	- 18:30	54	26	1	0	0
	18:30	- 18:45	40	24	1	0	0
	18:45	- 19:00	31	35	1	0	0

ตารางที่ ก.30 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 (6)

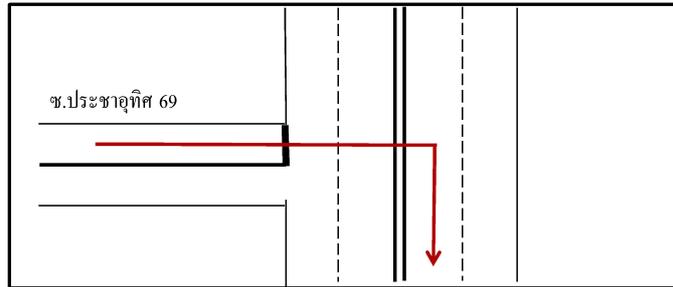
วันที่สำรวจ 19 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 69

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	7:00	38	19	0	0	0
	7:00	7:15	64	13	0	0	0
	7:15	7:30	63	13	0	0	0
	7:30	7:45	57	10	0	0	0
	7:45	8:00	70	13	0	0	0
	8:00	8:15	62	14	0	0	0
	8:15	8:30	53	12	0	0	0
	8:30	8:45	41	11	0	0	0
	17:00	17:15	78	25	1	0	0
	17:15	17:30	79	22	0	0	0
	17:30	17:45	69	22	0	0	0
	17:45	18:00	74	26	0	0	0
	18:00	18:15	74	17	0	0	0
	18:15	18:30	87	22	0	0	0
	18:30	18:45	76	25	0	0	0
	18:45	19:00	65	22	0	0	0

ตารางที่ ก.31 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

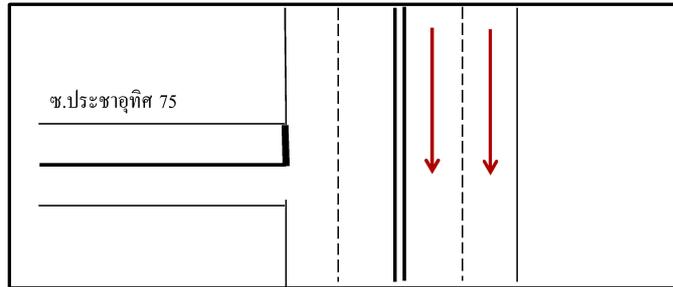
วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 75

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	7:00	105	205	35	2	1
	7:00	7:15	125	222	32	2	0
	7:15	7:30	154	239	27	2	0
	7:30	7:45	177	196	32	1	0
	7:45	8:00	189	233	48	2	0
	8:00	8:15	197	240	40	5	0
	8:15	8:30	203	222	36	3	0
	8:30	8:45	189	204	31	7	0
	17:00	17:15	131	206	37	1	0
	17:15	17:30	122	222	34	2	0
	17:30	17:45	108	194	37	5	0
	17:45	18:00	98	211	37	3	0
	18:00	18:15	114	204	40	2	0
	18:15	18:30	101	195	38	2	3
	18:30	18:45	89	162	38	1	1
	18:45	19:00	98	186	42	3	0

ตารางที่ ก.32 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (2)

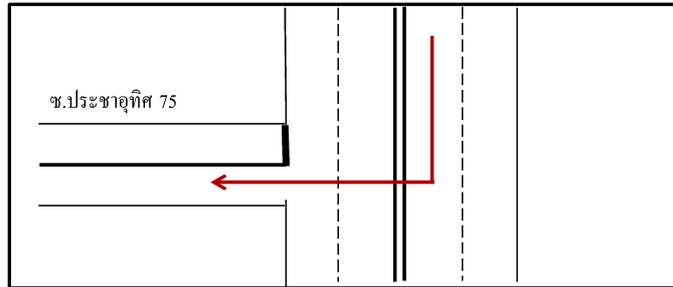
วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา 75

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	9	18	0	0	0
	7:00	- 7:15	7	26	0	0	0
	7:15	- 7:30	8	32	0	0	0
	7:30	- 7:45	9	18	0	0	0
	7:45	- 8:00	11	11	0	0	0
	8:00	- 8:15	13	20	0	0	0
	8:15	- 8:30	8	12	0	1	0
	8:30	- 8:45	7	14	0	0	0
	17:00	- 17:15	25	13	0	0	0
	17:15	- 17:30	21	9	0	0	0
	17:30	- 17:45	29	6	0	0	0
	17:45	- 18:00	28	9	0	0	0
	18:00	- 18:15	19	8	0	0	0
	18:15	- 18:30	21	8	1	0	0
	18:30	- 18:45	22	7	0	0	0
	18:45	- 19:00	17	4	0	0	0

ตารางที่ ก.33 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (3)

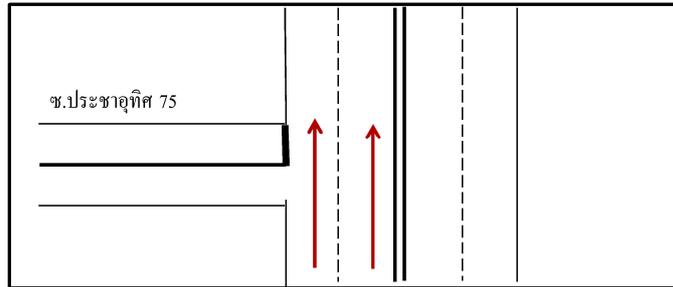
วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 75

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส

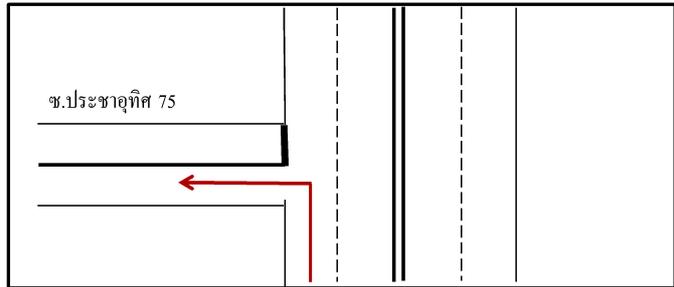


แผนที่สี่แยก

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
6:45	-	7:00	68	154	15	1	0
7:00	-	7:15	55	138	43	5	0
7:15	-	7:30	62	146	24	2	0
7:30	-	7:45	78	164	39	1	0
7:45	-	8:00	85	127	37	1	0
8:00	-	8:15	105	130	29	4	0
8:15	-	8:30	92	135	46	4	0
8:30	-	8:45	87	143	37	2	0
17:00	-	17:15	110	211	30	2	0
17:15	-	17:30	123	190	42	1	1
17:30	-	17:45	159	204	38	2	0
17:45	-	18:00	138	184	40	4	0
18:00	-	18:15	127	204	36	2	0
18:15	-	18:30	168	181	47	1	0
18:30	-	18:45	169	199	45	1	0
18:45	-	19:00	170	182	53	3	0

ตารางที่ ก.34 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (4)

วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557
 ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา
 จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 75
 ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย
 สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	11	4	0	0	0
	7:00	- 7:15	14	4	0	0	0
	7:15	- 7:30	19	5	0	0	0
	7:30	- 7:45	25	11	0	1	0
	7:45	- 8:00	28	5	0	0	0
	8:00	- 8:15	21	8	0	0	0
	8:15	- 8:30	19	5	0	0	0
	8:30	- 8:45	18	8	0	0	0
	17:00	- 17:15	53	7	0	1	0
	17:15	- 17:30	61	10	0	0	0
	17:30	- 17:45	68	7	0	0	0
	17:45	- 18:00	59	13	0	0	0
	18:00	- 18:15	54	5	1	0	1
	18:15	- 18:30	62	12	0	0	0
	18:30	- 18:45	68	12	0	0	0
	18:45	- 19:00	57	6	0	0	0

ตารางที่ ก.35 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (5)

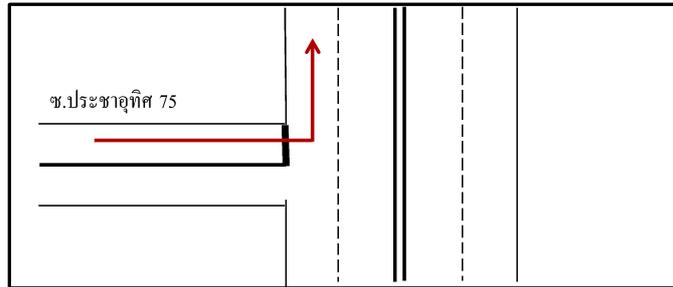
วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 75

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	7	12	0	0	0
	7:00	- 7:15	8	8	2	0	0
	7:15	- 7:30	11	6	0	0	0
	7:30	- 7:45	15	6	0	0	0
	7:45	- 8:00	21	6	0	0	0
	8:00	- 8:15	19	7	0	0	0
	8:15	- 8:30	28	7	0	0	0
	8:30	- 8:45	31	10	0	1	0
	17:00	- 17:15	21	12	0	0	0
	17:15	- 17:30	19	9	0	0	0
	17:30	- 17:45	28	12	0	1	0
	17:45	- 18:00	19	7	0	0	0
	18:00	- 18:15	17	4	0	0	0
	18:15	- 18:30	21	3	0	1	0
	18:30	- 18:45	26	9	0	1	0
	18:45	- 19:00	19	10	0	0	0

ตารางที่ ก.36 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 (6)

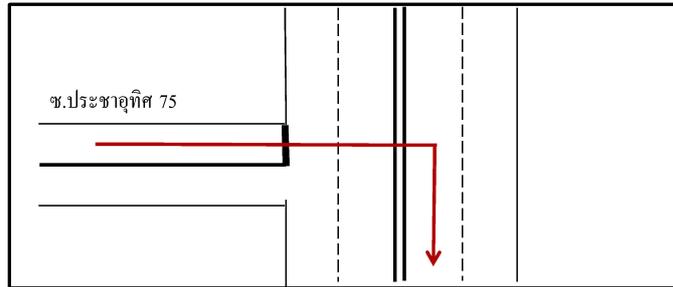
วันที่สำรวจ 22 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 75

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	45	8	0	0	0
	7:00	- 7:15	55	3	0	0	0
	7:15	- 7:30	60	5	0	0	0
	7:30	- 7:45	51	6	1	0	0
	7:45	- 8:00	57	4	0	0	0
	8:00	- 8:15	58	7	2	0	0
	8:15	- 8:30	49	4	0	1	0
	8:30	- 8:45	51	7	0	1	0
	17:00	- 17:15	27	7	1	0	0
	17:15	- 17:30	22	6	0	0	0
	17:30	- 17:45	19	5	0	1	0
	17:45	- 18:00	25	5	0	0	0
	18:00	- 18:15	28	8	0	0	0
	18:15	- 18:30	22	9	1	0	0
	18:30	- 18:45	27	7	0	0	0
	18:45	- 19:00	17	4	0	0	0

ตารางที่ ก.37 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

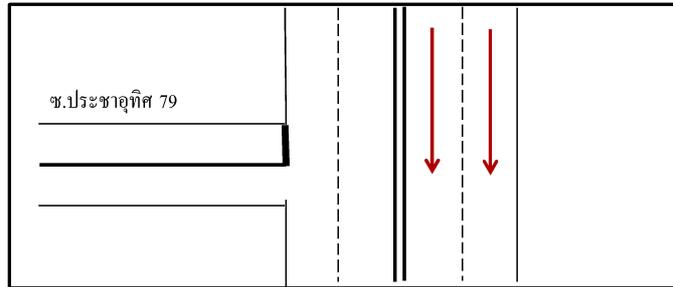
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	352	296	38	1	0
	7:00	- 7:15	418	288	28	2	1
	7:15	- 7:30	533	257	30	1	1
	7:30	- 7:45	582	242	33	2	0
	7:45	- 8:00	432	240	35	2	0
	8:00	- 8:15	341	276	37	2	1
	8:15	- 8:30	248	236	28	2	2
	8:30	- 8:45	220	244	35	2	4
	17:00	- 17:15	212	242	32	4	0
	17:15	- 17:30	218	250	35	3	0
	17:30	- 17:45	225	258	36	3	0
	17:45	- 18:00	228	260	34	2	0
	18:00	- 18:15	230	255	33	3	0
	18:15	- 18:30	221	249	29	2	0
	18:30	- 18:45	218	241	27	1	0
	18:45	- 19:00	209	233	23	1	0

ตารางที่ ก.38 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (2)

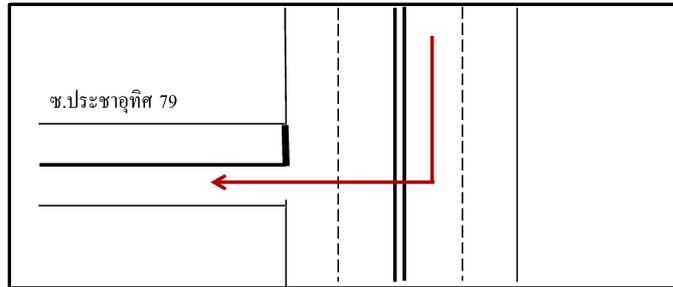
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	7:00	11	23	0	0	0
	7:00	7:15	15	25	0	0	0
	7:15	7:30	18	22	0	0	0
	7:30	7:45	17	26	0	0	0
	7:45	8:00	20	28	0	0	0
	8:00	8:15	21	26	0	0	0
	8:15	8:30	16	22	0	0	0
	8:30	8:45	15	19	0	0	0
	17:00	17:15	22	19	0	0	0
	17:15	17:30	25	22	0	0	0
	17:30	17:45	28	24	0	0	0
	17:45	18:00	35	28	0	0	0
	18:00	18:15	33	26	0	0	0
	18:15	18:30	36	27	0	0	0
	18:30	18:45	34	23	0	0	0
	18:45	19:00	29	19	0	0	0

ตารางที่ ก.39 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (3)

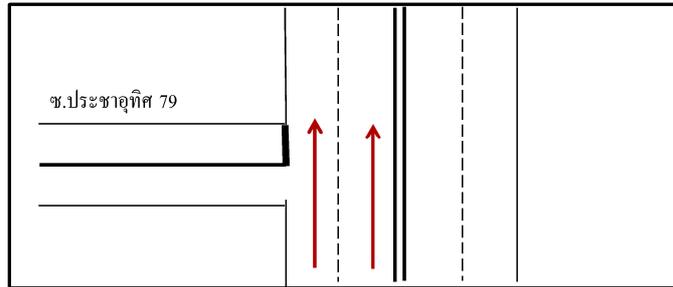
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	187	172	28	1	0
	7:00	- 7:15	258	145	26	2	0
	7:15	- 7:30	338	164	33	2	0
	7:30	- 7:45	360	178	26	2	0
	7:45	- 8:00	356	147	35	0	0
	8:00	- 8:15	221	186	34	1	0
	8:15	- 8:30	150	169	37	0	0
	8:30	- 8:45	179	150	38	1	0
	17:00	- 17:15	224	213	25	2	0
	17:15	- 17:30	230	216	28	2	0
	17:30	- 17:45	238	221	30	1	0
	17:45	- 18:00	242	225	33	2	0
	18:00	- 18:15	234	220	29	1	0
	18:15	- 18:30	229	218	25	1	0
	18:30	- 18:45	221	209	23	1	0
	18:45	- 19:00	211	201	22	1	0

ตารางที่ ก.40 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (4)

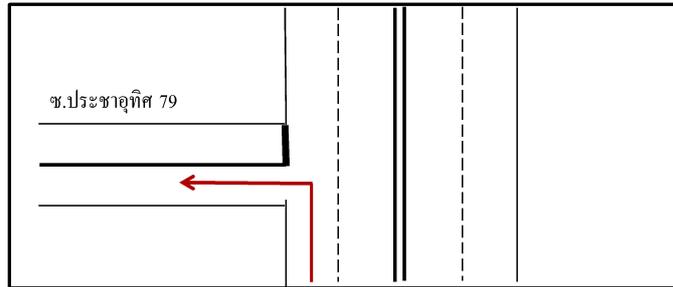
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	36	18	2	0	0
	7:00	- 7:15	34	20	0	0	0
	7:15	- 7:30	31	21	1	0	0
	7:30	- 7:45	28	24	0	0	0
	7:45	- 8:00	34	25	0	0	0
	8:00	- 8:15	33	22	1	0	0
	8:15	- 8:30	29	19	0	0	0
	8:30	- 8:45	25	16	0	0	0
	17:00	- 17:15	43	24	3	0	0
	17:15	- 17:30	48	29	2	0	0
	17:30	- 17:45	52	33	1	0	0
	17:45	- 18:00	55	36	1	0	0
	18:00	- 18:15	50	34	2	0	0
	18:15	- 18:30	47	30	2	0	0
	18:30	- 18:45	44	28	1	0	0
	18:45	- 19:00	41	25	1	0	0

ตารางที่ ก.41 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (5)

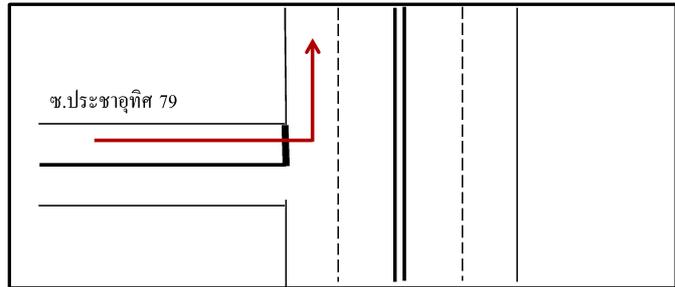
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
	จาก	ถึง	จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	21	14	0	0	0
	7:00	- 7:15	27	12	1	0	0
	7:15	- 7:30	14	13	0	0	0
	7:30	- 7:45	21	22	0	0	0
	7:45	- 8:00	21	13	0	0	0
	8:00	- 8:15	28	17	0	0	0
	8:15	- 8:30	14	16	0	0	0
	8:30	- 8:45	27	15	0	0	1
	17:00	- 17:15	27	23	0	0	0
	17:15	- 17:30	32	25	0	0	0
	17:30	- 17:45	35	28	0	0	0
	17:45	- 18:00	38	33	0	0	0
	18:00	- 18:15	39	33	0	0	0
	18:15	- 18:30	36	30	0	0	0
	18:30	- 18:45	35	28	0	0	0
	18:45	- 19:00	31	25	0	0	0

ตารางที่ ก.42 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 (6)

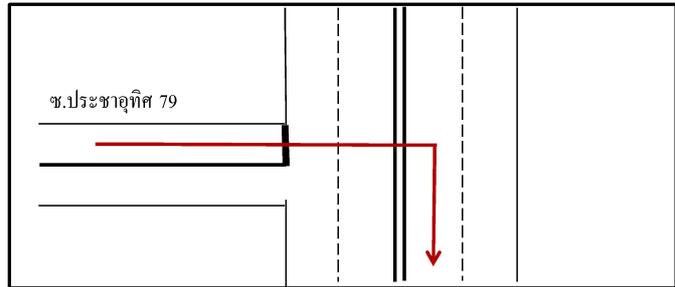
วันที่สำรวจ 29 มกราคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 79

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	6:45	- 7:00	35	23	2	0	0
	7:00	- 7:15	39	18	5	0	0
	7:15	- 7:30	59	15	3	0	0
	7:30	- 7:45	54	20	3	0	0
	7:45	- 8:00	39	15	2	0	0
	8:00	- 8:15	28	15	2	0	0
	8:15	- 8:30	29	20	1	0	0
	8:30	- 8:45	26	15	1	0	0
	17:00	- 17:15	39	25	2	0	0
	17:15	- 17:30	43	28	2	0	0
	17:30	- 17:45	45	31	1	0	0
	17:45	- 18:00	48	33	2	0	0
	18:00	- 18:15	44	30	1	0	0
	18:15	- 18:30	38	29	0	0	0
	18:30	- 18:45	39	25	1	0	0
	18:45	- 19:00	35	22	0	0	0

ตารางที่ ก.43 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

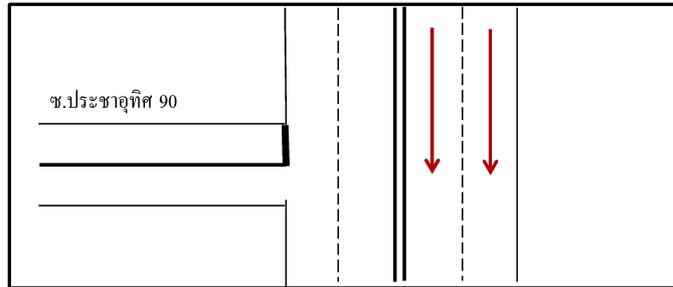
วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธินันท์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90

ทิศทาง ออกเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส

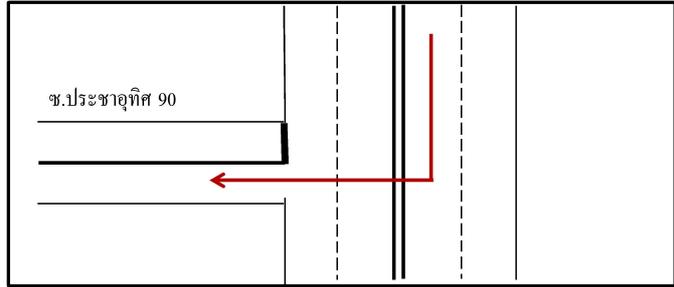


แผนที่สี่แยก

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
7:30	-	7:45	147	74	2	2	5
7:45	-	8:00	105	77	2	2	4
8:00	-	8:15	113	81	1	1	2
8:15	-	8:30	109	75	2	0	0
8:30	-	8:45	92	82	1	1	3
8:45	-	9:00	93	74	2	3	0
9:00	-	9:15	87	74	2	0	2
9:15	-	9:30	85	71	2	1	3
17:15	-	17:30	130	85	3	1	0
17:30	-	17:45	142	98	4	1	0
17:45	-	18:00	155	109	7	3	2
18:00	-	18:15	140	88	3	0	0
18:15	-	18:30	161	94	5	1	1
18:30	-	18:45	156	87	2	0	0
18:45	-	19:00	151	95	6	0	1
19:00	-	19:15	143	102	4	0	2

ตารางที่ ก.44 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (2)

วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557
 ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา
 จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90
 ทิศทาง ออกเมือง เลี้ยวขวา
 สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:30	- 7:45	58	31	12	1	0
	7:45	- 8:00	65	42	10	1	1
	8:00	- 8:15	63	37	10	2	0
	8:15	- 8:30	72	38	13	0	0
	8:30	- 8:45	64	44	11	1	1
	8:45	- 9:00	59	38	12	1	0
	9:00	- 9:15	58	39	9	2	0
	9:15	- 9:30	61	38	11	1	0
	17:15	- 17:30	56	75	6	1	0
	17:30	- 17:45	68	87	11	0	1
	17:45	- 18:00	59	83	12	0	0
	18:00	- 18:15	71	99	10	0	0
	18:15	- 18:30	66	78	11	1	0
	18:30	- 18:45	75	82	11	0	0
	18:45	- 19:00	63	87	8	2	0
	19:00	- 19:15	70	91	7	0	0

ตารางที่ ก.45 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (3)

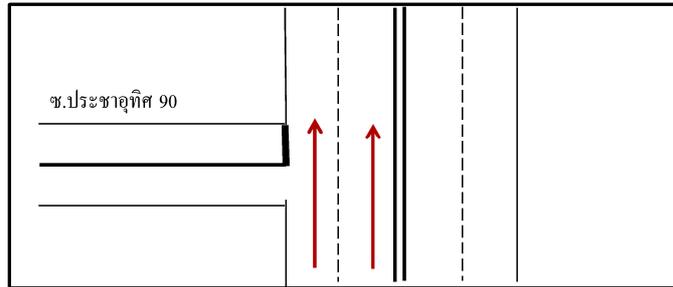
วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90

ทิศทาง เข้าเมือง ตรง

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สี่แยก

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:30	- 7:45	86	108	4	0	3
	7:45	- 8:00	94	115	5	1	1
	8:00	- 8:15	101	132	7	0	2
	8:15	- 8:30	115	135	4	2	0
	8:30	- 8:45	112	136	5	0	2
	8:45	- 9:00	123	128	5	1	1
	9:00	- 9:15	108	117	5	0	3
	9:15	- 9:30	103	120	4	0	0
	17:15	- 17:30	91	154	8	2	1
	17:30	- 17:45	115	173	9	2	0
	17:45	- 18:00	132	174	11	1	0
	18:00	- 18:15	120	186	5	0	1
	18:15	- 18:30	128	157	8	1	0
	18:30	- 18:45	103	131	9	3	0
	18:45	- 19:00	93	116	9	2	0
	19:00	- 19:15	81	123	7	0	1

ตารางที่ ก.46 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (4)

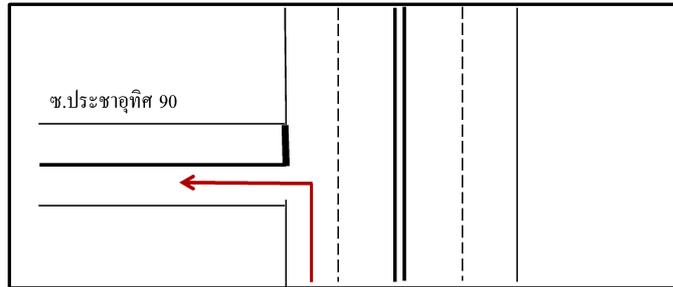
วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90

ทิศทาง เข้าเมือง เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:30	- 7:45	27	27	1	0	1
	7:45	- 8:00	23	34	2	0	0
	8:00	- 8:15	28	42	1	0	1
	8:15	- 8:30	33	35	1	1	0
	8:30	- 8:45	24	36	2	0	0
	8:45	- 9:00	26	32	1	0	0
	9:00	- 9:15	25	31	1	1	0
	9:15	- 9:30	26	32	1	0	0
	17:15	- 17:30	49	35	0	1	2
	17:30	- 17:45	62	41	1	2	1
	17:45	- 18:00	50	41	2	0	0
	18:00	- 18:15	58	47	1	1	0
	18:15	- 18:30	71	53	0	1	1
	18:30	- 18:45	63	48	1	2	0
	18:45	- 19:00	49	42	0	1	1
	19:00	- 19:15	42	40	1	0	0

ตารางที่ ก.47 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (5)

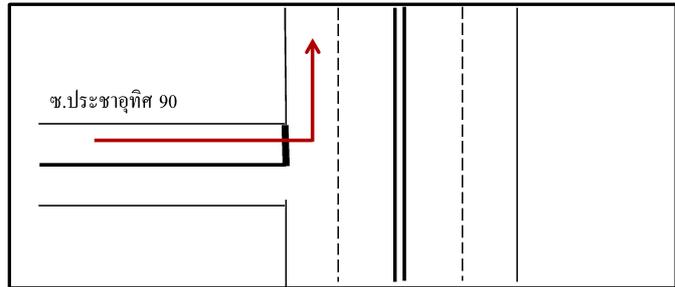
วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิริทิรัตน์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90

ทิศทาง ซอย เลี้ยวซ้าย

สภาพอากาศ แจ่มใส



แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:30	- 7:45	210	134	11	4	0
	7:45	- 8:00	182	143	11	2	1
	8:00	- 8:15	166	126	9	5	1
	8:15	- 8:30	116	126	14	5	2
	8:30	- 8:45	98	113	8	10	1
	8:45	- 9:00	82	133	9	4	2
	9:00	- 9:15	68	116	12	7	0
	9:15	- 9:30	73	110	9	7	0
	17:15	- 17:30	38	29	8	3	1
	17:30	- 17:45	41	41	7	1	0
	17:45	- 18:00	35	34	8	0	2
	18:00	- 18:15	23	29	11	0	0
	18:15	- 18:30	28	28	7	2	1
	18:30	- 18:45	39	30	9	0	0
	18:45	- 19:00	29	22	10	1	1
	19:00	- 19:15	26	27	8	2	0

ตารางที่ ก.48 ปริมาณจราจรทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 (6)

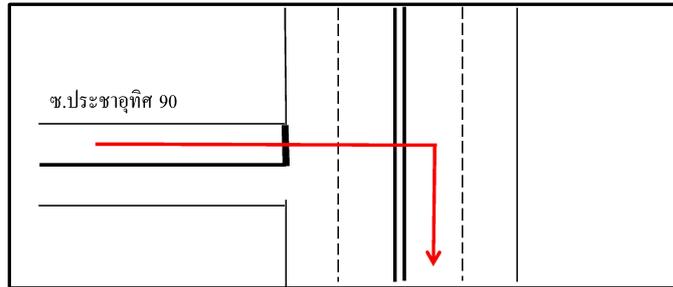
วันที่สำรวจ 26 มีนาคม 2557

ชื่อผู้สำรวจ สิทธิพันธ์, ชาญวิทย์, ปริญญา

จุดสำรวจ ช.ประชาอุทิศ 90

ทิศทาง ซอย เลี้ยวขวา

สภาพอากาศ แจ่มใส



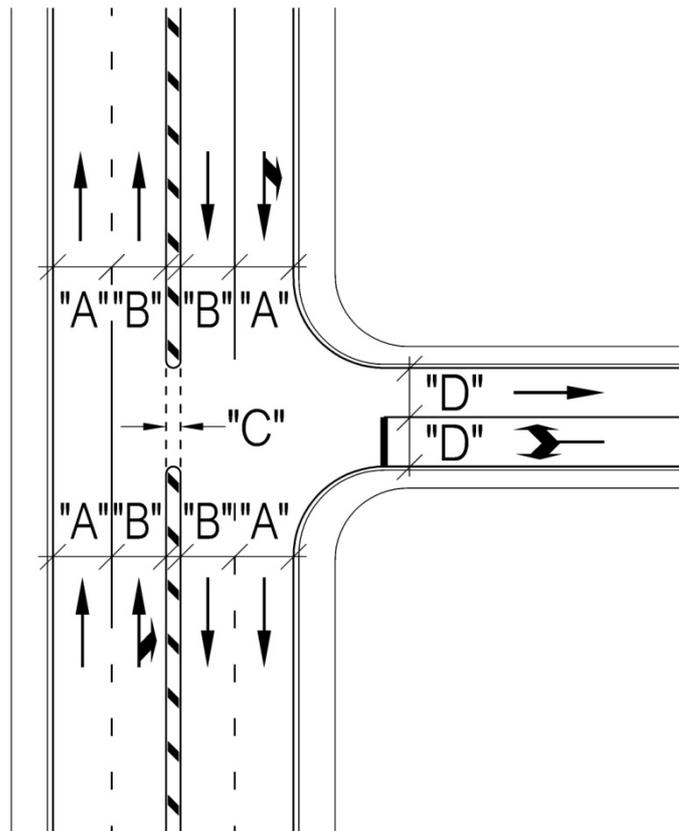
แผนที่สังเขป

รถประเภทที่	ช่วงเวลา		1	2	3	4	5
			จักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก
	7:30	- 7:45	30	18	0	1	0
	7:45	- 8:00	34	24	0	0	0
	8:00	- 8:15	35	29	0	2	0
	8:15	- 8:30	44	35	0	1	0
	8:30	- 8:45	37	24	0	0	0
	8:45	- 9:00	42	31	0	2	0
	9:00	- 9:15	43	32	0	0	0
	9:15	- 9:30	39	29	0	1	0
	17:15	- 17:30	49	42	0	0	0
	17:30	- 17:45	61	58	0	1	0
	17:45	- 18:00	52	67	0	0	0
	18:00	- 18:15	47	53	0	1	0
	18:15	- 18:30	53	42	0	2	0
	18:30	- 18:45	56	52	0	0	1
	18:45	- 19:00	47	47	0	0	0
	19:00	- 19:15	38	41	0	0	0

ตารางที่ ก.49 ความกว้างช่องจราจร (หน่วย: เมตร)

ทางเชื่อม	ความกว้าง			
	"A"	"B"	"C"	"D"
ประชาอุทิศ 27	3.25	3.00	0.80	3.50
ประชาอุทิศ 33	3.25	3.00	0.8	2.50
ประชาอุทิศ 45	3.25	3.00	0.8	2.50
ประชาอุทิศ 69	3.25	3.00	0.8	2.75
ประชาอุทิศ 75	3.20	3.00	0.8	3.00
ประชาอุทิศ 79	3.20	3.00	0.8	3.00
ประชาอุทิศ 90	3.15	3.15	0.8	3.50 + 3.50

(*หมายเหตุ: สามารถดูรูปที่ ก.1 ประกอบ)



รูปที่ ก.1 สัญลักษณ์ของความกว้างช่องจราจร

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง

ตารางที่ ข.1 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.23	22.02	20.41	18.66	15.61
25 th percentile	29.52	28.37	22.09	21.00	21.28
50 th percentile	33.32	31.97	23.85	25.47	21.71
75 th percentile	37.88	34.56	25.95	29.59	23.40
85 th percentile	39.80	36.59	27.08	32.00	24.49
Max	47.21	49.54	33.66	33.88	38.79
Model Estimated (50 th)	31.21	29.15	24.59	28.48	22.60
% Diff	-6.34	-8.82	+3.12	+11.80	+4.11
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.97	24.34	19.38	18.51	17.65
25 th percentile	33.23	31.54	23.33	25.29	24.85
50 th percentile	37.43	34.55	26.26	28.50	27.74
75 th percentile	42.68	38.62	30.43	30.22	31.54
85 th percentile	44.41	41.29	35.31	31.49	32.96
Max	54.12	50.46	43.51	41.59	38.90
Model Estimated (50 th)	38.53	32.19	23.21	25.66	25.84
% Diff	+2.94	-6.83	-11.60	-9.96	-6.85
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.96	18.59	-	-	-
25 th percentile	26.35	23.81	-	-	-
50 th percentile	33.49	27.33	-	-	-
75 th percentile	36.15	28.73	-	-	-
85 th percentile	36.95	32.49	-	-	-
Max	42.49	37.64	-	-	-
Model Estimated (50 th)	33.56	28.68	-	-	-
% Diff	+0.20	+4.96	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.2 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 27 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.07	19.92	14.69	16.23	-
25 th percentile	31.85	29.66	28.32	18.59	-
50 th percentile	36.04	33.58	32.24	20.71	-
75 th percentile	41.54	37.59	37.16	25.48	-
85 th percentile	42.82	40.32	38.49	26.39	-
Max	55.61	51.17	42.95	32.83	-
Model Estimated (50 th)	36.79	30.35	30.85	21.48	-
% Diff	+2.09	-9.62	-4.32	+3.74	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	25.15	20.47	19.17	18.80	-
25 th percentile	30.49	25.18	23.63	24.42	-
50 th percentile	32.82	28.85	25.63	27.63	-
75 th percentile	35.50	33.13	30.70	32.18	-
85 th percentile	37.49	36.35	35.44	35.22	-
Max	43.95	46.56	38.71	32.54	-
Model Estimated (50 th)	30.11	27.52	24.50	29.75	-
% Diff	-8.27	-4.61	-4.42	+7.67	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.97	17.82	-	-	-
25 th percentile	25.26	22.83	-	-	-
50 th percentile	32.11	26.20	-	-	-
75 th percentile	34.66	27.54	-	-	-
85 th percentile	35.42	31.15	-	-	-
Max	40.73	36.08	-	-	-
Model Estimated (50 th)	30.56	27.68	-	-	-
% Diff	-4.82	+5.66	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.3 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	19.64	18.61	17.25	15.78	-
25 th percentile	24.95	23.98	18.68	17.75	-
50 th percentile	28.17	27.03	20.16	21.54	-
75 th percentile	32.02	29.21	21.94	25.01	-
85 th percentile	33.64	30.93	22.89	27.05	-
Max	39.91	41.88	28.46	28.64	-
Model Estimated (50 th)	30.21	27.15	21.59	20.48	-
% Diff	+7.24	+0.46	+7.10	-4.90	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	20.26	20.58	16.38	15.65	-
25 th percentile	28.09	26.66	19.72	21.38	-
50 th percentile	31.64	29.21	22.20	24.09	-
75 th percentile	36.08	32.65	25.72	25.55	-
85 th percentile	37.54	34.91	29.85	26.62	-
Max	45.75	42.66	36.78	35.16	-
Model Estimated (50 th)	32.91	30.13	20.16	25.42	-
% Diff	+4.02	+3.14	-9.19	+5.52	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	20.25	15.72	-	-	-
25 th percentile	22.27	20.13	-	-	-
50 th percentile	28.31	23.10	-	-	-
75 th percentile	30.56	24.28	-	-	-
85 th percentile	31.24	27.46	-	-	-
Max	35.92	31.82	-	-	-
Model Estimated (50 th)	30.19	25.18	-	-	-
% Diff	+6.63	+9.02	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.4 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 33 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.88	20.62	15.21	16.79	-
25 th percentile	32.96	30.70	29.31	19.24	-
50 th percentile	37.30	34.75	31.37	21.43	-
75 th percentile	43.00	38.91	38.46	26.37	-
85 th percentile	44.31	41.73	39.84	27.32	-
Max	57.55	52.96	44.45	33.97	-
Model Estimated (50 th)	35.16	32.54	29.88	23.32	-
% Diff	-5.73	-6.38	-4.76	+8.83	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	26.03	21.18	19.84	19.46	-
25 th percentile	31.56	26.06	24.45	25.28	-
50 th percentile	33.97	29.86	26.53	28.60	-
75 th percentile	36.74	34.29	31.77	33.30	-
85 th percentile	38.80	37.62	36.68	36.46	-
Max	45.49	48.19	40.06	33.68	-
Model Estimated (50 th)	30.49	28.98	27.16	29.63	-
% Diff	-10.25	-2.93	+2.40	+3.62	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.77	18.45	-	-	-
25 th percentile	26.14	23.63	-	-	-
50 th percentile	33.23	27.11	-	-	-
75 th percentile	35.87	28.50	-	-	-
85 th percentile	36.66	32.24	-	-	-
Max	42.16	37.35	-	-	-
Model Estimated (50 th)	35.50	30.49	-	-	-
% Diff	+6.82	+12.45	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.5 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี ช่วงโมงเร่งด่วนเช้า (หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.11	22.85	21.18	19.37	-
25 th percentile	30.64	29.44	22.93	21.80	-
50 th percentile	34.59	33.18	24.75	26.44	-
75 th percentile	39.31	35.87	26.93	30.71	-
85 th percentile	41.31	37.98	28.10	33.21	-
Max	49.00	51.42	34.94	35.16	-
Model Estimated (50 th)	35.19	30.98	25.12	24.95	-
% Diff	+1.74	-6.64	+1.48	-5.64	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.88	25.26	20.11	19.22	-
25 th percentile	34.49	32.73	24.21	26.25	-
50 th percentile	38.85	35.86	27.25	29.58	-
75 th percentile	44.30	40.08	31.58	31.37	-
85 th percentile	46.09	42.86	36.65	32.68	-
Max	56.17	52.37	45.16	43.17	-
Model Estimated (50 th)	38.96	34.31	28.96	29.63	-
% Diff	+0.29	-4.32	+6.27	+0.18	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	27.24	21.14	-	-	-
25 th percentile	29.95	27.07	-	-	-
50 th percentile	38.08	31.07	-	-	-
75 th percentile	41.10	32.66	-	-	-
85 th percentile	42.01	36.93	-	-	-
Max	48.30	42.79	-	-	-
Model Estimated (50 th)	37.63	29.85	-	-	-
% Diff	-1.18	-3.91	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-
KMUTT	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	18.76	12.15	-	-	-
25 th percentile	20.25	18.67	-	-	-
50 th percentile	22.71	20.69	-	-	-
75 th percentile	26.58	21.36	-	-	-
85 th percentile	28.22	22.21	-	-	-
Max	36.17	35.77	-	-	-
Model Estimated (50 th)	24.93	20.93	-	-	-
% Diff	+9.74	+1.16	-	-	-

ตารางที่ ข.6 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 45 และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.46	19.40	14.30	15.80	-
25 th percentile	31.01	28.88	27.57	18.10	-
50 th percentile	35.08	32.69	31.39	20.16	-
75 th percentile	40.45	36.60	36.18	24.81	-
85 th percentile	41.69	39.25	37.47	25.70	-
Max	54.14	49.82	41.81	31.96	-
Model Estimated (50 th)	35.86	30.34	28.53	21.63	-
% Diff	+2.21	-7.19	-9.11	+7.30	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.48	19.92	18.66	18.31	-
25 th percentile	29.68	24.51	23.00	23.78	-
50 th percentile	31.96	28.09	24.95	26.90	-
75 th percentile	34.56	32.26	29.89	31.33	-
85 th percentile	36.50	35.39	34.51	34.29	-
Max	42.79	45.33	37.69	31.68	-
Model Estimated (50 th)	31.59	29.13	25.58	27.93	-
% Diff	-1.15	+3.71	+2.51	+3.83	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.36	17.35	-	-	-
25 th percentile	24.59	22.23	-	-	-
50 th percentile	31.26	25.51	-	-	-
75 th percentile	33.74	26.81	-	-	-
85 th percentile	34.49	30.32	-	-	-
Max	39.66	35.13	-	-	-
Model Estimated (50 th)	30.49	26.12	-	-	-
% Diff	-2.47	+2.42	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-
KMUTT	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	20.28	13.14	-	-	-
25 th percentile	21.90	20.20	-	-	-
50 th percentile	24.56	22.38	-	-	-
75 th percentile	28.75	23.10	-	-	-
85 th percentile	30.52	24.02	-	-	-
Max	38.12	37.69	-	-	-
Model Estimated (50 th)	25.26	22.79	-	-	-
% Diff	+2.83	+1.85	-	-	-

ตารางที่ ข.7 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.37	23.10	21.41	19.58	-
25 th percentile	30.96	29.75	23.18	22.03	-
50 th percentile	34.95	33.53	25.01	26.72	-
75 th percentile	39.73	36.25	27.22	31.03	-
85 th percentile	41.75	38.38	28.40	33.57	-
Max	49.52	51.97	35.31	35.53	-
Model Estimated (50 th)	35.62	31.34	26.13	26.93	-
% Diff	+1.91	-6.56	+4.47	+0.78	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	25.14	25.53	20.32	19.42	-
25 th percentile	34.85	33.08	24.47	26.52	-
50 th percentile	39.26	36.24	27.54	29.89	-
75 th percentile	44.77	40.51	31.91	31.70	-
85 th percentile	46.58	43.31	37.04	33.03	-
Max	56.77	52.93	45.64	43.63	-
Model Estimated (50 th)	40.19	37.72	27.52	30.96	-
% Diff	+2.37	+4.08	-0.07	+3.59	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	25.36	19.68	-	-	-
25 th percentile	27.89	25.21	-	-	-
50 th percentile	35.45	28.92	-	-	-
75 th percentile	38.26	30.41	-	-	-
85 th percentile	39.11	34.39	-	-	-
Max	44.97	39.84	-	-	-
Model Estimated (50 th)	33.90	27.12	-	-	-
% Diff	-4.38	-6.23	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.8 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 69 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.22	19.19	14.15	15.63	-
25 th percentile	30.68	28.57	27.28	17.90	-
50 th percentile	34.71	32.34	31.06	19.94	-
75 th percentile	40.02	36.21	35.80	24.54	-
85 th percentile	41.24	38.83	37.07	25.42	-
Max	53.56	49.29	41.37	31.62	-
Model Estimated (50 th)	35.83	30.04	32.33	20.06	-
% Diff	+3.21	-7.12	+4.10	+0.58	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.22	19.71	18.46	18.11	-
25 th percentile	29.37	24.25	22.76	23.52	-
50 th percentile	31.62	27.79	24.69	26.61	-
75 th percentile	34.19	31.92	29.57	30.99	-
85 th percentile	36.11	35.01	34.14	33.93	-
Max	42.33	44.85	37.29	31.35	-
Model Estimated (50 th)	30.33	26.63	25.70	27.96	-
% Diff	-4.07	-4.17	+4.10	+5.06	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.13	17.17	16.89	-	-
25 th percentile	24.33	21.99	19.86	-	-
50 th percentile	30.93	25.23	24.48	-	-
75 th percentile	33.38	26.53	26.56	-	-
85 th percentile	34.12	30.00	31.81	-	-
Max	39.24	34.76	36.73	-	-
Model Estimated (50 th)	32.56	26.32	25.71	-	-
% Diff	+5.29	+4.30	+5.00	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	-	-

ตารางที่ ข.9 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.04	22.79	21.12	19.31	-
25 th percentile	30.55	29.36	22.87	21.74	-
50 th percentile	34.49	33.09	24.68	26.36	-
75 th percentile	39.20	35.76	26.86	30.62	-
85 th percentile	41.19	37.87	28.02	33.12	-
Max	48.86	51.27	34.84	35.06	-
Model Estimated (50 th)	36.87	31.33	25.72	25.64	-
% Diff	+6.92	-5.32	+4.23	-2.74	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.81	25.19	20.05	19.16	-
25 th percentile	34.39	32.64	24.14	26.17	-
50 th percentile	38.74	35.76	27.17	29.49	-
75 th percentile	44.17	39.97	31.49	31.28	-
85 th percentile	45.96	42.73	36.54	32.58	-
Max	56.01	52.22	45.03	43.04	-
Model Estimated (50 th)	39.66	33.92	25.48	30.12	-
% Diff	+2.39	-5.13	-6.22	+2.13	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.80	19.24	-	-	-
25 th percentile	27.27	24.65	-	-	-
50 th percentile	34.66	28.28	-	-	-
75 th percentile	37.41	29.73	-	-	-
85 th percentile	38.24	33.62	-	-	-
Max	43.97	38.95	-	-	-
Model Estimated (50 th)	31.53	25.90	-	-	-
% Diff	-9.03	-8.41	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.10 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 75 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.20	19.17	14.13	15.61	-
25 th percentile	30.64	28.53	27.24	17.88	-
50 th percentile	34.67	32.30	31.02	19.92	-
75 th percentile	39.96	36.16	35.75	24.51	-
85 th percentile	41.19	38.79	37.03	25.39	-
Max	53.49	49.23	41.32	31.58	-
Model Estimated (50 th)	33.36	30.87	31.97	22.13	-
% Diff	-3.77	-4.43	+3.07	+11.10	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.19	19.69	18.44	18.09	-
25 th percentile	29.33	24.22	22.73	23.49	-
50 th percentile	31.58	27.75	24.66	26.58	-
75 th percentile	34.15	31.88	29.53	30.95	-
85 th percentile	36.06	34.97	34.09	33.89	-
Max	42.28	44.79	37.24	31.31	-
Model Estimated (50 th)	30.23	28.17	25.62	25.38	-
% Diff	-4.26	+1.50	+3.91	-4.51	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.10	17.15	-	-	-
25 th percentile	24.30	21.96	-	-	-
50 th percentile	30.89	25.20	-	-	-
75 th percentile	33.34	26.49	-	-	-
85 th percentile	34.08	29.96	-	-	-
Max	39.19	34.71	-	-	-
Model Estimated (50 th)	30.93	27.36	-	-	-
% Diff	+0.13	+8.56	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.11 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.45	23.17	21.48	19.64	-
25 th percentile	31.06	29.85	23.25	22.10	-
50 th percentile	35.06	33.64	25.09	26.81	-
75 th percentile	39.86	36.36	27.31	31.13	-
85 th percentile	41.88	38.50	28.49	33.67	-
Max	49.67	52.13	35.42	35.64	-
Model Estimated (50 th)	31.92	30.01	26.13	23.78	-
% Diff	-8.97	-10.79	+4.14	-11.29	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	25.22	25.61	20.39	19.48	-
25 th percentile	34.96	33.18	24.55	26.61	-
50 th percentile	39.38	36.36	27.63	29.99	-
75 th percentile	44.91	40.64	32.01	31.80	-
85 th percentile	46.73	43.45	37.15	33.13	-
Max	56.95	53.10	45.79	43.76	-
Model Estimated (50 th)	36.64	33.08	29.64	30.95	-
% Diff	-6.97	-9.01	+7.29	+3.22	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	25.21	19.56	18.56	-	-
25 th percentile	27.73	25.06	21.82	-	-
50 th percentile	35.24	28.75	26.90	-	-
75 th percentile	38.04	30.23	29.18	-	-
85 th percentile	38.88	34.18	34.95	-	-
Max	44.71	39.60	38.35	-	-
Model Estimated (50 th)	35.36	29.83	25.64	-	-
% Diff	+0.34	+3.75	-4.69	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	-	-

ตารางที่ ข.12 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 79 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	21.88	18.90	13.94	15.39	-
25 th percentile	30.21	28.13	26.86	17.63	-
50 th percentile	34.18	31.85	30.58	19.64	-
75 th percentile	39.41	35.66	35.25	24.17	-
85 th percentile	40.61	38.24	36.51	25.03	-
Max	52.74	48.54	40.74	31.14	-
Model Estimated (50 th)	33.31	29.78	31.83	22.34	-
% Diff	-2.55	-6.50	+4.08	+13.75	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.85	19.41	18.18	17.84	-
25 th percentile	28.92	23.88	22.41	23.17	-
50 th percentile	31.13	27.36	24.31	26.21	-
75 th percentile	33.67	31.43	29.12	30.52	-
85 th percentile	35.56	34.48	33.62	33.41	-
Max	41.69	44.16	36.72	30.87	-
Model Estimated (50 th)	30.78	29.63	25.11	25.97	-
% Diff	-1.14	+8.28	+3.29	-0.91	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	21.79	16.91	-	-	-
25 th percentile	23.96	21.66	-	-	-
50 th percentile	30.46	24.85	-	-	-
75 th percentile	32.87	26.12	-	-	-
85 th percentile	33.60	29.54	-	-	-
Max	38.64	34.23	-	-	-
Model Estimated (50 th)	31.14	25.53	-	-	-
% Diff	+2.25	+2.74	-	-	-
Logical Test	Accepted	Accepted	-	-	-

ตารางที่ ข.13 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	23.69	22.45	20.81	19.03	15.91
25 th percentile	30.10	28.92	22.53	21.41	21.69
50 th percentile	33.98	32.60	24.31	25.97	22.13
75 th percentile	38.62	35.23	26.46	30.17	23.86
85 th percentile	40.58	37.31	27.61	32.63	24.97
Max	48.13	50.51	34.32	34.54	37.55
Model Estimated (50 th)	31.13	29.91	23.45	25.01	22.56
% Diff	-8.38	-8.24	-3.55	-3.71	+1.93
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.44	24.82	19.75	18.88	18.00
25 th percentile	33.88	32.15	23.78	25.78	25.33
50 th percentile	38.16	35.23	26.77	29.06	28.28
75 th percentile	43.52	39.37	31.02	30.81	32.16
85 th percentile	45.28	42.10	36.00	32.10	33.61
Max	55.18	51.45	44.37	42.41	35.56
Model Estimated (50 th)	39.85	36.61	26.10	27.54	29.42
% Diff	+4.42	+3.92	-2.50	-5.22	+4.02
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.43	18.96	19.75	18.88	-
25 th percentile	26.87	24.28	23.78	25.78	-
50 th percentile	34.15	27.86	26.77	29.06	-
75 th percentile	36.86	29.29	31.02	30.81	-
85 th percentile	37.67	33.12	36.00	32.10	-
Max	43.32	38.38	44.37	42.41	-
Model Estimated (50 th)	35.54	26.93	25.28	27.15	-
% Diff	+4.08	-3.34	-5.56	-6.56	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-

ตารางที่ ข.14 การกระจายตัวของความเร็วบนทางเชื่อมประชาอุทิศ 90 ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น
(หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

IB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.67	19.57	14.43	15.94	-
25 th percentile	31.29	29.14	27.82	18.26	-
50 th percentile	35.40	32.99	31.67	20.34	-
75 th percentile	40.81	36.93	36.51	25.03	-
85 th percentile	42.06	39.61	37.81	25.93	-
Max	54.63	50.27	42.19	32.25	-
Model Estimated (50 th)	36.64	33.12	32.48	21.54	-
% Diff	+3.50	+0.40	+2.54	+5.90	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
OB	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	24.71	20.10	18.83	18.47	-
25 th percentile	29.95	24.74	23.21	23.99	-
50 th percentile	32.25	28.34	25.18	27.14	-
75 th percentile	34.87	32.55	30.16	31.61	-
85 th percentile	36.83	35.71	34.82	34.60	-
Max	43.17	45.74	38.03	31.97	-
Model Estimated (50 th)	30.91	27.85	26.61	27.58	-
% Diff	-4.14	-1.73	+5.68	+1.61	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-
SOI	Motocycle	Cars	Small Bus	Bus	Heavy Vehicle
Min	22.57	17.51	18.83	18.47	-
25 th percentile	24.82	22.43	23.21	23.99	-
50 th percentile	31.54	25.74	25.18	27.14	-
75 th percentile	34.05	27.06	30.16	31.61	-
85 th percentile	34.80	30.60	34.82	34.60	-
Max	40.02	35.45	38.03	31.97	-
Model Estimated (50 th)	32.21	26.74	25.63	26.67	-
% Diff	+2.11	+3.90	+1.79	-1.74	-
Logical Test	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	-

ตารางที่ ข.15 การกระจายตัวของเวลาในการหยุดรถประจำทางที่ป้าย

ป้ายรถประจำทาง		เวลาในการหยุดรถ (วินาที)		จำนวนตัวอย่าง
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ประชาอุทิศ 27	เร่งด่วนเช้า	6.34	2.50	50
	เร่งด่วนเย็น	7.99	3.58	50
ประชาอุทิศ 33	เร่งด่วนเช้า	5.52	2.29	50
	เร่งด่วนเย็น	5.29	2.43	50
ประชาอุทิศ 45	เร่งด่วนเช้า	6.54	2.44	50
	เร่งด่วนเย็น	6.61	2.69	50
มจร.	เร่งด่วนเช้า	6.04	2.53	50
	เร่งด่วนเย็น	7.30	2.69	50
ประชาอุทิศ 69	เร่งด่วนเช้า	8.08	2.72	50
	เร่งด่วนเย็น	9.05	2.57	50
ประชาอุทิศ 75	เร่งด่วนเช้า	6.13	2.84	50
	เร่งด่วนเย็น	6.09	2.57	50
ประชาอุทิศ 79	เร่งด่วนเช้า	6.80	2.68	50
	เร่งด่วนเย็น	7.14	2.71	50

(*หมายเหตุ: ป้ายรถประจำทางซอยประชาอุทิศ 90 อยู่นอกขอบเขตของพื้นที่ในแบบจำลอง)

ตารางที่ ข.16 ช่องว่างวิกฤตในการเลี้ยงขวง

ทางเชื่อม		ช่องว่างวิกฤต (วินาที)	
		เลี้ยงขวงเข้าซอย	เลี้ยงขวงออกจากซอย
ประชาอุทิศ 27	เร่งด่วนเช้า	3.0	2.5
	เร่งด่วนเย็น	2.8	2.5
ประชาอุทิศ 33	เร่งด่วนเช้า	3.2	2.5
	เร่งด่วนเย็น	3.0	2.5
ประชาอุทิศ 45	เร่งด่วนเช้า	2.5	2.6
	เร่งด่วนเย็น	2.5	3.0
มจร.	เร่งด่วนเช้า	2.4	2.8
	เร่งด่วนเย็น	2.5	3.0
ประชาอุทิศ 69	เร่งด่วนเช้า	2.1	2.5
	เร่งด่วนเย็น	2.2	2.1
ประชาอุทิศ 75	เร่งด่วนเช้า	3.0	2.5
	เร่งด่วนเย็น	3.2	2.5
ประชาอุทิศ 79	เร่งด่วนเช้า	1.8	2.0
	เร่งด่วนเย็น	1.8	2.0
ประชาอุทิศ 90	เร่งด่วนเช้า	2.8	2.5
	เร่งด่วนเย็น	2.5	2.5

ภาคผนวก ค
ผลการปรับแก้แบบจำลอง

ตารางที่ ค.1 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	2,473	2,599	1,838	1,722	331	318	4,642	
2	2,380	2,525	1,863	1,735	324	308	4,567	
3	2,350	2,499	1,879	1,768	343	290	4,572	
4	2,366	2,470	1,851	1,706	285	330	4,502	
5	2,372	2,519	1,881	1,781	329	288	4,582	
6	2,390	2,504	1,852	1,757	338	310	4,580	
7	2,362	2,510	1,970	1,857	319	283	4,651	
8	2,462	2,590	1,820	1,708	327	313	4,609	
9	2,318	2,449	1,881	1,783	323	294	4,522	
10	2,304	2,442	1,868	1,760	335	294	4,507	
AVG	2,378	2,511	1,870	1,758	325	303	4,573	
STDDEV	54	52	40	45	16	15	52	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	2,378	2,442	2,808	2,076	-2.63	Accepted	1.310	Accepted
3	2,511	2,564	2,949	2,179	-2.08	Accepted	1.058	Accepted
5	1,870	1,858	2,137	1,579	+0.66	Accepted	0.285	Accepted
7	1,758	1,751	2,014	1,488	+0.38	Accepted	0.160	Accepted
9	325	317	417	217	+2.65	Accepted	0.469	Accepted
10	303	302	402	202	+0.26	Accepted	0.046	Accepted
SUM	4,573	4,617	4,848	4,386	-0.94	Accepted	0.643	Accepted

ตารางที่ ค.2 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	34	107	67
2	22	88	63
3	27	61	48
4	33	112	75
5	25	60	52
6	34	70	82
7	25	110	71
8	25	120	43
9	23	51	54
10	32	60	47
AVG	28.0	83.9	60.2
STDDEV	4.7	26.4	13.3
OBSERVED	28	84	70
%Diff	+0.00	-0.12	-14.00

ตารางที่ ค.3 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,889	1,934	2,348	2,247	295	333	4,532	
2	1,856	1,926	2,395	2,272	296	333	4,547	
3	1,901	1,997	2,385	2,278	304	309	4,590	
4	1,882	1,943	2,407	2,324	296	312	4,585	
5	1,897	1,942	2,395	2,309	293	340	4,585	
6	1,978	2,014	2,318	2,186	291	367	4,587	
7	1,790	1,877	2,326	2,236	303	317	4,419	
8	1,822	1,884	2,334	2,194	296	360	4,452	
9	1,776	1,841	2,321	2,194	287	340	4,384	
10	1,764	1,845	2,432	2,312	292	334	4,488	
AVG	1,856	1,920	2,366	2,255	295	335	4,517	
STDDEV	67	59	41	52	5	19	77	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,856	1,888	2,171	1,605	-1.72	Accepted	0.751	Accepted
3	1,920	1,991	2,290	1,692	-3.55	Accepted	1.599	Accepted
5	2,366	2,370	2,726	2,015	-0.16	Accepted	0.080	Accepted
7	2,255	2,264	2,604	1,924	-0.39	Accepted	0.185	Accepted
9	295	324	424	224	-8.86	Accepted	1.631	Accepted
10	335	327	427	227	+2.29	Accepted	0.412	Accepted
SUM	4,517	4,582	4,811	4,353	-1.42	Accepted	0.965	Accepted

ตารางที่ ค.4 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 27

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	49	62	74
2	50	69	113
3	27	99	54
4	40	75	91
5	47	91	102
6	29	83	65
7	35	28	53
8	52	73	114
9	39	96	101
10	36	116	80
AVG	40.4	79.2	84.7
STDDEV	8.8	24.2	22.9
OBSERVED	42	84	84
% Diff	-3.81	-5.71	+0.83

ตารางที่ ค.5 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	2,451	2,819	1,464	1,423	526	182	4,441	
2	2,357	2,721	1,534	1,495	549	203	4,440	
3	2,344	2,657	1,523	1,479	467	202	4,334	
4	2,389	2,759	1,524	1,497	545	188	4,458	
5	2,361	2,717	1,582	1,533	510	203	4,453	
6	2,287	2,591	1,536	1,486	484	216	4,307	
7	2,297	2,608	1,451	1,401	487	199	4,235	
8	2,295	2,654	1,488	1,449	512	189	4,295	
9	2,324	2,712	1,412	1,368	535	183	4,271	
10	2,324	2,674	1,531	1,494	530	203	4,385	
AVG	2,343	2,691	1,505	1,463	515	197	4,362	
STDDEV	50	69	50	51	28	11	84	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	2,343	2,338	2,689	1,987	+0.21	Accepted	0.101	Accepted
3	2,691	2,685	3,088	2,282	+0.23	Accepted	0.120	Accepted
5	1,505	1,498	1,723	1,273	+0.43	Accepted	0.168	Accepted
7	1,463	1,466	1,686	1,246	-0.24	Accepted	0.091	Accepted
9	515	518	618	418	-0.68	Accepted	0.154	Accepted
10	197	203	303	103	-3.05	Accepted	0.439	Accepted
SUM	4,362	4,354	4,572	4,136	+0.18	Accepted	0.120	Accepted

ตารางที่ ค.6 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	31	68	42
2	28	53	31
3	23	62	30
4	34	50	59
5	38	35	32
6	47	58	33
7	32	41	23
8	27	24	23
9	29	45	23
10	22	63	38
AVG	31.1	49.9	33.4
STDDEV	7.4	13.8	11.0
OBSERVED	28	56	35
%Diff	+11.07	-10.89	-4.57

ตารางที่ ค.7 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

ช่วงเวลารุ่งควนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,559	1,568	2,306	2,027	272	527	4,137	
2	1,522	1,521	2,297	2,034	259	500	4,078	
3	1,555	1,568	2,285	2,019	265	544	4,105	
4	1,616	1,585	2,281	2,005	259	532	4,156	
5	1,509	1,505	2,394	2,078	250	547	4,153	
6	1,665	1,631	2,320	2,085	273	544	4,258	
7	1,567	1,552	2,334	2,030	262	528	4,163	
8	1,599	1,612	2,323	2,081	261	487	4,183	
9	1,533	1,525	2,441	2,092	252	582	4,226	
10	1,652	1,644	2,269	1,988	255	534	4,176	
AVG	1,578	1,571	2,325	2,044	261	533	4,164	
STDDEV	54	47	54	37	8	26	53	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,578	1,558	1,792	1,324	+1.26	Accepted	0.498	Accepted
3	1,571	1,554	1,787	1,321	+1.10	Accepted	0.433	Accepted
5	2,325	2,322	2,670	1,974	+0.13	Accepted	0.062	Accepted
7	2,044	2,039	2,345	1,733	+0.24	Accepted	0.108	Accepted
9	261	251	351	151	+3.90	Accepted	0.613	Accepted
10	533	538	638	438	-1.02	Accepted	0.238	Accepted
SUM	4,164	4,131	4,338	3,924	+0.79	Accepted	0.505	Accepted

ตารางที่ ค.8 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 33

ช่วงเวลารุ่งควนเย็น

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	47	52	77
2	36	81	58
3	31	88	54
4	44	93	66
5	32	63	56
6	42	76	66
7	32	51	60
8	60	74	55
9	47	75	62
10	41	58	61
AVG	41.2	71.1	61.5
STDDEV	90	146	6.9
OBSERVED	42	84	56
%Diff	-1.90	-15.36	+9.82

ตารางที่ ค.9 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 45

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points										
	1	3	5	7	9	10	11	12	13	15	SUM
1	2,928	3,606	1,334	982	537	169	462	384	3,220	1,282	5,261
2	2,858	3,635	1,293	963	598	152	449	416	3,171	1,279	5,198
3	2,902	3,714	1,287	994	619	169	498	379	3,275	1,277	5,306
4	2,901	3,679	1,297	985	558	157	485	388	3,271	1,279	5,241
5	2,883	3,591	1,340	981	531	196	472	386	3,239	1,289	5,226
6	2,746	3,515	1,324	992	560	167	506	396	3,128	1,308	5,136
7	2,867	3,628	1,402	1,011	598	196	497	420	3,207	1,352	5,364
8	2,935	3,589	1,373	1,012	530	188	450	407	3,228	1,329	5,288
9	2,764	3,534	1,345	1,011	578	182	528	418	3,129	1,320	5,215
10	2,911	3,606	1,375	1,005	608	197	446	439	3,180	1,342	5,340
AVG	2,870	3,610	1,337	994	572	177	479	403	3,205	1,306	5,258
STDDEV	65	60	38	16	33	17	28	20	52	28	69

Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	2,870	2,936	3,336	2,536	-2.26	Accepted	1.234	Accepted
3	3,610	3,746	4,146	3,346	-3.64	Accepted	2.247	Accepted
5	1,337	1,333	1,533	1,133	+0.30	Accepted	0.109	Accepted
7	994	997	1,147	847	-0.34	Accepted	0.108	Accepted
9	572	590	690	490	-3.10	Accepted	0.759	Accepted
10	177	179	279	79	-0.95	Accepted	0.127	Accepted
11	479	487	587	387	-1.58	Accepted	0.350	Accepted
12	403	424	524	324	-4.88	Accepted	1.018	Accepted
13	3,205	3,319	3,719	2,919	-3.44	Accepted	2.000	Accepted
15	1,306	1,317	1,515	1,119	-0.86	Accepted	0.312	Accepted
SUM	5,258	5,346	5,613	5,079	-1.66	Accepted	1.215	Accepted

ตารางที่ ค.10 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 45

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach					
	SOI	IB-INT	OB	KMUTT	IB	OB-INT
1	32	54	65	53	185	125
2	38	58	23	53	167	68
3	39	30	33	77	143	73
4	84	88	42	46	139	103
5	39	49	39	39	121	83
6	84	63	69	58	184	108
7	46	39	52	88	184	112
8	82	67	38	35	182	88
9	88	100	83	53	183	88
10	76	65	64	36	180	124
AVG	60.8	61.3	50.8	53.8	166.8	97.2
STDDEV	23.6	21.0	18.9	17.2	23.6	20.2
OBSERVED	56	56	49	49	175	105
%Diff	+8.57	+9.46	+3.67	+9.80	-4.69	-7.43

ตารางที่ ค.11 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 45

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points										
	1	3	5	7	9	10	11	12	13	15	SUM
1	1,318	1,597	2,825	1,919	194	647	430	581	1,631	2,381	4,767
2	1,397	1,706	2,777	1,969	167	599	467	518	1,751	2,371	4,808
3	1,424	1,705	2,770	1,879	190	635	434	531	1,750	2,320	4,818
4	1,370	1,675	2,813	1,918	174	631	444	565	1,713	2,375	4,801
5	1,356	1,657	2,905	1,954	151	688	443	555	1,693	2,404	4,855
6	1,294	1,591	2,806	1,905	138	658	467	531	1,660	2,337	4,705
7	1,396	1,714	2,792	1,916	181	662	495	592	1,762	2,382	4,864
8	1,330	1,640	2,830	1,923	188	628	468	548	1,696	2,387	4,816
9	1,369	1,637	2,793	1,909	172	627	433	558	1,673	2,348	4,767
10	1,390	1,685	2,852	1,948	164	667	489	566	1,759	2,385	4,895
AVG	1,364	1,661	2,816	1,924	172	644	457	555	1,709	2,369	4,810
STDDEV	40	44	40	26	18	25	24	23	46	26	55
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test			
1	1,364	1,382	1,589	1,175	-1.27	Accepted	0.475	Accepted			
3	1,661	1,674	1,925	1,423	-0.79	Accepted	0.326	Accepted			
5	2,816	2,832	3,232	2,432	-0.55	Accepted	0.295	Accepted			
7	1,924	1,933	2,223	1,643	-0.47	Accepted	0.205	Accepted			
9	172	174	274	74	-1.21	Accepted	0.160	Accepted			
10	644	661	761	561	-2.54	Accepted	0.658	Accepted			
11	457	459	559	359	-0.44	Accepted	0.093	Accepted			
12	555	579	679	479	-4.23	Accepted	1.029	Accepted			
13	1,709	1,725	1,984	1,466	-0.94	Accepted	0.391	Accepted			
15	2,369	2,396	2,755	2,037	-1.13	Accepted	0.553	Accepted			
SUM	4,810	4,847	5,089	4,605	-0.77	Accepted	0.538	Accepted			

ตารางที่ ค.12 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 45

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Approach					
	SOI	IB-INT	OB	KMUTT	IB	OB-INT
1	22	76	73	29	34	36
2	17	44	69	14	40	29
3	25	56	92	22	42	40
4	23	77	154	15	32	28
5	25	45	114	32	27	40
6	21	38	83	25	27	21
7	28	59	104	15	22	22
8	31	31	72	46	22	40
9	20	53	116	9	21	51
10	17	72	128	31	34	33
AVG	22.9	55.1	100.5	23.8	30.1	34.0
STDDEV	4.5	16.1	27.9	11.1	7.5	9.3
OBSERVED	21	56	96	21	28	35
%Diff	+9.05	-1.61	+4.69	+13.33	+7.50	-2.86

ตารางที่ ค.13 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	2,619	2,567	2,125	2,096	641	706	5,385	
2	2,523	2,518	2,121	2,064	626	658	5,270	
3	2,516	2,527	2,111	2,118	668	655	5,295	
4	2,525	2,536	2,130	2,066	643	700	5,298	
5	2,517	2,510	2,126	2,027	593	709	5,236	
6	2,521	2,509	2,151	2,113	644	684	5,316	
7	2,536	2,548	2,152	2,123	659	690	5,347	
8	2,564	2,582	2,119	2,047	666	701	5,349	
9	2,545	2,548	2,245	2,203	630	634	5,420	
10	2,617	2,558	2,058	2,018	648	721	5,323	
AVG	2,548	2,540	2,134	2,088	642	686	5,324	
STDDEV	40	25	47	55	22	28	54	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	2,548	2,509	2,885	2,133	+1.57	Accepted	0.782	Accepted
3	2,540	2,525	2,904	2,146	+0.61	Accepted	0.304	Accepted
5	2,134	2,118	2,436	1,800	+0.75	Accepted	0.343	Accepted
7	2,088	2,049	2,356	1,742	+1.88	Accepted	0.847	Accepted
9	642	630	730	530	+1.87	Accepted	0.468	Accepted
10	686	683	783	583	+0.41	Accepted	0.107	Accepted
SUM	5,324	5,257	5,520	4,994	+1.27	Accepted	0.920	Accepted

ตารางที่ ค.14 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	44	92	26
2	57	93	23
3	46	146	20
4	36	66	22
5	35	168	27
6	63	104	28
7	48	97	21
8	29	53	21
9	63	103	54
10	55	161	25
AVG	47.6	108.3	26.7
STDDEV	11.9	38.4	10.0
OBSERVED	49	105	28
%Diff	-2.86	+3.14	-4.64

ตารางที่ ค.15 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,883	2,036	2,387	2,272	690	652	4,960	
2	1,884	2,042	2,412	2,295	690	657	4,986	
3	1,886	2,061	2,407	2,292	662	595	4,955	
4	1,885	2,030	2,339	2,203	635	628	4,859	
5	1,886	2,045	2,372	2,218	687	635	4,945	
6	1,885	2,085	2,320	2,218	706	623	4,911	
7	1,886	2,064	2,419	2,274	649	624	4,954	
8	1,885	2,040	2,331	2,196	704	666	4,920	
9	1,886	2,080	2,334	2,205	676	639	4,896	
10	1,885	2,054	2,343	2,202	657	631	4,885	
AVG	1,885	2,054	2,366	2,238	676	635	4,927	
STDDEV	1	19	38	41	24	20	40	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,885	1,886	2,169	1,603	-0.05	Accepted	0.021	Accepted
3	2,054	2,049	2,356	1,742	+0.23	Accepted	0.104	Accepted
5	2,366	2,371	2,727	2,015	-0.19	Accepted	0.095	Accepted
7	2,238	2,252	2,590	1,914	-0.64	Accepted	0.306	Accepted
9	676	680	780	580	-0.65	Accepted	0.169	Accepted
10	635	636	736	536	-0.16	Accepted	0.040	Accepted
SUM	4,927	4,937	5,184	4,690	-0.20	Accepted	0.141	Accepted

ตารางที่ ค.16 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 69

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	44	77	54
2	48	89	55
3	54	128	52
4	36	71	35
5	51	171	36
6	59	51	48
7	40	166	36
8	44	99	34
9	45	102	32
10	51	72	45
AVG	47.2	102.6	42.7
STDDEV	6.8	40.5	9.1
OBSERVED	42	105	49
%Diff	+12.38	-2.29	-12.86

ตารางที่ ค.17 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,934	2,096	1,202	1,216	394	211	3,530	
2	1,964	2,108	1,209	1,220	387	218	3,560	
3	1,968	2,092	1,195	1,215	392	235	3,555	
4	1,948	2,080	1,156	1,167	363	214	3,467	
5	1,972	2,115	1,198	1,218	389	214	3,559	
6	1,971	2,116	1,180	1,223	388	202	3,539	
7	1,961	2,100	1,247	1,247	361	214	3,569	
8	1,969	2,078	1,140	1,148	349	239	3,458	
9	1,900	2,018	1,121	1,123	328	210	3,349	
10	1,900	2,045	1,183	1,203	387	217	3,470	
AVG	1,949	2,085	1,183	1,198	374	217	3,506	
STDDEV	28	32	36	39	22	11	70	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,949	1,946	2,238	1,654	+0.14	Accepted	0.061	Accepted
3	2,085	2,090	2,404	1,777	-0.25	Accepted	0.114	Accepted
5	1,183	1,176	1,352	1,000	+0.60	Accepted	0.207	Accepted
7	1,198	1,194	1,373	1,015	+0.34	Accepted	0.116	Accepted
9	374	371	471	271	+0.75	Accepted	0.145	Accepted
10	217	209	309	109	+4.02	Accepted	0.575	Accepted
SUM	3,506	3,493	3,668	3,318	+0.36	Accepted	0.213	Accepted

ตารางที่ ค.18 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	33	64	9
2	16	62	7
3	15	43	0
4	17	48	5
5	20	59	6
6	22	98	10
7	21	86	5
8	13	53	10
9	15	33	5
10	16	56	0
AVG	18.8	60.2	5.7
STDDEV	5.8	19.3	3.6
OBSERVED	21	70	7
%Diff	-10.48	-14.00	-18.57

ตารางที่ ค.19 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,697	1,619	1,737	1,638	274	399	3,708	
2	1,604	1,572	1,794	1,646	255	395	3,653	
3	1,635	1,581	1,756	1,562	222	430	3,613	
4	1,594	1,576	1,784	1,624	254	396	3,632	
5	1,572	1,537	1,865	1,644	246	445	3,683	
6	1,577	1,534	1,792	1,618	248	430	3,617	
7	1,555	1,515	1,699	1,527	222	405	3,476	
8	1,538	1,491	1,766	1,595	247	429	3,551	
9	1,558	1,516	1,792	1,608	240	430	3,590	
10	1,541	1,530	1,711	1,578	259	395	3,511	
AVG	1,587	1,547	1,770	1,604	247	415	3,603	
STDDEV	49	39	48	39	16	19	73	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,587	1,588	1,826	1,350	-0.06	Accepted	0.023	Accepted
3	1,547	1,566	1,801	1,331	-1.21	Accepted	0.479	Accepted
5	1,770	1,758	2,022	1,494	+0.66	Accepted	0.276	Accepted
7	1,604	1,607	1,848	1,366	-0.19	Accepted	0.075	Accepted
9	247	246	346	146	+0.28	Accepted	0.045	Accepted
10	415	419	519	319	-0.86	Accepted	0.176	Accepted
SUM	3,603	3,592	3,772	3,412	+0.32	Accepted	0.190	Accepted

ตารางที่ ค.20 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 75

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	23	76	33
2	12	23	37
3	18	51	34
4	21	81	25
5	15	102	47
6	16	34	39
7	17	26	23
8	17	37	37
9	28	36	46
10	31	34	37
AVG	19.8	50.0	35.8
STDDEV	6.0	26.9	7.7
OBSERVED	21	56	42
%Diff	-5.71	-10.71	-14.76

ตารางที่ ค.21 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	3,330	3,422	2,302	2,206	440	399	6,072	
2	3,376	3,478	2,290	2,263	440	368	6,106	
3	3,323	3,428	2,396	2,285	413	411	6,132	
4	3,444	3,527	2,227	2,176	428	370	6,099	
5	3,284	3,368	2,330	2,235	416	397	6,030	
6	3,302	3,344	2,213	2,097	370	428	5,885	
7	3,236	3,370	2,252	2,149	428	373	5,916	
8	3,253	3,354	2,335	2,202	402	396	5,990	
9	3,310	3,407	2,239	2,148	439	403	5,988	
10	3,226	3,306	2,218	2,136	421	382	5,865	
AVG	3,308	3,400	2,280	2,190	420	393	6,008	
STDDEV	66	66	61	60	22	19	96	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	3,308	3,298	3,793	2,803	+0.32	Accepted	0.181	Accepted
3	3,400	3,399	3,909	2,889	+0.04	Accepted	0.024	Accepted
5	2,280	2,290	2,634	1,947	-0.43	Accepted	0.205	Accepted
7	2,190	2,216	2,548	1,884	-1.19	Accepted	0.560	Accepted
9	420	416	516	316	+0.89	Accepted	0.181	Accepted
10	393	389	489	289	+0.95	Accepted	0.187	Accepted
SUM	6,008	6,004	6,304	5,704	+0.07	Accepted	0.055	Accepted

ตารางที่ ค.22 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	45	59	34
2	33	40	26
3	35	56	25
4	47	55	31
5	28	42	25
6	28	53	19
7	31	48	31
8	37	49	30
9	24	42	22
10	25	53	28
AVG	33.3	49.7	27.1
STDDEV	7.9	6.6	4.6
OBSERVED	35	49	28
%Diff	-4.86	+1.43	-3.21

ตารางที่ ค.23 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	2,420	2,450	2,319	2,271	583	597	5,322	
2	2,326	2,421	2,316	2,244	583	556	5,225	
3	2,320	2,402	2,298	2,250	603	557	5,221	
4	2,307	2,358	2,303	2,229	585	618	5,195	
5	2,319	2,389	2,302	2,195	538	588	5,159	
6	2,311	2,363	2,321	2,260	594	603	5,226	
7	2,344	2,454	2,306	2,293	617	513	5,267	
8	2,250	2,283	2,313	2,225	552	583	5,115	
9	2,335	2,350	2,259	2,186	526	595	5,120	
10	2,223	2,306	2,249	2,157	583	582	5,055	
AVG	2,316	2,378	2,299	2,231	576	579	5,191	
STDDEV	53	57	25	42	29	30	79	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	2,316	2,305	2,651	1,959	+0.46	Accepted	0.218	Accepted
3	2,378	2,370	2,726	2,015	+0.32	Accepted	0.156	Accepted
5	2,299	2,292	2,636	1,948	+0.29	Accepted	0.138	Accepted
7	2,231	2,221	2,554	1,888	+0.45	Accepted	0.212	Accepted
9	576	574	674	474	+0.42	Accepted	0.100	Accepted
10	579	580	680	480	-0.14	Accepted	0.033	Accepted
SUM	5,191	5,171	5,430	4,912	+0.38	Accepted	0.271	Accepted

ตารางที่ ค.24 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 79

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	67	31	91
2	45	36	80
3	47	28	68
4	57	51	101
5	46	22	80
6	42	39	112
7	40	37	61
8	49	45	76
9	47	32	85
10	32	40	61
AVG	47.2	36.1	81.5
STDDEV	9.5	8.4	16.6
OBSERVED	42	35	84
%Diff	+12.38	+3.14	-2.98

ตารางที่ ค.25 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,232	2,174	1,263	1,056	1,485	720	3,980	
2	1,118	2,083	1,218	1,029	1,476	665	3,812	
3	1,179	2,152	1,212	1,019	1,499	676	3,890	
4	1,207	2,092	1,252	1,080	1,482	735	3,941	
5	1,107	2,180	1,256	1,085	1,603	644	3,966	
6	1,171	2,129	1,322	1,095	1,473	699	3,966	
7	1,173	2,145	1,235	1,000	1,494	724	3,902	
8	1,253	2,222	1,252	1,050	1,610	740	4,115	
9	1,126	2,138	1,314	1,033	1,502	727	3,942	
10	1,173	2,202	1,246	1,072	1,535	678	3,954	
AVG	1,174	2,152	1,257	1,052	1,516	701	3,947	
STDDEV	48	44	36	31	51	33	77	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,174	1,172	1,348	996	+0.16	Accepted	0.055	Accepted
3	2,152	2,183	2,510	1,856	-1.43	Accepted	0.672	Accepted
5	1,257	1,260	1,449	1,071	-0.24	Accepted	0.085	Accepted
7	1,052	1,057	1,216	898	-0.48	Accepted	0.157	Accepted
9	1,516	1,521	1,749	1,293	-0.34	Accepted	0.131	Accepted
10	701	713	820	606	-1.71	Accepted	0.459	Accepted
SUM	3,947	3,953	4,151	3,755	-0.16	Accepted	0.099	Accepted

ตารางที่ ค.26 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	98	132	49
2	183	91	35
3	87	93	32
4	141	101	30
5	161	60	32
6	146	140	39
7	67	81	29
8	187	112	63
9	159	127	71
10	91	127	53
AVG	132.0	106.4	43.3
STDDEV	42.9	25.6	14.9
OBSERVED	140	105	49
%Diff	-5.71	+1.33	-11.63

ตารางที่ ค.27 ผลการปรับแก้อัตราการไหลของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Run	Collection Points						SUM	
	1	3	5	7	9	10		
1	1,682	1,496	1,649	1,391	692	1,099	4,023	
2	1,583	1,459	1,636	1,400	681	1,040	3,900	
3	1,618	1,448	1,603	1,394	732	1,070	3,953	
4	1,665	1,539	1,642	1,462	731	1,007	4,038	
5	1,690	1,487	1,634	1,431	708	1,090	4,032	
6	1,634	1,529	1,696	1,496	718	1,021	4,048	
7	1,637	1,505	1,656	1,388	671	1,053	3,964	
8	1,580	1,476	1,644	1,450	752	1,022	3,976	
9	1,716	1,553	1,587	1,353	718	1,084	4,021	
10	1,669	1,540	1,644	1,388	736	1,084	4,049	
AVG	1,647	1,503	1,639	1,415	714	1,057	4,000	
STDDEV	45	36	29	43	26	33	50	
Collection Points	Model Estimated (vph)	Observed (vph)	Upper Bound (vph)	Lower Bound (vph)	% Diff	Logical Test	GEH	Logical Test
1	1,647	1,656	1,904	1,408	-0.52	Accepted	0.212	Accepted
3	1,503	1,521	1,749	1,293	-1.17	Accepted	0.458	Accepted
5	1,639	1,671	1,922	1,420	-1.91	Accepted	0.784	Accepted
7	1,415	1,451	1,669	1,233	-2.46	Accepted	0.943	Accepted
9	714	735	845	625	-2.87	Accepted	0.784	Accepted
10	1,057	1,090	1,254	927	-3.03	Accepted	1.007	Accepted
SUM	4,000	4,062	4,265	3,859	-1.52	Accepted	0.970	Accepted

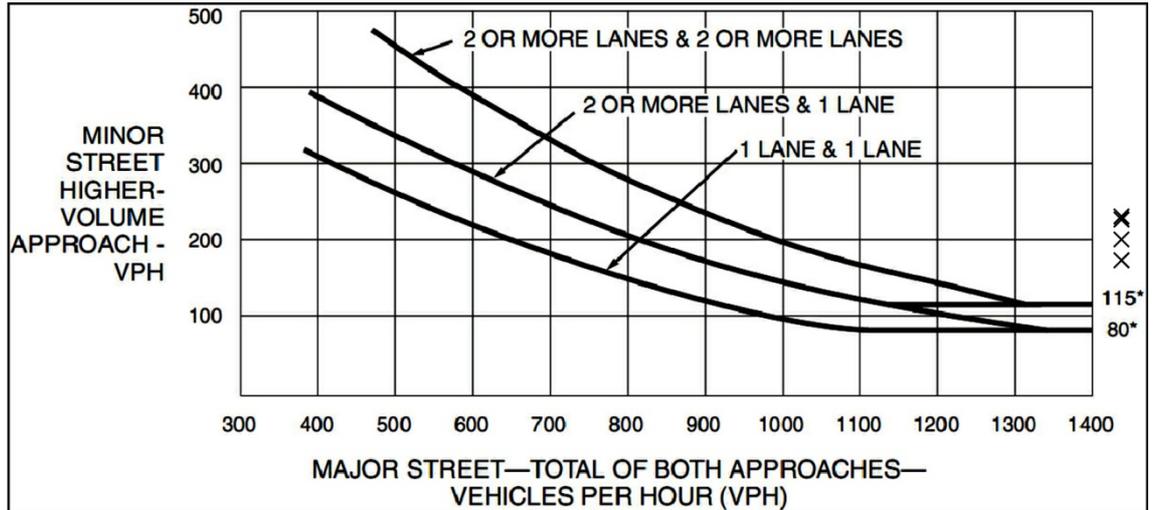
ตารางที่ ค.28 ผลการปรับแก้ความยาวแถวคอยของแบบจำลองทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

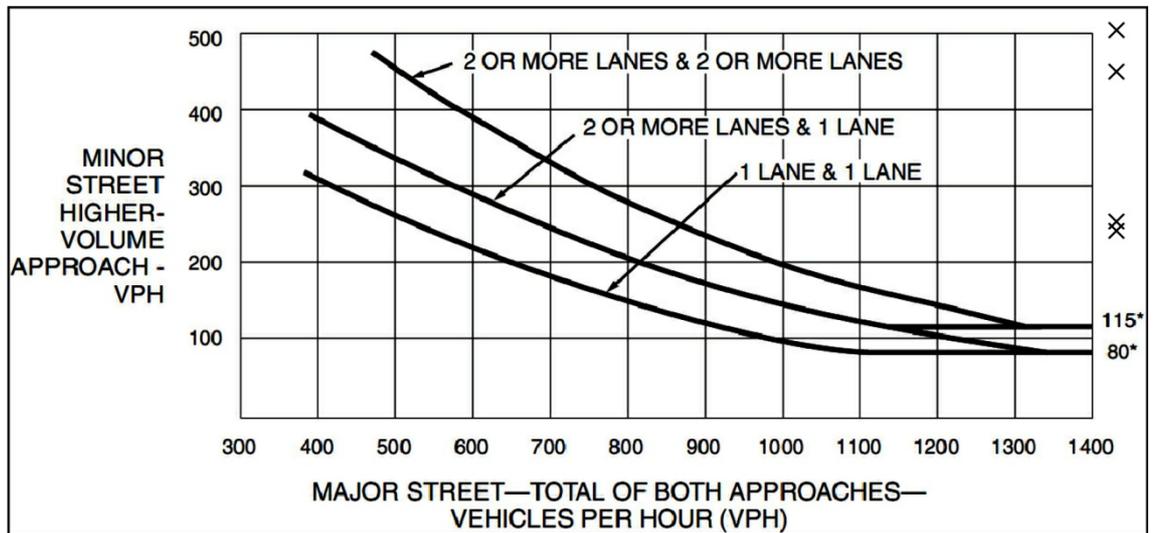
Run	Approach		
	SOI	IB	OB
1	68	137	133
2	107	162	160
3	88	164	163
4	56	140	137
5	60	150	123
6	67	121	108
7	78	120	117
8	62	179	136
9	70	117	151
10	78	164	192
AVG	73.4	145.4	142.0
STDDEV	15.2	21.8	25.0
OBSERVED	70	140	140
%Diff	+4.86	+3.86	+1.43

ภาคผนวก ง

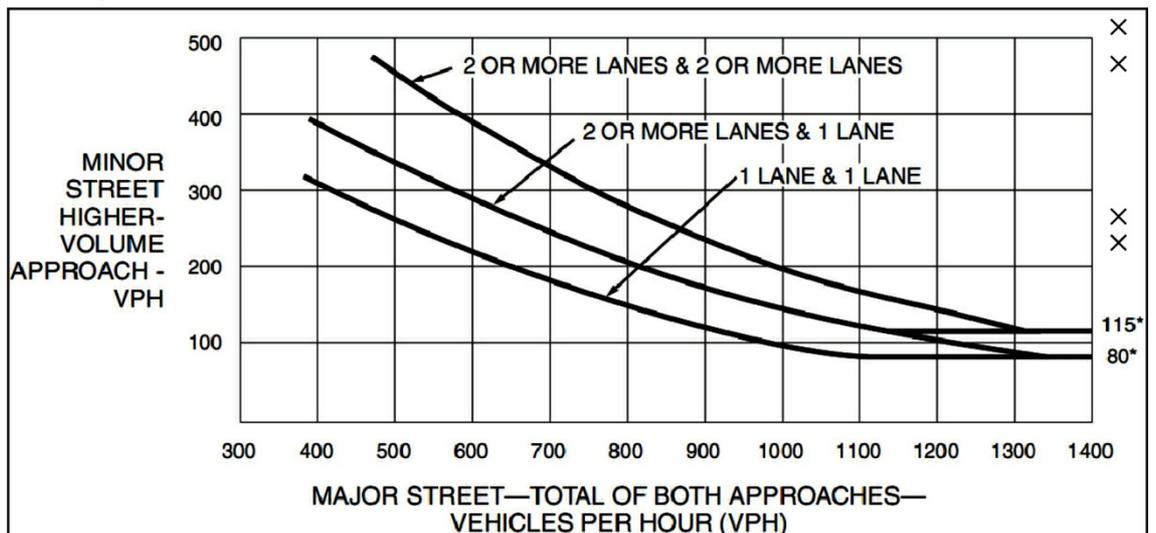
การตรวจสอบเหตุอันควรในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร



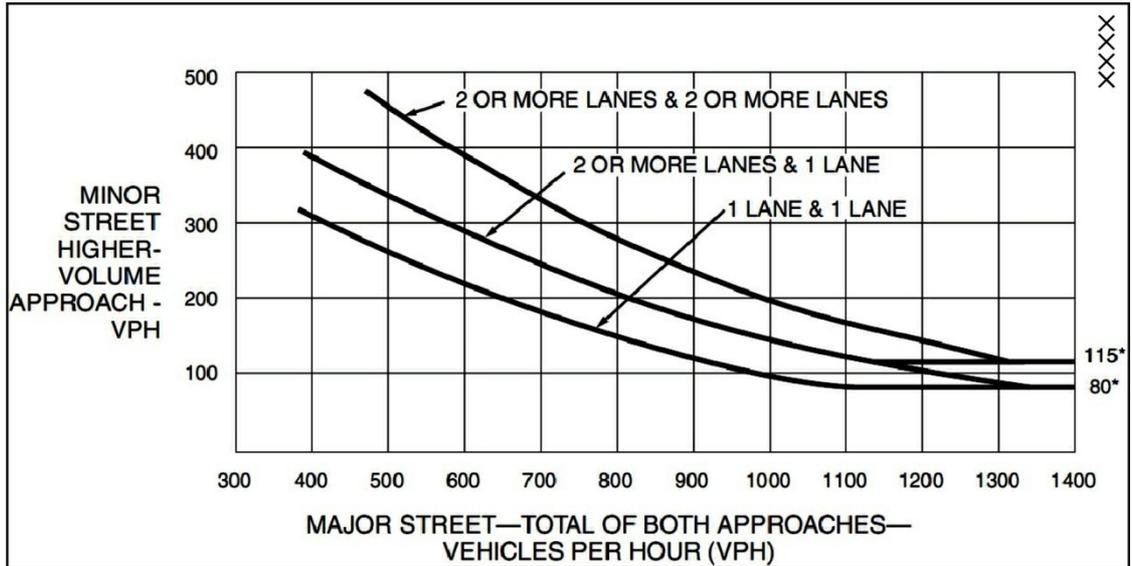
รูปที่ ง.1 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 27



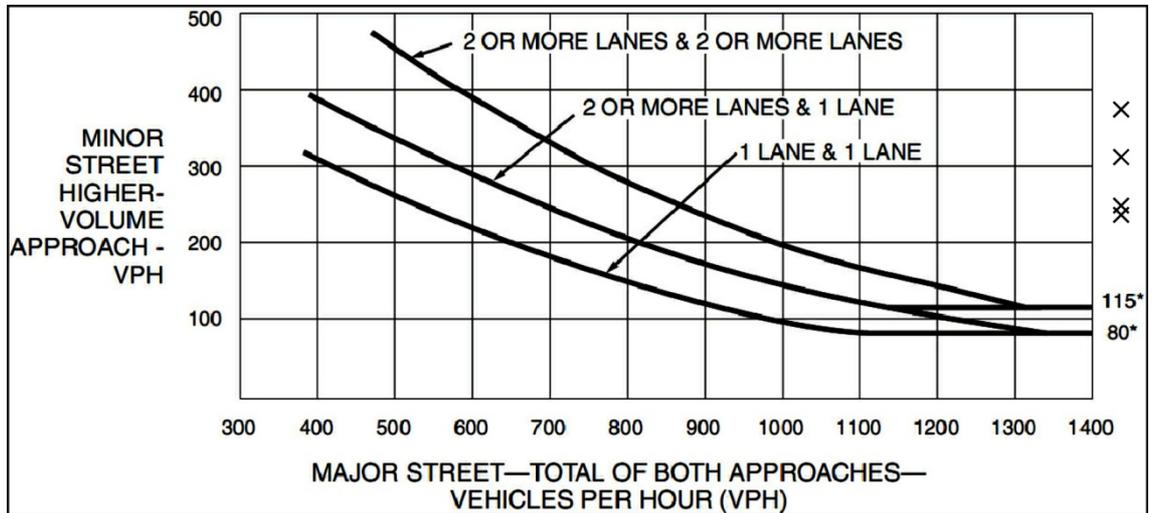
รูปที่ ง.2 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 33



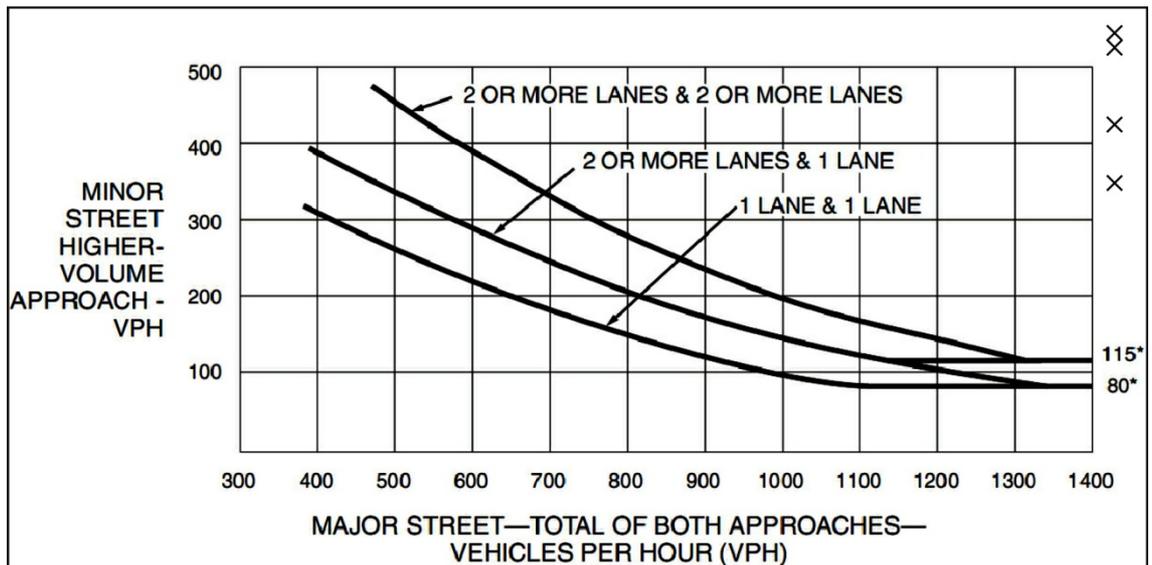
รูปที่ ง.3 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 45



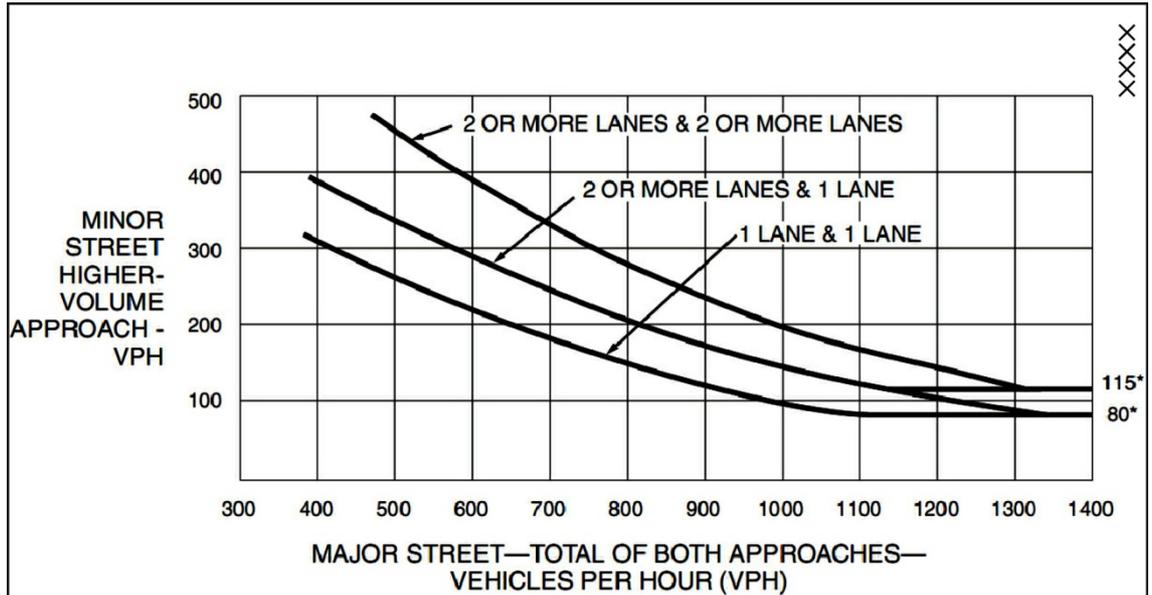
รูปที่ ง.4 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 69



รูปที่ ง.5 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75



รูปที่ ง.6 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79



รูปที่ ง.7 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมงสำหรับทางเชื่อมประชิดทิศ 90



รูปที่ ง.8 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชิดทิศ 27



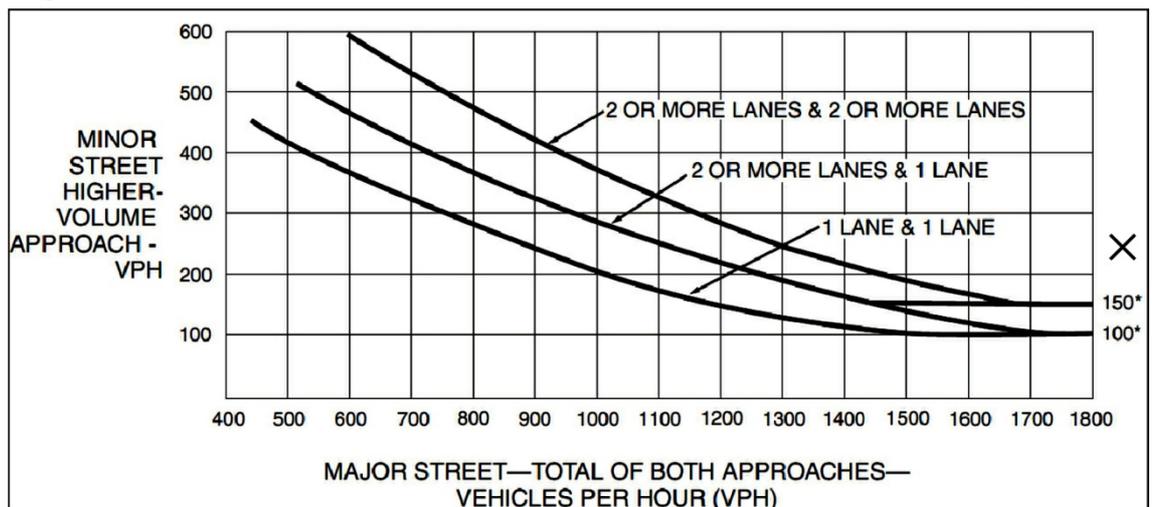
รูปที่ ง.9 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชิดทิศ 33



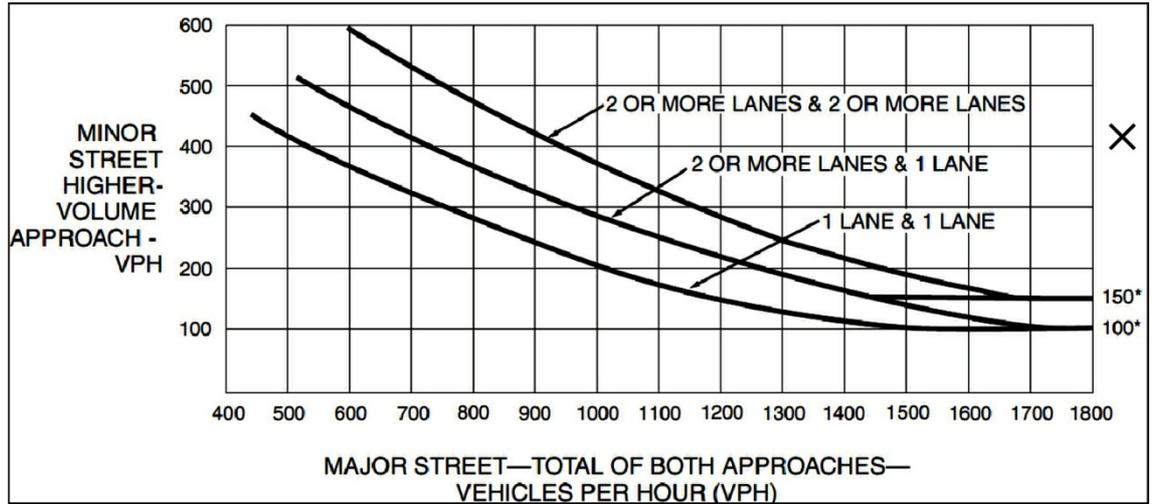
รูปที่ ง.10 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 45



รูปที่ ง.11 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 69



รูปที่ ง.12 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 75



รูปที่ ง.13 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 79



รูปที่ ง.14 การตรวจสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนสำหรับทางเชื่อมประชาอุทิศ 90

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายศิวกกร อมตวีระกุล
วัน เดือน ปีเกิด	17 ตุลาคม 2528
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ปีการศึกษา 2546
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2550
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2557
ทุนการศึกษา หรือทุนวิจัย	ทุนวิจัยพระจอมเกล้าธนบุรี โครงการการบริหารจัดการจราจร บริเวณทางเชื่อมบนถนนประชาอุทิศ ปีงบประมาณ 2556 - 2557 ทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2557 ทุนการศึกษาเพชรโยธา (แบบบางส่วน) ปีงบประมาณ 2556 - 2557
ประวัติการทำงาน	วิศวกรงานทาง บริษัท อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด พ.ศ. 2551 - 2556
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	ศิวกกร อมตวีระกุล และวศิน เกียรติโกมล, 2557, “ผลเชิงดำเนินงาน ของห้องรอลีี้ยวขวาวบนถนนแบบไม่มีเกาะกลางในเขตเมือง (กรณีศึกษา: ถนนประชาอุทิศ)”, การประชุมวิชาการขนส่งแห่งชาติ , ครั้งที่ 9, วันที่ 20-21 พฤศจิกายน 2557, โรงแรมรามารการ์เด็นส์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

Vasin Kiattikomol and Sivakorn Amatavirakul, 2015,
“Operational Effects of Median Turn Lane Application with Lane
Narrowing Treatment for Urban Road Access”, 94th
Transportation Research Board Meeting, January 15, 2015,
Washington, D.C.