



การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Traffic Management for Motorcycle Case Study of
Prince of Songkla University

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์
Jatuwit Suwannarong

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Prince of Songkla University

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 ผู้เขียน นายจตุวิทย์ สุวรรณรงค์
 สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

.....ประธานกรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์)

.....กรรมการ
 (ดร.นพดล กรประเสริฐ)

.....กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

.....กรรมการ
 (ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
 ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....
 (ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งแสง)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคล
ที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเมศวร์ เหลือเทพ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....

(นายจตุวิทย์ สุวรรณรงค์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายจตุวิทย์ สุวรรณรงค์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน	นายจตุวิทย์ สุวรรณรงค์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาสาธารณสุขระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิต บาดเจ็บ และพิการในหลายประเทศ โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัญหาดังกล่าวมีความรุนแรงสูงกว่าภูมิภาคอื่นของโลก จากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2561 ระบุว่า ร้อยละ 43 ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ส่วนในประเทศไทย พบว่า สัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์มีมากถึงร้อยละ 55 และมีผู้เสียชีวิตจากกลุ่มดังกล่าวสูงถึงร้อยละ 74 ในแต่ละปี สาเหตุหลักประการหนึ่งมาจากการใช้ช่องจราจรร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และยานพาหนะประเภทอื่น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการจัดการช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยเลือกช่วงถนนสายหลักระหว่างวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์และวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา ในงานวิจัยได้สำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ปริมาณจราจรและความเร็วของกระแสจราจร และปัญหาการจราจรทั้งประเด็นประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจรบริเวณช่วงถนนกรณีศึกษา ตลอดจนได้นำเสนอมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ 3 ขนาด (ทางเลือก) ประกอบด้วย 1.5 1.8 และ 2.0 เมตร มาตรการทั้งสามข้างต้นได้ถูกนำมาวิเคราะห์การไหลของการจราจร (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ความเร็ว และระดับการให้บริการ) โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ได้พัฒนาด้วยโปรแกรม VISSIM และวิเคราะห์ความปลอดภัยของการจราจร (จำนวนจุดขัดแย้ง) โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) และนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทั้งสองส่วนมาคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของมาตรการทางเลือกแต่ละกรณี ผลการศึกษา พบว่า การจัดการจราจรช่วงถนนกรณีศึกษาด้วยช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจรได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยลดค่าเฉลี่ยของเวลาเดินทาง เวลาล่าช้า และจำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรได้ร้อยละ 54 89 และ 65 ตามลำดับ ในทางตรงข้าม สามารถเพิ่มความเร็วเฉลี่ยได้ร้อยละ 84 และเพิ่มระดับการให้บริการจาก D เป็น A ตลอดจนให้ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงสุดคือเท่ากับ 5.94 งานวิจัยนี้อาจเป็นแนวทางสำหรับมาตรการทางวิศวกรรมเพื่อจัดการปัญหาอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยต่อไป

Thesis Title Traffic Management for Motorcycle
Case Study of Prince of Songkla University
Author Mr. Jatuwit Suwannarong
Major Program Civil Engineering
Academic Year 2018

ABSTRACT

Road traffic crashes are a global public health problem, which is the main cause of deaths, injuries, and disabilities in many countries. Especially in Southeast Asia, this problem is the highest compared to the other regions. According to the Global Road Safety Report 2018, 43 % of motorcycle users were killed on the roads in Southeast Asia. In Thailand, it was found that 55 % of road users are motorcyclists in which they were killed approximate 74 % annually. A major cause of this tragic problem is a mixed traffic flow between the motorcycle and other vehicles. This research aims at presenting traffic management for the motorcycle lane. The main road section between Faculty of Engineering roundabout and Faculty of Natural Resources roundabout in the Prince of Songkla University, Hatyai campus, was selected as a case study. In the research, physical geometry, traffic flow, and speed data were collected. Traffic problems both congestion and safety issues were also investigated. Moreover, three alternatives of motorcycle lane width, including 1.5, 1.8 and 2.0 meters, were proposed. The proposed alternatives were then evaluated the traffic flow performance (i.e. travel time, delay, speed and level of service) by applying the traffic microsimulation model developed using VISSIM package and also evaluated the traffic safety performance applying the Surrogate Safety Assessment Model (SSAM). The outputs from the previous evaluations were used to determine the benefit to cost ratio (BCR) of each alternative. The results showed that 1.8 motorcycle lane width could improve both traffic flow and safety significantly. The average travel time, delay time, conflicting points could be reduced by 54 %, 89 %, and 65 %, respectively. On the other hand, the speed could be increased by 84 % and the level of service could be improved from level D to A. As a result, this alternative was the most suitable with the BCR of 5.94. The research would be a guideline for engineering measures in tackling the motorcycle crash problem in Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีหธา เจนศิริศักดิ์ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.นพดล กรประเสริฐ และ อาจารย์ ดร.อรกมล ว่างอภิสิทธิ์ คณะกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษางานวิจัย ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจ ทั้งในเชิงวิชาการและเทคนิคต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงการตรวจสอบ ข้อบกพร่องที่เกิดจากความเอาใจใส่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยในหลายด้าน ได้ให้โอกาสในการทำงานวิจัยต่าง ๆ พร้อมทั้งสนับสนุนในการทำงานวิจัย และเป็นต้นแบบในการทำงานที่ดีให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาศิษย์กัณท์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พุทธศักราช 2558

ขอขอบพระคุณ คุณสุพิศ นนทะสร เจ้าหน้าที่สำนักงานประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่อำนวยความสะดวกในการจัดส่งเอกสารต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรี ที่มีส่วนร่วมและให้ความช่วยเหลือในการสำรวจข้อมูล และขอขอบคุณพี่น้องและผองเพื่อนปริญญาโททุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถมาสู่อีกจุดสำเร็จหนึ่งของชีวิตได้

ท้ายที่สุดผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่มีอบความรัก อบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ส่งเสริมการศึกษา ให้การช่วยเหลือด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้การศึกษา และทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	5
กิตติกรรมประกาศ	7
สารบัญ	8
สารบัญรูป	11
สารบัญตาราง	15
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.3.1 พื้นที่ศึกษา	3
1.3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม	4
1.3.3 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	4
1.3.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 สถานการณ์อุบัติเหตุจราจรจากรถจักรยานยนต์	5
2.2 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์	7
2.2.1 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในต่างประเทศ	7
2.2.2 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย	10
2.2.3 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์	13
2.3 แนวทางการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์	20
2.3.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบ	20
2.3.2 มาตรฐานการออกแบบ	24
2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	33
2.4.1 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	33
2.4.2 ขั้นตอนการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ..	35
2.4.3 การเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจร ระดับจุลภาค	36
2.4.4 การจำลองพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์ในแบบจำลองระดับจุลภาค	39
2.4.5 แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง	41
2.4.6 การศึกษาหาความเหมาะสมก่อนการลงทุน	43

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
2.5.1 การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์.....	44
2.5.2 การศึกษาเกี่ยวกับการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์.....	44
2.5.3 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง	46
2.6 สรุปผลการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	49
3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย	49
3.2 การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	51
3.3 การกำหนดพื้นที่ศึกษา	51
3.4 การคัดเลือกโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	55
3.5 การสำรวจข้อมูลช่วงถนนกรณีศึกษา.....	55
3.5.1 การสำรวจลักษณะกายภาพของเส้นทางศึกษา	56
3.5.2 การสำรวจสภาพปัญหาการจราจร.....	56
3.5.3 การสำรวจปริมาณการจราจร	57
3.5.4 การสำรวจความเร็วยานพาหนะ	58
3.6 การพัฒนาแบบจำลองฐาน	60
3.6.1 การสร้างองค์ประกอบของพื้นที่ศึกษา	60
3.6.2 การจำลองตัวแทนยานพาหนะ	61
3.6.3 การสร้างกราฟการกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะ.....	61
3.6.4 การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางการจราจรของ ยานพาหนะ.....	62
3.6.5 การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมการขับชียานพาหนะ.....	62
3.6.6 การกำหนดช่วงเวลาเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร	64
3.6.7 การเลือกตัวชี้วัดจากแบบจำลองฯ.....	64
3.7 การเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน.....	66
3.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรจากมาตรการทางเลือก...	67
3.9 การวิเคราะห์ความปลอดภัยจากมาตรการทางเลือก.....	70
3.9.1 การวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง	70
3.9.2 การประเมินผลแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง	70
3.10 การวิเคราะห์สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของมาตรการทางเลือก.....	70
3.11 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนะมาตรการที่เหมาะสม	71
บทที่ 4 ผลการศึกษา	73
4.1 ผลการศึกษาสภาพการจราจร	73
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางศึกษา.....	73
4.1.2 ปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา.....	75
4.1.3 ความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรผ่านทางพื้นที่ศึกษา.....	81

4.2 ปัญหาการจราจรและมาตรการจัดการจราจร.....	83
4.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองและการวิเคราะห์การจัดการจราจร	95
4.3.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	96
4.3.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	98
4.3.3 ผลการวิเคราะห์การจัดการจราจร	100
4.4 การวิเคราะห์ความปลอดภัยมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์.....	106
4.5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากการดำเนินมาตรการจัดการจราจรสำหรับ รถจักรยานยนต์	108
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุน	108
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์	109
4.5.3 การวิเคราะห์หาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	111
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	113
5.1 สรุปผลการศึกษา	113
5.2 ข้อเสนอแนะ	114
5.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งานวิจัย	114
5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	115
บรรณานุกรม.....	117
ภาคผนวก ก แบบสำรวจข้อมูลภาคสนาม	123
ภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก	124
ภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจความเร็วยานพาหนะ	125
ภาคผนวก ข ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม	127
ภาคผนวก ข-1 ผลการสำรวจปริมาณการจราจร	128
ภาคผนวก ข-2 ผลการสำรวจความเร็วยานพาหนะ	135
ภาคผนวก ค การใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	137
ภาคผนวก ค-1 วิธีการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM	138
ภาคผนวก ค-2 วิธีใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM)	153
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน.....	155
ภาคผนวก ง-1 รายละเอียดการประมาณต้นทุนการปรับปรุงพื้นที่ศึกษา	156
ภาคผนวก ง-2 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลประโยชน์จากความปลอดภัย.....	174
ภาคผนวก ง-3 รายละเอียดการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	175
ภาคผนวก จ บทความวิจัยที่นำเสนอและได้รับการตีพิมพ์	177
บทความงานวิจัยเรื่องที่ 1	178
บทความงานวิจัยเรื่องที่ 2	191
ประวัติผู้เขียน.....	201

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	3
รูปที่ 2-1 สัดส่วนรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุทั่วโลกแยกตามประเภทยานพาหนะ	5
รูปที่ 2-2 สัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์ในแต่ละประเทศ	5
รูปที่ 2-3 สัดส่วนรูปแบบการใช้ยานพาหนะในประเทศไทย	6
รูปที่ 2-4 สัดส่วนการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยแยกตามประเภทยานพาหนะ	6
รูปที่ 2-5 อุบัติเหตุจราจรของรถจักรยานยนต์ก่อนและหลังมีช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์	8
รูปที่ 2-6 การจัดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก	9
รูปที่ 2-7 การกำหนดรูปแบบสัญญาณไฟจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์	9
รูปที่ 2-8 การจัดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกบนทางหลวงในจังหวัดศรีสะเกษ ...	12
รูปที่ 2-9 สะพานลอยสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดชลบุรี	12
รูปที่ 2-10 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในประเทศไทย	13
รูปที่ 2-11 การจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในกรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย ..	14
รูปที่ 2-12 การจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ.....	14
รูปที่ 2-13 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทาง	14
รูปที่ 2-14 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แทรกระหว่างช่องจราจรรถยนต์กับไหล่ทาง	15
รูปที่ 2-15 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศจีน	15
รูปที่ 2-16 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในกรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์	16
รูปที่ 2-17 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แทรกระหว่าง ช่องจราจร รถยนต์กับไหล่ทาง	16
รูปที่ 2-18 ช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดเชียงใหม่	17
รูปที่ 2-19 ช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดตาก	17
รูปที่ 2-20 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์	18
รูปที่ 2-21 ช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์คู่ขนานทางพิเศษในประเทศมาเลเซีย	18
รูปที่ 2-22 การจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในเขตชุมชนของประเทศมาเลเซีย	19
รูปที่ 2-23 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์	19
รูปที่ 2-24 ลักษณะทางกายภาพของรถจักรยานยนต์เทียบกับรถยนต์	20

รูปที่ 2-25 ตัวอย่างผิวจราจรที่มีโอกาสเป็นอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์	21
รูปที่ 2-26 ตัวอย่างการติดตั้งเนินชะลอความเร็วและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่มีโอกาสเป็น อันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์	21
รูปที่ 2-27 การใช้ช่องจราจรร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถขนาดใหญ่ขณะหยุดรอสัญญาณไฟ จราจรบริเวณทางแยก	22
รูปที่ 2-28 การติดตั้งราวกันอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์.....	23
รูปที่ 2-29 แบบมาตรฐานการติดตั้งราวกันอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์.....	23
รูปที่ 2-30 แบบทางจักรยานยนต์และทางจักรยานสำหรับทางหลวงมากกว่า 4 ช่องจราจร โดยมีเกาะ กลางถนนแบ่งทิศทางจราจร.....	24
รูปที่ 2-31 แบบรายละเอียดป้ายและเครื่องหมายสัญลักษณ์สำหรับทางจักรยานยนต์และทางจักรยาน	25
รูปที่ 2-32 แบบแนะนำทางจักรยานบนไหล่ทาง.....	26
รูปที่ 2-33 แบบแนะนำทางจักรยานบนไหล่ทาง และการจัดการจราจรบริเวณทางแยก	27
รูปที่ 2-34 แบบแปลนและรูปตัดทั่วไปสำหรับทางจักรยานบนไหล่ทาง	28
รูปที่ 2-35 แบบแนะนำทางจักรยานแบบแยกคันทาง	29
รูปที่ 2-36 แบบแนะนำทางจักรยานแบบแยกคันทาง และการจัดการจราจรบริเวณทางแยก	30
รูปที่ 2-37 แบบแปลนและรูปตัดทั่วไปสำหรับทางจักรยานแบบแยกคันทาง	31
รูปที่ 2-38 แบบแนะนำป้ายและเครื่องหมายจราจรสำหรับทางจักรยาน	32
รูปที่ 2-39 พฤติกรรมการขับขี่ของรถจักรยานยนต์	40
รูปที่ 2-40 มุมที่เกิดความขัดแย้ง.....	42
รูปที่ 2-41 ความกว้างของช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์.....	45
รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย	50
รูปที่ 3-2 บริเวณช่วงถนนที่ศึกษา.....	52
รูปที่ 3-3 รูปตัดถนนเดิมก่อนปรับปรุง.....	53
รูปที่ 3-4 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์.....	53
รูปที่ 3-5 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกตึก BSC	54
รูปที่ 3-6 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกโรงงานไปโอดีเซล.....	54
รูปที่ 3-7 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ	55
รูปที่ 3-8 ตำแหน่งสำรวจปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา.....	57
รูปที่ 3-9 การกำหนดจุดสำรวจความเร็ว	59
รูปที่ 3-10 การสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเส้นทางศึกษา	60

รูปที่ 3-11 การจำลองตัวแทนยานพาหนะ.....	61
รูปที่ 3-12 ตัวอย่างกราฟการกระจายความเร็วของยานพาหนะในแบบจำลอง	62
รูปที่ 3-13 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางจราจรของยานพาหนะ	63
รูปที่ 3-14 ตัวอย่างหน้าจอเพื่อกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมรถที่ขับชี่ยานพาหนะ	63
รูปที่ 3-15 ตัวอย่างหน้าจอการกำหนดค่าตัวแปรเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร.....	64
รูปที่ 3-16 หน้าจอเพื่อการเลือกตัวชี้วัดจากแบบจำลองฯ.....	65
รูปที่ 3-17 รูปตัดถนนกรณีจัดช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางถนน	68
รูปที่ 3-18 รูปตัดถนนกรณีจัดช่องจราจรแบบมีเกาะกลางถนน	69
รูปที่ 4-1 รูปตัดถนนเดิมก่อนปรับปรุง.....	73
รูปที่ 4-2 ลักษณะกายภาพของช่วงเส้นทางศึกษา	74
รูปที่ 4-3 ตำแหน่งสำรวจปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา	75
รูปที่ 4-4 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเช้า วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2560	76
รูปที่ 4-5 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเย็น วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2560	76
รูปที่ 4-6 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเช้า วันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560	77
รูปที่ 4-7 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเย็น วันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560	77
รูปที่ 4-8 ปริมาณการจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2560.....	78
รูปที่ 4-9 ปริมาณการจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น วันจันทร์ ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560	79
รูปที่ 4-10 สัดส่วนยานพาหนะที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า	80
รูปที่ 4-11 สัดส่วนยานพาหนะที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น.....	80
รูปที่ 4-12 กราฟการกระจายตัวความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่ขับผ่านเส้นทางศึกษา.....	81
รูปที่ 4-13 กราฟการกระจายตัวความเร็วของรถยนต์ที่ขับผ่านเส้นทางศึกษา.....	82
รูปที่ 4-14 เส้นทางสำรวจปัญหาการจราจร	83
รูปที่ 4-15 ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (Sta.0+100).....	94
รูปที่ 4-16 ทางแยกตึก BSC (Sta.0+160)	94
รูปที่ 4-17 ทางแยกโรงงานไปไอทีเซล (Sta.0+240).....	95

รูปที่ 4-18	ทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (Sta.0+340)	95
รูปที่ 4-19	ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองสภาพการจราจรบนเส้นทางศึกษา	96
รูปที่ 4-20	การเปรียบเทียบเวลาเดินทางเฉลี่ยกรณีไม่มีเกาะกลางถนน	100
รูปที่ 4-21	การเปรียบเทียบเวลาล่าช้าเฉลี่ยกรณีไม่มีเกาะกลางถนน	101
รูปที่ 4-22	การเปรียบเทียบการใช้ความเร็วกรณีไม่มีเกาะกลางถนน	101
รูปที่ 4-23	การเปรียบเทียบเวลาเดินทางเฉลี่ยกรณีมีเกาะกลางถนน	103
รูปที่ 4-24	การเปรียบเทียบเวลาล่าช้าเฉลี่ยกรณีมีเกาะกลางถนน	104
รูปที่ 4-25	การเปรียบเทียบการใช้ความเร็วกรณีมีเกาะกลางถนน	104
รูปที่ 4-26	ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริงบริเวณพื้นที่ศึกษา ..	106
รูปที่ ค-1	การใช้แบบรายละเอียดลักษณะทางกายภาพถนนเดิม เพื่อสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ.....	138
รูปที่ ค-2	การสร้างถนนในแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM.....	139
รูปที่ ค-3	ขั้นตอนการเชื่อมต่อเส้นทางบริเวณทางแยก	140
รูปที่ ค-4	การสร้างตัวแทนยานพาหนะ	141
รูปที่ ค-5	การเลือกคำสั่งกำหนดการกระจายความเร็วของยานพาหนะ	142
รูปที่ ค-6	ขั้นตอนการสร้างกราฟกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะ	142
รูปที่ ค-7	การกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางบริเวณเส้นทางศึกษา	143
รูปที่ ค-8	การนำเข้าปริมาณจราจรสู่เส้นทาง.....	143
รูปที่ ค-9	การกำหนดตำแหน่งจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง	144
รูปที่ ค-10	การเลือกคำสั่งในการปรับค่าพฤติกรรมการขับชี่.....	145
รูปที่ ค-11	การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมการขับชี่ตามกันของยานพาหนะ	145
รูปที่ ค-12	การกำหนดค่าตัวแปรการเปลี่ยนช่องจราจรของยานพาหนะ	146
รูปที่ ค-13	การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมการแข่งขันของยานพาหนะ.....	147
รูปที่ ค-14	การกำหนดช่วงเวลาและเลือกตัวชี้วัด	148
รูปที่ ค-15	การตั้งค่าเพื่อแสดงผลการบันทึกปริมาณการจราจรในแบบจำลอง	149
รูปที่ ค-16	การตั้งค่าเพื่อแสดงผลของเวลาในการเดินทาง.....	149
รูปที่ ค-17	การกำหนดชื่อในแต่ละทิศทางในการบันทึกเวลาในการเดินทาง	150
รูปที่ ค-18	ขั้นตอนจัดเตรียมการแสดงผลลัพธ์ในแบบจำลอง	150
รูปที่ ค-19	ขั้นตอนจัดเตรียมการตั้งค่าแสดงผลลัพธ์ค่าเวลาล่าช้า.....	151
รูปที่ ค-20	การแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลอง.....	152
รูปที่ ค-21	การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการจำลองและบันทึกผลแบบจำลอง	152
รูปที่ ค-22	การใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM).....	153
รูปที่ ค-23	หน้าจอแสดงผลเมื่อกระบวนการวิเคราะห์แล้วเสร็จ.....	153
รูปที่ ค-24	หน้าจอแสดงผลจากการวิเคราะห์แบบจำลอง.....	154
รูปที่ ค-25	แผนที่แสดงจุดขัดแย้งจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณเส้นทางศึกษา	154

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 กรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์	7
ตารางที่ 2-2 กลยุทธ์การลดสถานการณ์อันตรายทางถนนสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์.....	10
ตารางที่ 2-3 กลยุทธ์การลดสถานการณ์อันตรายทางถนนสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ต่อ)	11
ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค	34
ตารางที่ 2-5 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค.....	37
ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ของ Wisconsin DOT.....	39
ตารางที่ 2-7 ค่าเฉลี่ย PCU ของรถจักรยานยนต์ต่อความกว้างของช่องจราจร	41
ตารางที่ 3-1 ค่าหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคลของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย..	58
ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ของ Wisconsin DOT.....	66
ตารางที่ 3-3 รูปแบบมาตรการทางเลือกในการประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ	67
ตารางที่ 4-1 บริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ย.1).....	84
ตารางที่ 4-2 ช่วงถนนระหว่าง ทางแยกวงเวียนหน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางเข้าคณะ วิศวกรรมศาสตร์	85
ตารางที่ 4-3 บริเวณทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ย.2).....	86
ตารางที่ 4-4 บริเวณช่วงถนนระหว่าง ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกตึก BSC	87
ตารางที่ 4-5 บริเวณทางแยกตึก BSC (ย.3).....	88
ตารางที่ 4-6 ช่วงถนนระหว่าง ทางแยกตึก BSC ถึง ทางแยกโรงโอบีไอดีเซล	89
ตารางที่ 4-7 บริเวณทางแยกโรงงานโอบีไอดีเซล (ย.4).....	90
ตารางที่ 4-8 บริเวณทางแยกทางเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ย.5)	91
ตารางที่ 4-9 ช่วงถนนระหว่าง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ถึง ทางแยกโรงงานโอบีไอดีเซล.....	92
ตารางที่ 4-10 บริเวณทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ย.6).....	93
ตารางที่ 4-11 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ GEH.....	97
ตารางที่ 4-12 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ Wisconsin DOT	97
ตารางที่ 4-13 ผลการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ GEH.....	99
ตารางที่ 4-14 ผลการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ Wisconsin DOT	99
ตารางที่ 4-15 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงเร่งด่วน (กรณีไม่มีเกาะกลางถนน).....	102
ตารางที่ 4-16 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงไม่เร่งด่วน (กรณีไม่มีเกาะกลางถนน).....	102
ตารางที่ 4-17 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงเร่งด่วน (กรณีมีเกาะกลางถนน).....	105

ตารางที่ 4-18 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงไม่เร่งด่วน (กรณีมีเกาะกลางถนน).....	105
ตารางที่ 4-19 จำนวนจุดขัดแย้งการจราจรของแต่ละกรณีทางเลือก กรณีไม่มีเกาะกลางถนน.....	106
ตารางที่ 4-20 จำนวนจุดขัดแย้งการจราจรของแต่ละกรณีทางเลือก กรณีมีเกาะกลางถนน.....	107
ตารางที่ 4-21 ต้นทุนการปรับปรุงทางกายภาพของแต่ละมาตรการ	108
ตารางที่ 4-22 มูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าของเวลาในการรอรถ.....	109
ตารางที่ 4-23 มูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ.....	110
ตารางที่ 4-24 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการการจัดช่องจราจรสำหรับ รถจักรยานยนต์กรณีต่าง ๆ	112

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิต บาดเจ็บ และพิการในหลายประเทศ โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ปัญหาดังกล่าว มีความรุนแรงสูงสุดเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่นของโลก จากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2561 ระบุว่าประมาณร้อยละ 43 ของผู้ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้รถจักรยานยนต์ที่มีสัดส่วนสูงมากเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น สำหรับการใช้รถจักรยานยนต์ในประเทศไทย พบว่า มีผู้ใช้รถจักรยานยนต์ประมาณร้อยละ 55 รองลงมาเป็นรถยนต์ร้อยละ 40 และมีสถิติผู้ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์สูงถึงร้อยละ 74 (WHO, 2018)

การจราจรบนถนนโดยทั่วไปประกอบด้วยยานพาหนะหลายรูปแบบ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน เป็นต้น ทั้งนี้ ยานพาหนะรูปแบบต่าง ๆ มีขนาดและความสามารถในการใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน การมียานพาหนะมากกว่าหนึ่งรูปแบบบนเส้นทางเดียวกัน เช่น รถจักรยานยนต์หรือรถจักรยาน สัมผัสร่วมกับยานพาหนะขนาดใหญ่ บ่อยครั้งที่มีมักเกิดปัญหาอุบัติเหตุทางถนนทั้งที่มีความรุนแรงน้อยไปจนถึงขั้นเสียชีวิต ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในหลาย ๆ เมืองของประเทศไทยและยังไม่มีมาตรการและรูปแบบที่ชัดเจนในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ให้สามารถลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนนได้

การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีอยู่ในหลายประเทศทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย อังกฤษ ไต้หวัน จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เวียดนาม และมาเลเซีย เป็นต้น โดยในหลายประเทศข้างต้นมีสัดส่วนของรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจรเป็นจำนวนมาก แต่ละประเทศมีรูปแบบ วิธี และมาตรการในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่แตกต่างกัน มาตรการเชิงนโยบายที่นิยมใช้ได้แก่ การบังคับใช้กฎหมายเพื่อลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุ การวางกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ ส่วนมาตรการจัดการจราจรทางกายภาพที่นิยมใช้ เช่น การออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ การจัดช่องพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก เป็นต้น (Mama, 2016)

สำหรับประเทศไทย รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสูญเสียจากอุบัติเหตุจราจรที่เกิดกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ โดยจัดแนวทางดำเนินการตามมาตรการลดสถานการณ์ที่จะเป็นอันตรายบนท้องถนนสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2552) มาตรการส่วนใหญ่เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ โดยการอบรมหรือณรงค์ให้ความรู้ เช่น ความรู้ถึงอันตรายของแอลกอฮอล์ต่อการขับขี่รถจักรยานยนต์ การขับขี่และการแต่งกายที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยในกลุ่มผู้ขับขี่และผู้ซ้อน การอบรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ในกลุ่มวัยรุ่น การส่งเสริมการสวมหมวกนิรภัย และณรงค์ให้ความรู้แก่ผู้ขับขี่รถประเภทอื่นให้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ เป็นต้น ในส่วนมาตรการที่เกี่ยวกับการจัดการทางกายภาพของถนนที่สามารถลดสถานการณ์ที่จะเป็นอันตรายทาง

ถนน เช่น การส่งเสริมการจัดทำช่องทางรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ชุมชนและในเส้นทางที่มีการจราจรของรถจักรยานยนต์ปริมาณมากร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่น การบำรุงรักษาถนนที่ปลอดภัยสำหรับจักรยานยนต์และพัฒนาคู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับรถจักรยานยนต์ การจัดระเบียบที่จอดรถที่เหมาะสมต่อสภาพการใช้ถนนร่วมกันระหว่างรถยนต์และรถจักรยานยนต์ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามมาตรการส่งเสริมต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ยังไม่สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุและการเสียชีวิตของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ในประเทศไทยได้เท่าที่ควร อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี เนื่องจากมาตรการการจัดการทางกายภาพของถนนที่อาจจะสามารถลดสถานการณ์ที่เป็นอันตรายแก่ผู้ใช้รถจักรยานยนต์นั้น เช่น การทบทวนมาตรฐานการออกแบบจัดทำช่องทางรถจักรยานยนต์ การพัฒนาคู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับรถจักรยานยนต์ การจัดระเบียบที่จอดรถที่เหมาะสมต่อสภาพการใช้ถนนร่วมกันระหว่างรถยนต์และรถจักรยานยนต์ เป็นต้น ยังไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้อย่างแพร่หลายและเป็นรูปธรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นชุมชนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ประกอบด้วยพื้นที่อาคารเรียน โรงพยาบาล สถานที่ออกกำลังกาย รวมถึงหอพักบุคลากรและนักศึกษา ซึ่งมีประชากรภายในวิทยาเขตกว่า 30,000 คน (กองแผนงาน, 2559) การเดินทางภายในวิทยาเขตโดยทั่วไปประกอบด้วยยานพาหนะหลายรูปแบบ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถบัสโดยสารรถจักรยานยนต์ รถจักรยาน เป็นต้น เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้ยานพาหนะของนักศึกษาและบุคลากรภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ (ศุภกร สุทธิพันธ์, 2557) พบว่า กว่าร้อยละ 42.75 ใช้รถจักรยานยนต์เพื่อการเดินทางเป็นหลัก รองลงมาร้อยละ 25.86 ใช้รถยนต์ ซึ่งมักก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงโมงเร่งด่วน ตัวอย่างดังรูปที่ 1-1 นอกจากนี้ จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ในปีการศึกษา 2558 พบว่า ร้อยละ 30 ของผู้ประสบอุบัติเหตุมาจากอุบัติเหตุทางถนน ซึ่งมีจำนวนผู้บาดเจ็บมากถึง 1,235 ราย และกว่าร้อยละ 99 ของผู้บาดเจ็บเป็นผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ (กองแผนงาน, 2559)

จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้ จึงมีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางและมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการจราจรระหว่างรถขนาดเล็ก (รถจักรยานยนต์) และรถขนาดใหญ่ (รถยนต์และรถบัสโดยสาร) โดยใช้ช่วงถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา และใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพการจราจรของมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ และใช้แบบจำลองประเมินความปลอดภัยเสมือนจริงในการวิเคราะห์หาความปลอดภัยของมาตรการดังกล่าว รวมถึงวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละมาตรการที่น่าเสนอ ผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขในพื้นที่ศึกษา และอาจเป็นแนวทางการจัดรูปแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในอนาคตต่อไป



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 1-1 ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ประกอบด้วย

- 1) เพื่อศึกษาปัญหาการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณพื้นที่ศึกษา
- 2) เพื่อศึกษาผลกระทบของความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ (1.5 1.8 และ 2.0 เมตร) ต่อประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และระดับการให้บริการ) และความปลอดภัย (จำนวนจุดขัดแย้ง)
- 3) เพื่อเสนอแนะมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณพื้นที่ศึกษาให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัย ดังนี้

1.3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ คือ เส้นทางถนนช่วงบริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึงทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีขนาด 2 ช่องจราจร มีระยะทางประมาณ 460 เมตร ทั้งนี้ถนนช่วงดังกล่าวเป็นทางสายหลักในการสัญจรเข้า-ออกมหาวิทยาลัยฯ เส้นหนึ่งมีปริมาณการจราจรสูงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (1,232 PCU/ชั่วโมง จาก ศุภกร สุทธิพันธ์, 2557) ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น และเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งโดยเฉพาะกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์

1.3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลภาคสนามในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1) การสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ แนวเส้นทาง จำนวนและความกว้างของช่องจราจร ลักษณะพื้นที่บริเวณทางแยก ตำแหน่งที่หยุดรถโดยสาร และระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา เป็นต้น

2) การสำรวจข้อมูลสภาพปัญหาการจราจร ได้แก่ แนวเส้นทาง ทางเสริม ทางแยก ป้ายและเครื่องหมายจราจร คนเดินและคนขี่จักรยาน และพื้นถนน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพปัญหาการจราจร ไปวิเคราะห์หามาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรของพื้นที่ศึกษา

3) การสำรวจข้อมูลการจราจร ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจรและข้อมูลความเร็ว เวลาในการเดินทาง โดยแบ่งการสำรวจออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า 07:45 – 09:45 น. และชั่วโมงเร่งด่วนเย็น 15:45 -17:45 น. และช่วงไม่เร่งด่วน (9.45 น.-11:45 น.)

1.3.3 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

งานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 8 (PTV, 2014) โดยนำข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนามในช่วงเร่งด่วนเช้ามาพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคฐาน (สภาพถนนเดิม) จากนั้นทำการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานในลำดับถัดไป

1.3.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้น ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจร โดยพิจารณาจากค่าเวลาในการเดินทาง เวลาล่าช้า และระดับการให้บริการ และวิเคราะห์ความปลอดภัยโดยพิจารณาจากจำนวนจุดขัดแย้งประเภทต่าง ๆ ของมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในแต่ละรูปแบบที่ถูกลงเสนอ โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็นแบบจำลองสภาพการจราจรเดิม (แบบจำลองฐาน) และแบบจำลองการใช้มาตรการจัดช่องจราจรขนาดต่าง ๆ สำหรับรถจักรยานยนต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย มีดังนี้

- 1) ทราบปัญหาการจราจรของรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษา
- 2) ได้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษาดังกล่าว
- 3) ได้ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาจัดการจราจรและความปลอดภัยบริเวณพื้นที่ศึกษา

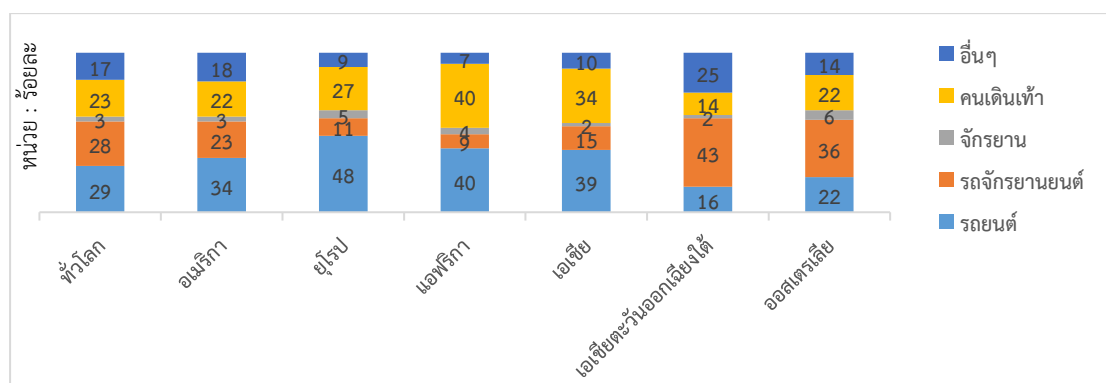
บทที่ 2

ทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์อุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำหลักการและวิธีการมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ โดยมีรายละเอียดของการทบทวนดังนี้

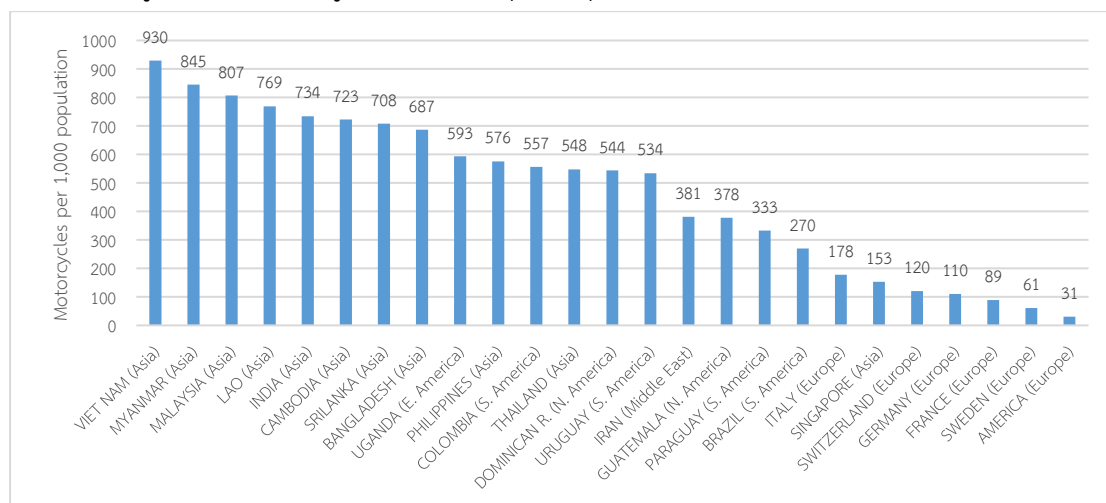
2.1 สถานการณ์อุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์

จากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2561 (WHO, 2018) ระบุว่าประมาณร้อยละ 43 ของผู้ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ดังรูปที่ 2-1) ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์ที่มีสูงมากเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่นดังแสดงในรูปที่ 2-2



ที่มา: WHO (2018)

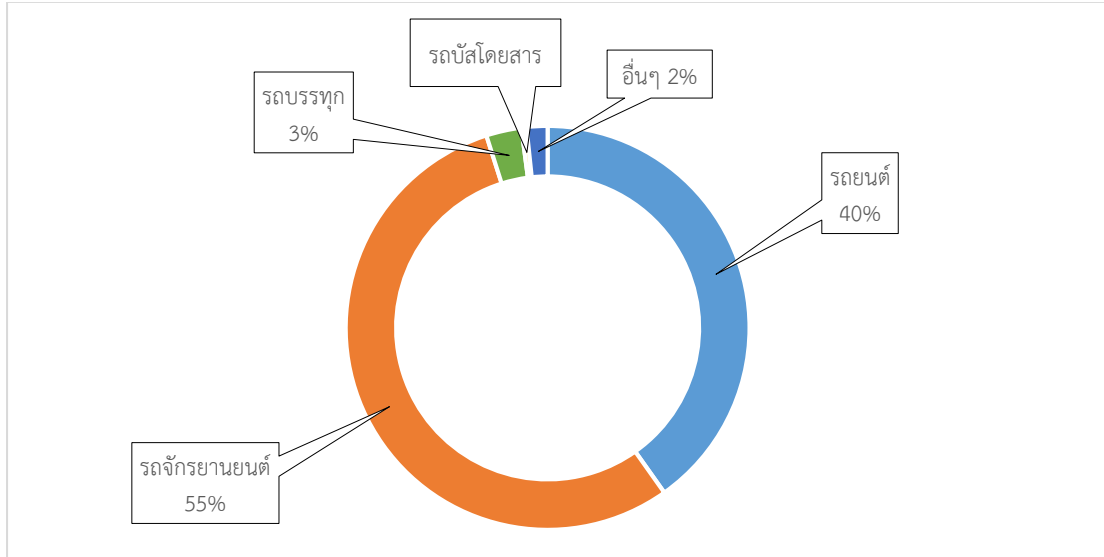
รูปที่ 2-1 สัดส่วนรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุทั่วโลกแยกตามประเภทยานพาหนะ



ที่มา: WHO (2018)

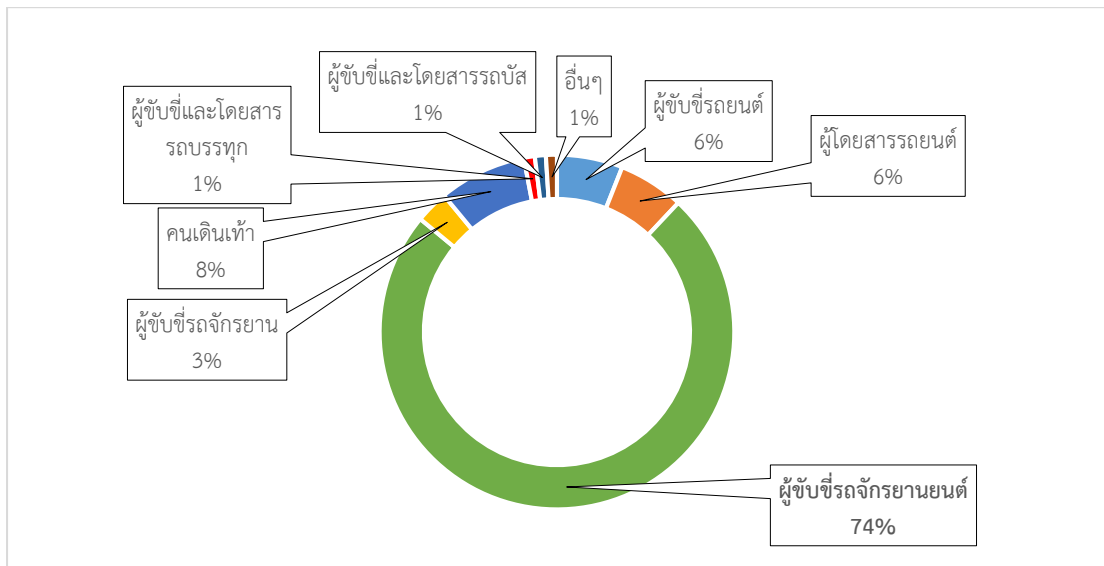
รูปที่ 2-2 สัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์ในแต่ละประเทศ

ในประเทศไทย พบว่า สัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์มีมากประมาณร้อยละ 55 รองลงมาเป็นรถยนต์ร้อยละ 40 (ดังรูปที่ 2-3) โดยมีผู้ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนเป็นกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์สูงถึงร้อยละ 74 (ดังรูปที่ 2-4)



ที่มา: WHO (2018)

รูปที่ 2-3 สัดส่วนรูปแบบการใช้นานพาหนะในประเทศไทย



ที่มา: WHO (2018)

รูปที่ 2-4 สัดส่วนการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยแยกตามประเภทยานพาหนะ

2.2 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

ในปัจจุบันหลายประเทศได้พยายามลดอุบัติเหตุจราจรด้วยวิธีและมาตรการต่าง ๆ รวมถึงการดำเนินงานด้านการจัดการกับอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีและมาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในต่างประเทศ การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และแนวทางการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

2.2.1 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในต่างประเทศ

การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีอยู่ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย อังกฤษ ไต้หวัน จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เวียดนาม และมาเลเซีย เป็นต้น โดยประเทศเหล่านี้ล้วนมีส่วนการใช้รถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละประเทศมีรูปแบบ วิธี และมาตรการในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

สหรัฐอเมริกา ได้วางกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ ภายใต้โครงการ Motorcycle Safety Program (NHTSA, 2006) โดยคณะกรรมการความปลอดภัยจราจรทางถนน กระทรวงคมนาคม ซึ่งได้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาจาก 3 ปัจจัยร่วมคือ ผู้ขับขี่ ยานพาหนะ และ ถนนและสภาพแวดล้อม ด้วยการแยกมาตรการเป็น 3 กลุ่ม คือ การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ (Pre-Crash) การลดความรุนแรงขณะเกิดเหตุ (Crash) และการช่วยเหลือหลังเกิดเหตุ (Post-Crash) รายละเอียดดังสรุปตารางที่ 2-1

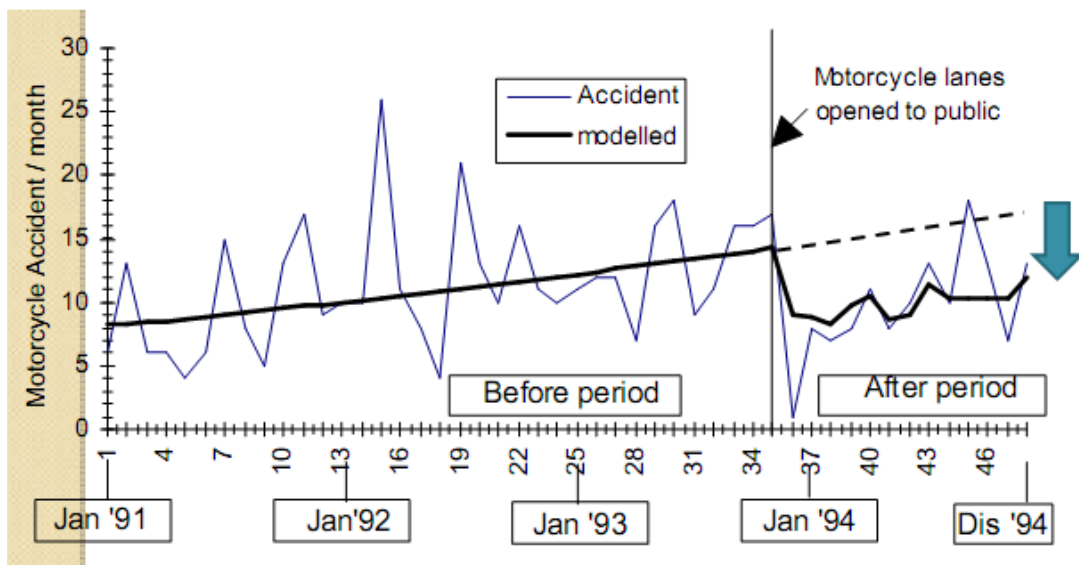
ตารางที่ 2-1 กรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์

ขั้นของการเกิดอุบัติเหตุ	ผู้ขับขี่	ยานพาหนะ	ถนนและสภาพแวดล้อม
การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ (Pre-Crash)	<ul style="list-style-type: none"> - การอบรม และสอบใบอนุญาต ผู้ขับขี่ - รณรงค์มาตรการเมาไม่ขับ - กระตุ้นจิตสำนึกของผู้ขับขี่ - โครงการลดอุบัติเหตุของรัฐ 	<ul style="list-style-type: none"> - ยาง เบรก และอุปกรณ์ควบคุมรถ - ไฟหน้าและไฟท้าย - การตรวจสภาพเครื่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบก่อสร้างและใช้งานถนน - การบำรุงทาง
การลดความรุนแรง (Crash)	<ul style="list-style-type: none"> - การสวมชุดและหมวกนิรภัย 	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ปกป้องผู้ขับขี่ 	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบก่อสร้างและใช้งานถนน
การช่วยเหลือหลังเกิดเหตุ (Post-Crash)		<ul style="list-style-type: none"> - ระบบแจ้งการชนอัตโนมัติ 	<ul style="list-style-type: none"> - การพัฒนาระบบ EMS - การอบรมบุคลากรด้านการบังคับใช้กฎหมาย - การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ที่มา: The National Highway Traffic Safety Administration หรือ NHTSA (2006)

ออสเตรเลีย ได้ดำเนินงานด้านความปลอดภัยทางถนนมาเป็นเวลานานเช่นเดียวกัน โดยมุ่งดำเนินการทุกระดับผู้ใช้ทางและทุกกลุ่มอายุ เช่น กลุ่มวัยรุ่น แรงงาน กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้พิการ รวมไปถึงการเฝ้าระวังเด็กและเยาวชน เช่น การพัฒนา ส่งเสริม ป้องกัน และเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะสำหรับเด็กเมื่อมีการเดินทาง หรือการใช้รถใช้ถนน การปรับปรุงสภาพแวดล้อมของถนน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นกับเด็กที่เดินทางบนทางเท้า การรณรงค์การใช้หมวกนิรภัยสำหรับผู้ที่ใช้รถจักรยานยนต์โดยเฉพาะเด็ก นอกจากนี้ การดำเนินงานทางด้านการรณรงค์จะกระทำทั้งปี โดยมีนโยบายจากรัฐบาลเพื่อกระตุ้นให้เกิดความรับผิดชอบร่วมกันทางสังคม เช่น การกำหนดความเร็วในการขับขี่รถทุกประเภท มาตรการการใช้กฎหมายจราจร การกำหนดถนนสี่เลนียว มาตรการด้านการรักษาพยาบาลที่ทันท่วงที การกำหนดหน่วยงานดูแลรับผิดชอบโดยตรง การประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้เอื้อต่อการดำเนินงานที่ทันท่วงที (Mama, 2016)

ในมาเลเซีย รัฐบาลมาเลเซียได้ตระหนักถึงความสูญเสียจากอุบัติเหตุจราจรที่เกิดกับผู้ใช้งานจักรยานยนต์ จึงได้ออกมาตรการลดอุบัติเหตุและเพิ่มความปลอดภัยของผู้ขับขี่จักรยานยนต์ด้วยการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์บนทางหลวงขึ้น เพื่อลดการขัดแย้งของกระแสจราจรระหว่างรถยนต์กับรถจักรยานยนต์ โดยแยกรถจักรยานยนต์ออกจากยานพาหนะประเภทอื่นซึ่งมีขนาดและการใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน เพื่อขจัดปัญหาการมองเห็นของผู้ขับขี่รถยนต์อันจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยและลดความเสี่ยงของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (Mama, 2016) ภายหลังจากได้มีการทดลองก่อสร้างและเปิดใช้งานบนทางหลวงสายหลัก F02, Shah Alam พบว่าสามารถลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลงได้ถึงร้อยละ 39 (ดังรูปที่ 2-5) และลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากผู้ใช้รถจักรยานยนต์ได้มากถึงร้อยละ 83 ซึ่งภายหลังรัฐบาลมาเลเซียได้กำหนดให้มีการก่อสร้างช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ไม่น้อยกว่าปีละ 1,000 กิโลเมตร และกำหนดให้ต้องมีการก่อสร้างช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ทุกสายทางโดยเฉพาะบนทางหลวงระหว่างเมือง (Umar, 1995)



ที่มา: Umar et al. (1995)

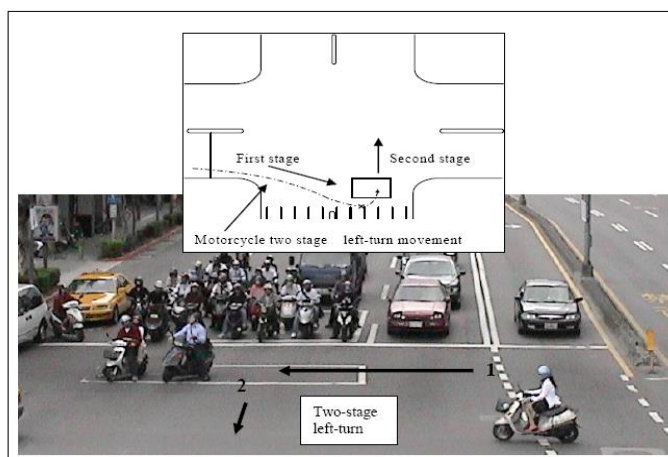
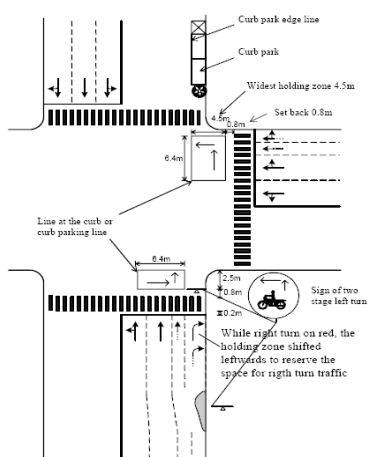
รูปที่ 2-5 อุบัติเหตุจราจรของรถจักรยานยนต์ก่อนและหลังมีช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์

นอกจากนี้ ยังมีรูปแบบการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรในหลายประเทศ เช่น จีน อังกฤษ นิวซีแลนด์ ญี่ปุ่น เวียดนาม มาเลเซีย และไทย เป็นต้น โดยประเทศเหล่านี้ล้วนมีส่วนการใช้รถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีรูปแบบการจัดการหลายรูปแบบ เช่น การกำหนดช่องจราจรเฉพาะโดยเว้นพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-6) การกำหนดชุดเทิร์นสำหรับรถจักรยานยนต์ (Motorcycle Hook Turn) โดยจัดให้รถจักรยานยนต์วิ่งได้เฉพาะช่องจราจรด้านซ้ายและกำหนดให้รถจักรยานยนต์วิ่งเลี้ยวซ้ายและหยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณด้านหน้ารถประเภทอื่นเพื่อวิ่งตรงไป เมื่อต้องการเลี้ยวขวาที่ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-7)



ที่มา: Satiennam (2012)

รูปที่ 2-6 การจัดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก



ที่มา: Hook and Fabian (2009)

รูปที่ 2-7 การกำหนดรูปแบบชุดเทิร์นสำหรับรถจักรยานยนต์

2.2.2 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย

ในประเทศไทย ได้จัดแนวทางดำเนินการของกลยุทธ์การลดสถานการณ์อันตรายทางถนนในแผนแม่บทความปลอดภัยทางถนน พ.ศ.2552-2555 ของศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ., 2552) โดยมีรายละเอียดของกลยุทธ์เฉพาะประเด็นรถจักรยานยนต์ 6 กลยุทธ์ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 กลยุทธ์การลดสถานการณ์อันตรายทางถนนสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

กลยุทธ์	แนวทางดำเนินการ
1.การเตรียมความพร้อมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์	<ul style="list-style-type: none"> -ให้ความรู้ถึงอันตรายของแอลกอฮอล์ต่อการขับขี่รถจักรยานยนต์ -สนับสนุนการให้ความรู้เกี่ยวกับการขับขี่และการแต่งกายที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยทั้งผู้ขับขี่และผู้ซ้อนท้าย -ทบทวนการขยายอายุที่ยอมให้สำหรับการออกใบอนุญาตขับขี่รถจักรยานยนต์และมาตรการออกใบอนุญาตใบขับขี่แบบเป็นลำดับขั้น (Graduated Licensing) -จัดอบรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ในกลุ่มวัยรุ่น
2.การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการส่งเสริมการสวมหมวกนิรภัย	<p><i>ส่วนกลาง</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -การให้ความรู้แก่ประชาชน -กฎหมายและการบังคับใช้ -การพัฒนามาตรฐานหมวกนิรภัย <p><i>ส่วนท้องถิ่น (องค์กรบริหารภายในจังหวัด องค์กรเอกชนและองค์กรภาคเอกชน)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - การวิจัย ติดตามและประเมินผล - การบริหารจัดการระบบการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้บาดเจ็บ - มาตรการสร้างแรงจูงใจ - การให้ความรู้แก่เยาวชน - การบริหารและประสานงานโครงการ
3.การลดสถานการณ์ที่จะเป็นอันตรายทางถนน	<ul style="list-style-type: none"> -รณรงค์ให้ความรู้แก่ผู้ขับขี่ประเภทอื่นให้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ -ส่งเสริมการจัดช่องทางรถจักรยานยนต์ในชุมชนและบนเส้นทางที่มีการจราจรของรถจักรยานยนต์ปริมาณมากร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่น -ทบทวนมาตรฐานการออกแบบ การบำรุงรักษาถนนที่ปลอดภัยสำหรับรถจักรยานยนต์ และพัฒนาคู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับรถจักรยานยนต์ -การจัดระเบียบที่จอดรถที่เหมาะสมต่อสภาพการใช้ถนนร่วมกันระหว่างรถยนต์และรถจักรยานยนต์

ที่มา: ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย หรือ ปภ. (2552)

ตารางที่ 2-3 กลยุทธ์การลดสถานการณ์อันตรายทางถนนสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (ต่อ)

กลยุทธ์	แนวทางดำเนินการ
4. การมุ่งเป้าไปที่กลุ่มทำผิดซ้ำซาก	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดมาตรการบังคับใช้กฎหมายและการประชาสัมพันธ์อย่างเข้มข้นกับปัจจัยเสี่ยงจากรถจักรยานยนต์ เช่น การใส่หมวกนิรภัย การเปิดไฟหน้า สภาพรถจักรยานยนต์ที่ไม่ปลอดภัย - เพิ่มบทลงโทษสำหรับผู้กระทำผิดซ้ำซาก - พัฒนาระบบข้อมูลคดีจราจรเพื่อตรวจสอบการทำผิดซ้ำของผู้ขับขี่ทั่วประเทศ - รณรงค์สร้างจิตสำนึกโดยเน้นเป้าไปที่กลุ่มทำผิดซ้ำซาก
5. มาตรการที่สนับสนุนการบรรเทาความรุนแรง	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมการจัดตั้งชมรมขับขี่ปลอดภัยภายในชุมชน - เพิ่มศักยภาพการเข้าถึงและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในกลุ่มรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการบาดเจ็บรุนแรงและจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือทันที
6. การวิจัย พัฒนาและติดตามประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - สนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อส่งเสริมการใช้จักรยานยนต์ที่ปลอดภัย - ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการบาดเจ็บของผู้ใช้จักรยานยนต์ มูลค่าความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อให้สาธารณชนรับทราบ - กำหนดหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยของรถจักรยานยนต์ตลอดจนจัดทำระบบข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังติดตามสถานการณ์และเสนอแนวทางเพิ่มความปลอดภัยสำหรับรถจักรยานยนต์ - ศึกษาทบทวนการสอบใบขับขี่สำหรับรถจักรยานยนต์ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ - ศึกษาความปลอดภัยของราวกันอันตรายที่มีผลต่อความรุนแรงของอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ - ศึกษาความเหมาะสมในการออกกฎหมายควบคุมการขับขี่รถจักรยานยนต์เฉพาะช่องทางซ้ายสุดในเขตเมือง และการประยุกต์ใช้การเลี้ยงแบบสุกเทิร์นเพื่อลดการตัดกระแสจราจรทางตรง

ที่มา: ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย หรือ ปภ. (2552)

นอกจากนี้ แผนแม่บทความปลอดภัยทางถนน พ.ศ.2560-2564 (ปก., 2560) ที่ได้กำหนดมาตรการความปลอดภัยของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ประกอบด้วย การศึกษามาตรฐานของรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมและมีความปลอดภัยในการใช้งานสำหรับประเทศไทย เช่น มาตรฐานการทรงตัว ขนาดวงล้อ ขนาดหน้ากว้างของยาง ขนาดกำลังเครื่องยนต์ และการกำหนดความเร็วสูงสุดของรถจักรยานยนต์เพื่อไม่ให้ใช้ความเร็วมากเกินไป

นอกจากมาตรการการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์เชิงนโยบายและเชิงกลยุทธ์ข้างต้นแล้ว ยังมีมาตรการทางกายภาพที่นำมาใช้ลดความขัดแย้งในกระแสจราจรอันก่อให้เกิดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ ประกอบด้วย การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร โดยมีช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ด้านซ้ายสุดก่อนเข้าสู่ทางแยกและจัดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกด้านหน้าสุด (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-8) และมาตรการลดจุดตัดบนถนนสายหลักที่ผ่านชุมชนด้วยการสร้างสะพานลอยสำหรับรถจักรยานยนต์ (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-9) เป็นต้น



ที่มา: แขวงทางหลวงจังหวัดศรีสะเกษ (2561)

รูปที่ 2-8 การจัดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกบนทางหลวงในจังหวัดศรีสะเกษ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-9 สะพานลอยสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดชลบุรี

2.2.3 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

ถนนที่มีปริมาณจราจรสูงและมียานพาหนะขนาดใหญ่ เช่น รถยนต์ และรถบรรทุก สัญจรด้วยความเร็วสูง การใช้ช่องจราจรร่วมกันกับรถจักรยานยนต์ที่มีขนาดเล็กและใช้ความเร็วต่ำกว่า มีโอกาสก่อให้เกิดความขัดแย้งของการจราจรสูง หากสามารถแยกกระแสจราจรของรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรของยานพาหนะขนาดใหญ่ได้ ไม่เพียงแต่จะลดอันตรายของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ขณะสัญจรบนถนนเท่านั้น แต่ยังทำให้ประสิทธิภาพการจราจรของรถประเภทอื่นๆ ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองที่มีรถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก (Umar, 1995)

มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีอยู่ในหลายประเทศ เช่น อังกฤษ จีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม มาเลเซีย และไทย เป็นต้น โดยแต่ละประเทศมีการกำหนดรูปแบบของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แตกต่างกัน เช่น พื้นที่หรือถนน ตำแหน่งของช่องจราจร ทิศทางการเดินทางในช่องจราจร และการจัดการบริเวณทางแยก เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวสามารถจัดรูปแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เดินทางเดียวได้ 4 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)

1) ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทาง (Shoulder Lane) ในประเทศไทย มีการปูผิวไหล่ทางให้เป็นทางวิ่งของรถขนาดเล็ก เช่น รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ และรถเข็น เป็นต้น (รูปที่ 2-10) ซึ่งผิวไหล่ทางมีคุณภาพเพียงพอที่จะปรับมาเป็นช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ได้ นอกจากนี้ ยังมีการจัดช่องจราจรบนไหล่ทางร่วมกับรถประจำทางในกรุงเทพฯ ประเทศอินโดนีเซีย (รูปที่ 2-11) และกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (รูปที่ 2-12) เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางได้ดังรูปที่ 2-13



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

รูปที่ 2-10 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในประเทศไทย



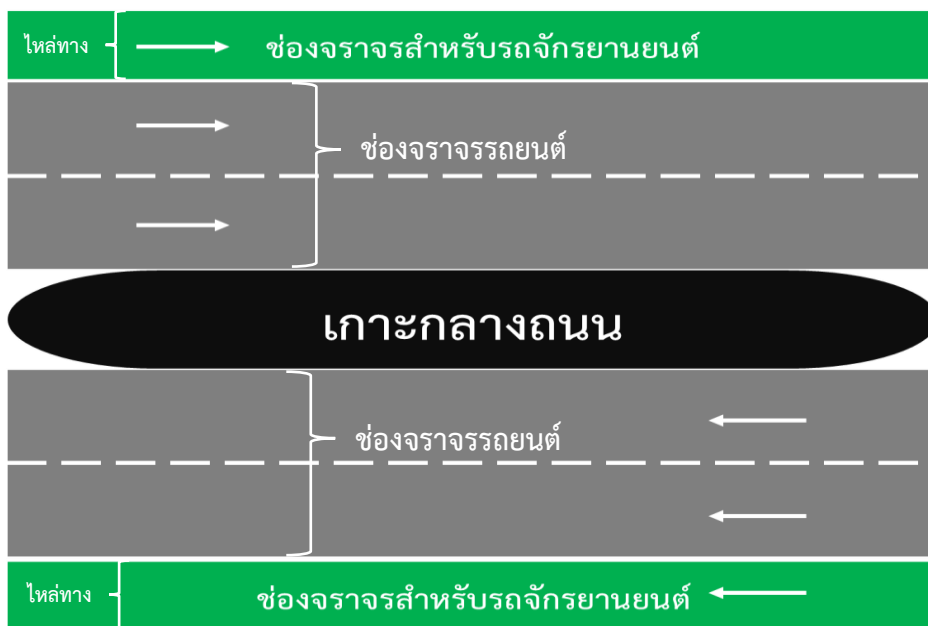
ที่มา: Putranto et al. (2011)

รูปที่ 2-11 การจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทยอินโดนีเซีย



ที่มา: Farrell (2011)

รูปที่ 2-12 การจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทางในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-13 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทาง

2) ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ระหว่างช่องรถยนต์กับไหล่ทาง จะใช้ผิวทางลักษณะเดียวกับผิวจราจรปกติ โดยใช้เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางเป็นเส้นทึบขาวเป็นตัวแบ่งช่องจราจร (ดังรูปที่ 2-14) พบเห็นได้ในเมืองไทเปและเมืองไถنان ประเทศจีน (รูปที่ 2-15) และกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย (รูปที่ 2-16) เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบทั่วไปได้ดังรูปที่ 2-17



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

รูปที่ 2-14 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แทรกระหว่างช่องจราจรรถยนต์กับไหล่ทาง



ก) เมืองไทเป

ข) เมืองไถنان

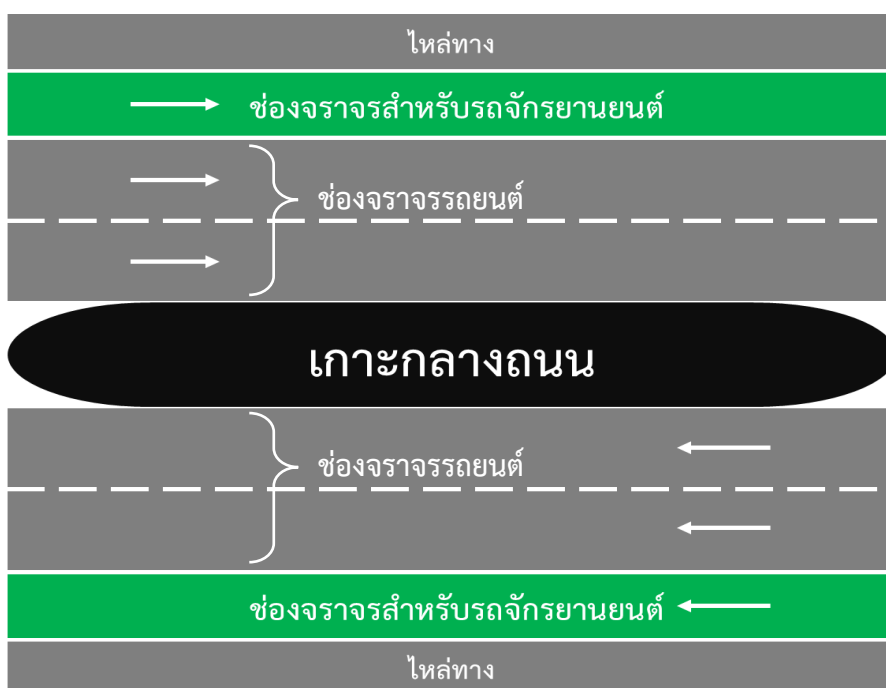
ที่มา: Hsu (2003)

รูปที่ 2-15 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศจีน



ที่มา Land Transportation office Philippines guide (2012)

รูปที่ 2-16 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในกรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-17 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แทรกระหว่างช่องจราจรรถยนต์กับไหล่ทาง

3) ช่องจราจรที่เฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ จากรูปตัดปกติของทางหลวงสามารถเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ทางด้านซ้ายของไหล่ทาง โดยใช้อุปกรณ์กั้นถาวร เช่น จัดวางแท่งคั่นหิน แบ่งระหว่างไหล่ทางกับช่องทางรถจักรยานยนต์เป็นระยะๆ ตัวอย่างดังรูปที่ 2-18 ถึง รูปที่ 2-19 ส่วนรูปที่ 2-20 แสดงรูปแบบทั่วไปของการจัดช่องทางที่เฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์



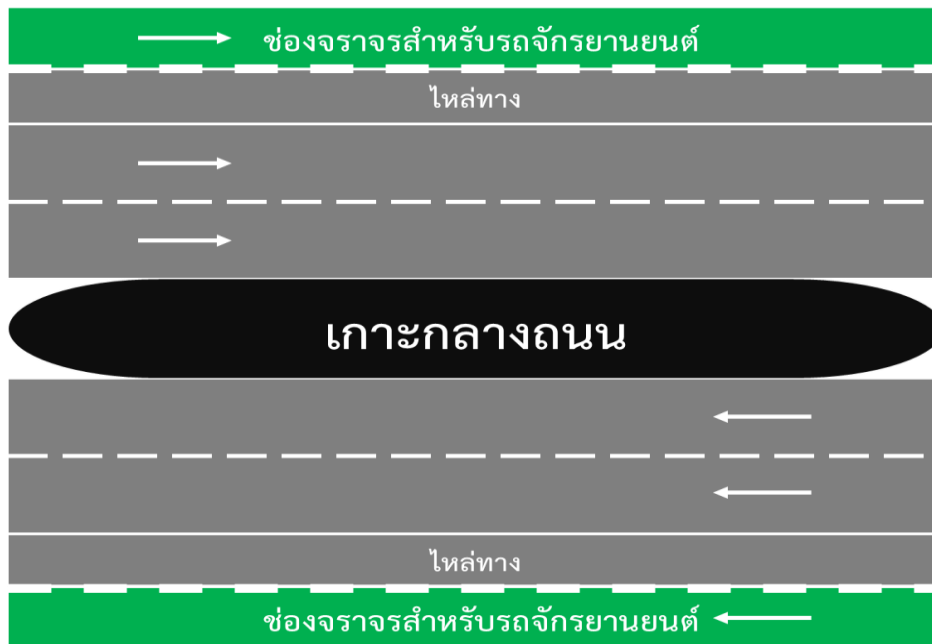
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

รูปที่ 2-18 ช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดเชียงใหม่



ที่มา: ผู้วิจัย ดัดแปลงจาก www.google.co.th/maps

รูปที่ 2-19 ช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในจังหวัดตาก



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-20 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรกึ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์

4) ช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane) โดยใช้อุปกรณ์หรือวัสดุกันเพื่อแยกพื้นที่ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากช่องจราจรทั่วไปอย่างชัดเจน เพื่อแบ่งช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากช่องจราจรสำหรับรถยนต์ทั่วไป ตัวอย่างการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ดังแสดงในรูปที่ 2-21 และรูปที่ 2-22 ส่วนรูปที่ 2-23 แสดงรูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์



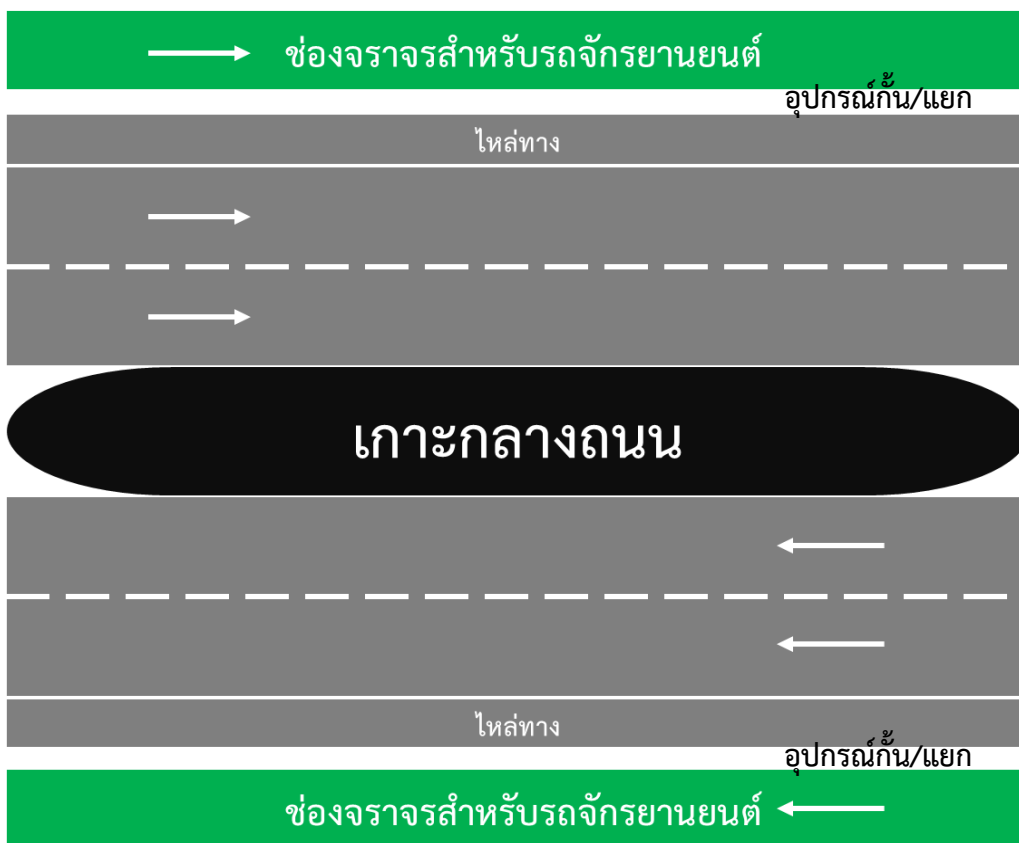
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

รูปที่ 2-21 ช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์คู่ขนานทางพิเศษในประเทศมาเลเซีย



ที่มา: Hinchliffe (2017)

รูปที่ 2-22 การจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในเขตชุมชนของประเทศมาเลเซีย



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 2-23 รูปแบบทั่วไปของการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์

2.3 แนวทางการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

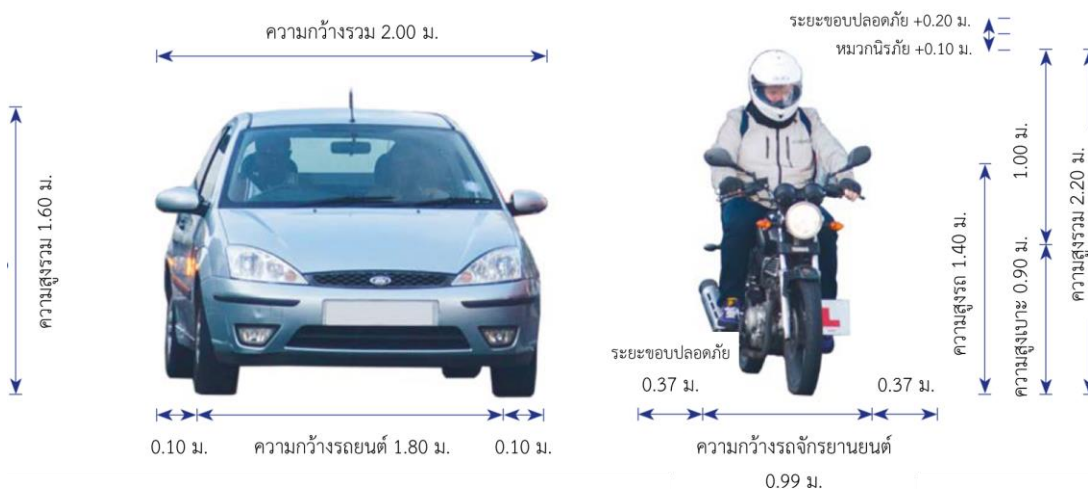
จากการศึกษาและทบทวนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ทั้งในและต่างประเทศ สามารถสรุปข้อพิจารณาและมาตรฐานการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

2.3.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

การออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ควรพิจารณาองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ เช่น ลักษณะกายภาพของรถจักรยานยนต์และผู้ขับขี่ ลักษณะผิวจราจรและสิ่งกีดขวางบนพื้นถนน การใช้ช่องจราจรร่วมกับรถประเภทอื่น อุปกรณ์อำนวยความสะดวกและอันตรายข้างทาง เป็นต้น โดยมีรายละเอียดที่ต้องพิจารณาในการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ดังนี้

- ลักษณะกายภาพของรถจักรยานยนต์และผู้ขับขี่

ขนาดความกว้างของรถจักรยานยนต์และผู้ขับขี่ (ดังรูปที่ 2-24) พบว่าความกว้างของยานพาหนะและผู้ขับขี่รวมประมาณ 1.00 เมตร และมีระยะขอบปลอดภัยในกรณีการขับขี่คู่กันหรือระยะห่างจากอุปสรรคด้านข้างอยู่ที่ประมาณ 0.40 เมตร (TfL, 2016) ดังนั้น ความกว้างน้อยสุดของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ใช้ในการออกแบบควรกว้างประมาณ 1.80 เมตร



ที่มา: TfL (2016)

รูปที่ 2-24 ลักษณะทางกายภาพของรถจักรยานยนต์เทียบกับรถยนต์

- ลักษณะผิวจราจรและสิ่งกีดขวางบนพื้นถนน

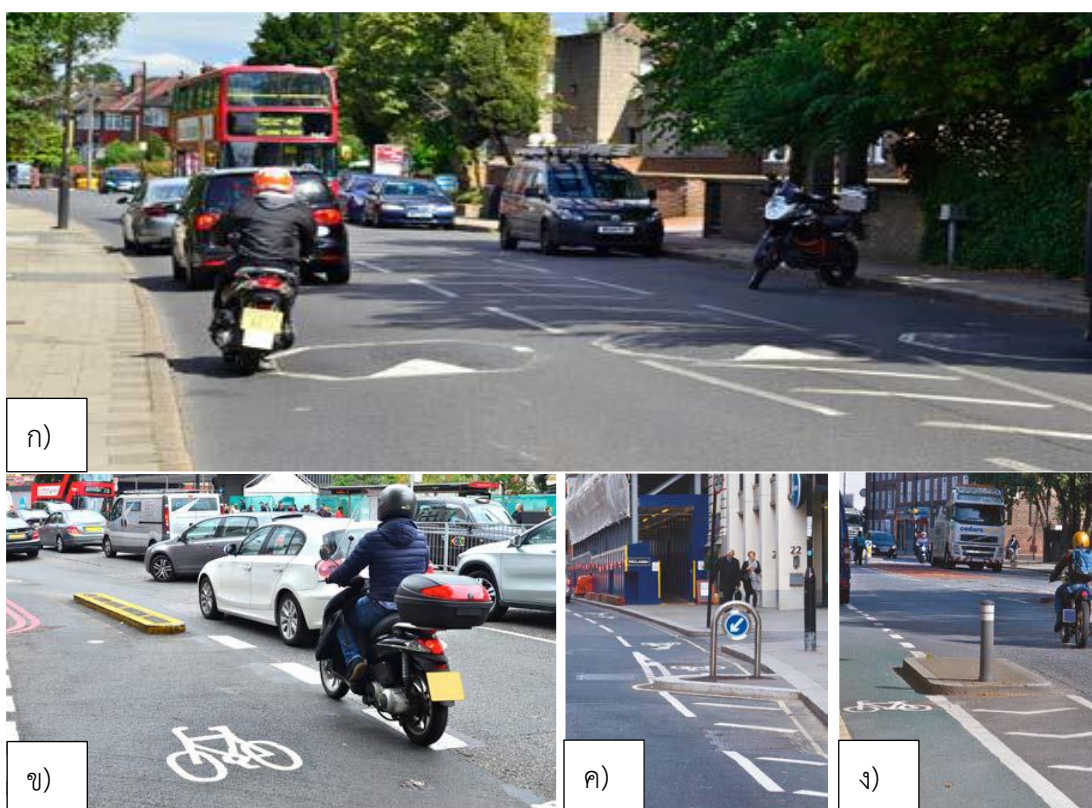
เนื่องจากรถจักรยานยนต์มีขนาดหน้าสัมผัสระหว่างล้อกับผิวจราจรน้อยกว่ารถประเภทอื่น หากผิวจราจรต่างระดับหรือมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นถนนน้อย มีโอกาสที่รถจักรยานยนต์ลื่นล้มได้ง่าย ความไม่ปลอดภัยที่พบเห็นบ่อย เช่น ฝาปิดบ่อพักท่อระบายน้ำ หรือรางระบายน้ำบนผิวจราจร (ดังรูปที่ 2-25) ควรมีระดับฝาปิดเสมอผิวจราจร และหากเป็นฝาเหล็กหล่อควรมีร่องรอยเพื่อเพิ่มความเสียดทานระหว่างล้อรถกับผิวเหล็กซึ่งช่วยลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุลื่นล้ม

โดยเฉพาะเมื่อผิวจราจรเปียกขึ้น นอกจากนี้ การติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว (ดังรูปที่ 2-26 ก) หรือ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ (รูปที่ 2-26 ข ถึงรูปที่ 2-26 ค) ต้องคำนึงถึงการมองเห็นของผู้ขับขี่ โดยต้องติดตั้งป้ายเตือนหรือทาสีสะท้อนแสงให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืน



ที่มา: TFL (2016)

รูปที่ 2-25 ตัวอย่างผิวจราจรที่มีโอกาสเป็นอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์



ที่มา: TFL (2016)

รูปที่ 2-26 ตัวอย่างการติดตั้งเนินชะลอความเร็วและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่มีโอกาสเป็นอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์

- การใช้ช่องจราจรร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่น

เส้นทางที่มีปริมาณรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจรสูงควรพิจารณามาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แยกออกจากกระแสรถขนาดใหญ่ ทั้งนี้รูปแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์จะต้องมีความเหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ ต้องคำนึงถึง ปริมาณจราจรรถจักรยานยนต์และรถยนต์ พื้นที่ตั้งของถนน (ในเมือง นอกเมือง) เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อการใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน (รายละเอียดรูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.2.3) ทั้งนี้ในส่วนของการจัดการจราจรบริเวณทางแยกในพื้นที่ที่มีปริมาณจราจรรถจักรยานยนต์สูง (รูปที่ 2-27) อาจพิจารณากำหนดช่องจราจรเฉพาะโดยเว้นพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกไว้สำหรับรถจักรยานยนต์ (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-8) เพื่อลดความขัดแย้งขณะเริ่มออกตัวเมื่อได้รับสัญญาณไฟจราจร



ที่มา: TfL (2016)

รูปที่ 2-27 การใช้ช่องจราจรร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถขนาดใหญ่ขณะหยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก

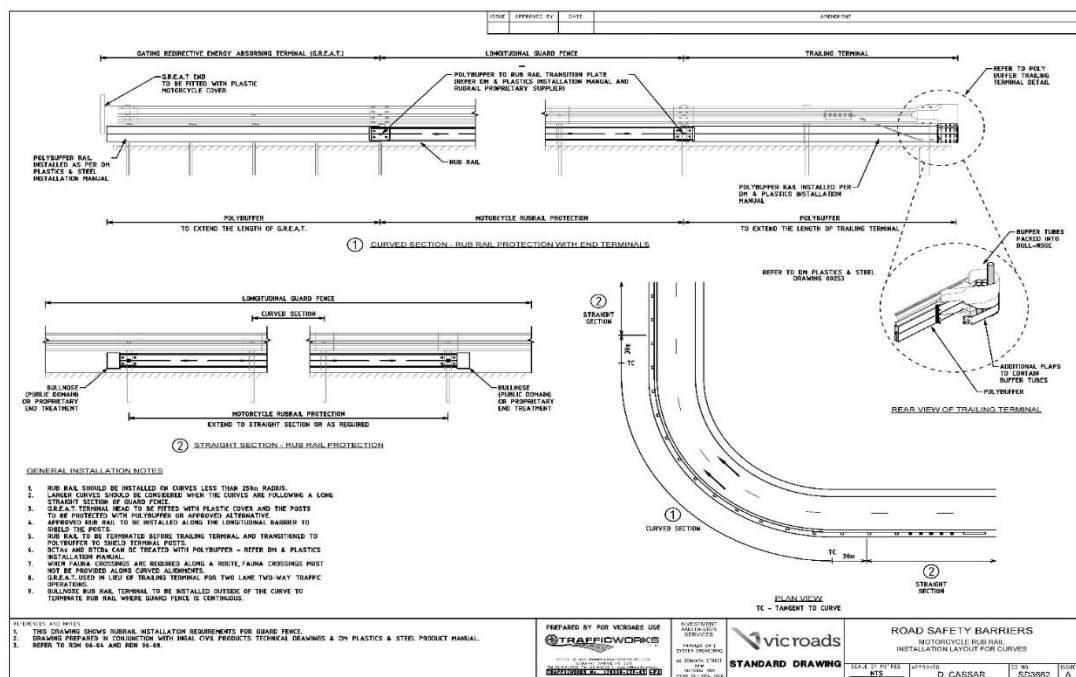
- อุปกรณ์อำนวยความสะดวกภัยและอันตรายข้างทาง

โดยทั่วไปมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภัยจะคำนึงเฉพาะรถขนาดใหญ่เท่านั้น มีส่วนน้อยที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับรถขนาดเล็กอย่างเช่นรถจักรยานยนต์ ทั้งนี้ ในพื้นที่ที่มีการใช้ปริมาณรถจักรยานยนต์สูงจำเป็นต้องพิจารณาความปลอดภัยของผู้ใช้รถจักรยานยนต์เพิ่มเติม เช่น บริเวณทางโค้งที่อันตรายหรือเป็นหวล็ก การติดตั้งราวกันอันตรายควรพิจารณาช่องเปิดด้านล่างไม่ให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่เสียหลักลอดผ่านช่องเปิดดังกล่าว (ตัวอย่างและแบบมาตรฐานการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 2-28 และรูปที่ 2-30) ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้หรือการติดตั้งเพื่อลดแรงกระแทกและลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ



ที่มา: Anderson et al. (2012).

รูปที่ 2-28 การติดตั้งราวกันอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์

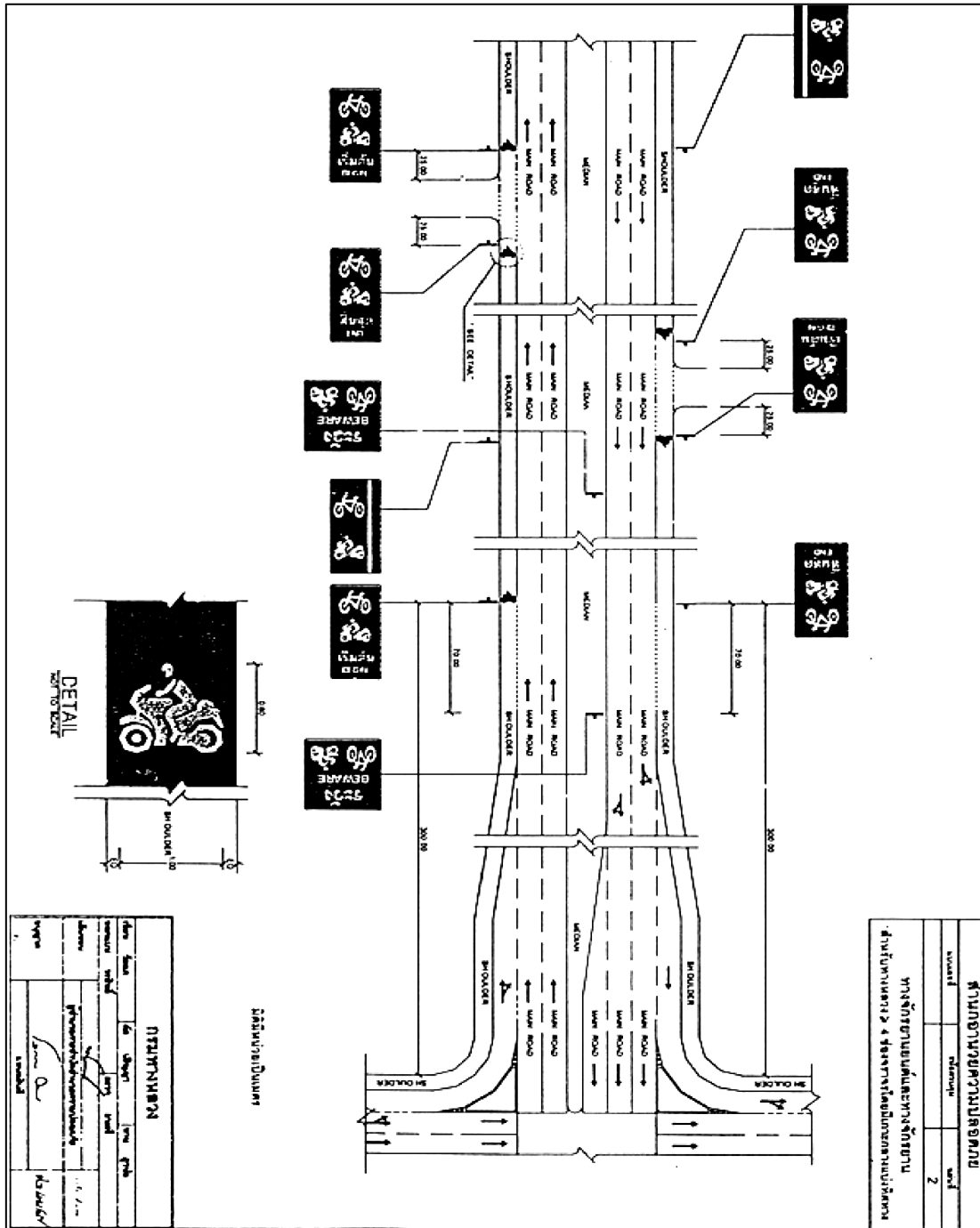


ที่มา: Vicroads

รูปที่ 2-29 แบบมาตรฐานการติดตั้งราวกันอันตรายสำหรับรถจักรยานยนต์

2.3.2 มาตรฐานการออกแบบ

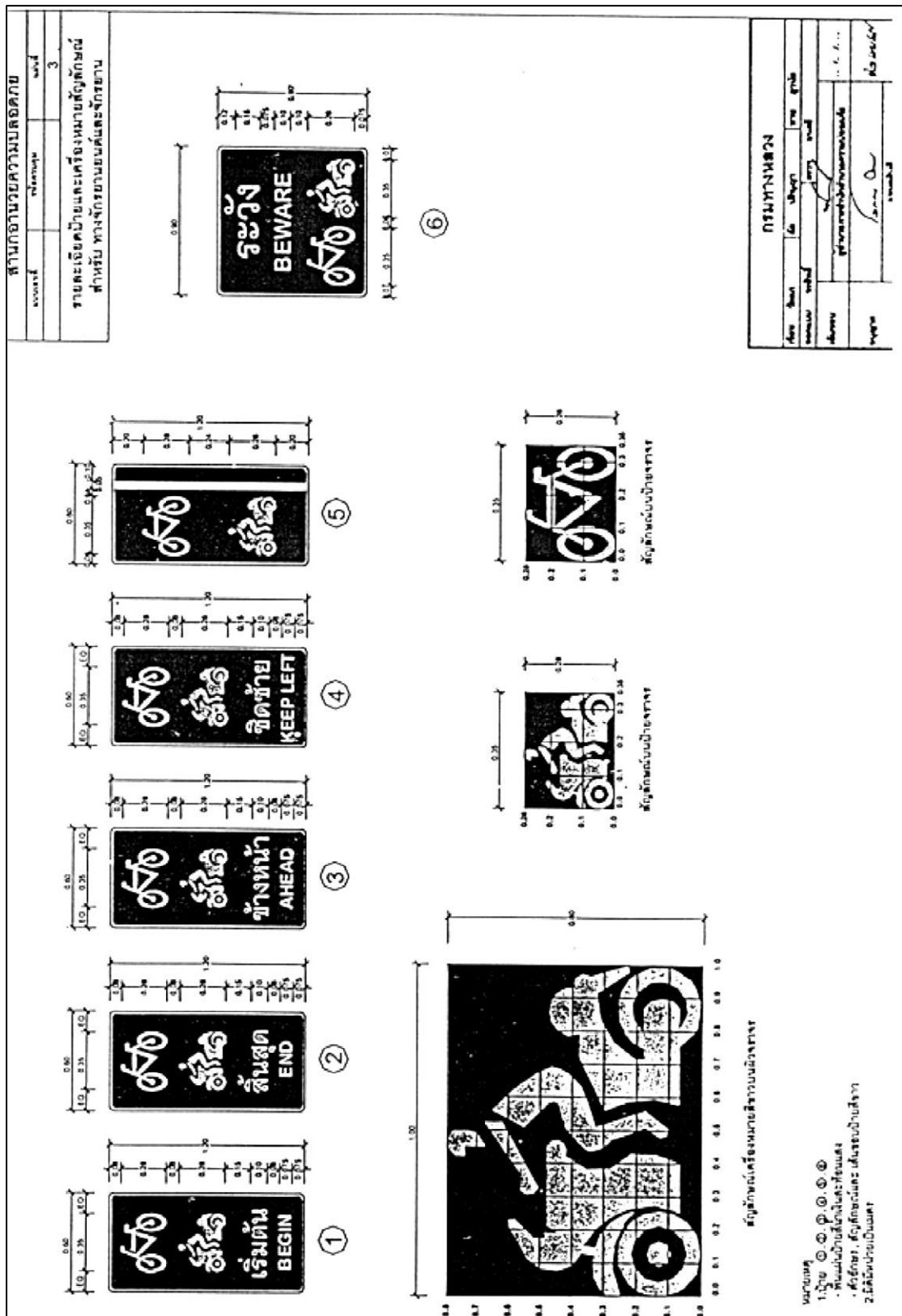
สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (2559) อ้างอิงใน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559) ได้แนะนำแบบมาตรฐานเบื้องต้นเพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบและก่อสร้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2-30 ถึง รูปที่ 2-31



ที่มา: กรมทางหลวง (2559) อ้างอิงใน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

รูปที่ 2-30 แบบทางจักรยานยนต์และทางจักรยานสำหรับทางหลวงมากกว่า 4 ช่องจราจร

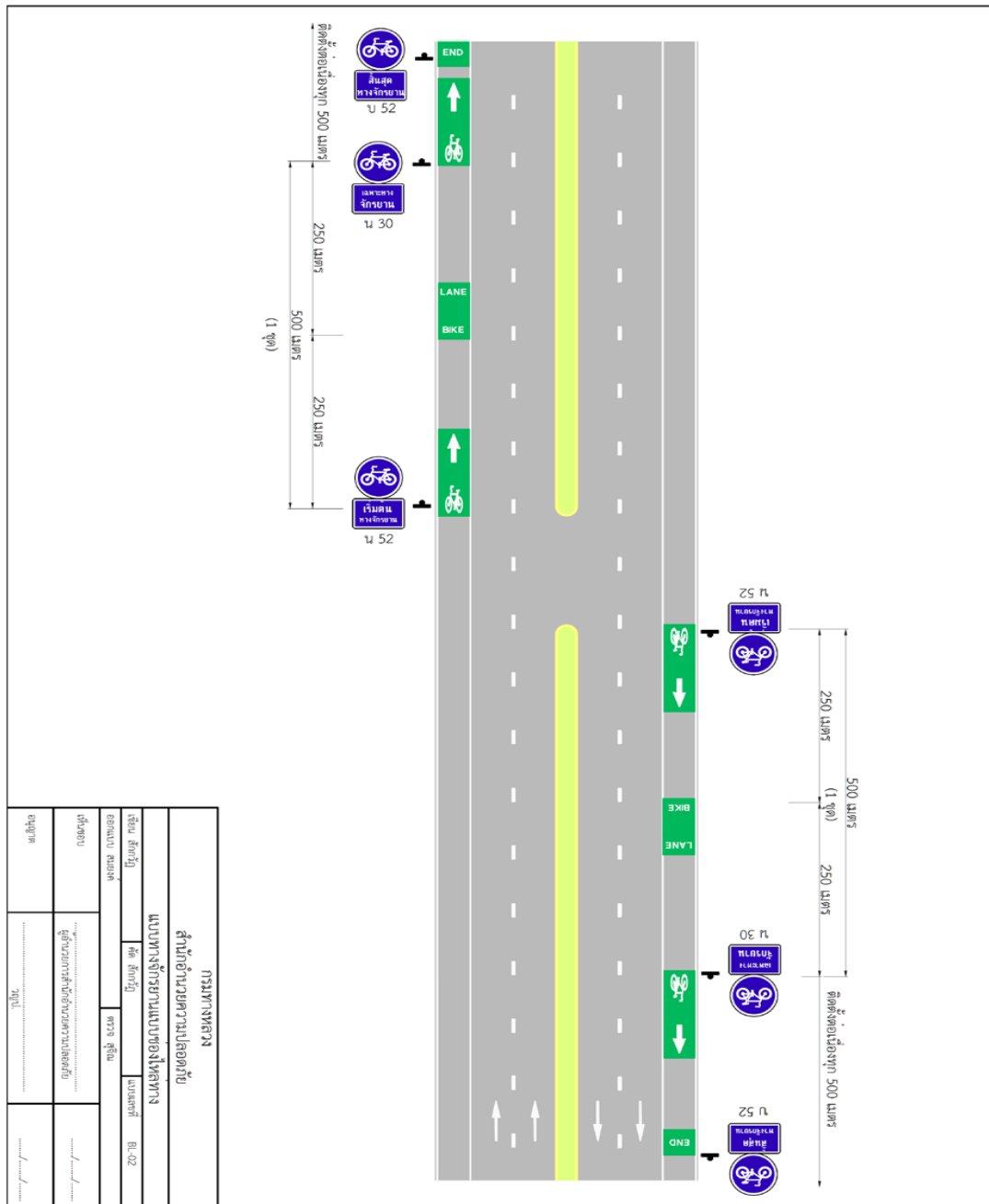
โดยมีเกาะกลางถนนแบ่งทิศทางจราจร



ที่มา: กรมทางหลวง (2559) อ้างอิงใน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

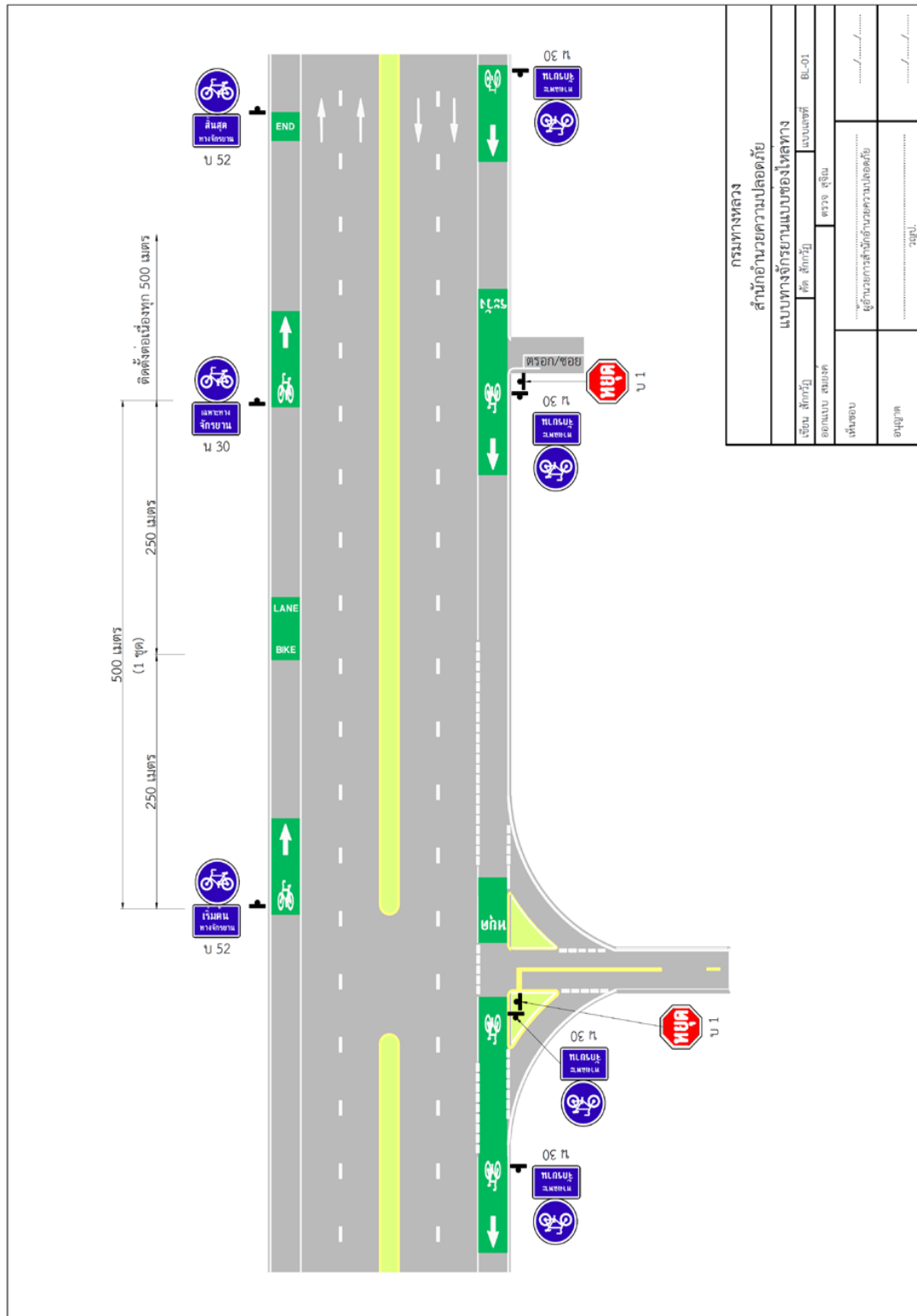
รูปที่ 2-31 แบบรายละเอียดป้ายและเครื่องหมายสัญลักษณ์สำหรับทางจักรยานยนต์และทางจักรยาน

นอกจากนี้ กระทรวงคมนาคม (2559) ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานการออกแบบและก่อสร้างทางจักรยานสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาการออกแบบช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก คือ ทางจักรยานบนไหล่ทาง (ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2-32 ถึงรูปที่ 2-34) และทางจักรยานแบบแยกคันทาง (ดังรูปที่ 2-35 ถึงรูปที่ 2-37) รวมถึงแบบแนะนำป้ายและเครื่องหมายจราจรสำหรับทางจักรยานดังรูปที่ 2-38



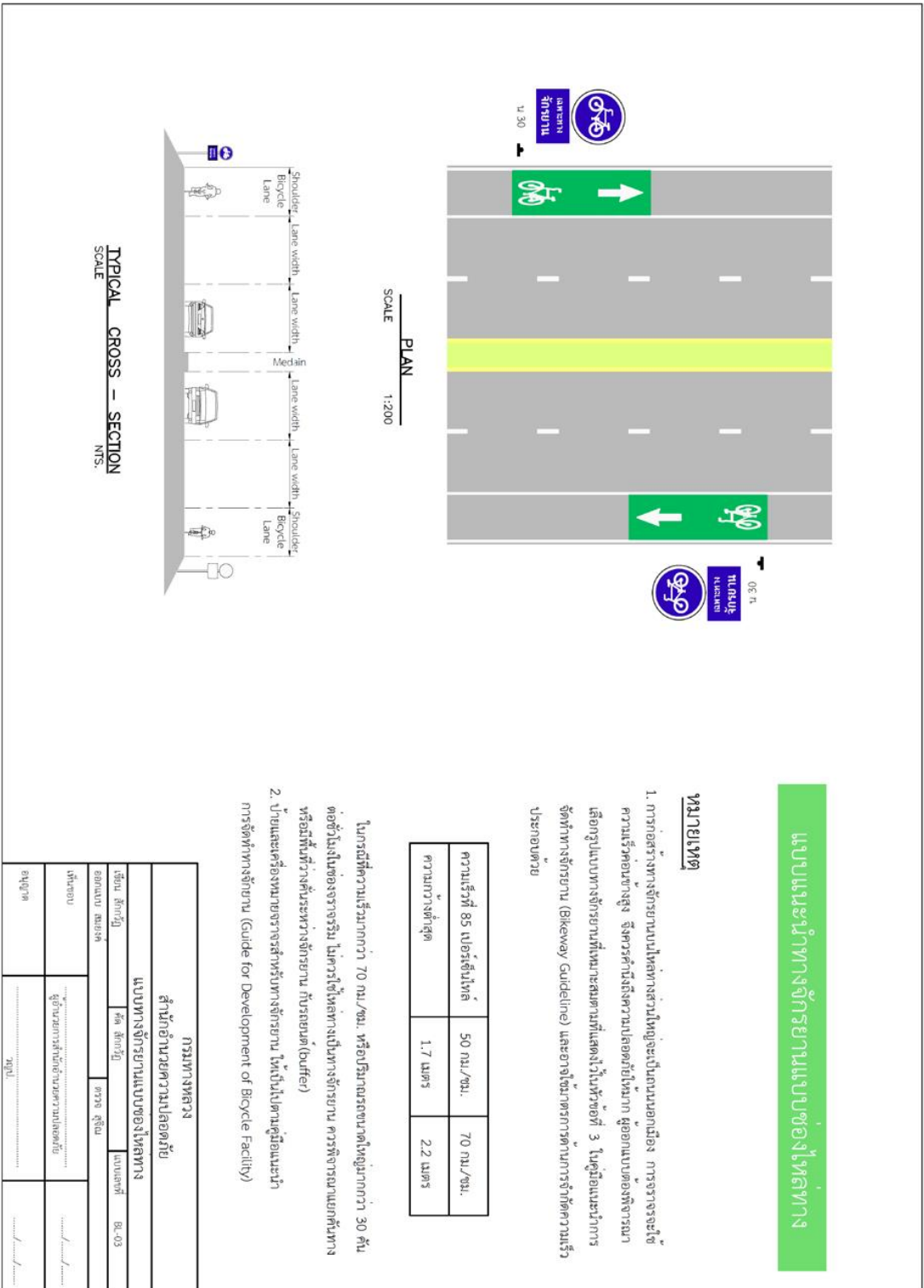
ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)

รูปที่ 2-32 แบบแนะนำทางจักรยานบนไหล่ทาง



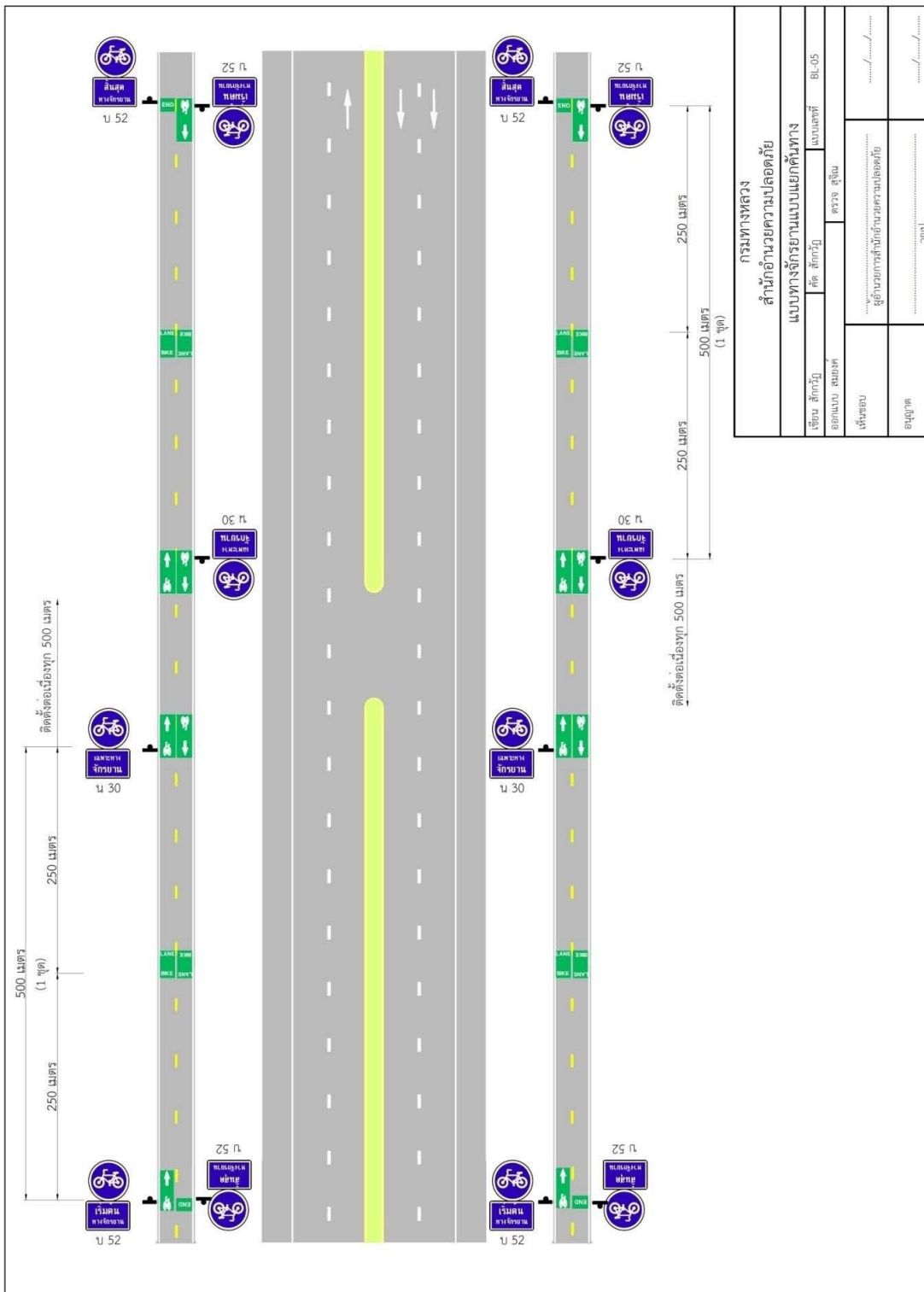
ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)

รูปที่ 2-33 แบบแนะนำทางจักรยานบนไหล่ทาง และการจัดการจราจรบริเวณทางแยก



ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)

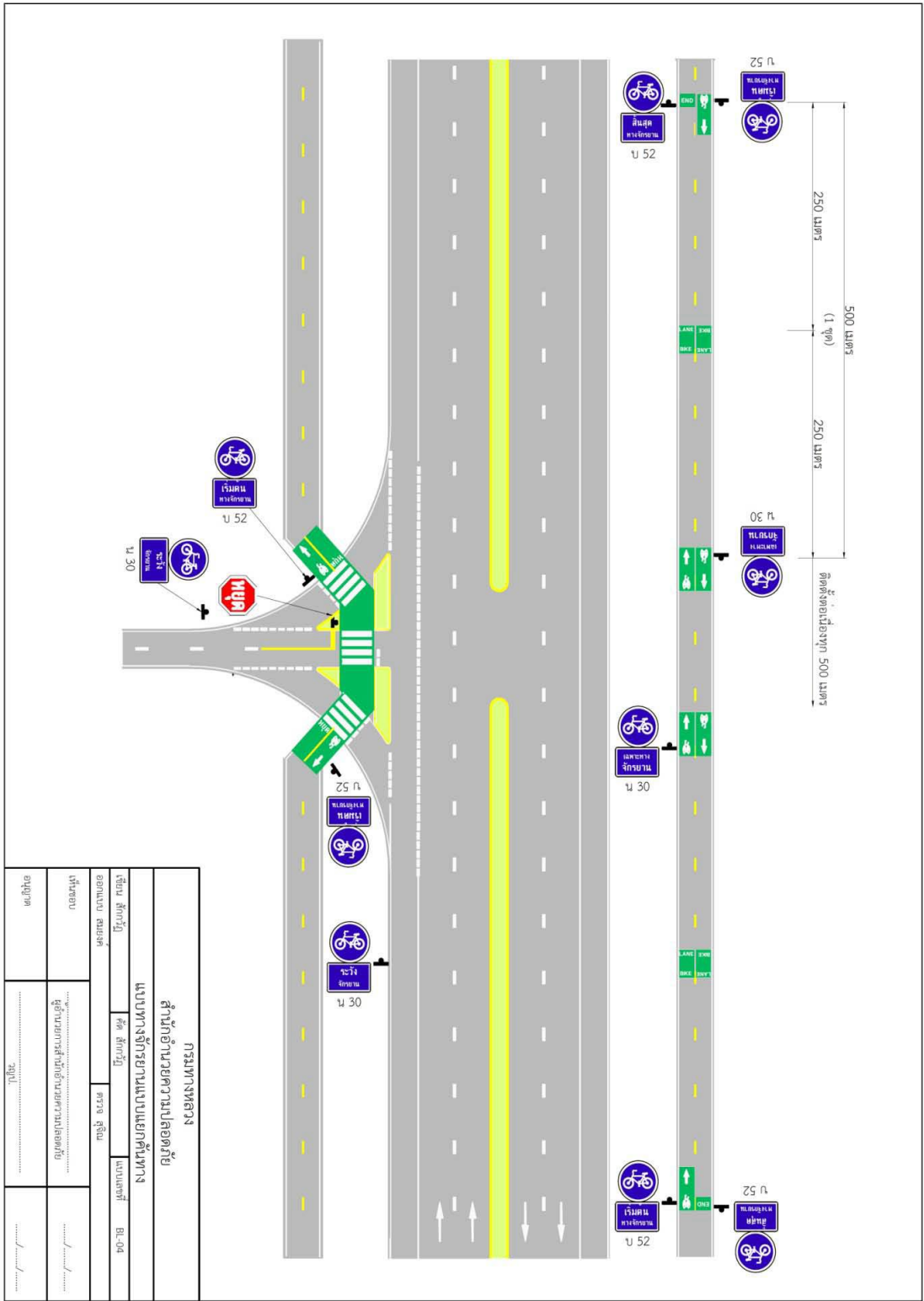
รูปที่ 2-34 แบบแปลนและรูปตัดทั่วไปสำหรับทางจักรยานบนไหล่ทาง



กรมทางหลวง	
สำนักอำนวยความปลอดภัย	
แบบทางจักรยานแบบแยกคันทาง	
เขียน สักการัง	แบบเลขที่ BL-05
ออกแบบ สมณะ	ตรวจ สุจิน
เห็นชอบ	ผู้ดำเนินการสำนักอำนวยความปลอดภัย
อนุญาต	วุฒิป.

ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)

รูปที่ 2-35 แบบแนะนำทางจักรยานแบบแยกคันทาง



ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)
 รูปที่ 2-36 แบบแนะนำทางจักรยานแบบแยกคันทาง และการจัดการจราจรบริเวณทางแยก

ป้ายของทางจักรยาน (บ.52)
ติดตั้งจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดทางจักรยาน

ป้ายทางเฉพาะจักรยาน (บ.30)
ติดตั้งทุก 500 เมตร ควบคู่กับสัญลักษณ์บนพื้นทางจักรยาน

เริ่มต้นทางจักรยาน

สิ้นสุดทางจักรยาน

ทางเฉพาะจักรยาน

ระงับจักรยาน

ลักษณะ	การใช้งาน	รูปแบบ
เส้นประสีขาว (สีเหลือง)	แบ่งทิศทางจักรยาน	0.10
เส้นทึบ (สีเหลือง)	แบ่งทิศทางจักรยานและห้ามรถใช้ไม่มีการนำทางจักรยานแคบ	0.10
เส้นทึบกว้าง (สีเหลือง)	แบ่งช่องเดินรถจักรยาน (รถวิ่งสวนทางกัน) (Contra Flow)	0.20
เส้นประกว้างและถี่ (สีเหลือง)	แบ่งช่องทางจักรยานตรงจุดที่จะเข้าร่วมหรือปล่อยออก (รถวิ่งสวนทางกัน) (Contra Flow)	0.20
เส้นประถี่ขาว (สีขาว)	แบ่งช่องทางจักรยาน	0.10
เส้นทึบกว้าง (สีขาว)	แบ่งช่องเดินรถจักรยาน (รถวิ่งทิศทางเดียวกัน)	0.20
เส้นประกว้างและถี่ (สีขาว)	แบ่งช่องทางจักรยานตรงจุดที่จะเข้าร่วมหรือปล่อยออก (รถวิ่งทิศทางเดียวกัน)	0.60
เส้นทึบ (สีขาว)	เส้นขอบทางจักรยาน	0.10

สัญลักษณ์หยุดใช้บริเวณก่อนเข้าทางแยก สัญลักษณ์ "END" ใช้จุดสิ้นสุดทางจักรยาน

สัญลักษณ์ทางจักรยาน คือป้ายและสัญลักษณ์สีขาว บนพื้นสีเขียว จัดทำควบคู่กับป้ายทางจักรยาน บ.52 และ บ.30 รูปสัญลักษณ์ห่างจากกันทุกระยะ 250 เมตร รายละเอียดดูแบบสัญลักษณ์จุดเริ่มต้นและป้ายการจำกัดทางจักรยาน

กรมทางหลวง

สำนักวิศวกรรมความปลอดภัย

แบบป้ายและเครื่องหมายจราจรสำหรับทางจักรยาน

สืบ สักศรี	ศศิ สักศรี	มนต์เชษฐ์ ธิ-07
อดิพนธ์ สมงค	ศราวุธ สุธีณ	

ผู้เรียบเรียง: สำนักวิศวกรรมความปลอดภัย

ช่างเทคนิค:

ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2559)
รูปที่ 2-38 แบบแนะนำป้ายและเครื่องหมายจราจรสำหรับทางจักรยาน

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

Krogscheepers and Kacir (2001) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558) ได้กล่าวว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นการจำลองสถานการณ์สมมติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งการจำลองสภาพการจราจรสามารถเห็นสภาพปัญหาการจราจรอย่างชัดเจน และสามารถคาดการณ์สภาพปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ทั้งนี้ยังช่วยในการจัดการจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ตามสถานการณ์สมมติได้ อีกทั้งยังสามารถประหยัดเวลาและงบประมาณในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

Caltrans (2002) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558) ได้อธิบายว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค หมายถึง การจำลองพฤติกรรมเคลื่อนที่ในลักษณะแบบพลวัต (Dynamic) ของยานพาหนะแต่ละประเภท แบบรายคันในโครงข่ายถนน การวิเคราะห์แบบจำลองยานพาหนะแต่ละประเภทแต่ละคันถูกกำหนดให้มีการวิเคราะห์แบบสุ่ม โดยอาศัยลักษณะทางกายภาพของยานพาหนะ หลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ พฤติกรรมการขับขี และพฤติกรรมกาปรับเปลี่ยนช่องจราจร

Dowling et al. (2004) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558) ได้กล่าวว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค สามารถจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะในแต่ละคันได้ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานการจำลองการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (Car Following) และการจำลองการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Changing) โดยทั่วไปแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคใช้หลักการกระจายตัวทางสถิติขึ้นอยู่กับการกำหนดจุดต้นทางและจุดปลายทางของยานพาหนะแต่ละประเภท และลักษณะของการขับขีในแต่ละประเภท ซึ่งในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ต้องคำนึงถึงการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ก่อนนำไปใช้งาน

ทวี วิชัยเมธาวิ (2546) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558) ได้กล่าวว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค หมายถึง การจำลองพฤติกรรมเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่อยู่ในโครงข่ายถนน ซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขการจราจร 2 ลักษณะ คือ 1) แบบพลวัต (Dynamic) 2) แบบสุ่ม (Stochastic) โดยการจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะจะถูกพิจารณาทุก ๆ ช่วงเวลาย่อยของวินาที (Time Step) โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ และพฤติกรรมกาขับขีของแต่ละยานพาหนะในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงจำนวนมาก การใช้งานจะต้องขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป โปรแกรมที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ โปรแกรม AIMSUN โปรแกรม CORSIM โปรแกรม FRESIM โปรแกรม NETSIM โปรแกรม PARAMICS และโปรแกรม VISSIM เป็นต้น

ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558) ได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคต่าง ๆ ข้างต้น ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ประสิทธิภาพในการจำลองสภาพการจราจร	โปรแกรมจำลองระดับจุลภาค					
	AIMSUN	CORSIM	FRESIM	NETSIM	PARAMICS	VISSIM
ประสิทธิภาพในการจำลองทั่วไป						
เครื่องมือตรวจจับยาน	✓	-	✓	✓	✓	✓
วงเวียน	-	✓	-	-	✓	✓
การปรับขอบทาง	-	✓	-	-	✓	✓
การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่	-	✓	✓	-	✓	✓
ระบบขนส่งสาธารณะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สัญญาณไฟจราจรแบบคงที่	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การแสดงผลสามมิติ	✓	-	-	-	✓	✓
ประสิทธิภาพในการจำลองสิ่งอำนวยความสะดวกและสถานการณ์ต่างๆ						
สัญญาณไฟจราจรแบบเชื่อมโยง	✓	✓	-	✓	✓	✓
สัญญาณไฟจราจรแบบปรับตามปริมาณการจราจรได้	✓	-	-	-	✓	✓
การจัดลำดับสิทธิพิเศษแก่ระบบขนส่งสาธารณะ	✓	✓	-	✓	✓	✓
การกำหนดเส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะ	✓	✓	-	✓	✓	✓
ช่องจราจรเฉพาะสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ	✓	-	-	✓	✓	✓
การยับยั้งการจราจร	-	-	-	-	✓	✓
การควบคุมการเข้าออกทางด่วน	✓	✓	✓	-	✓	✓
รถจักรยานยนต์	-	-	-	-	-	✓
คนเดินเท้า	-	✓	-	✓	✓	✓
ที่จอดรถ	-	-	-	-	✓	✓

ที่มา: ชัยวัฒน์ ใหญ่บ่ก (2558)

จากตารางที่ 2-4 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรม VISSIM มีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัดได้ดี สามารถจำลองการเดินทางจากตารางการเดินทาง-ปลายทางได้ สามารถกำหนดพฤติกรรมรถจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ รวมทั้งสามารถสร้างแบบจำลองทางเลือกในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความหลากหลาย ดังนั้นจึงคัดเลือกโปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคสำหรับงานวิจัยนี้

2.4.2 ขั้นตอนการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ขั้นตอนในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร Dowling (2004) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บึก (2558) ได้กล่าวว่า การพัฒนาและการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค สามารถแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดขอบเขตการศึกษา (Project Scope)

การกำหนดขอบเขตการศึกษา เป็นขั้นตอนที่ต้องมีการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน เพื่อประเมินความพร้อมและความสามารถของแบบจำลองก่อนการสร้างแบบจำลอง เช่น การกำหนดวิธีการที่ต้องใช้ ระยะเวลา เครื่องมือ รวมไปถึงการทบทวนและรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูลภาคสนาม (Data Collection)

การสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการเตรียมข้อมูล และเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาและวิเคราะห์แบบจำลอง ประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ 1) ลักษณะทางกายภาพ บริเวณพื้นที่ศึกษา เช่น ความกว้าง จำนวนช่องจราจร เป็นต้น 2) การควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา เช่น ระบบสัญญาณไฟจราจร ทิศทางของกระแสจราจร เป็นต้น 3) ปริมาณการจราจร เช่น ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก ความเร็ว เป็นต้น 4) ข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง เช่น ความยาวของแถวคอย ความล่าช้า และระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

3) การพัฒนาแบบจำลองฐาน (Base Model Development)

การพัฒนาแบบจำลองฐาน เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อให้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับข้อมูลในภาคสนามมากที่สุด โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลฐานของแบบจำลอง และ 2) ข้อมูลการควบคุมจราจร เรียกว่า โครงข่ายพื้นฐาน หลังจากนั้น เพิ่มข้อมูลความต้องการและพฤติกรรมต่าง ๆ ในการเดินทางบนโครงข่าย

4) การเปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลภาคสนาม (Compare Model MOEs to Field Data)

การเปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลภาคสนาม เป็นขั้นตอนในการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยพิจารณาเลือกตัวแปรจากแบบจำลองในการเปรียบเทียบซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ค่าของตัวแปรที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลภาคสนามมากที่สุด โดยรายละเอียดในการเปรียบเทียบแบบจำลองและการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ได้นำเสนอไว้ในหัวข้อที่ 2.3.3 ซึ่งในหัวข้อดังกล่าว ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์และวิธีการเปรียบเทียบแบบจำลอง

5) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Error Checking)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อหาความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จากการนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ เข้าในแบบจำลอง

6) การวิเคราะห์ทางเลือก (Alternatives Analysis)

การวิเคราะห์ทางเลือก เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร โดยวิเคราะห์หลาย ๆ ทางเลือก ในการวิเคราะห์ของแบบจำลองของทุกทางเลือก จะต้อง

ใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน และใช้ค่าตัวแปรเดียวกันจากขั้นตอนของการปรับเทียบแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการจราจร และประเมินหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

7) การสรุปผลการวิเคราะห์ (Analysis Report)

การสรุปผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยต้องจัดทำรายงานเพื่อสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ เช่น การปรับเทียบแบบจำลอง ผลการวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ รวมทั้งการนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบอื่น เพื่อเสนอแก่ผู้ที่มีความสนใจในการประเมินโครงการต่าง ๆ

2.4.3 การปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจริงมากที่สุด ซึ่งตัวแปรส่วนใหญ่ที่มักใช้เป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณการจราจร ความเร็ว ความยาวของแถวคอย ความล่าช้าและเวลาในการเดินทาง เป็นต้น โดยที่ Austroad ได้เสนอหลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Ryder, 2001) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บก (2558) ดังแสดงในตารางที่ 2-5

Oketch and Carrick (2005) ได้อธิบายการปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งค่าที่ได้จะต้องมีความคลาดเคลื่อนในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักการทางสถิติของ GEH ซึ่งเป็นอักษรย่อจากชื่อ Geoffrey E. Havers ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการทางสถิติเมื่อในปี ค.ศ. 1970 โดยค่าที่ยอมรับได้ ต้องมีค่าที่น้อยกว่า 5 ถึงจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งโดยทั่วไปการปรับเทียบแบบจำลอง มักใช้ค่าปริมาณการจราจรบนช่วงถนนหรือปริมาณการจราจรที่ทางแยก ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น มักใช้ค่าของเวลาในการเดินทางเฉลี่ย และความยาวแถวคอย โดยค่าที่ได้จะต้องมีค่าที่ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการสำรวจในสนาม

Tindall (2007) อ้างอิงใน วุฒิไกร ไชยปัญญา (2553) ได้อธิบายการปรับเทียบแบบจำลองในการจัดการจราจร ส่วนใหญ่จะใช้ตัวแปรการจราจร เช่น เวลาห่าง (Headway) ความเร็ว (Speed) และจังหวะสัญญาณไฟจราจร (Signal timing) เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่ดำเนินต่อจากขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง โดยการตรวจสอบความถูกต้องจะต้องใช้ข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลที่น่ามาตรวจสอบของแบบจำลองจะต้องใช้ข้อมูลในวันเดียวกันแต่มีความแตกต่างที่ช่วงเวลา โดยข้อมูลที่น่ามาใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง เช่น เวลาในการเดินทาง (Travel time) ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Turning count) ความเร็ว (Speed) ความยาวแถวคอย (Queue length) เป็นต้น การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ต้องทำการประมวลผลหลายครั้งเพื่อความถูกต้องของแบบจำลองมากที่สุด

เสกสรร บุญฉวี (2553) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บก (2558) ได้กล่าวว่า การปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยตัวแปรด้านพฤติกรรมกรรมการขับขี่และการตอบสนองต่อวัตถุด้านข้าง จะต้องมีความใกล้เคียงกันจากการสำรวจพื้นที่จริง ซึ่งค่าตัวแปรที่ใช้ในการ

เปรียบเทียบ ได้แก่ ปริมาณการจราจร และความยาวแฉกค้อย เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จากการเปรียบเทียบนั้น ถือว่ามีความถูกต้องแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรได้

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

เกณฑ์และมาตรการ (ค่าแบบจำลองเมื่อเทียบกับค่าจากการสำรวจ)	เป้าหมายที่ยอมรับ	หมายเหตุ / อ้างอิง
ปริมาณการเดินทางที่ผ่านเส้นขอบเขต (มีการนับมากกว่า 5)	ความถูกต้อง = 3%	RTA NSW
ปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นแบ่งเขต (มีการนับมากกว่า 5)	ความถูกต้อง = 5%	
การเชื่อมโยงของปริมาณการเดินทางที่ผ่านเส้นขอบเขต/ ปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นบางเขต		
ภายใน 20% หรือ 200 คันต่อชั่วโมง	95% ของการเชื่อมโยง	
ภายใน 10% หรือ 100 คันต่อชั่วโมง	90% ของการเชื่อมโยง	
ภายใน 5% หรือ 50 คันต่อชั่วโมง	80% ของการเชื่อมโยง	
การเชื่อมโยงปริมาณการจราจรของแต่ละสาย		FHWA (2004)
ภายใน 100 คัน/ชม. สำหรับการไหล <700 คัน/ชม.	> 85% ของตัวอย่าง	
ภายใน 15% สำหรับ 700 คัน/ชม. <การไหล <2,700 คัน/ชม	> 85% ของตัวอย่าง	
ภายใน 400 คัน/ชม. สำหรับการไหล <2,700 คัน/ชม.	> 85% ของตัวอย่าง	
จำนวนรวมของการเชื่อมโยงทั้งหมด	ความแม่นยำ = 5%	
สถิติ GEH < 5 สำหรับการเชื่อมโยงแต่ละรายการ	> 85% ของตัวอย่าง	
สถิติ GEH สำหรับผลรวมของการเชื่อมโยงทั้งหมด	< 4	
เวลาเดินทางสำหรับเส้นทางที่เลือก		RTA NSW
เวลามัธยฐานเทียบกับการสำรวจ	ภายใน 10%	
ค่าเฉลี่ยยกกำลัง 2 (บนพื้นฐานการจำลอง 5 ครั้ง)	90% ของทุกเส้นทาง	
ความเสถียรของรูปแบบ		
ความแปรผันของปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นแบ่งเขตระหว่าง ค่าสูงสุดและต่ำสุด	ภายใน 5%	
การนับจำนวนการไหลสูงสุดและต่ำสุดของการเชื่อมโยงบน ถนนแต่ละสายแต่ละเส้นขอบเขตและแต่ละเส้นแบ่งเขตจะ แตกต่างกันไปตามการเปลี่ยนแปลงของ 20% (หรือ 200 คัน/ ชม.), 10% (หรือ 100 คัน/ชม.) และ 5% (หรือ 50 คันต่อ ชั่วโมง)	ตามความพึงพอใจของ ผู้สร้างแบบจำลอง	การกระจาย การจราจรบน
รูปแบบการแออัด	ตามความพึงพอใจของ ผู้สร้างแบบจำลอง	ถนนมีผลต่อความ
ตรวจสอบการกระจายของแฉกค้อย การกระจายความ ต้องการบนช่วงถนนและการจัดสรรเส้นทาง ฯลฯ		ล่าช้าของ เครือข่าย

ที่มา: Ryder (2001). อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558).

จากหลักเกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองในตารางที่ 2-5 จะใช้ค่าทางสถิติ GEH เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการจราจร และเวลาในการเดินทาง โดยค่าทางสถิติดังกล่าวมาจากชื่อของ Geoffrey E. Havers หรือ GEH (อ้างอิงจาก Quadstone Paramics, 2007) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาสมการค่าทางสถิติ โดยเป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จริงใน 1 ชั่วโมง ซึ่งหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค แสดงดังสมการที่ 2-1

$$GEH = \sqrt{\frac{2(\text{ค่าที่ได้จากแบบจำลอง} - \text{ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง})^2}{\text{ค่าที่ได้จากแบบจำลอง} + \text{ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง}}} \quad \text{สมการที่ 2-1}$$

ค่าสถิติ GEH อาจมีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ โดยเมื่อค่า GEH มีค่าน้อยกว่า 5.0 แสดงว่าค่าปริมาณจราจรในรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามและอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่หากค่า GEH อยู่ระหว่าง 5.0 และ 10.0 แสดงว่า ค่าปริมาณจราจรในรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามและอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนค่า GEH ที่มีค่ามากกว่า 10.0 แสดงว่า ปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรจากการสำรวจในสนาม

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจริงมากที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ตัวแปรที่มักใช้เป็นดัชนีตัวชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลอง คือ ปริมาณการจราจร ความเร็ว ความยาวของแถวคอย ความล่าช้าและเวลาในการเดินทาง เป็นต้น โดยที่ Wisconsin Department of Transportation (Wisconsin DOT) ได้เสนอหลักเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ดังแสดงตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ของ Wisconsin DOT

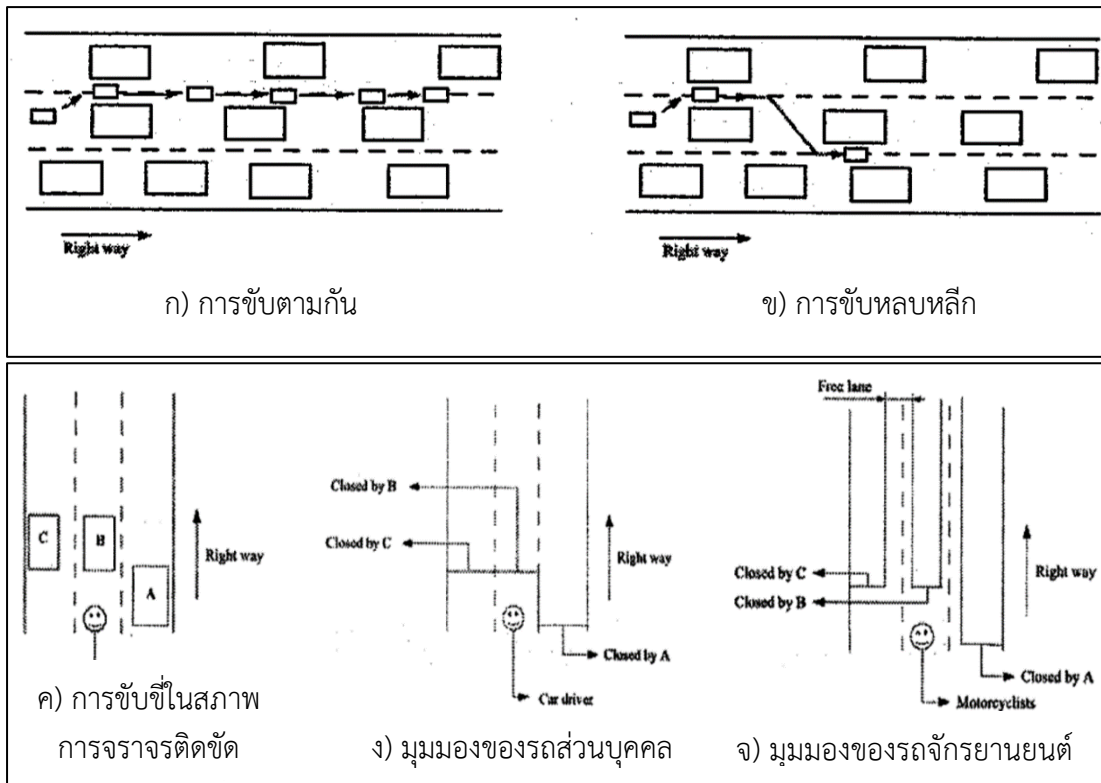
Criteria and Measures	Calibration Acceptance Targets
Hourly Flows, Model Versus Observed	
Individual Links Flows	
Within 15%, for 700 veh/h < Flow < 2700 veh/h	> 85% of cases
Within 100 veh/h, for Flow < 700 veh/h	> 85% of cases
Within 400 veh/h, for Flow > 2700 veh/h	> 85% of cases
GEH Statistics < 5	> 85% of cases
Total Link Flows	
Within 5%	All Accepting Links
GEH Statistics < 4	All Accepting Links
Travel Times, Model Versus Observed	
Journey Times, Network	
Within 15% (or 1 min, if higher)	> 85% of cases
Visual Audits	
Individual Link Speeds	
Visually Acceptable Speed-Flow Relationship	To analyst's satisfaction
Bottlenecks	
Visually Acceptable Queuing	To analyst's satisfaction

ที่มา: Wisconsin DOT (2002) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บุก (2558)

2.4.4 การจำลองพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์ในแบบจำลองระดับจุลภาค

Prabnasak and Yue (2006) อ้างอิงใน วราศักดิ์ ปะสังติโย (2556) กล่าวว่า ลักษณะเฉพาะตัวของพฤติกรรมการขับขี่ในประเทศไทยที่เกิดจากผลกระทบของรถจักรยานยนต์ ต่อการสร้างความจำลองด้วยโปรแกรม PARAMICS ซึ่งรถจะเรียงแถวต่อกันทำให้เกิดเป็นแถวคอคบที่ยาวเกินความเป็นจริง เนื่องจาก โปรแกรม PARAMICS ไม่มีฟังก์ชันจำลองรถจักรยานยนต์ได้โดยตรง ดังนั้นจึงทำการปรับเปลี่ยนรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจรให้เป็นปริมาณเทียบเท่ารถส่วนบุคคล (PCU) แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นพฤติกรรมการขับขี่ของรถจักรยานยนต์ก็มีความแตกต่างจากพฤติกรรมของรถยนต์โดยสิ้นเชิง

Bonte, Espi'e and Mathieu (2007) อ้างอิงใน วราศักดิ์ ปะสังติโย (2556) ได้สร้างแบบจำลองพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์ในช่องจราจรเสมือน (Virtual lanes) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจำลองสภาพการจราจรในปัจจุบัน ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงโปรแกรม VISSIM ที่สามารถจำลองรถจักรยานยนต์ได้โดยตรง ซึ่งโปรแกรมอื่น ๆ จะต้องประยุกต์และปรับสัดส่วนให้เหมาะสมจากยานพาหนะประเภทอื่นๆ ทำให้การจำลองพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์นั้นไม่มีความสมจริง โดยการศึกษาได้นิยามพฤติกรรมออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การขับตามกัน (Driving along) และการขับหลบหลีก (Dodging) ดังรูปที่ 2-39



ที่มา: ดัดแปลงจาก Bonte et al. (2007)

รูปที่ 2-39 พฤติกรรมการขับขี่ของรถจักรยานยนต์

Carrignon and Buchanan (2009) อ้างอิงใน วราศักดิ์ ปะสังติโย (2556) ได้ทำการศึกษาและสร้างแบบจำลองของ รถจักรยานยนต์ในลอนดอนที่มีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นมาก โดยใช้โปรแกรม VISSIM มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพการจราจรในแบบจำลองให้เหมือนกับสภาพการจราจรจริง การศึกษาได้ทำการกำหนดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ และกำหนดค่า PCU (Passenger Car Unit) ของรถจักรยานยนต์ เท่ากับ 0.4 ในศึกษายังได้ทำการสำรวจการไหลอิ่มตัว (Saturation flow) โดยไม่นับยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ ทำการหาค่าระยะห่างของยานพาหนะที่เส้นหยุด ด้วยการใช้ไฟลิววิเคราะห์ผล Empirical ซึ่งได้ค่าช่วงเวลาห่างเท่ากับ 2.5 วินาที ซึ่งมีความซับซ้อนในการหาค่า คือ การกำหนดความกว้างของช่องจราจรซึ่งมีผลต่อพฤติกรรมของขับขี่เป็นอย่างมาก จากการศึกษาสรุป ได้ว่า การจำลองสภาพการจราจรเพื่อจำลองรถจักรยานยนต์ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยให้ผลการเปรียบเทียบที่เสมือนจริงเมื่อมียานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์วิ่งเข้ามาในกระแสจราจร โดยผลจากแบบจำลองจะแสดงในรูปแบบของค่า PCU เฉลี่ยของรถจักรยานยนต์และความกว้างต่อช่องจราจร ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ค่าเฉลี่ย PCU ของรถจักรยานยนต์ต่อความกว้างของช่องจราจร

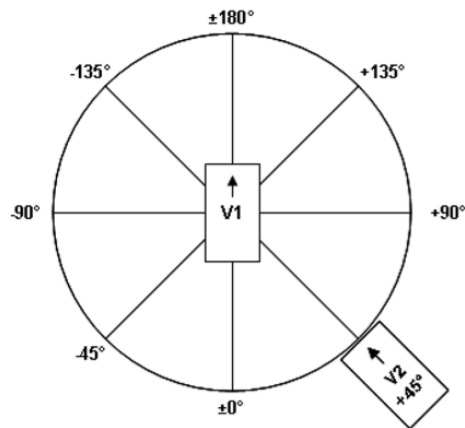
ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)	PCU ของรถจักรยานยนต์
2.50	0.30
3.00	0.28
3.50	0.27
4.00	0.20
4.50	0.19

ที่มา: Carrignon and Buchanan (2009) อ้างอิงใน วราศักดิ์ ปะลังติโย (2556)

จากการทบทวนงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม VISSIM สามารถจำลองยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ได้โดยตรง ซึ่งโปรแกรมอื่น ๆ จะต้องประยุกต์และปรับสัดส่วนให้เหมาะสมจากยานพาหนะประเภทอื่นๆ ทำให้การจำลองพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์นั้นไม่มีความสมจริง แต่การจำลองตัวแทนยานพาหนะโดยโปรแกรม VISSIM ยังมีข้อจำกัดที่ยานพาหนะส่วนใหญ่อ้างอิงจากต่างประเทศ จึงทำให้ไม่สอดคล้องกับยานพาหนะในประเทศไทยหรือในพื้นที่ศึกษามากเท่าที่ควร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับแก้ให้มีค่าพฤติกรรมต่าง ๆ ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุดก่อนนำแบบจำลองประยุกต์ใช้ในขั้นตอนถัดไป

2.4.5 แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง

Gettman, D. et al (2008) อ้างอิงใน ปวีร์ คุวิบูลย์ (2560) ได้กล่าวถึงแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (Surrogate Safety Assessment Model: SSAM) ว่าเป็นแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ความขัดแย้ง (Conflict) ของกระแสจราจร ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินความปลอดภัย SSAM มีขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อระบุความขัดของกระแสจราจร โดยพิจารณาความขัดแย้งการจราจร 3 รูปแบบ คือ 1) ความขัดแย้งที่ในลักษณะการชนท้าย (Rear-End) 2) การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change) และ 3) การตัดกันของกระแสจราจร (Crossing) โดยความขัดแย้งการจราจรเหล่านี้ขึ้นอยู่กับมุมที่เกิดการขัดแย้ง (รูปที่ 2-40) กล่าวคือ มุมที่เกิดความขัดแย้งไม่เกิน 30 องศา จัดเป็นความขัดแย้งในลักษณะการชนท้าย มุมที่เกิดการขัดแย้งระหว่าง 30 – 80 องศา จัดเป็นความขัดแย้งจากการเปลี่ยนช่องจราจร และมุมที่เกิดความขัดแย้งมากกว่า 80 องศา จัดเป็นการตัดกันของกระแสจราจร SSAM สามารถประเมินได้จากข้อมูลที่ส่งออกจากแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค เช่น VISSIM PARAMICS AIMSUN หรือ TEXAS เป็นต้น (ปวีร์ คุวิบูลย์, 2560)



ที่มา: Pu et al. (2008)

รูปที่ 2-40 มุมที่เกิดความขัดแย้ง

การนับจำนวนความขัดแย้งการจราจรแต่ละครั้ง จะพิจารณาจากตัวชี้วัดต่อไปนี้ (Pu and Joshi, 2008)

1) Time To Collision (TTC) หรือเวลาที่ยานพาหนะจะชน โดยขึ้นอยู่กับตำแหน่งปัจจุบัน ความเร็ว และเส้นทางระหว่างยานพาหนะสองคันในเวลาที่กำหนด เพื่อเป็นเกณฑ์ในการนับจำนวนความขัดแย้งการจราจร

2) Post Encroachment Time (PET) หรือเวลาที่ยานพาหนะจะเกิดการรुक้า หมายถึงช่วงเวลาระหว่าง ยานพาหนะคันแรกครอบครองตำแหน่งและเวลาที่รถคันที่สองมาถึงตำแหน่งเดียวกัน หากค่า PET เท่ากับ 0 หมายความว่า ยานพาหนะทั้งสองชนกัน

3) Deceleration Rate (DR) หรืออัตราการชะลอของยานพาหนะ หมายถึง อัตราการชะลอตัวเริ่มต้นของรถคันที่สอง ซึ่งบันทึกเป็นความเร่งชั่วขณะ หากยานพาหนะหยุดหมายถึงค่าอัตราการเร่งจะติดลบในช่วงที่เกิดความขัดแย้ง ถ้ายานพาหนะไม่หยุดหมายถึงค่าการเร่งความเร็วต่ำสุดที่สังเกตได้ขณะเกิดความขัดแย้ง

4) Maximum Speed (Max S) หรือความเร็วสูงสุดของยานพาหนะ หมายถึง ความเร็วสูงสุดของยานพาหนะใด ๆ ที่อยู่ระหว่างเกิดความขัดแย้งการจราจร

5) Speed Differential (Delta S) คือความแตกต่างของความเร็วระหว่างยานพาหนะสองคัน

2.4.6 การศึกษาหาความเหมาะสมก่อนการลงทุน

การศึกษาหาความเหมาะสมก่อนการลงทุน (Feasibility Study) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับการลงทุนตลอดอายุการใช้งานของโครงการ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าสมควรที่จะลงทุนหรือไม่ (จิรพัฒน์ โชติกไกร, 2557) วิธีการศึกษาดังกล่าวได้แก่ วิธี Benefit Cost Ratio วิธี Rate of Return และวิธี Net Present Value ทั้ง 3 วิธี ข้างต้น อาศัยหลักการที่คล้ายกัน คือ การคำนวณต้นทุน (Costs) ของโครงการรวมทั้งดอกเบี้ยที่จะต้องจ่ายและผลประโยชน์ตอบแทน (Benefits) ที่จะได้รับตลอดอายุการใช้งานของโครงการนั้น ๆ โดยอาจคิดเป็นอัตราเฉลี่ยต่อปี ผลจากการศึกษานี้จะเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจพิจารณาเลือกโครงการต่าง ๆ และยังสามารถชี้ให้เห็นผลได้และผลเสีย ตลอดจนลำดับหรือทางเลือกที่เหมาะสมในการลงทุน (ชัยวัฒน์ ใหญ่บ่ก, 2558)

โครงการปรับปรุงก่อสร้างทางที่มีอยู่เดิมแล้ว ซึ่งปัจจุบันยังมีสภาพใช้งานได้ตลอดปี แต่ต้องปรับปรุงเนื่องจากมีปริมาณรถมากขึ้น ชุมชนขยายใหญ่ขึ้นการจราจรติดขัด หลังจากการปรับปรุงแล้ว ผลประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงคือ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ และลดระยะทางในการเดินทาง ค่าลงทุนกับผลประโยชน์ที่ควรนำมาพิจารณามีดังนี้

ค่าลงทุน (Costs)

- 1) ค่าก่อสร้าง เช่น งานดิน งานผิวทาง งานพื้นทาง งานสะพาน เป็นต้น
- 2) ค่าบำรุงรักษา
- 3) ค่าดอกเบี้ยจากเงินต้นที่ลงทุนก่อสร้าง
- 4) ค่าบริหาร ค่าสำนักงาน เงินเดือนพนักงานก่อสร้างและดูแลรักษาทาง
- 5) ค่าเวนคืนที่ ในบางส่วน

ผลประโยชน์ (Benefits) ที่ควรได้รับ ได้แก่

- 1) ค่าประหยัดจากการใช้รถ เช่น ค่าสึกหรอ ค่าน้ำมัน และเวลาในการเดินทาง
- 2) ค่าบำรุงรักษา ที่ลดน้อยกว่าถนนเก่าทั้งรถทั้งถนน
- 3) อุบัติเหตุลดน้อยลง ประหยัดชีวิต ค่ารักษาพยาบาล และทรัพย์สิน
- 4) มูลค่าทางโครงสร้างทางภายหลังสิ้นสุดอายุทางเศรษฐกิจแล้ว

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

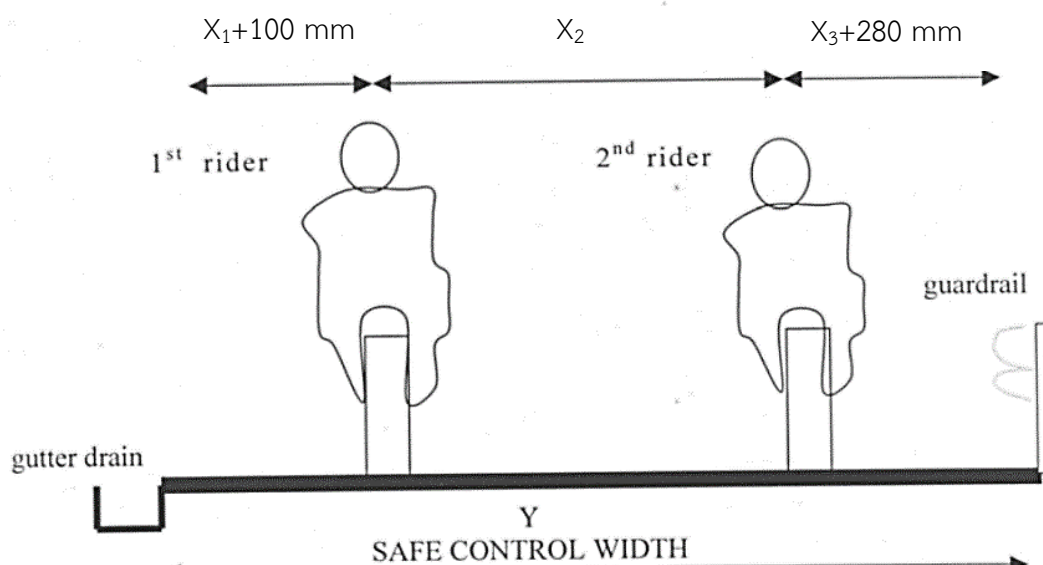
วราศักดิ์ ปะสังติโย (2556) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรเปรียบเทียบระหว่าง 3 กรณี คือ 1) ไม่กระทำการใด ๆ 2) การจัดให้มีพื้นที่หยุดสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก 3) ฮุกเทิร์นและช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยจำแนกยานพาหนะเป็น 3 ประเภท คือ 1) จักรยานยนต์ 2) เก๋ง/กระบะ/บรุษุก 3) รถทุกประเภท ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค พบว่า การจัดรูปแบบ การจราจรให้มีพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก เป็นรูปแบบการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจร และเคลื่อนที่ได้เป็นอิสระโดยไม่กีดขวางการเคลื่อนที่ของรถประเภทอื่น ๆ เมื่อเข้าสู่ทางแยก จะแตกต่างจากมาตรการฮุกเทิร์นที่มีช่องทางเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ ซึ่งแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรเช่นกัน แต่ก็จะไปกีดขวางการเคลื่อนที่ของรถประเภทอื่น ๆ เมื่อทำการฮุกเทิร์นไปยังถนนอีกด้านบริเวณทางแยก

Matsumoto et al. (2014) ได้ศึกษาการจราจรในการขับขี่รถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประจำทางซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) กฎโตเกียว ที่ระบุไว้ว่า รถจักรยานยนต์ไม่สามารถขับขี่ในช่องจราจรสำหรับรถประจำทาง และ 2) กฎของคานาว่า ที่ระบุไว้ว่า อนุญาตให้รถจักรยานยนต์สามารถขับขี่ในช่องจราจรสำหรับรถประจำทางได้ ในการศึกษา คณะผู้วิจัยได้เสนอกฎหมายใหม่เพื่อให้รถจักรยานยนต์สามารถใช้ช่องจราจรร่วมกับรถโดยสารประจำทางได้และเกิดความสมดุล ซึ่งอาจลดอุบัติเหตุจราจรได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการควบคุมการจราจรด้วยกฎจราจรรูปแบบใหม่ โดยใช้เมืองคานาว่า และเมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่นเป็นกรณีศึกษา และใช้โปรแกรม VISSIM ในการจำลองสภาพการจราจรภายใต้เงื่อนไข ที่มีการใช้ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์และการใช้สัดส่วนผสมผสานของรถจักรยานยนต์และยานพาหนะอื่น ๆ รวมทั้งปริมาณการจราจรของรถจักรยานยนต์ในแต่ละช่องจราจร ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า ปริมาณการจราจรของยานพาหนะแต่ละช่องจราจรของกฎจราจรรูปแบบใหม่มีค่าที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ ดังนั้น การจราจรของกฎจราจรรูปแบบใหม่ที่น่าเสนอสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการจราจรลงได้

2.5.2 การศึกษาเกี่ยวกับการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

Umar (1995) ได้ทดลองจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์บนทางหลวงสายหลักในประเทศมาเลเซียเพื่อลดการขัดแย้งของกระแสจราจรระหว่างรถยนต์กับรถจักรยานยนต์ โดยแยกรถจักรยานยนต์ออกจากยานพาหนะอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า อีกทั้งเพื่อขจัดปัญหาการมองเห็นของผู้ขับขี่รถยนต์ และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ จากการรวบรวมข้อมูลหลังเปิดใช้งานพบว่า สามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 39 และลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ได้มากถึงร้อยละ 83

Law (2005) ได้วิจัยหาความกว้างของช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมและปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ ตัวแปรที่พิจารณาคือความสะดวกสบายของผู้ขับขี่ในการแซง ซึ่งได้สรุปความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสม คือ 3.89 เมตร โดยมีระยะ X_1 , X_2 และ X_3 (รูปที่ 2-41) ที่เหมาะสม เท่ากับ 1.19, 1.14 และ 1.18 เมตร



ที่มา: Law (2005)

รูปที่ 2-41 ความกว้างของช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์

Mama (2016) ได้พัฒนารูปแบบและความกว้างมาตรฐานสำหรับช่องจราจรรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย โดยพิจารณารูปแบบที่เหมาะสมจากข้อมูลอุบัติเหตุเทียบกับตัวแปรความเร็วและปริมาณการจราจร และได้กำหนดช่วงความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ลงในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร ความกว้างของช่องจราจร และระดับการให้บริการ อีกทั้งได้ทดลองจัดช่องจราจรจริงบนถนนเพื่อสำรวจข้อมูลความเร็วตามการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่องจราจรเพื่อเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและการลดอุบัติเหตุ จากผลการวิจัย พบว่า ความกว้างช่องจราจร 2.00 – 3.00 เมตร เป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane) ส่วนความกว้างที่เหมาะสมสำหรับการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane) พบว่า อยู่ในช่วง 3.00 – 4.00 เมตร

2.5.3 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง

Kim. and Sul. (2009) อ้างอิงในปวีร์ คูวิบูลย์ (2560) ได้การประเมินความเสี่ยงจากอุบัติเหตุจราจรบริเวณทางแยกโดยใช้แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) โดยมีพื้นที่ศึกษาเป็นทางแยกในเมือง Sungnam ประเทศเกาหลีใต้ ลักษณะพื้นที่ศึกษาเป็นถนนหลักที่มี 3 ทางแยก ที่เป็นจุดเสี่ยงอันตราย ถนนสายหลักมีขนาด 8 – 10 ช่องจราจร และมีการจำกัดความเร็วที่ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการศึกษาได้มีการปรับลดการจำกัดความเร็วจาก 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุมีแนวโน้มลดลง และมีข้อสรุปว่า แบบจำลอง SSAM มีความแม่นยำในการประเมินด้านความปลอดภัย

ปวีร์ คูวิบูลย์ (2560) ได้ประเมินประสิทธิภาพของการควบคุมบริเวณทางแยก 4 รูปแบบทางเลือก ประกอบด้วย 1) ทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายหยุด 2) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร 3) การจำกัดการข้ามและกลับรถ และ 4) การจำกัดการข้ามและกลับรถพร้อมติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยประเมินเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบข้างต้น และพิจารณาตัวชี้วัดในแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วย เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ระดับการให้บริการบนทางแยก และจำนวนความขัดแย้งการจราจรที่วิเคราะห์จากแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) ผลการศึกษาพบว่า ทางแยกแบบจำกัดการข้ามและกลับรถ เป็นรูปแบบทางแยกที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่เวลาในการเดินทางเฉลี่ยในโครงข่ายอาจสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับทางแยกแบบทั่วไป

2.6 สรุปผลการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) มาตรการทางกายภาพในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ซึ่งมีการศึกษาและนำมาใช้จริงทั้งในและต่างประเทศ ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ 1) การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกหรือจุดตัดกระแสรถจราจร เช่น การจัดการจราจรบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรโดยการเว้นพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก การกำหนดมาตรการฮุคเทิร์นสำหรับรถจักรยานยนต์ (Motorcycle Hook Turn) การสร้างสะพานลอยสำหรับรถจักรยานยนต์ และ 2) การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ซึ่งเป็นรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา

2) รูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แต่ละประเทศอาจแตกต่างกัน เช่น ตำแหน่งของช่องจราจร ทิศทางการเดินรถในช่องจราจร และการจัดการบริเวณทางแยก ซึ่งขึ้นกับพื้นที่หรือถนน รวมทั้งปริมาณการจราจร เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวสามารถจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เดินรถทางเดียวได้ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนไหล่ทาง 2) ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แทรกกระหว่างช่องรถยนต์กับไหล่ทาง 3) ช่องทางกิ่งเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ และ 4) ช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ ซึ่งรูปแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนไหล่ทางมีความเหมาะสมกับถนนของพื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้

3) โปรแกรม VISSIM สามารถจำลองพฤติกรรมของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีฟังก์ชันที่สามารถกำหนดระยะห่างด้านข้าง (Lateral Clearance) ระหว่างยานพาหนะแต่ละคัน กำหนดตำแหน่งให้วิ่งด้านซ้าย ด้านขวา หรือกึ่งกลางของช่องจราจรได้ และที่สำคัญสามารถกำหนดให้ยานพาหนะสามารถวิ่งแซงรถด้านหน้าที่มีความเร็วช้ากว่าในช่องจราจรเดียวกันได้ ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ที่ต้องการวิเคราะห์และประเมินในประเด็นดังกล่าว

4) แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ความขัดแย้งการจราจร (Conflict) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ร่วมกับแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินความปลอดภัย มีขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อระบุความขัดแย้งการจราจร 3 รูปแบบ คือ ความขัดแย้งที่เกิดจากการชนท้าย (Rear-End Conflict) การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change Conflict) และการชนตัดฉาก (Crossing Conflict) โดยความขัดแย้งการจราจรเหล่านี้ขึ้นอยู่กับมุมที่เกิดการขัดแย้ง ซึ่งเหมาะสมที่จะนำแบบจำลอง SSAM มาใช้วิเคราะห์และประเมินความปลอดภัยสำหรับงานวิจัยนี้

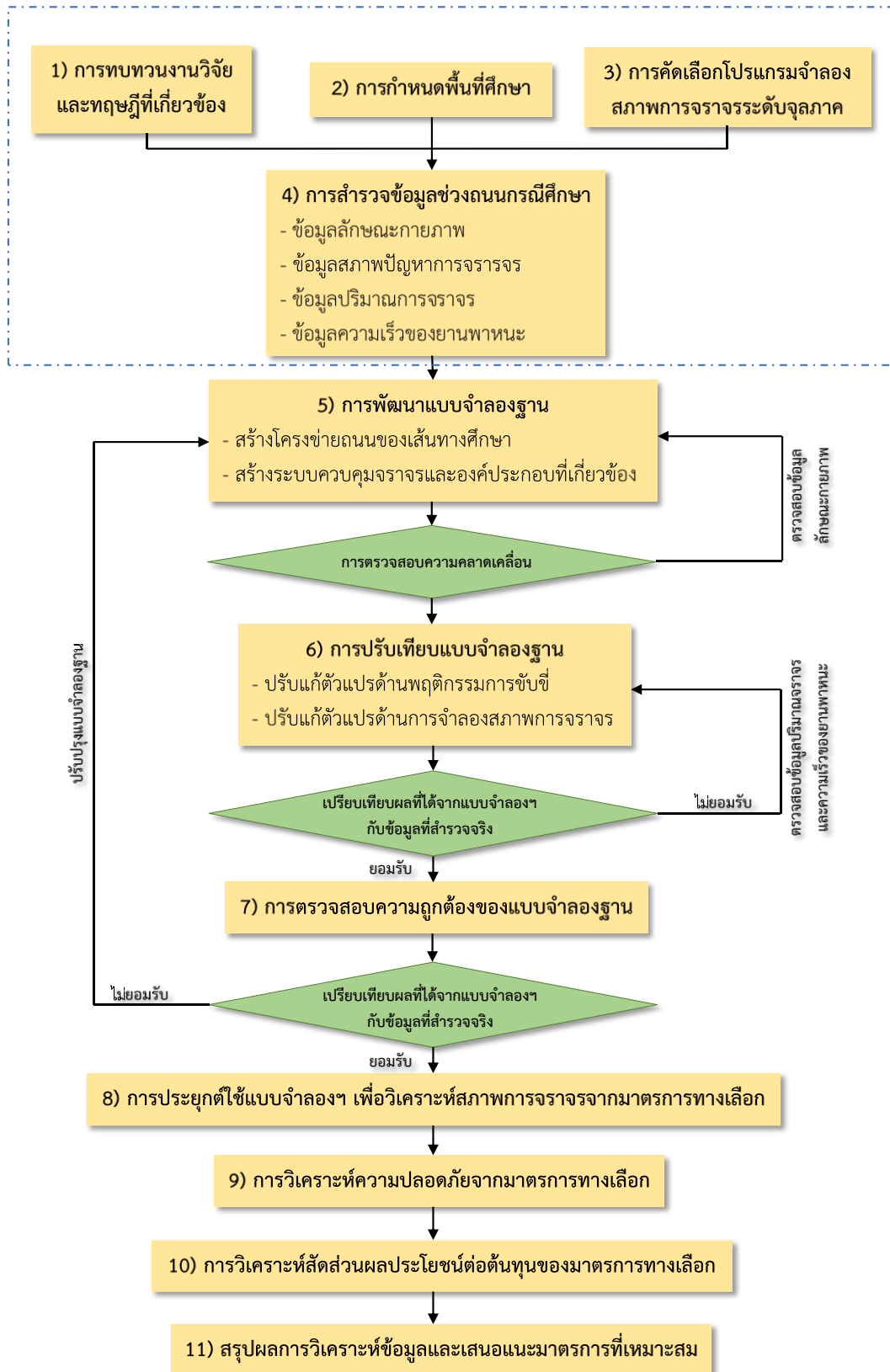
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้สรุปดังแสดงในรูปที่ 3-1 โดยจำแนกออกเป็น 11 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย

- 1) การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 2) การกำหนดพื้นที่ศึกษา
- 3) การคัดเลือกโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค
- 4) การสำรวจข้อมูลช่วงถนนกรณีศึกษา
- 5) การพัฒนาแบบจำลองฐาน
- 6) การเปรียบเทียบแบบจำลองฐาน
- 7) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน
- 8) การประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรจากมาตรการทางเลือก
- 9) การวิเคราะห์ความปลอดภัยจากมาตรการทางเลือก
- 10) การวิเคราะห์สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของมาตรการทางเลือก
- 11) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนะมาตรการที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้ได้เลือกช่วงถนนระหว่างทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์จนถึงทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์ผลจากมาตรการการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์รูปแบบต่าง ๆ และเสนอมาตรการที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจราจร เพิ่มประสิทธิภาพการจราจร และเพิ่มความปลอดภัยของช่วงถนนที่ศึกษา โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนงานวิจัยได้อธิบายในหัวข้อลำดับถัดไป



ที่มา: ผู้วิจัย

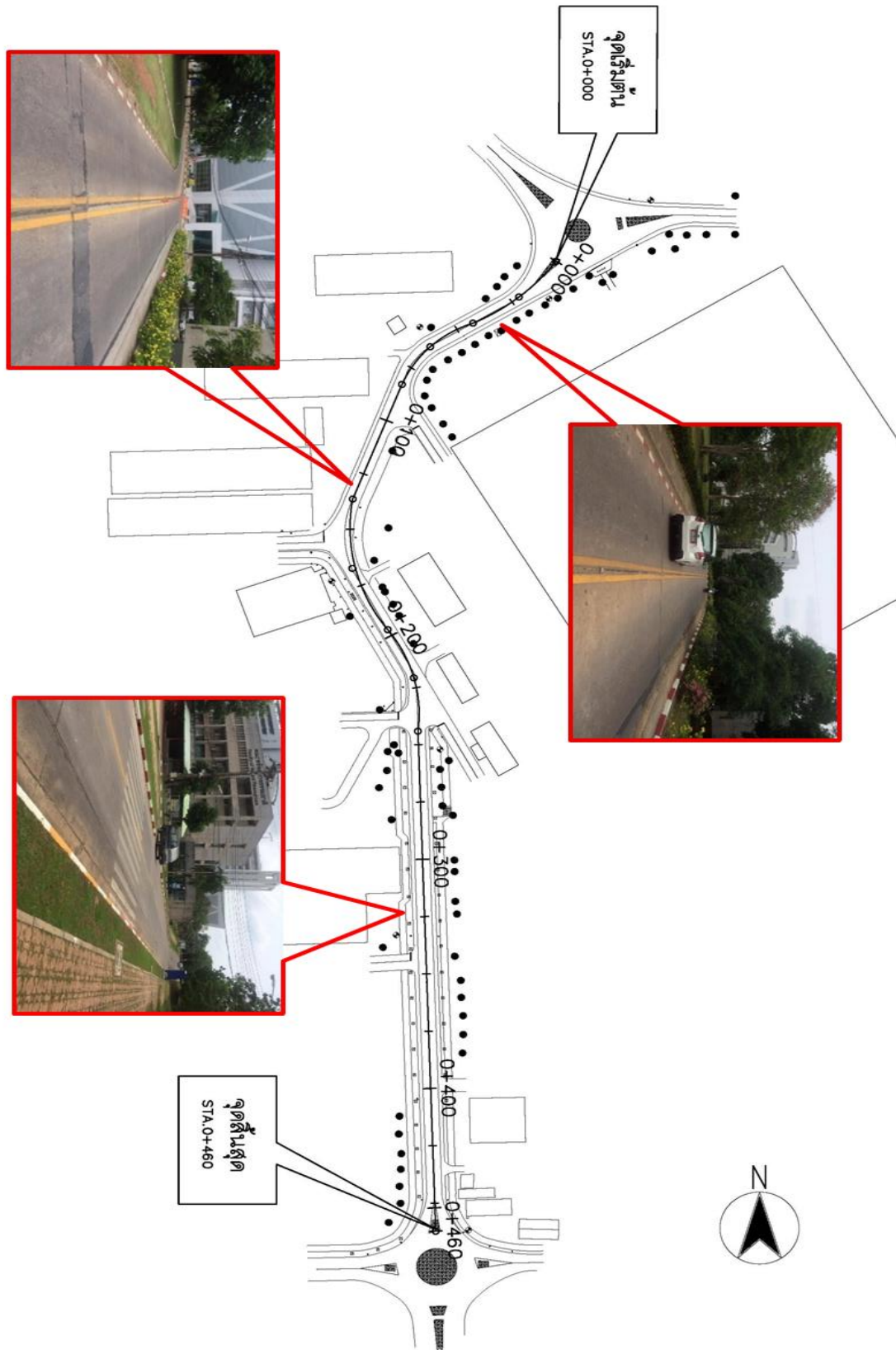
รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

3.2 การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยแบ่งกลุ่มของการทบทวนออกเป็น 4 หัวข้อหลัก ดังนี้ 1) สถานการณ์อุบัติเหตุจราจรรถจักรยานยนต์ 2) การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ 3) แนวทางการออกแบบช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และ 4) ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2

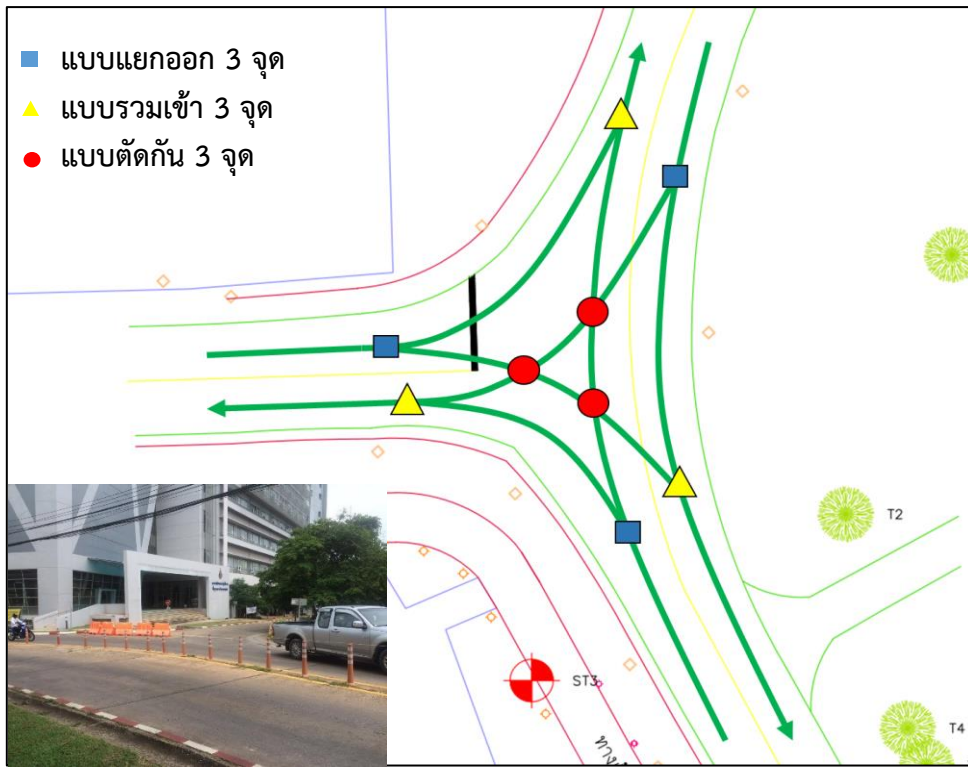
3.3 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นช่วงถนนสายหลักระหว่างทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (sta.0+000) ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (sta.0+460) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระยะทางประมาณ 460 เมตร (ดังแสดงในรูปที่ 3-3) ผิวจราจรเป็นคอนกรีต กว้าง 9.00 เมตร มี 2 ช่องจราจร (ไป-กลับ) ความกว้างช่องจราจรละ 4.50 เมตร ไม่มีไหล่ทาง (ดังรูปที่ 3-4) แบ่งการจราจรในแต่ละทิศทางด้วยเส้นจราจรคู่ตลอดแนวความยาวถนน เส้นทางศึกษาผ่านทางแยกหลัก 4 แห่ง ประกอบด้วย ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (รูปที่ 3-5) ทางแยกอาคารเรียนและปฏิบัติการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือตึก BSC (รูปที่ 3-6) ทางแยกโรงงานไบโอดีเซล (รูปที่ 3-7) ทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (รูปที่ 3-2) ทั้งนี้ถนนช่วงดังกล่าวเป็นเส้นทางสายหลักในการสัญจรเข้า-ออกมหาวิทยาลัย มีปริมาณการจราจรประมาณ 1,500 PCU ต่อชั่วโมง ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (จากผลการสำรวจในงานวิจัยนี้) และมีแนวโน้มปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น ประกอบกับเส้นทางดังกล่าวได้ถูกออกแบบและใช้งานมาเป็นระยะเวลาานาน ทำให้ลักษณะทางกายภาพและการจัดการจราจรไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรและความต้องการเดินทางในปัจจุบัน อีกทั้งมีปัญหาผิวจราจรชำรุดและจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกทั้ง 4 แห่งข้างต้น ก่อให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง โดยเฉพาะกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังนั้น เส้นทางดังกล่าวจึงเหมาะสมนำมาใช้ในการศึกษานี้

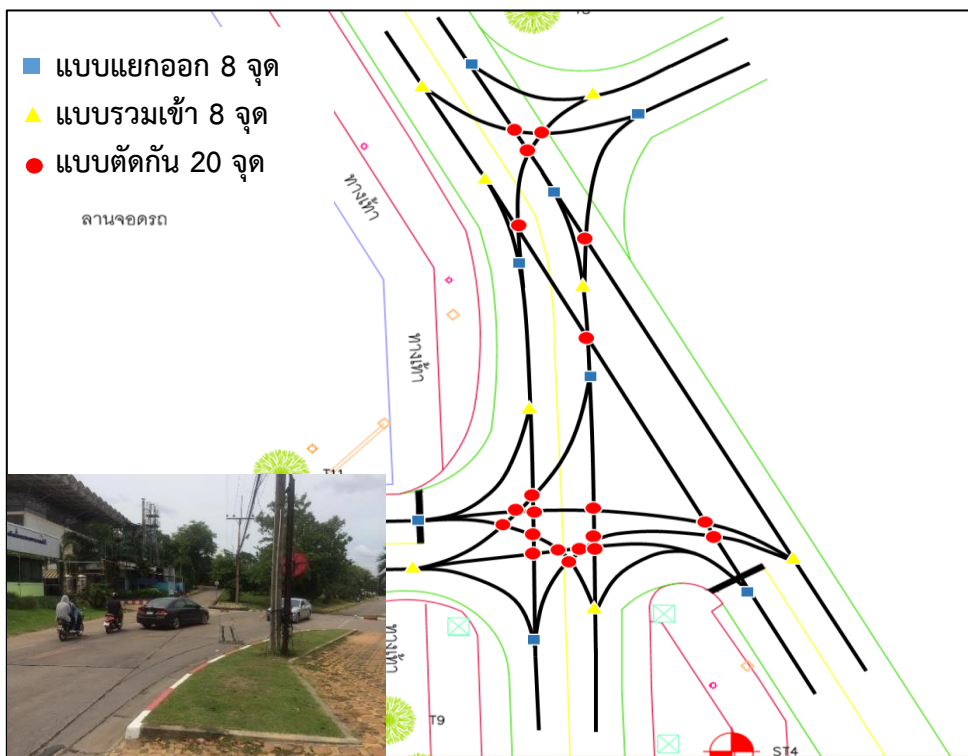


ที่มา: ผู้วิจัย

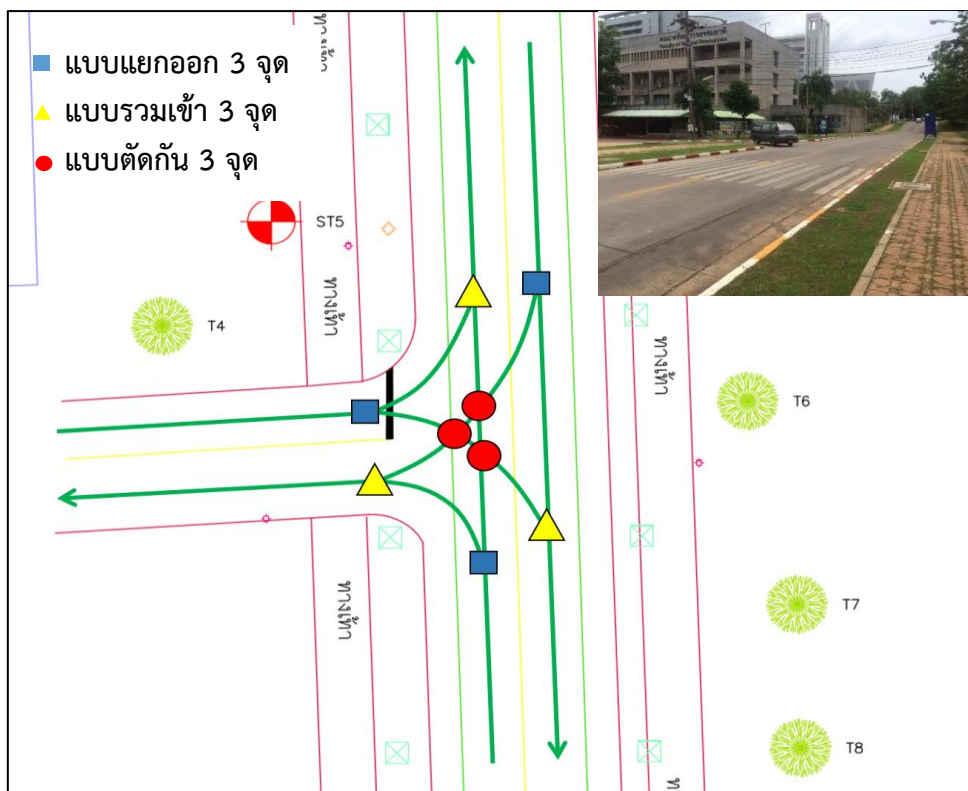
รูปที่ 3-2 บริเวณช่วงถนนที่ศึกษา



รูปที่ 3-5 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกตึก BSC



รูปที่ 3-6 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกโรงงานไบโอดีเซล



รูปที่ 3-7 จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ

3.4 การคัดเลือกโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อย่อย 2.4.1 พบว่า โปรแกรม VISSIM มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัดได้ดี สามารถจำลองการเดินทางจากข้อมูลตารางการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทางได้ และสามารถกำหนดพฤติกรรมรถขับขี่ของรถจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ (ชัยวัฒน์ ใหญ่บก, 2558 และ ปรัชญา อรุณเวช, 2561) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกโปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

3.5 การสำรวจข้อมูลช่วงถนนกรณีศึกษา

งานวิจัยนี้ได้สำรวจข้อมูลที่เป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย

- 1) การสำรวจลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษา
- 2) การสำรวจสภาพปัญหาการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา
- 3) การสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา
- 4) การสำรวจความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านพื้นที่ศึกษา

โดยมีรายละเอียดโดยสังเขปของแต่ละการสำรวจ ดังหัวข้อย่อยต่อไปนี้

3.5.1 การสำรวจลักษณะกายภาพของเส้นทางศึกษา

การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของเส้นทางศึกษา เพื่อนำข้อมูลที่เป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร ข้อมูลที่ได้สำรวจและรวบรวมประกอบด้วย

- 1) แผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศ
- 2) ภาพถ่ายช่วงถนนและบริเวณทางแยกที่เกี่ยวข้อง
- 3) ลักษณะของทางแยก
- 4) จำนวนช่องจราจร
- 5) ความกว้างช่องจราจร

3.5.2 การสำรวจสภาพปัญหาการจราจร

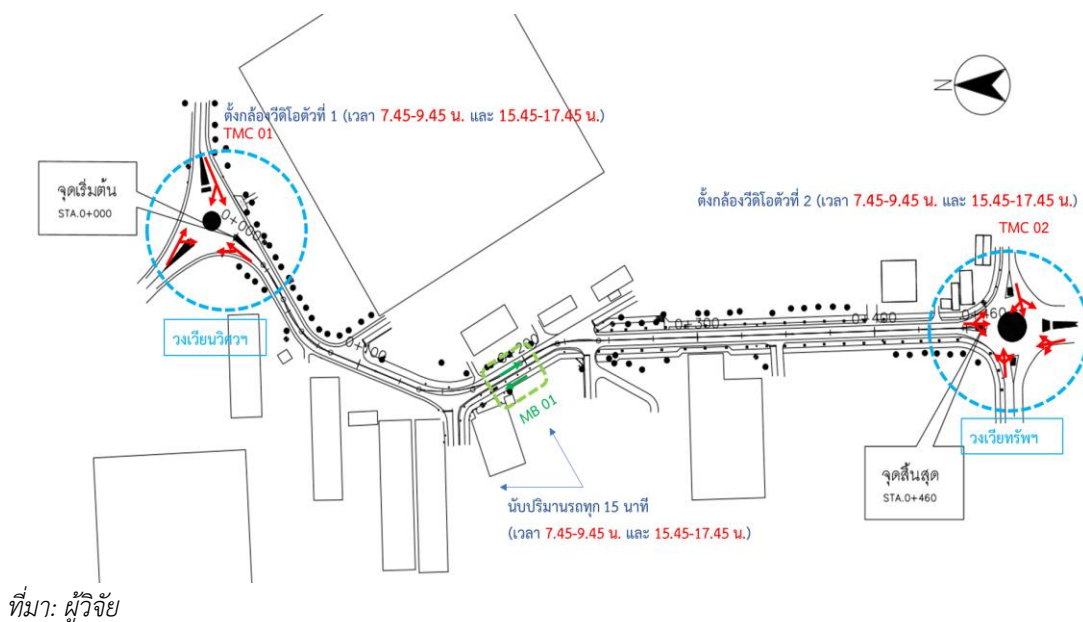
การสำรวจข้อมูลสภาพปัญหาการจราจรมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและรวบรวมภาพถ่ายสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งต่อการจราจรติดขัดมาพิจารณาเสนอมาตรการแก้ปัญหาดังกล่าว และนำมาตราการที่นำเสนอมาทดสอบในแบบจำลองสภาพการจราจร เพื่อให้ได้มาตรการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาการจราจร โดยประเด็นปัญหาที่พิจารณา ประกอบด้วย

- ประเด็นแนวเส้นทาง ได้แก่ แนวการมองเห็น ความเร็วจำกัดของยานพาหนะ การแซงของยานพาหนะบนเส้นทาง ความสามารถในการเข้าใจแนวเส้นทางของผู้ขับขี่ ความกว้างของช่องจราจร เกาะกลางและไหล่ทาง ความลาดชันหลังทาง และการระบายน้ำ
- ประเด็นช่องทางเสริม ได้แก่ การผายความกว้าง ไหล่ทาง การติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจร และการจัดการของการจราจรแล้ว
- ประเด็นทางแยก ได้แก่ ตำแหน่งทางแยก การมองเห็นและระยะมองเห็นบริเวณทางแยก การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์นำทาง และรูปแบบทางแยก
- ประเด็นป้ายจราจร ได้แก่ การมองเห็นป้ายจราจร ตำแหน่งและรูปแบบของเสาที่ติดตั้งป้ายจราจร
- ประเด็นเครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง ได้แก่ การติดตั้งเส้นจราจรหลักนำทาง และเป้าสะท้อนแสง อุปกรณ์เตือนและอุปกรณ์นำทางโค้ง และความเหมาะสมของการใช้เส้นชะลอความเร็ว
- ประเด็นคนเดินและคนขี่จักรยาน ได้แก่ ทางเท้า ทางข้าม ทางจักรยาน
- ประเด็นพื้นถนน ได้แก่ สภาพผิวถนน สภาพความต้านทานการลื่นไถล สภาพน้ำขังบนผิวถนน

3.5.3 การสำรวจปริมาณการจราจร

ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของแต่ละทางแยก และบนช่วงถนน โดยสำรวจข้อมูลในวันทำงานปกติ ใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7:45 น.-09:45 น.) ช่วงเร่งด่วนเย็น (15:45 น.-17:45 น.) และช่วงไม่เร่งด่วน (9:45 น.-11:45 น.) รายละเอียดวันและเวลาที่สำรวจข้อมูลได้นำเสนอไว้ในบทที่ 4 ข้อมูลในพื้นที่ได้ถูกจัดบันทึกลงไว้ในแบบสำรวจ (แสดงในภาคผนวก ก) โดยใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในตำแหน่ง MB01 ดังแสดงในรูปที่ 3-8 เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์หาชั่วโมงเร่งด่วนของพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ทราบปริมาณการจราจรสูงสุดในชั่วโมงเร่งด่วน โดยแบ่งยานพาหนะออกเป็นประเภทต่าง ๆ ประกอบด้วย รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสโดยสาร ซึ่งรถแต่ละประเภทมีขนาดและความเร็วที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อการไหลของกระแสการจราจรที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการวิเคราะห์สภาพการจราจร จึงจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบจำนวนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่สำรวจได้ให้อยู่ในหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car Equivalent Unit หรือ PCU) โดยใช้ค่า PCU ของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ดังแสดงในตารางที่ 3-1 ในการวิจัยนี้ใช้ค่า PCU จากกรมทางหลวงเป็นหลัก ซึ่งนิยมใช้กับถนนทางหลวงที่มีการใช้ความเร็ว จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนบ้างเนื่องจากถนนที่ศึกษาเป็นถนนในเขตเมืองใช้ความเร็วต่ำกว่าทางหลวง งานวิจัยในอนาคตควรประยุกต์ใช้ค่า PCU จากหน่วยงานอื่นที่เหมาะสม

รายละเอียดของแบบสำรวจและผลการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก และ ภาคผนวก ข ตามลำดับ



รูปที่ 3-8 ตำแหน่งสำรวจปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา

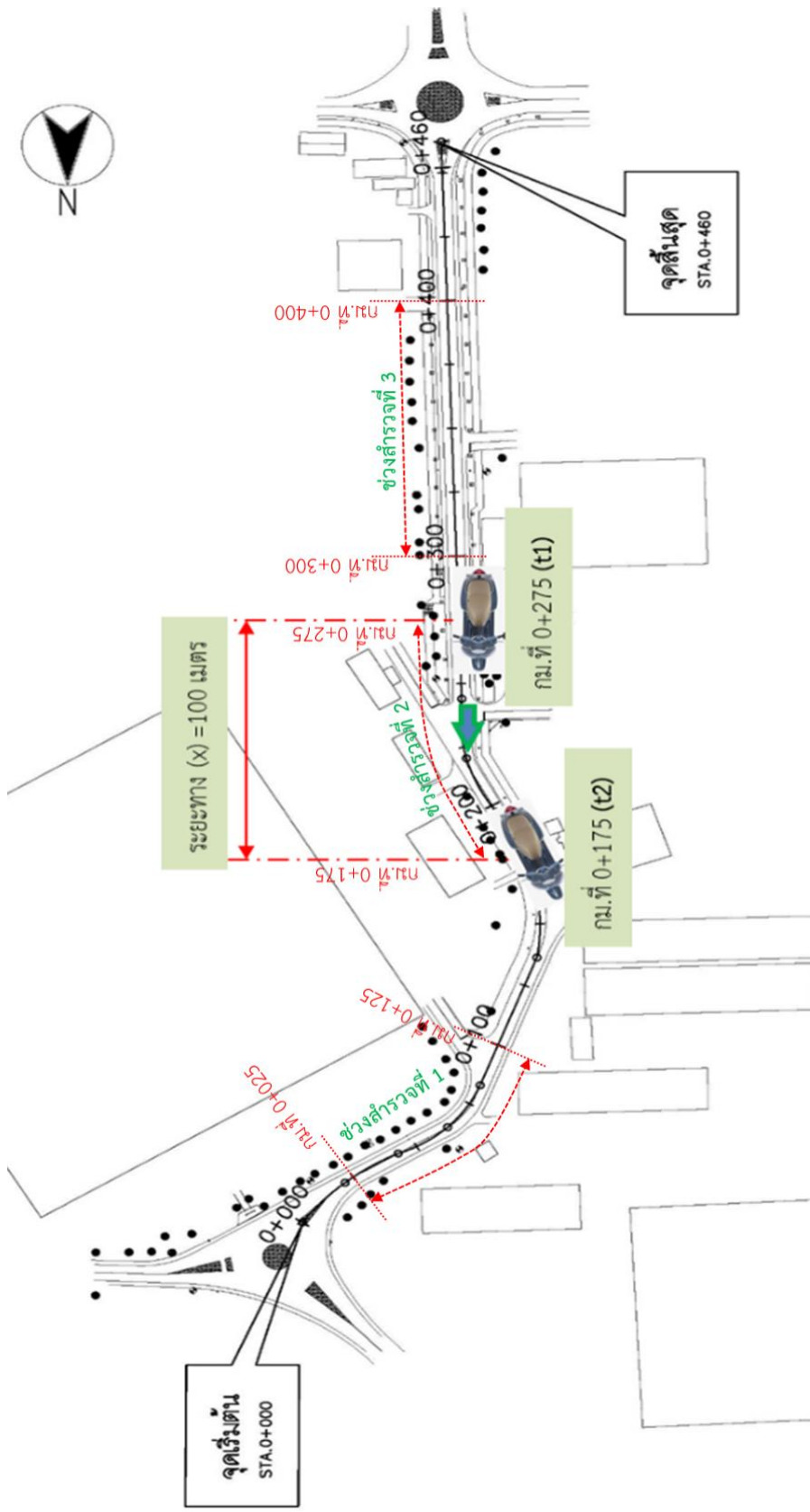
ตารางที่ 3-1 ค่าหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคลของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย

ประเภทของยานพาหนะ	ค่า PCU ต่อ 1 หน่วยยานพาหนะ
รถจักรยานยนต์	0.33
รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1.00
รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	1.00
รถโดยสารขนาดเล็ก	1.50
รถโดยสารขนาดกลาง	1.50
รถโดยสารขนาดใหญ่	2.10
รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ	1.00
รถบรรทุกกลาง 6 ล้อ	2.10
รถบรรทุก 10 ล้อ	2.50
รถบรรทุกพ่วง	2.50
รถบรรทุกกึ่งพ่วง	2.50

ที่มา: สำนักอำนาจความปลอดภัย กรมทางหลวง (2559)

3.5.4 การสำรวจความเร็วยานพาหนะ

การสำรวจความเร็วยานพาหนะ ใช้วิธีการสำรวจความเร็วเฉลี่ย (Space Mean Speed) โดยกำหนดช่วงระยะทางและจับเวลาที่ยานพาหนะแต่ละคันวิ่งผ่านระยะทางที่กำหนดทุก 100 เมตร จำนวน 3 ช่วงสำรวจ (รูปที่ 3-9) โดยสุ่มสำรวจตัวอย่างเพื่อวัดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทโดยนับรถจักรยานยนต์ และรถยนต์เป็นหลัก และแยกสำรวจในแต่ละทิศทาง จากนั้นนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ไปประกอบการกำหนดการกระจายตัวของความเร็วการขับขี่ (Desired Speed Distribution) ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค รายละเอียดของผลการสำรวจข้อมูลความเร็วยานพาหนะได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข



รูปที่ 3-9 การกำหนดจุดสำรวจความเร็ว

3.6 การพัฒนาแบบจำลองฐาน

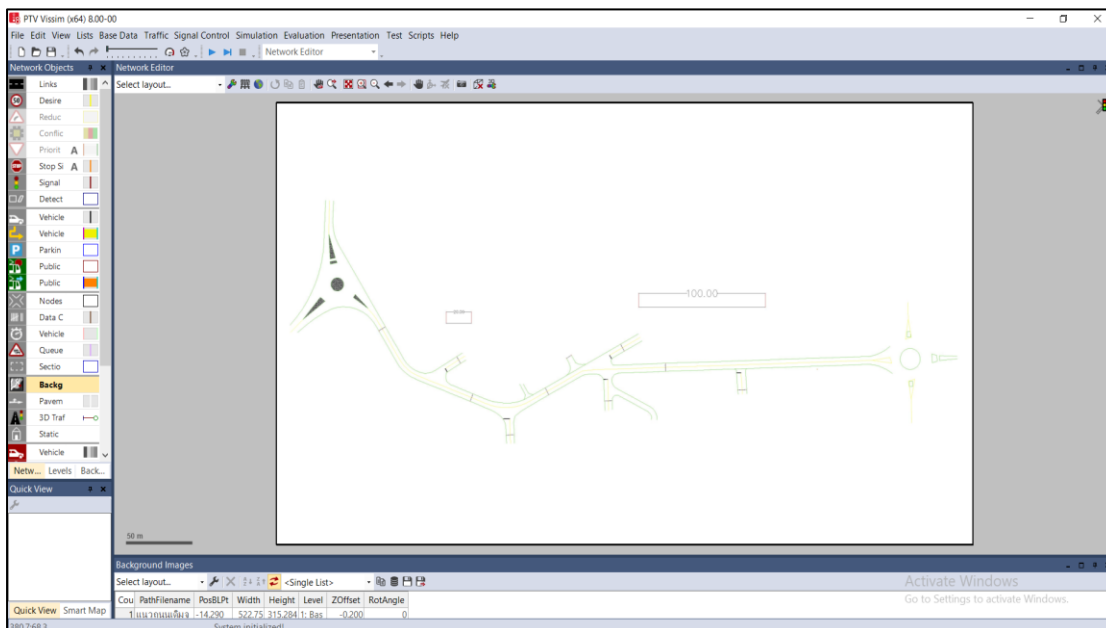
กระบวนการพัฒนาแบบจำลองฯ ด้วยโปรแกรม VISSIM ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (ชัยวัฒน์ ใหญ่บกก, 2557) ดังนี้

- 1) การสร้างองค์ประกอบของเส้นทางศึกษา
- 2) การจำลองตัวแทนยานพาหนะ
- 3) การสร้างกราฟการกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท
- 4) การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางการจราจรของยานพาหนะ
- 5) การกำหนดค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมจราจรของยานพาหนะ
- 6) การกำหนดช่วงเวลาเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร
- 7) การเลือกตัวชี้วัดเพื่อประเมินผลจากแบบจำลองฯ

มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.6.1 การสร้างองค์ประกอบของพื้นที่ศึกษา

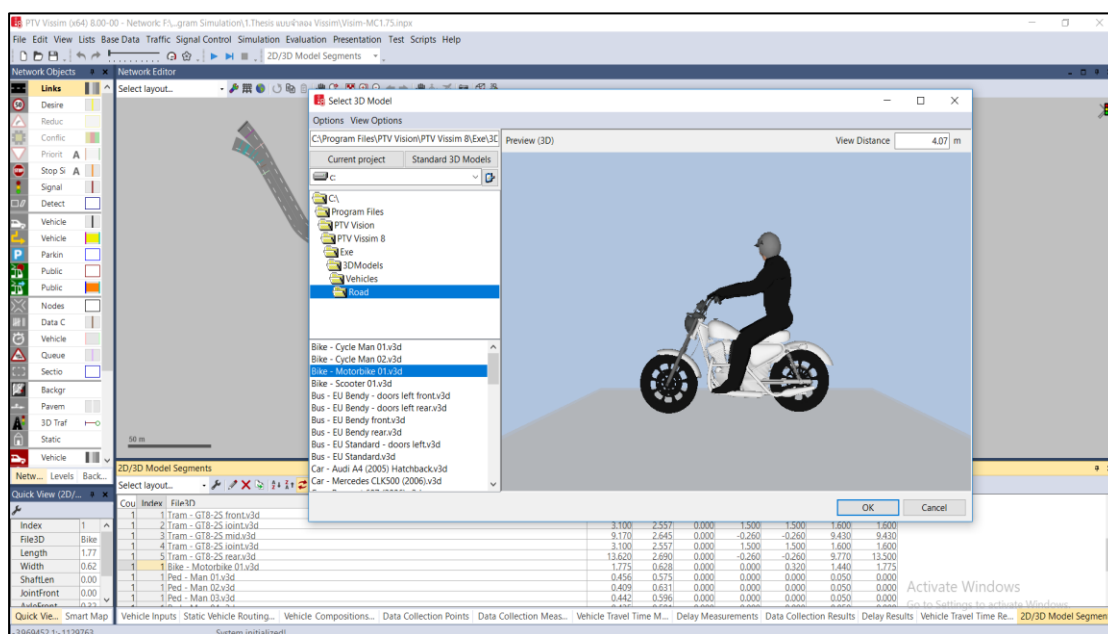
การสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษาในโปรแกรม VISSIM เริ่มจากการนำข้อมูลลักษณะกายภาพของเส้นทางศึกษาที่ได้จากการสำรวจมาเขียนรายละเอียดของเส้นทาง โดยสร้างเส้นทางหรือ Link ของถนน โดยแต่ละ Link มีการกำหนดจำนวนช่องจราจร ขนาดความกว้างของช่องจราจร จากนั้นเชื่อมต่อแต่ละ Link เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นโครงข่ายถนนที่ศึกษาให้เสมือนจริง ดังแสดงในรูปที่ 3-10 สำหรับรายละเอียดวิธีการสร้างองค์ประกอบของเส้นทางศึกษาแสดงไว้ในภาคผนวก ง-1



รูปที่ 3-10 การสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเส้นทางศึกษา

3.6.2 การจำลองตัวแทนยานพาหนะ

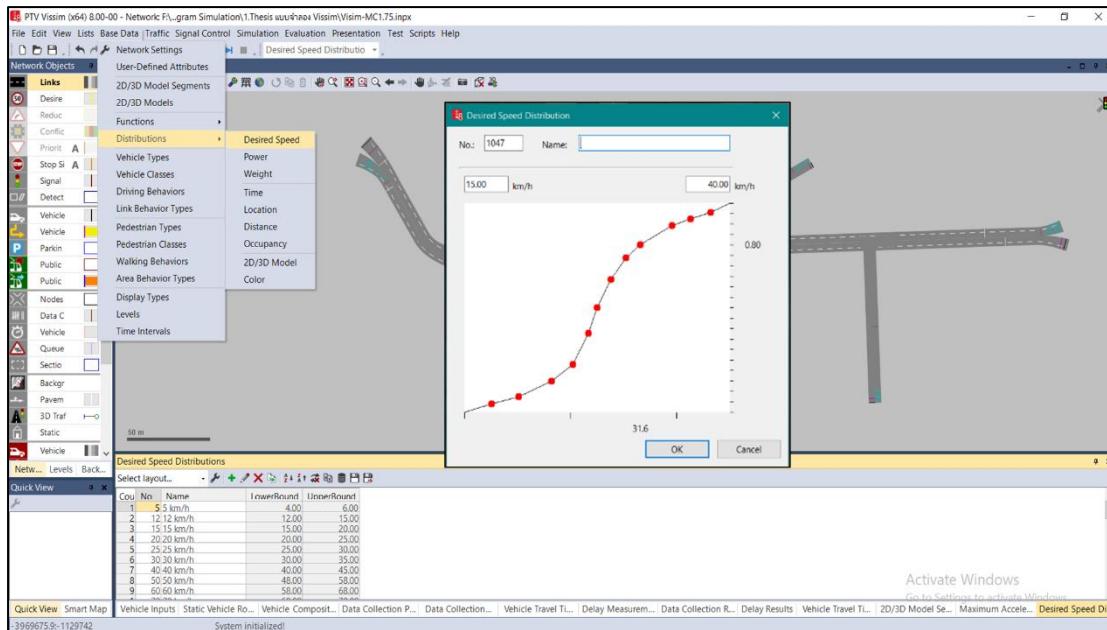
โปรแกรม VISSIM สามารถเลือกใช้ยานพาหนะ ในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคได้ แต่เนื่องจากโปรแกรมเป็นของต่างประเทศจึงอาจมีข้อจำกัดของยานพาหนะที่โปรแกรมได้ตั้งค่าเริ่มต้น (Default) ไว้ ทำให้อาจมียานพาหนะที่มีความสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสโดยสาร ต้องมีการปรับแก้ค่าตัวแปรของยานพาหนะจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้สอดคล้องกับยานพาหนะที่ได้จากการสำรวจ เพื่อความเสมือนจริง ดังแสดงในรูปที่ 3-11



รูปที่ 3-11 การจำลองตัวแทนยานพาหนะ

3.6.3 การสร้างกราฟการกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะ

การสร้างกราฟการกระจายความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท ทำได้โดยนำค่าความเร็วจากการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับกราฟความเร็วในโปรแกรม VISSIM ที่กำหนดค่าเริ่มต้นไว้เป็นกราฟเส้นตรง เพื่อให้ความเร็วของยานพาหนะในแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ตัวอย่างกราฟการกระจายความเร็วของยานพาหนะดังแสดงในรูปที่ 3-12



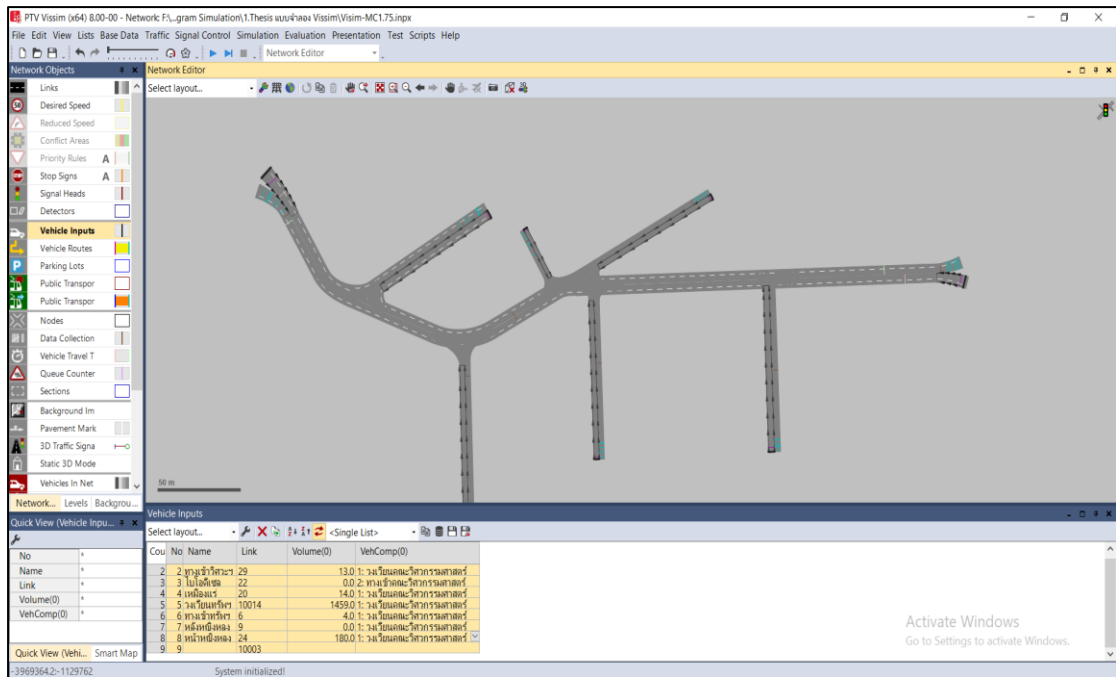
รูปที่ 3-12 ตัวอย่างกราฟการกระจายความเร็วของยานพาหนะในแบบจำลอง

3.6.4 การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางการจราจรของยานพาหนะ

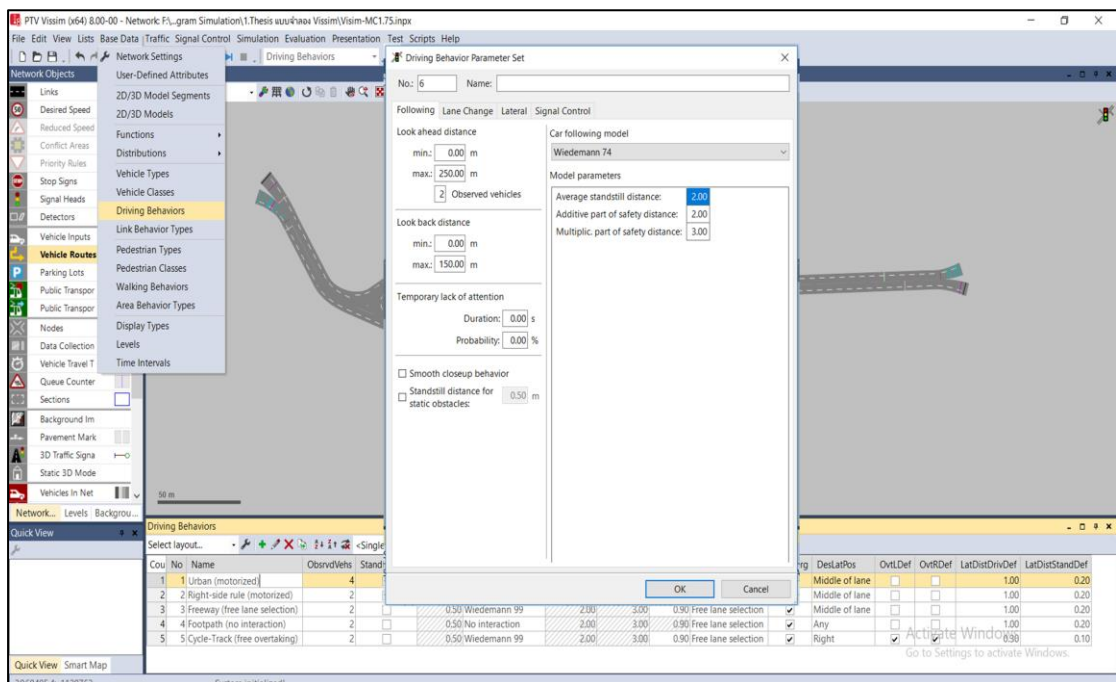
การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรจากการสำรวจภาคสนามมากำหนดในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วย 1) ปริมาณยานพาหนะที่เข้าสู่ระบบแต่ละเส้นทาง (Vehicle Input) โดยข้อมูลที่ใช้เป็นจำนวนรถทั้งหมดที่เข้าสู่เส้นทาง 2) สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละชนิด (Traffic Composition) และ 3) เส้นทางเคลื่อนที่ในแต่ละทิศทางของยานพาหนะ (Vehicle Route) โดยการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรจากภาคสนามมากำหนดเพื่อให้ปริมาณการจราจรในแบบจำลองฯ มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางการจราจรของยานพาหนะดังแสดงในรูปที่ 3-13

3.6.5 การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมรถขับขี่ยานพาหนะ

การกำหนดค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการขับขี่ของยานพาหนะ เพื่อปรับพฤติกรรมของยานพาหนะในแบบจำลองให้มีความสอดคล้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยในแบบจำลองสามารถปรับพฤติกรรมการขับขี่ได้จากตัวแปรพฤติกรรมการขับขี่ตามกัน (Following Parameters) ตัวแปรพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change Parameters) และตัวแปรพฤติกรรมการแซงของยานพาหนะ (Lateral Parameter) ซึ่งในการปรับค่าพฤติกรรมการขับขี่ให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรของแต่ละพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างหน้าจอสําหรับการกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะดังแสดงในรูปที่ 3-14



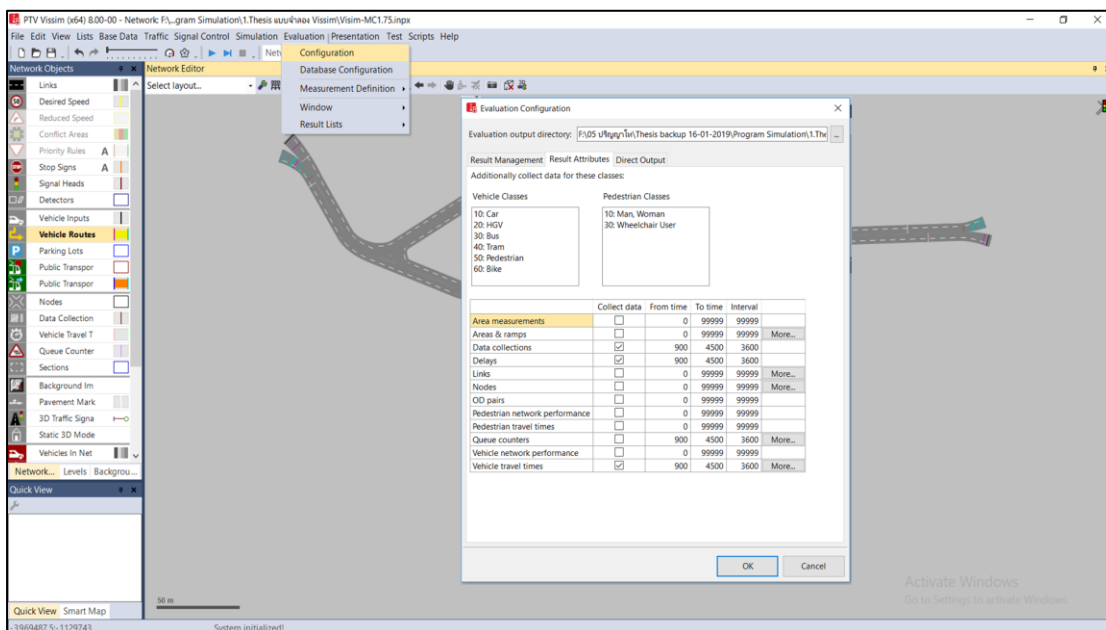
รูปที่ 3-13 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางจราจรของยานพาหนะ



รูปที่ 3-14 ตัวอย่างหน้าจอเพื่อกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมจราจรขี้นยานพาหนะ

3.6.6 การกำหนดช่วงเวลาเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร

การกำหนดช่วงเวลาเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร ในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดช่วงเวลานับที่ข้อมูลเป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อหนึ่งรอบการบันทึก และบันทึกข้อมูลรวม 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยจากการจำลองสภาพการจราจร โดยการบันทึกผลจากแบบจำลองจะทำได้ตั้งแต่วันที่ 900 ถึง 4,500 (รวม 3,600 วินาที) ซึ่งในช่วง 900 วินาทีแรกของการจำลองสภาพการจราจรเป็นช่วงเวลาที่ไม่นับที่ข้อมูล ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวยังเป็นช่วงที่สภาพการจราจรในแบบจำลองเริ่มต้น อาจมีกระแสจราจรที่ยังไม่คงที่ ตัวอย่างหน้าจอเพื่อกำหนดช่วงเวลาและข้อมูลที่ต้องการบันทึกจากแบบจำลองดังแสดงในรูปที่ 3-15



รูปที่ 3-15 ตัวอย่างหน้าจอการกำหนดค่าตัวแปรเพื่อบันทึกผลจากแบบจำลองสภาพการจราจร

3.6.7 การเลือกตัวชี้วัดจากแบบจำลอง

การเลือกตัวชี้วัดจากแบบจำลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่ในการประเมินผล ประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจรจากมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ รูปแบบต่าง ๆ (รายละเอียดกล่าวในหัวข้อ 3.8) เป็นสิ่งสำคัญ งานวิจัยนี้ได้เลือกตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) ปริมาณการจราจร 2) เวลาการเดินทาง และ 3) ความล่าช้า ตัวอย่างหน้าจอการเลือกตัวชี้วัดดังกล่าวแสดงในรูปที่ 3-16

8 Evaluation Configuration

Evaluation output directory: F:\05 ปรริญญาโท\Thesis backup 16-01-2019\Program Simulation\1.The ...

Result Management Result Attributes Direct Output

Additionally collect data for these classes:

Vehicle Classes

10: Car
20: HGV
30: Bus
40: Tram
50: Pedestrian
60: Bike

Pedestrian Classes

10: Man, Woman
30: Wheelchair User

	Collect data	From time	To time	Interval	
Area measurements	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	
Areas & ramps	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	More...
Data collections	<input checked="" type="checkbox"/>	900	4500	3600	
Delays	<input checked="" type="checkbox"/>	900	4500	3600	
Links	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	More...
Nodes	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	More...
OD pairs	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	
Pedestrian network performance	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	
Pedestrian travel times	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	
Queue counters	<input type="checkbox"/>	900	4500	3600	More...
Vehicle network performance	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999	
Vehicle travel times	<input checked="" type="checkbox"/>	900	4500	3600	More...

OK Cancel

รูปที่ 3-16 หน้าจอเพื่อการเลือกตัวชี้วัดจากแบบจำลองฯ

3.7 การเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน

การเปรียบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) เป็นการปรับข้อมูลตัวชี้วัดที่ได้จากการประเมินผลของแบบจำลองให้มีค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลสภาพความเป็นจริงจากการสำรวจมากที่สุด งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลปริมาณการจราจร เวลาในการเดินทาง และความล่าช้าในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าทั้งขาเข้าและขาออกมา เปรียบเทียบค่าตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองฯ เพื่อให้ตัวชี้วัดจากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีสภาพการจราจรใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฯ (Model Validation) เป็นการยืนยันว่าแบบจำลองที่ได้เปรียบเทียบแล้ว มีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลปริมาณการจราจร เวลาในการเดินทาง และความล่าช้า จากชั่วโมงเร่งด่วนเย็น มาตรวจสอบความถูกต้องมีค่าใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ทั้งนี้ การเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องในงานวิจัยนี้ ได้ใช้ค่าทางสถิติของ Geoffrey E. Havers หรือ GEH (อ้างอิงจาก Quadstone Paramics, 2007) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาสมการค่าทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบค่าปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จริงใน 1 ชั่วโมง และสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (GEH) ได้ตามสมการที่ 3-1 โดยค่าสถิติ GEH อาจมีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ กล่าวคือ ค่า GEH มีค่าน้อยกว่า 5.0 แสดงว่า ค่าปริมาณจราจรในรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามและอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่หากค่า GEH อยู่ระหว่าง 5.0 และ 10.0 แสดงว่า ค่าปริมาณจราจรในรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามและอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนค่า GEH ที่มีค่ามากกว่า 10.0 แสดงว่า ปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรจากการสำรวจในสนาม

$$GEH = \sqrt{\frac{2(\text{ค่าที่ได้จากแบบจำลอง} - \text{ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง})^2}{\text{ค่าที่ได้จากแบบจำลอง} + \text{ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง}}} \quad \text{สมการที่ 3-1}$$

นอกจากนี้ งานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้หลักเกณฑ์ของ Wisconsin Department of Transportation (Wisconsin DOT) ในการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองร่วมด้วย ซึ่งมีหลักเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ของ Wisconsin DOT

Criteria and Measures	Calibration Acceptance Targets
Individual Links Flows	
Within 15%, for 700 veh/h < Flow < 2700 veh/h	> 85% of cases
Within 100 veh/h, for Flow < 700 veh/h	> 85% of cases
Within 400 veh/h, for Flow > 2700 veh/h	> 85% of cases
GEH Statistics < 5	> 85% of cases
Total Link Flows Within 5%	All Accepting Links
GEH Statistics < 4	All Accepting Links

ที่มา: Wisconsin DOT (2002) อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ ใหญ่บง (2558)

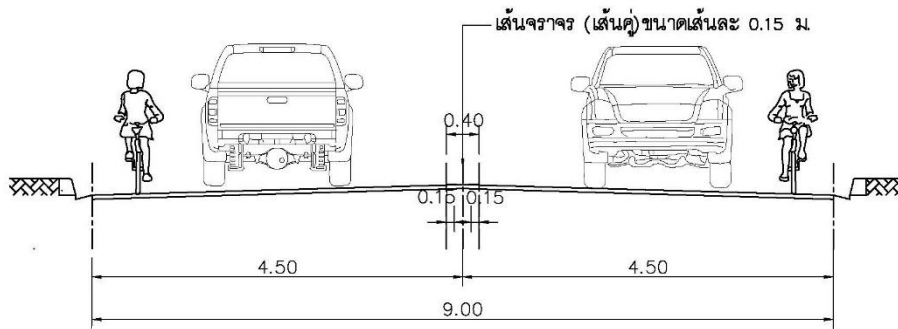
3.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรจากมาตรการทางเลือก

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจราจรจากมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์รูปแบบต่าง ๆ 8 กรณี โดยแต่ละกรณีได้กำหนดขนาดความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และช่องจราจรสำหรับรถยนต์ทั่วไปที่แตกต่างกัน

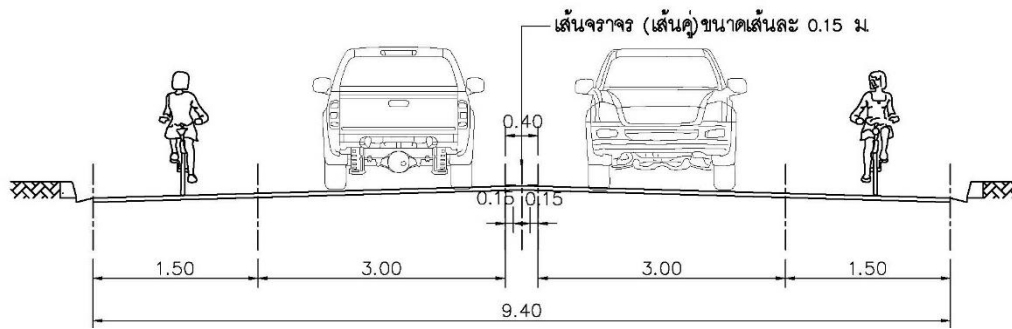
ในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการติดตั้งเกาะกลางถนนเพื่อแบ่งทิศทางการจราจร (กรณี 1-4) กลุ่มที่ 2 มีการติดตั้งเกาะกลางถนนเพื่อแบ่งทิศทางการจราจร (กรณี 5-8) โดยสรุปได้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 รูปแบบมาตรการทางเลือกในการประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ

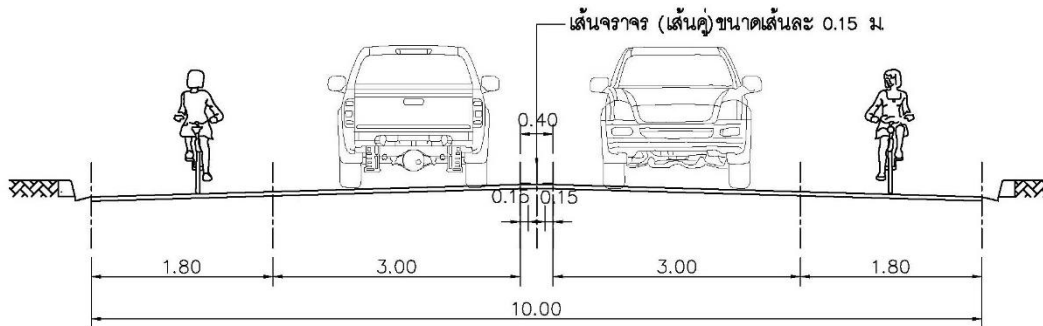
กลุ่มที่ 1 ไม่มีการติดตั้งเกาะกลางถนน	กลุ่มที่ 2 มีการติดตั้งเกาะกลางถนน
กรณี 1 ถนนเดิม (รูปที่ 3-17 ก)	กรณี 5 ถนนเดิมและติดตั้งเกาะกลางถนน (รูปที่ 3-18 ก)
กรณี 2 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 1.50 เมตร (รูปที่ 3-17 ข)	กรณี 6 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 1.50 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน (รูปที่ 3-18 ข)
กรณี 3 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 1.80 เมตร (รูปที่ 3-17 ค)	กรณี 7 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 1.80 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน (รูปที่ 3-18 ค)
กรณี 4 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 2.00 เมตร (รูปที่ 3-17 ง)	กรณี 8 เพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ขนาด 2.00 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน (รูปที่ 3-18 ง)



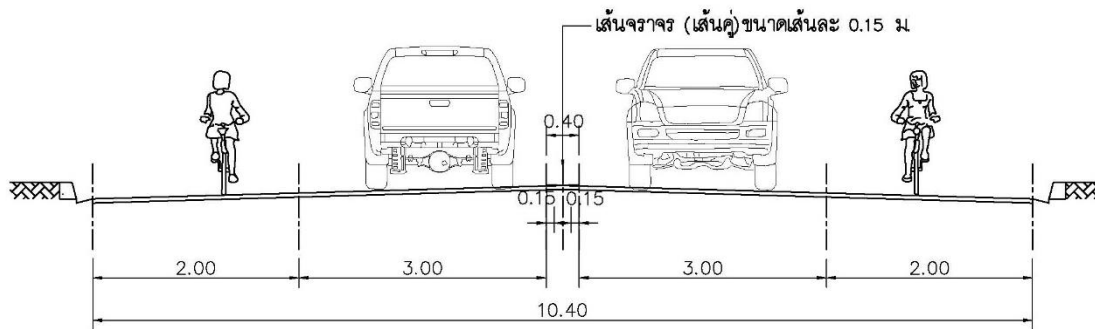
ก) กรณีที่ 1 ถนนเดิม



ข) กรณีที่ 2 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.50 เมตร



ค) กรณีที่ 3 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.80 เมตร

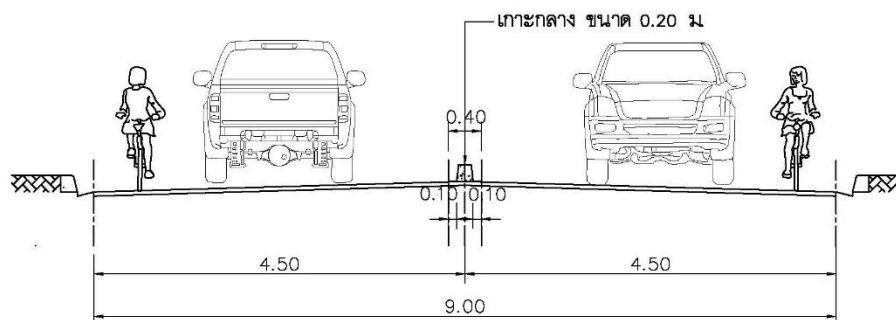


ง) กรณีที่ 4 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.00 เมตร

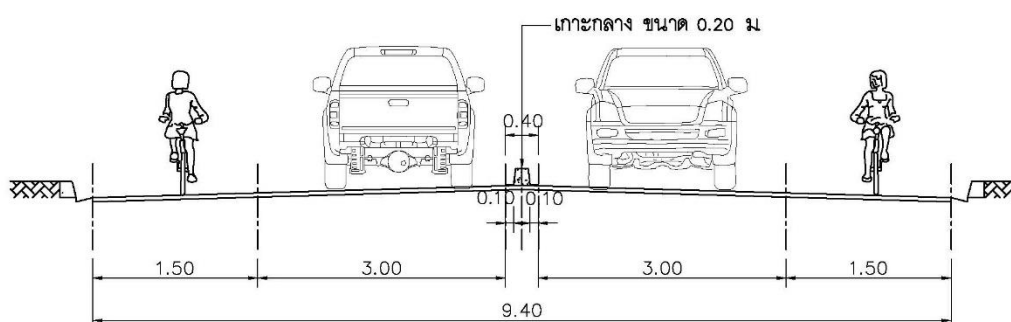
ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วย : เมตร

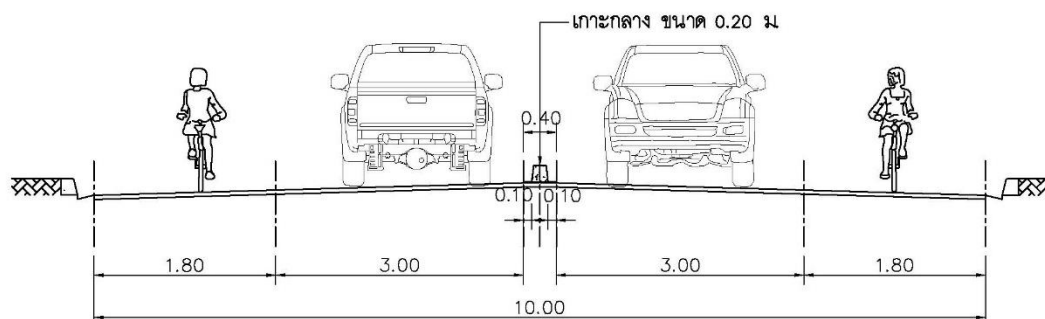
รูปที่ 3-17 รูปตัดถนนกรณีจัดช่องจราจรแบบไม่มีเกาะกลางถนน



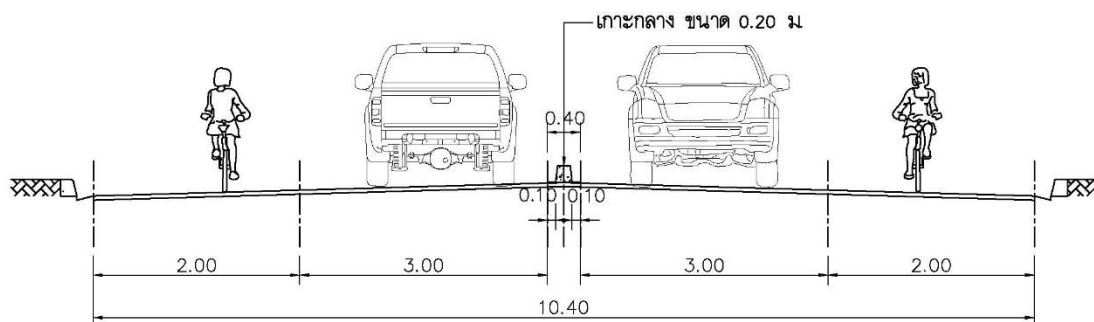
ก) กรณีที่ 5 ถนนเดิมและมีเกาะกลางถนน



ข) กรณีที่ 6 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.50 เมตร มีเกาะกลางถนน



ค) กรณีที่ 7 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.80 เมตร มีเกาะกลางถนน



ง) กรณีที่ 8 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.00 เมตร มีเกาะกลางถนน

ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วย : เมตร

รูปที่ 3-18 รูปตัดถนนกรณีจัดช่องจราจรแบบมีเกาะกลางถนน

3.9 การวิเคราะห์ความปลอดภัยจากมาตรการทางเลือก

แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (Surrogate Safety Assessment Model: SSAM) (Pu and Joshi, 2008) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินความปลอดภัยของการจราจรจากมาตรการทางเลือกทั้ง 8 กรณีข้างต้น แบบจำลองดังกล่าวสามารถวิเคราะห์จำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรได้ 3 ประเภท ประกอบด้วย ความขัดแย้งที่เกิดจากการชนท้าย (Rear-End Conflict) การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change Conflict) และความขัดแย้งแบบตัดมุมฉาก (Crossing Conflict) ซึ่งจำนวนความขัดแย้งดังกล่าวพิจารณาได้จากตัวชี้วัด ประกอบด้วย เวลาที่ยานพาหนะจะชน (Time To Collision: TTC) เวลาที่ยานพาหนะจะเกิดการรุกรล้ำ (Post Encroachment Time: PET) อัตราชะลอยานพาหนะ (Deceleration Rate: DR) ความเร็วสูงสุดของยานพาหนะ (Maximum Speed: Max S) และความแตกต่างของความเร็วของยานพาหนะทั้งสอง (Speed Differential: Delta S) โดยแบบจำลอง SSAM จะนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (จากโปรแกรม VISSIM) มาวิเคราะห์ซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้

3.9.1 การวิเคราะห์ที่ใช้แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง

การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริงจะต้องการข้อมูล Trajectory File (.trj) ที่ได้จากโปรแกรม VISSIM ซึ่งความแม่นยำในการวิเคราะห์จำนวนความขัดแย้งการจราจรขึ้นอยู่กับผลการเปรียบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค โดยรายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลอง SSAM แสดงไว้ในภาคผนวก ค-2

3.9.2 การประเมินผลแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง

ผลของแบบจำลอง SSAM จะแสดงให้เห็นถึงจำนวนความขัดแย้งการจราจรทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วย ความขัดแย้งที่เกิดจากการชนท้าย (Rear-End) เปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change) และการตัดกันของกระแสจราจร (Crossing) และแสดงค่าของตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นโดยในการวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบจำนวนความขัดแย้งและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของการจราจรจากมาตรการที่นำเสนอทั้ง 8 กรณี สำหรับผลการศึกษากล่าวในหัวข้อย่อยที่ 4.4

3.10 การวิเคราะห์สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของมาตรการทางเลือก

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ต้นทุนซึ่งเป็นการประมาณการค่าใช้จ่ายของมาตรการในการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 8 กรณี โดยคำนวณเนื้อหาของแต่ละมาตรการแล้วคูณด้วยราคากลางจากสำนักงานพาณิชย์จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2561 (เพื่ออ้างอิงราคาในการก่อสร้าง) สำหรับรายละเอียดการคำนวณเนื้อหาแสดงในภาคผนวก ง-1 ส่วนการคำนวณผลประโยชน์จากมาตรการในการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา พิจารณาจาก 1) ผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางและความล่าช้าที่ลดลง (การคำนวณตามสมการที่ 3-1) 2) ผลประโยชน์มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุที่ลดลง (การคำนวณตามสมการที่ 3-2) การวิจัยนี้ได้กำหนดอายุการใช้งานของแต่ละมาตรการไว้ที่ 5 ปี และอัตราส่วนลดที่ 12% ต่อปี (นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงการสำหรับหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ) โดยนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่าตัวแปรปรับมูลค่าเงินรายปี (Annuity Factor) เพื่อ

คำนวณหาสัดส่วนของเงินลงทุนแต่ละปีในอนาคตจากเงินลงทุนปีปัจจุบัน และวิเคราะห์หาอัตราส่วน ต้นทุนต่อผลประโยชน์ของแต่ละมาตรการที่ได้นำเสนอตามสมการที่ 3-3

$$\text{ผลประโยชน์ของการปรับปรุง (บาท)} = \text{VOT}_t(\text{TTT}_{\text{เดิม}} - \text{TTT}_{\text{มีมาตรการ}}) + \text{VOT}_w(\text{TWT}_{\text{เดิม}} - \text{TWT}_{\text{มีมาตรการ}})$$

สมการที่ 3-1

โดยที่	VOT_t	=	มูลค่าของเวลาในการเดินทางผ่านเส้นทางศึกษา (บาท/นาที)
	VOT_w	=	มูลค่าของเวลาในการหยุดรอบนเส้นทางศึกษา (บาท/นาที)
	TTT	=	เวลาทั้งหมดในการเดินทางผ่านเส้นทางศึกษา (วินาที)
	TWT	=	เวลาทั้งหมดในการหยุดรอบนเส้นทางศึกษา (วินาที)

$$\text{ผลประโยชน์จากอุบัติเหตุ (บาท)} = a(\text{Na}_{\text{เดิม}} - \text{Na}_{\text{มีมาตรการ}}) + b(\text{Nb}_{\text{เดิม}} - \text{Nb}_{\text{มีมาตรการ}}) + c(\text{Nc}_{\text{เดิม}} - \text{Nc}_{\text{มีมาตรการ}})$$

สมการที่ 3-2

โดยที่	a	=	มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส (บาท/ครั้ง)
	b	=	มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย (บาท/ครั้ง)
	c	=	มูลค่าความสูญเสียทรัพย์สินเสียหาย (บาท/ครั้ง)
	N_a	=	จำนวนจุดขัดแย้งแบบชนมุมฉาก (ครั้ง/ชั่วโมง)
	N_b	=	จำนวนจุดขัดแย้งแบบชนท้าย (ครั้ง/ชั่วโมง)
	N_c	=	จำนวนจุดขัดแย้งแบบเปลี่ยนช่องจราจร (ครั้ง/ชั่วโมง)

$$\text{อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน} = \frac{\text{ผลประโยชน์หลังมีมาตรการ} - \text{ผลประโยชน์ก่อนมีมาตรการ}}{\text{ต้นทุนจากการดำเนินมาตรการ}}$$

สมการที่ 3-3

3.11 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนะมาตรการที่เหมาะสม

ผลจากการวิเคราะห์มาตรการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ได้จากหัวข้อ 3.5-3.10 นำมาสรุปพร้อมข้อเสนอแนะมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมสำหรับเส้นทางศึกษา และการนำผลการศึกษาวិจัยไปประยุกต์ใช้งานและต่อยอดงานวิจัยในอนาคต โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 5

บทที่ 4

ผลการศึกษา

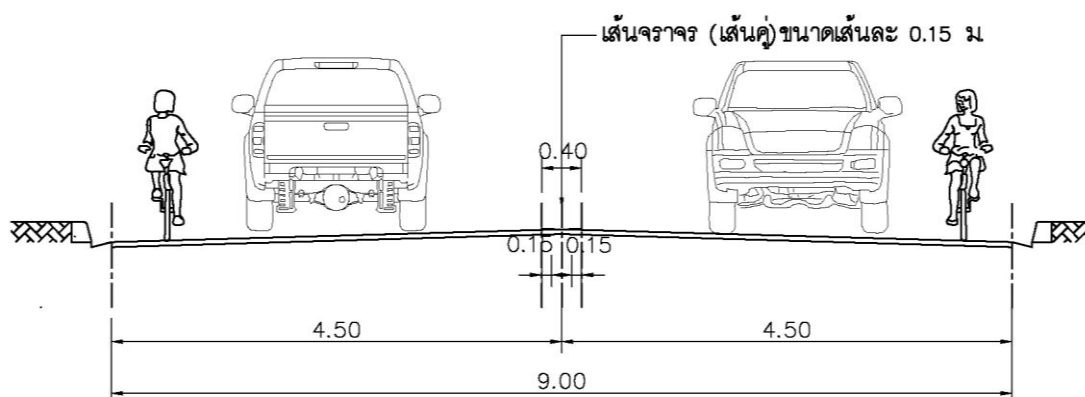
บทนี้นำเสนอผลการศึกษาการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วนหลักประกอบด้วย ผลการศึกษาสภาพการจราจร ปัญหาการจราจร และมาตรการจัดการจราจร ผลการพัฒนาแบบจำลองและการวิเคราะห์การจัดการจราจร ผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยจากแบบจำลองฯ รวมทั้งผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากการดำเนินมาตรการจัดการจราจร โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสภาพการจราจร

ผู้วิจัยได้สำรวจลักษณะทางกายภาพ และศึกษาปริมาณการจราจร สัดส่วนยานพาหนะ และความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านทางพื้นที่ศึกษา โดยมีผลการศึกษาดังนี้

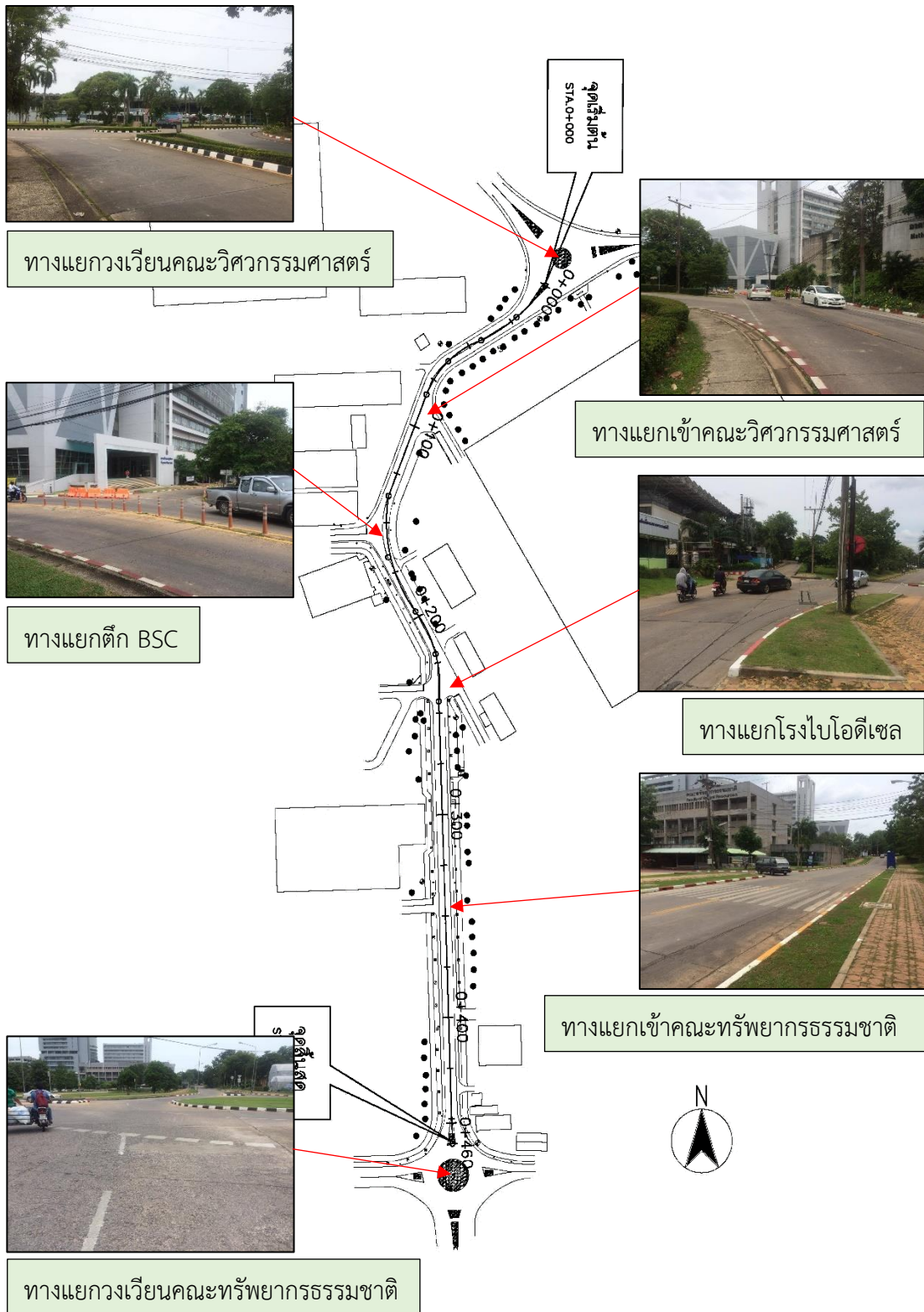
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางศึกษา

ช่วงถนนสายหลักระหว่างทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (sta.0+000) ถึงทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (sta.0+460) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีระยะทางประมาณ 460 เมตร ผิวจราจรเป็นคอนกรีต กว้าง 9.00 เมตร มี 2 ช่องจราจร (ไป-กลับ) ความกว้างช่องจราจรละ 4.50 เมตร ไม่มีไหล่ทาง (ดังรูปที่ 4-1) แบ่งการจราจรในแต่ละทิศทางด้วยเส้นจราจรคู่ตลอดแนวความยาวถนน เส้นทางศึกษาผ่านทางแยกหลัก 4 แห่ง (ดังรูปที่ 4-2) ประกอบด้วย ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (sta.0+100) ทางแยกอาคารเรียนและปฏิบัติการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือตึก BSC (sta.0+160) ทางแยกโรงงานไปไอทีเซล (sta.0+240) และทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (sta.0+340)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-1 รูปตัดถนนเดิมก่อนปรับปรุง

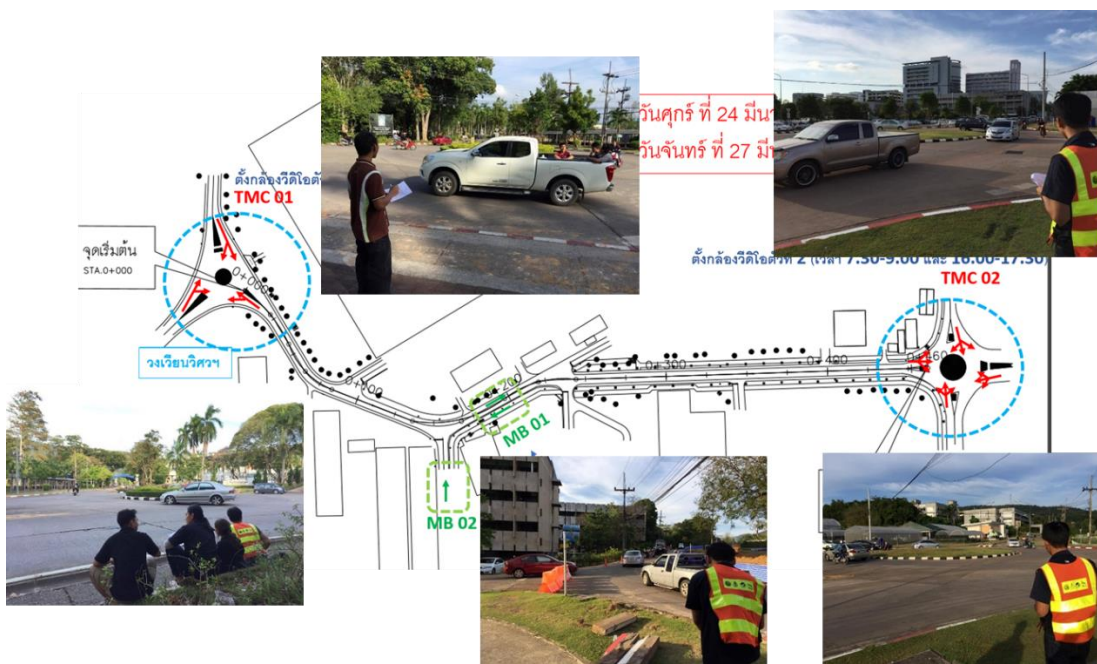


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-2 ลักษณะกายภาพของช่วงเส้นทางศึกษา

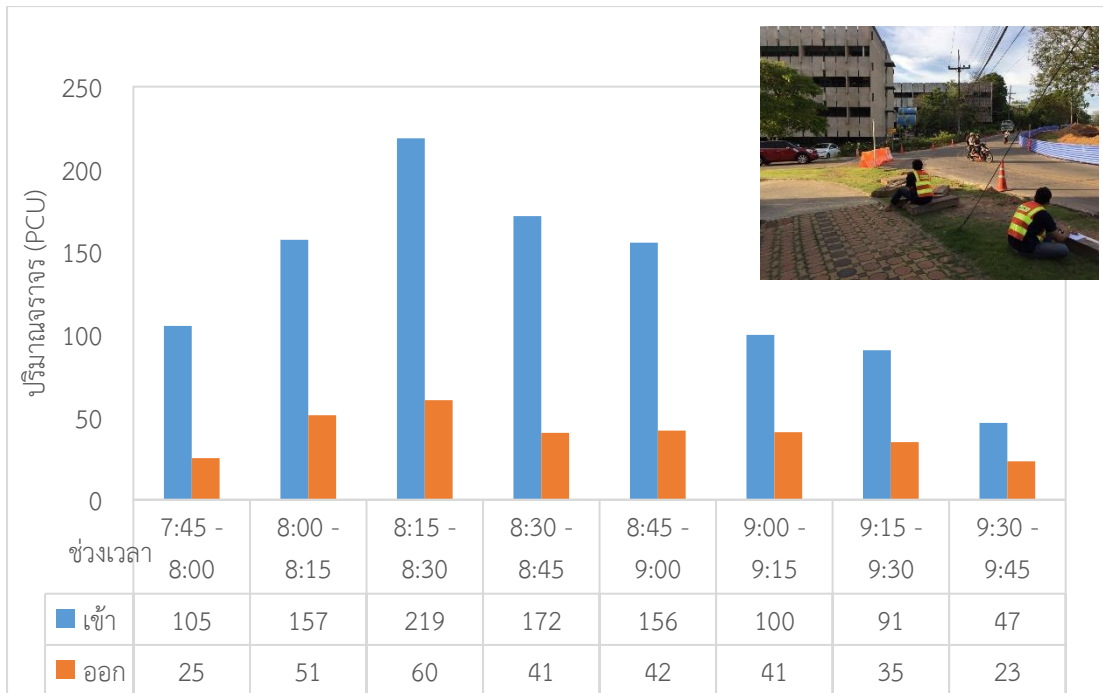
4.1.2 ปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา

จากผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณช่วงถนนระหว่างทางแยก ตีก BSC และทางแยกโรงงานไบโอดีเซล (MB 01) ดังแสดงในรูปที่ 4-3 ในช่วงเช้า (7:45 - 09:45 น.) และเย็น (15:45 - 17:45 น.) ของวันศุกร์ที่ 24 และวันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 ดังแสดงในรูปที่ 4-4 ถึงรูปที่ 4-7 ตามลำดับ พบว่า ปริมาณการจราจรในช่วงเช้า (8:00 - 9:00 น.) และช่วงเย็น (16:30 - 17:30 น.) ของวันศุกร์ มีค่าเท่ากับ 898 PCU/ชั่วโมง และ 1,095 PCU/ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนวันจันทร์มีค่าเท่ากับ 1,020 PCU/ชั่วโมง และ 1,224 PCU/ชั่วโมง ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละวันแสดงดังรูปที่ 4-8 และรูปที่ 4-9 ตามลำดับ โดยพบว่า ในช่วงเช้ามีปริมาณการจราจรในฝั่งทิศทางขาเข้า (ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ไปยัง วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์) เฉลี่ย 655 PCU/ชั่วโมง มากกว่าในฝั่งทิศทางขาออก (วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยัง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ) ที่มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 254 PCU/ชั่วโมง ในส่วนช่วงเย็น พบว่าปริมาณการจราจรในฝั่งทิศทางขาเข้าเฉลี่ย 516 PCU/ชั่วโมง น้อยกว่าฝั่งขาออกเล็กน้อย ที่มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 644 PCU/ชั่วโมง ทั้งนี้ เนื่องจากเส้นทางศึกษานี้ เป็นเส้นทางหลักในการสัญจรเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฯ ในช่วงเช้าและเย็นตามลำดับ และยังเป็นเส้นทางหลักที่บุคลากรและบุคคลภายนอกใช้สัญจรเข้าผ่านไปยังสถานที่ออกกำลังกายในช่วงเวลาเย็น ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงเช้าของวันจันทร์เป็นตัวแทนในการสร้างแบบจำลองฐานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น



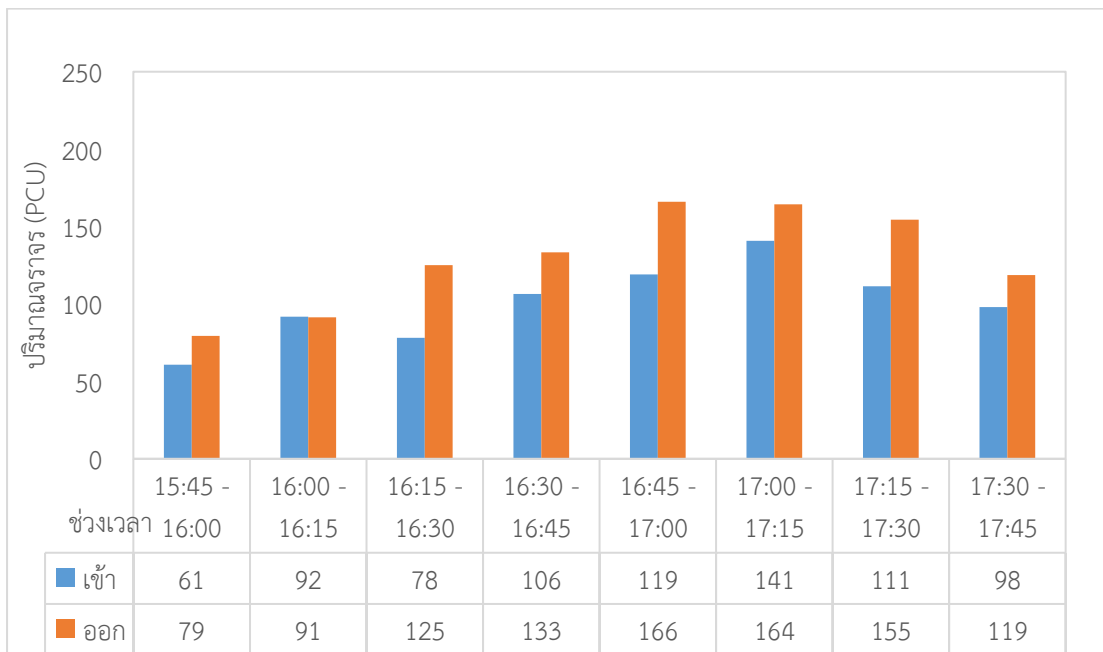
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-3 ตำแหน่งสำรวจปริมาณการจราจรที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา



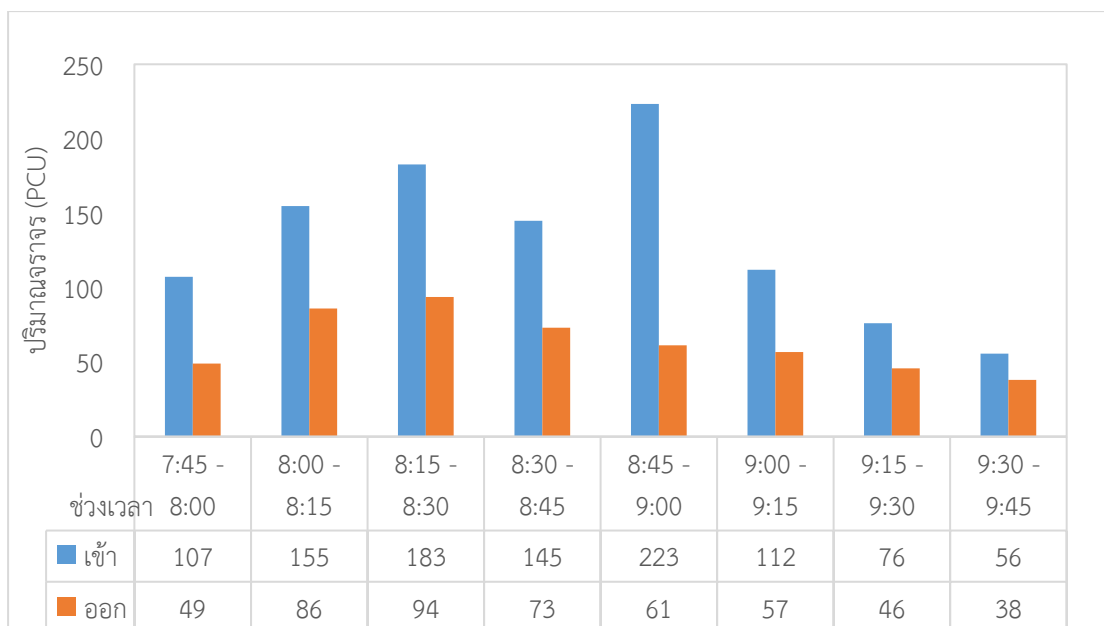
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-4 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเช้า วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2560



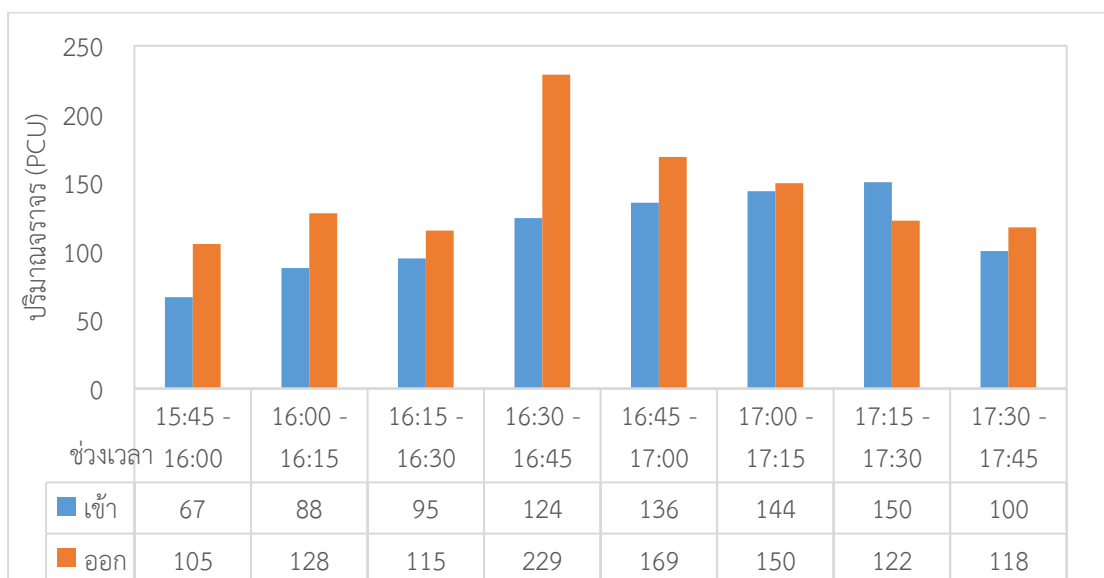
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-5 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเย็น วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2560



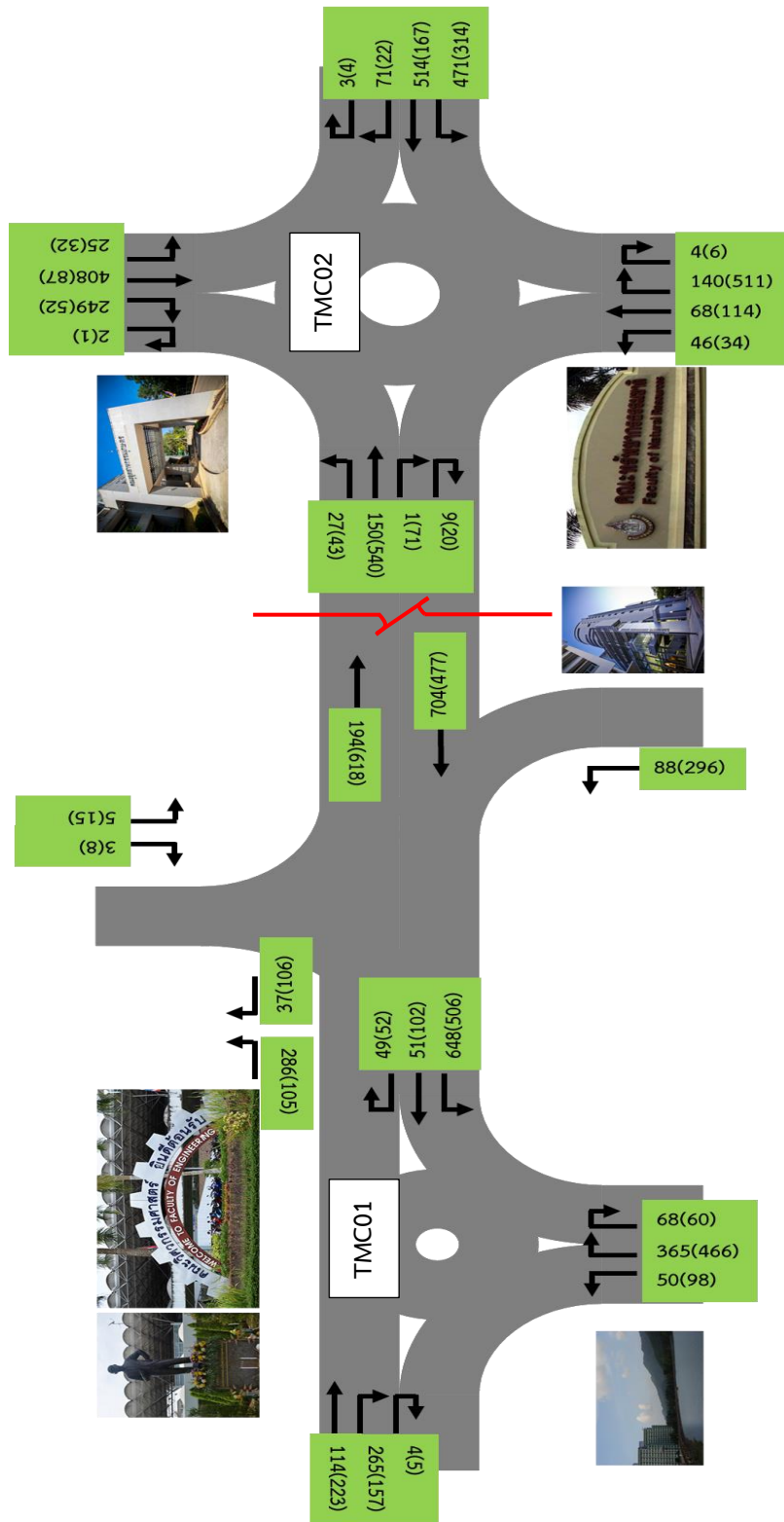
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-6 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเช้า วันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560



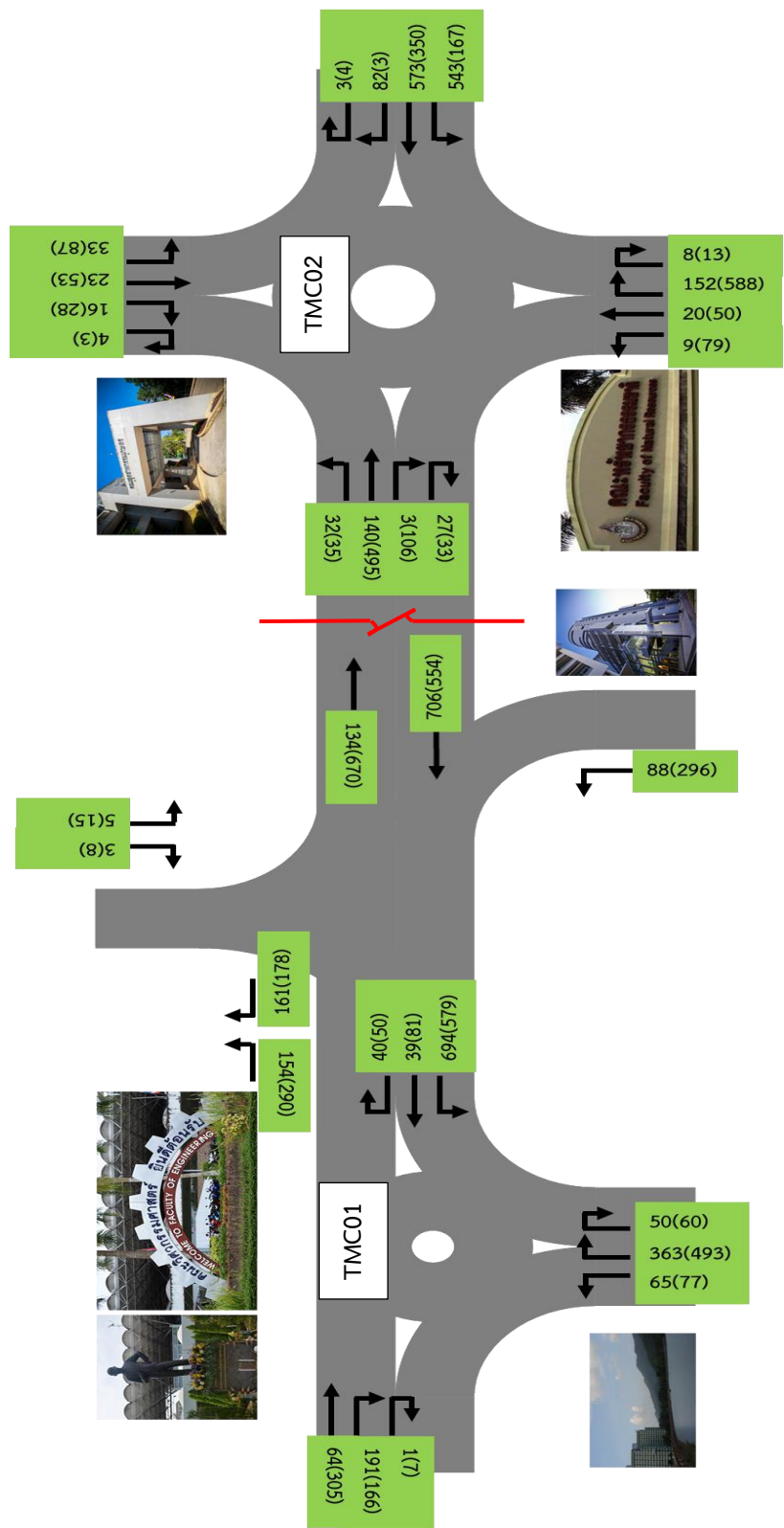
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-7 ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสำรวจ MB1 ช่วงเร่งด่วนเย็น วันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560



ที่มา: ผู้วิจัย
 ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น) หน่วย คัน
 รูปที่ 4-8 ปริมาณการจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น วันศุกร์ที่

24 มีนาคม พ.ศ. 2560



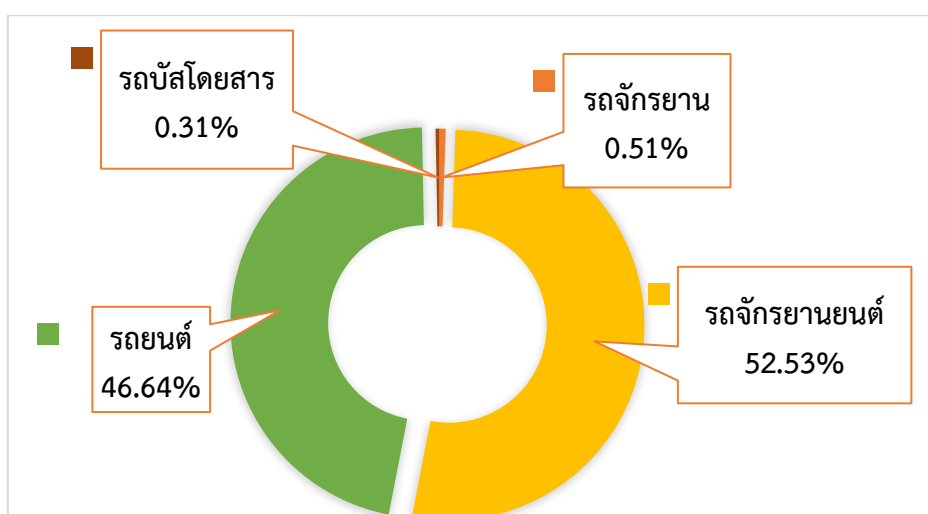
ที่มา: ผู้วิจัย

ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (ชั่วโมงเร่งด่วนเย็น) หน่วย คัน

รูปที่ 4-9 ปริมาณการจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น วันจันทร์

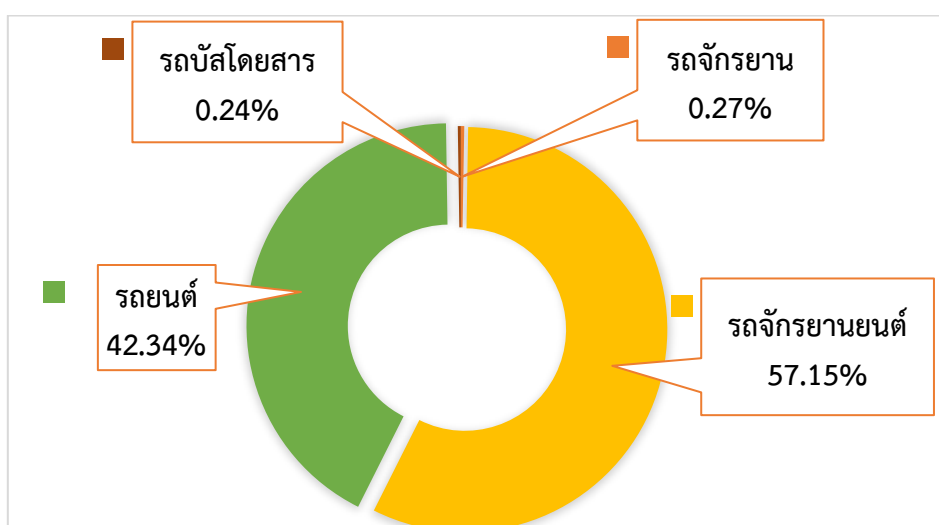
ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560

ข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณเส้นทางศึกษา ได้ถูกนำมาคำนวณหาสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท (รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสโดยสาร) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้งนำเข้าไปในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ผลการคำนวณสัดส่วนของยานพาหนะในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-10 และรูปที่ 4-11 ตามลำดับ โดยพบว่า สัดส่วนของยานพาหนะที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 54.8 เป็นรถจักรยานยนต์ รองลงมาร้อยละ 44.5 เป็นรถยนต์ มีเพียงส่วนน้อยที่เป็น รถจักรยาน (ร้อยละ 0.4) และรถบัสโดยสาร (ร้อยละ 0.3) ตามลำดับ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-10 สัดส่วนยานพาหนะที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

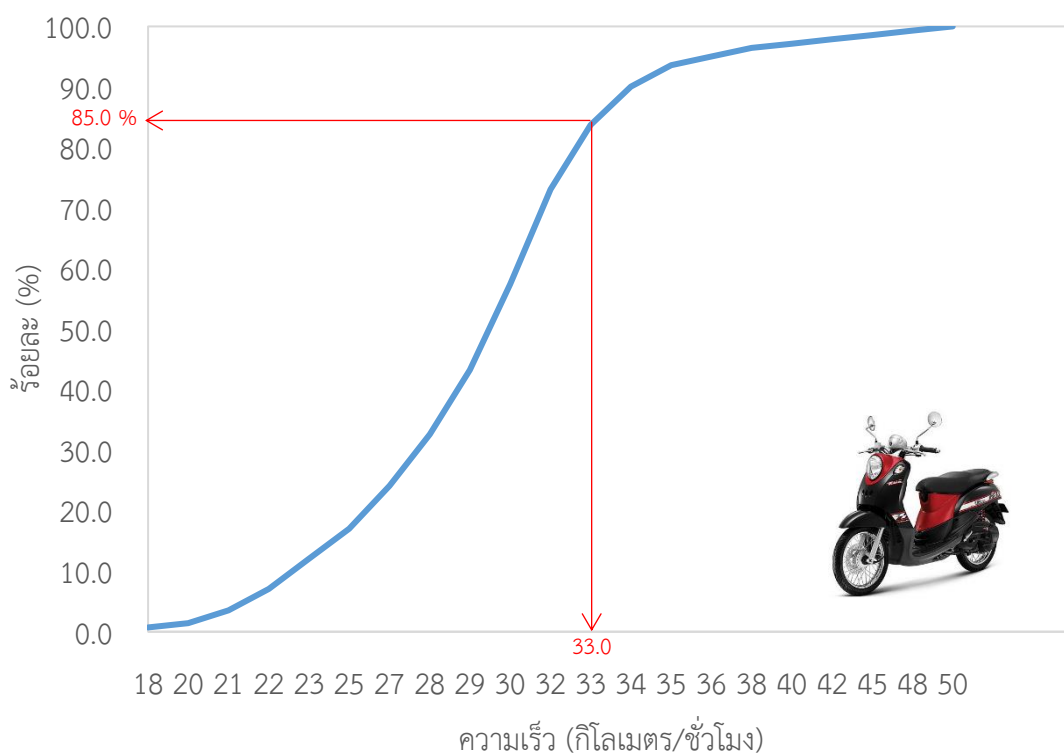


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-11 สัดส่วนยานพาหนะที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

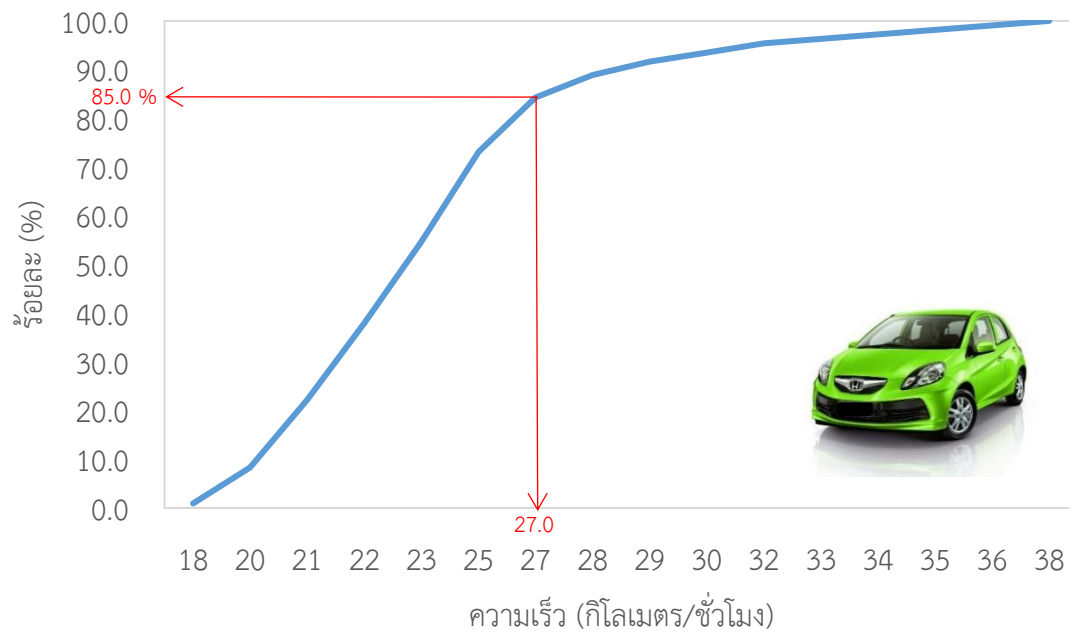
4.1.3 ความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรผ่านทางพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ได้สำรวจความเร็วของยานพาหนะที่ขับผ่านพื้นที่ศึกษา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการกำหนดค่าความเร็วของยานพาหนะในแต่ละทิศทางของกระแสดจราจรในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยข้อมูลความเร็วที่ได้จากการสำรวจได้ถูกนำมาคำนวณหาค่าความถี่สะสมและเขียนกราฟการกระจายตัวความเร็วของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ ดังรูปที่ 4-12 และรูปที่ 4-13 ตามลำดับ กราฟดังกล่าวทำให้ทราบค่าความเร็วเปอร์เซ็นไทล์ที่ 85 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเร็วส่วนใหญ่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา ผลการศึกษา พบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์มีค่าประมาณ 33.0 และ 27.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-12 กราฟการกระจายตัวความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่ขับผ่านเส้นทางศึกษา

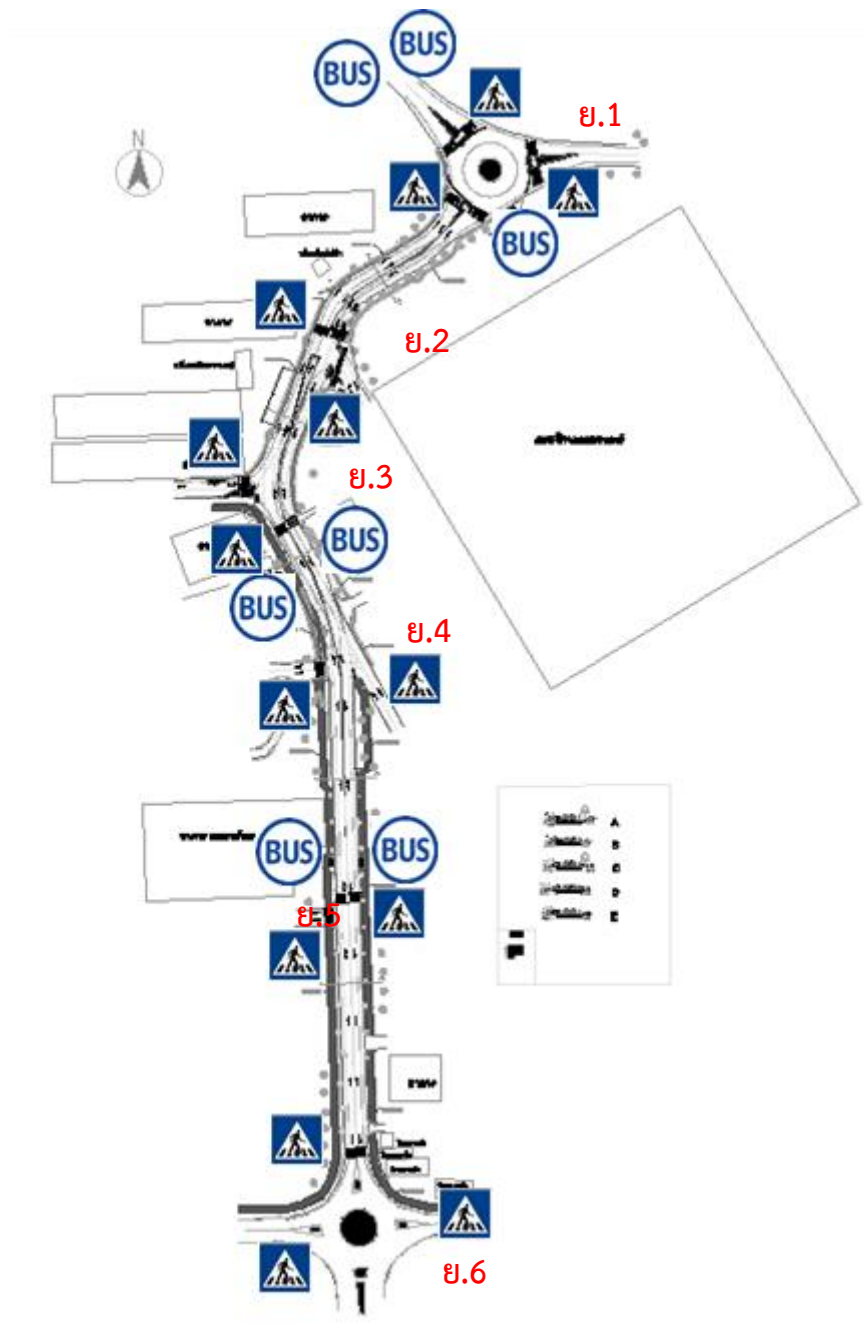


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-13 กราฟการกระจายตัวความเร็วของรถยนต์ที่ขับผ่านเส้นทางศึกษา


4.2 ปัญหาการจราจรและมาตรการจัดการจราจร

จากการสำรวจปัญหาการจราจรบริเวณเส้นทางศึกษา สามารถวิเคราะห์รายละเอียดประเด็นปัญหาที่พบบริเวณจุดต่าง ๆ (รูปที่ 4-14) พร้อมทั้งกำหนดแนวทางแก้ไขเบื้องต้นโดยสรุปได้ ตารางที่ 4-1 ถึง ตารางที่ 4-10 ดังนี้




รูปที่ 4-14 เส้นทางสำรวจปัญหาการจราจร

ตารางที่ 4-1 บริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ย.1)

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>รูปถ่ายประกอบแสดงภาพจริงของบริเวณทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ พร้อมคำอธิบายปัญหาที่พบ: บริเวณขรุขระ เกิดรอยแยกระหว่างรอยต่อแผ่นคอนกรีต, ช่องหยุดรับ-ส่ง ของรถสาธารณะไม่ปลอดภัยในการเข้า-ออก เพื่อหยุดรับ-ส่ง, เส้นแบ่งช่องจราจรในวงเวียนไม่เหมาะสม, และป้ายจราจรชำรุด ไม่ชัดเจน</p> <p>แผนผังแสดงแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว</p>	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรในวงเวียนค่อนข้างกว้าง ทำให้เกิดพื้นที่ขัดแย้งภายในวงเวียน <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • เครื่องหมายจราจรบนผิวทางไม่ชัดเจน • ป้ายจราจรชำรุด • ทางเท้าไม่เอื้อต่อการเดิน และไม่มีทางม้าลายสำหรับคนข้ามบริเวณทางแยก • ป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณจุดรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะไม่เหมาะสม • ผิวจราจรขรุขระชำรุด มีรอยแยกระหว่างรอยต่อผิวจราจร มีโอกาสที่ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์และรถจักรยานเสียหลักล้มได้ 	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • ปรับปรุงขนาดช่องจราจรบริเวณวงเวียนให้เหมาะสมเพื่อลดพื้นที่ขัดแย้ง <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • ซีดสีตีเส้นเครื่องหมายจราจรบนผิวทางตามมาตรฐานให้ชัดเจน • ติดตั้งป้ายจราจรให้ชัดเจนตามมาตรฐาน • ปรับปรุงทางเท้า และเพิ่มทางม้าลายที่ปลอดภัยบริเวณวงเวียน • ปรับปรุงป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณจุดรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะให้ปลอดภัย • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ

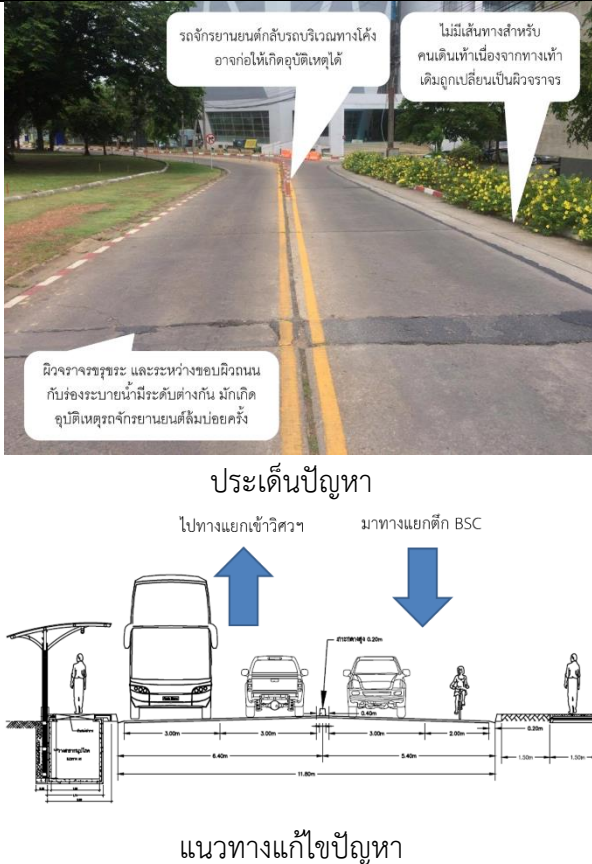
ตารางที่ 4-2 ช่วงถนนระหว่าง ทางแยกวงเวียนหน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์

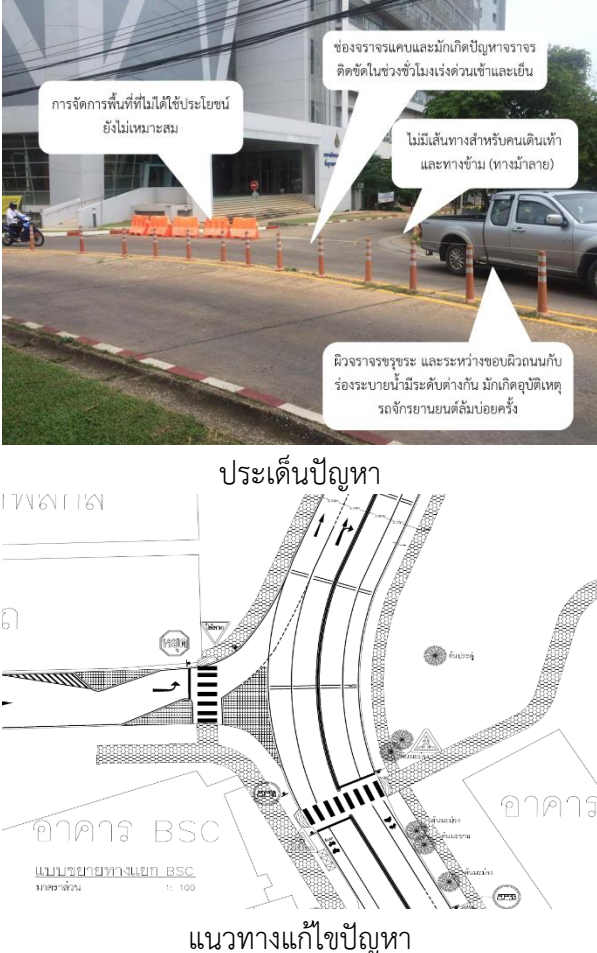
รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>ทางเท้ากว้าง ประมาณ 1.5 เมตร</p> <p>ผู้ใช้จักรยานยนต์อาจเสียหลักตก ร่องระบายน้ำได้</p> <p>ช่องจราจรแคบ เกิดปัญหาจราจรติดขัด ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น</p> <p>ทางเท้าไม่ปลอดภัย รออาจเสียหลักชนคนเดินเท้าได้</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>ไปวงเวียนวิศวกรรม มาจากทางเข้าวิศวกรรม</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรจำกัด (ไป 1 ช่อง กลับ 1 ช่อง) ทำให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • รอยต่อระหว่างผิวจราจรกับร่องระบายน้ำต่างระดับมีโอกาสที่ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์และรถจักรยานเสียหลักตกร่องระบายน้ำได้ • ทางเท้าไม่มีการป้องกัน มีโอกาสที่รถเสียหลักชนคนเดินเท้าได้ 	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • จัดทำช่องจราจรแยกเป็นช่องรถยนต์และช่องรถจักรยานยนต์ ทั้งสองทิศทาง <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • ปรับปรุงผิวทางใหม่ให้ราบเรียบตลอดความกว้างของผิวทาง • จัดทำทางเท้าแยกจากช่องจราจร

ตารางที่ 4-3 บริเวณทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ย.2)

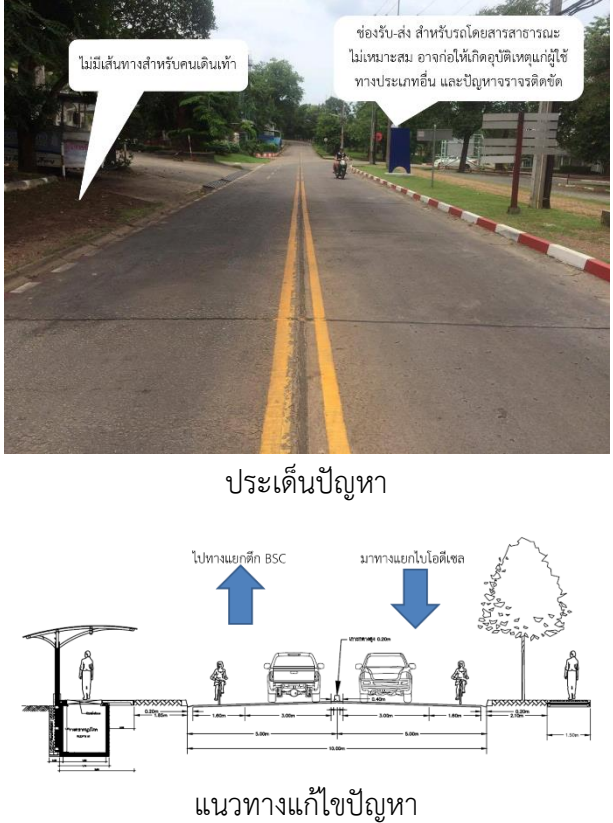
รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
<p>ไม่มีเส้นทางสำหรับคนเดินเท้า และทางข้าม (ทางม้าลาย) บริเวณนี้</p> <p>ช่องจราจรแคบและไม่มีช่องรอเลี้ยวขวา เข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ เกิดปัญหาจราจรติดขัด ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น และอาจเกิดอุบัติเหตุได้</p> <p>ทางแยกอยู่บริเวณทางโค้งราบและโค้งดิ่ง มีเป็นอันตรายต่อการสัญจรเข้า-ออก</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> ช่องจราจรแคบและไม่มีช่องรอเลี้ยวขวา คณะวิศวกรรมศาสตร์ เกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น และมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> ทางแยกตั้งอยู่บริเวณโค้งราบและโค้งดิ่ง มีโอกาสที่ผู้ใช้ทางเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์ชนกันแบบตัดได้ <ul style="list-style-type: none"> ไม่มีทางเท้าและทางม้าลายสำหรับคนข้าม บริเวณนี้ 	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> เพิ่มช่องจราจรเฉพาะสำหรับเลี้ยวซ้ายเข้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> ไม่อนุญาตให้รถทุกชนิดออก ยกเว้น รถบัส ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่อนุญาตให้ออก และเลี้ยวซ้ายได้อย่างเดียว ออกแบบแนวโค้งของถนนใหม่ให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มระยะการมองเห็นและหยุดรถบริเวณ ทางแยกได้อย่างปลอดภัย จัดทำทางเท้า และทางม้าลายสำหรับคนข้าม บริเวณทางแยก

ตารางที่ 4-4 บริเวณช่วงถนนระหว่าง ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกตึก BSC

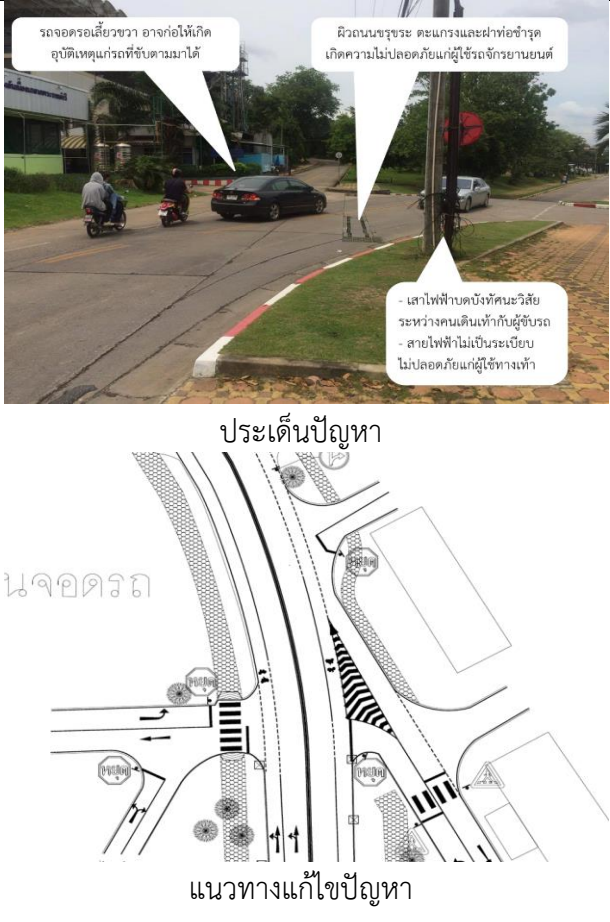
รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>รถจักรยานยนต์กลับรถบริเวณทางโค้ง อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้</p> <p>ไม่มีเส้นทางสำหรับคนเดินเท้าเนื่องจากทางเท้าเดิมถูกเปลี่ยนเป็นผิวจราจร</p> <p>ผิวจราจรขรุขระ และระหว่างขอบผิวถนนกับร่องระบายน้ำมีระดับต่างกัน มักเกิดอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ล้มบ่อยครั้ง</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>ไปทางแยกเข้าวิชา มาทางแยกตึก BSC</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรแคบมักเกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • รถจักรยานยนต์มักกลับรถบริเวณช่วงถนนนี้ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณทางโค้งราบและโค้งมีโอกาเกิดอุบัติเหตุได้ • รอยต่อระหว่างผิวจราจรขรุขระ มักเกิดอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ล้มบ่อยครั้งบริเวณนี้ • ไม่มีทางเท้าสำหรับคนเดินเท้าเนื่องจากทางเท้าเดิมถูกเปลี่ยนเป็นผิวจราจร 	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • จัดทำช่องจราจรแยกเป็นช่องรถยนต์และช่องรถจักรยานยนต์ ทั้งสองทิศทาง <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • ออกแบบให้มีแนวคั่นคอนกรีตคั่นกลางระหว่างสองทิศทางจราจร • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ • จัดทำทางเท้า

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>รูปภาพประกอบ</p> <p>การจัดการพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ยังไม่เหมาะสม</p> <p>ช่องจราจรแคบและมักเกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น</p> <p>ไม่มีเส้นทางสำหรับคนเดินเท้าและทางข้าม (ทางม้าลาย)</p> <p>ผิวจราจรขรุขระ และระหว่างขอบผิวถนนกับร่องระบายน้ำมีระดับต่างกัน มักเกิดอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ล้มบ่อยครั้ง</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p> <p>อาคาร BSC</p> <p>แบบขยายทางแยก BSC</p> <p>รพช.ย.3</p> <p>1: 100</p>	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรแคบมักเกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • การจัดการบริเวณทางแยกและพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ยังไม่เหมาะสม <ul style="list-style-type: none"> • ไม่มีเส้นทางสำหรับคนเดิน และทางข้าม (ทางม้าลาย) • รอยต่อระหว่างผิวจราจรกับร่องระบายน้ำต่างระดับมีโอกาสที่ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์และรถจักรยานเสียหลักตกร่องระบายน้ำได้ 	<p>ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul style="list-style-type: none"> • จัดทำช่องจราจรแยกเป็นช่องรถยนต์และช่องรถจักรยานยนต์ ทั้งสองทิศทาง <p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • จัดทิศทางจราจรจากทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไม่อนุญาตให้เลี้ยวขวาเข้าหอสุมุดคุณหญิงหลงฯ ทิศทางจราจรจากฝั่งหอสุมุดคุณหญิงหลงฯ ซึ่งเป็นเส้นทางเดินรถทางเดียว (One way) บังคับให้เลี้ยวซ้ายได้อย่างเดียว โดยเพิ่มเกาะกายภาพเพื่อบังคับทิศทางจราจรบริเวณทางแยก และติดตั้งเกาะกลางถนนคั่นกลางระหว่างสองทิศทางจราจร • จัดทำทางเท้าและทางม้าลายสำหรับคนข้ามบริเวณทางแยก • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ

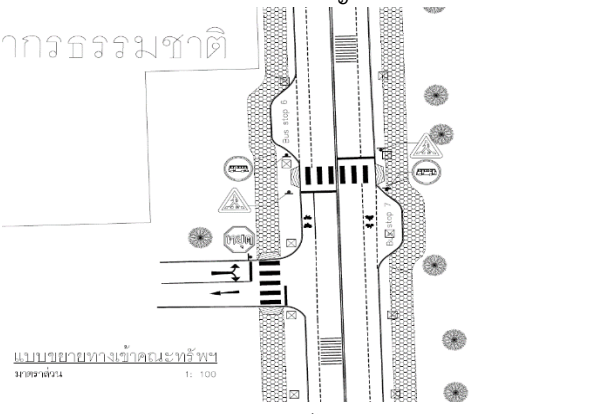
ตารางที่ 4-6 ช่วงถนนระหว่าง ทางแยกตึก BSC ถึง ทางแยกโรงโอบีไอซีเซล

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p data-bbox="421 858 589 890">ประเด็นปัญหา</p> <p data-bbox="394 1182 616 1214">แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p data-bbox="887 400 1211 432">ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul data-bbox="837 448 1346 528" style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรแคบและมักเกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น <p data-bbox="887 592 1106 624">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="837 639 1346 959" style="list-style-type: none"> • ช่องรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะไม่ปลอดภัย มีโอกาสที่รถประเภทอื่นชนท้ายและปัญหาการจราจรติดขัด • ไม่มีทางเท้าสำหรับคนเดิน • ผิวจราจรขรุขระ และระหว่างขอบผิวทางกับร่องระบายน้ำมีระดับต่างกัน มีโอกาสรถจักรยานยนต์ล้มบ่อยครั้ง 	<p data-bbox="1424 400 1749 432">ด้านประสิทธิภาพการจราจร</p> <ul data-bbox="1375 448 1928 576" style="list-style-type: none"> • แยกเป็นช่องรถยนต์และช่องรถจักรยานยนต์ในแต่ละทิศทางและออกแบบให้มีเกาะกลางคอนกรีตคั่นกลางระหว่างทิศทางของการจราจร <p data-bbox="1424 592 1644 624">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="1375 639 1928 863" style="list-style-type: none"> • ปรับปรุงช่องรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะทั้งสองฝั่งถนน ให้เป็นไปตามมาตรฐาน และมีความปลอดภัย • จัดทำทางเท้าเพิ่มเติม • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ


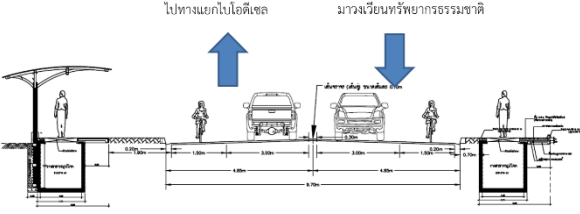
ตารางที่ 4-7 บริเวณทางแยกโรงงานไปโอทีเซล (ย.4)

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>รถจอดรอเลี้ยวขวา อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุแทรกซ้อนที่ตามมาได้</p> <p>ผิวถนนขรุขระ ตะแกรงและผ้าฟอสซิลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้รถจักรยานยนต์</p> <p>- เสาค้ำไฟฟ้าบดบังทัศนวิสัยระหว่างคนเดินเท้ากับผู้ใช้รถ - สายไฟฟ้าไม่เป็นระเบียบ ไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางเท้า</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>น.จ.จอดรถ</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> มีรถหยุดรอเลี้ยวขวาเพื่อเข้าลานจอดรถบริเวณหลังตึก BSC มีโอกาสรถที่ตามมาและรถที่ขึ้นเนินมาจากฝั่งคณะทรัพยากรธรรมชาติชนท้าย เสาค้ำไฟฟ้าบดบังทัศนวิสัยระหว่างคนเดินเท้ากับผู้ใช้รถ และสายไฟฟ้าที่ไม่เป็นระเบียบมีโอกาสเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางเท้า 	<p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> ทิศทางจราจรจากทางแยกตึก BSC ไม่อนุญาตให้เลี้ยวขวาเพื่อเข้าหอสมุดคุณหญิงหลงฯ โดยมีเกาะกลางคอนกรีตคั่นกลางระหว่างสองทิศทางจราจร ทิศทางจราจรจากหลังคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไม่อนุญาตให้รถตรงไป แต่เลี้ยวซ้ายได้ เพื่อลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก โดยปรับปรุงบริเวณปลายเกาะกลางขาออก และเพิ่มเกาะสี่บนผิวจราจรเพื่อแบ่งทิศทางจราจรบริเวณนี้ ขีดสีตีเส้นเครื่องหมายจราจรบนผิวทางตามที่ออกแบบ และติดตั้งป้ายจราจรให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เคลื่อนย้ายเสาค้ำและสายไฟฟ้าไม่ให้บดบังทัศนวิสัยและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ทางเท้า

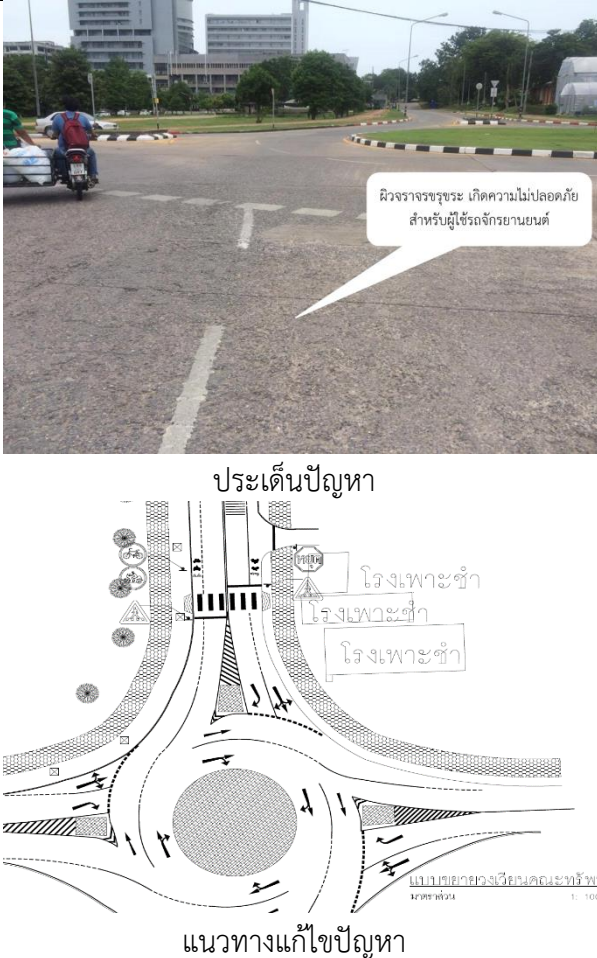
ตารางที่ 4-8 บริเวณทางแยกทางเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ย.5)

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p data-bbox="403 821 571 853">ประเด็นปัญหา</p>  <p data-bbox="369 1268 604 1300">แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p data-bbox="862 399 1086 430">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="817 446 1366 869" style="list-style-type: none"> • ไม่มีช่องรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะ มีโอกาสผู้ใช้รถประเภทอื่นที่ขับตามมาชนท้าย • สีเส้นจราจรและทางม้าลายไม่ชัดเจน • ผิวจราจรขรุขระมีโอกาสผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และรถจักรยานเสียหลักล้มได้ 	<p data-bbox="1444 399 1668 430">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="1400 446 1915 821" style="list-style-type: none"> • เพิ่มช่องรับ-ส่ง สำหรับรถโดยสารสาธารณะ ทั้งสองฝั่งถนนในตำแหน่งที่เหมาะสมปลอดภัย • ปรับปรุงทางม้าลายสำหรับคนข้ามบริเวณทางแยก และขีดสีตีเส้นเครื่องหมายจราจรบนผิวทางและติดตั้งป้ายจราจรให้ชัดเจนและปลอดภัย • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ

ตารางที่ 4-9 ช่วงถนนระหว่าง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ถึง ทางแยกโรงงานไปโอดีเซล

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p data-bbox="224 651 474 715">ผิวจราจรขรุขระ เกิดความไม่ปลอดภัย สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์</p> <p data-bbox="407 756 577 794">ประเด็นปัญหา</p>  <p data-bbox="376 1082 609 1120">แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p data-bbox="855 300 1079 338">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="810 354 1348 577" style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรแต่ละทิศทางจราจรมีขนาดใหญ่ ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งระหว่างรถยนต์ จักรยานยนต์และรถจักรยาน • ผิวจราจรขรุขระมีโอกาสผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และรถจักรยานเสียหลักล้มได้ 	<p data-bbox="1422 300 1646 338">ด้านความปลอดภัย</p> <ul data-bbox="1377 354 1930 529" style="list-style-type: none"> • แยกเป็นช่องรถยนต์และช่องรถจักรยานยนต์ ในแต่ละทิศทางและออกแบบให้มีเกาะกลางคอนกรีตคั่นกลางระหว่างทิศทางของการจราจร • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ

ตารางที่ 4-10 บริเวณทางแยกวงเวียนถนนพระยาธรรมชาติ (ย.6)

รูปภาพประกอบ	รายละเอียดประเด็นปัญหา	แนวทางแก้ไขปัญหา
 <p>มิวจราจรชุกชุม เกิดความไม่ปลอดภัย สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์</p> <p>ประเด็นปัญหา</p> <p>โรงเรียนเพาะชำ</p> <p>โรงเรียนเพาะชำ</p> <p>โรงเรียนเพาะชำ</p> <p>แบบขยายวงเวียนถนนพระยาธรรมชาติ</p> <p>มาตราส่วน 1:100</p> <p>แนวทางแก้ไขปัญหา</p>	<p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • ช่องจราจรในวงเวียนค่อนข้างกว้าง ทำให้เกิดพื้นที่ขัดแย้งภายในวงเวียน • ไม่มีเส้นทางสำหรับคนเดิน และทางข้าม (ทางม้าลาย) • มิวจราจรชุกชุมมีโอกาสผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และรถจักรยานเสียหลักล้มได้ 	<p>ด้านความปลอดภัย</p> <ul style="list-style-type: none"> • ปรับปรุงขนาดช่องจราจรบริเวณวงเวียนให้เหมาะสมเพื่อลดพื้นที่ขัดแย้ง • จัดทำทางเท้า และทางม้าลายสำหรับคนข้าม บริเวณทางแยก • ปรับปรุงผิวทางให้ราบเรียบ

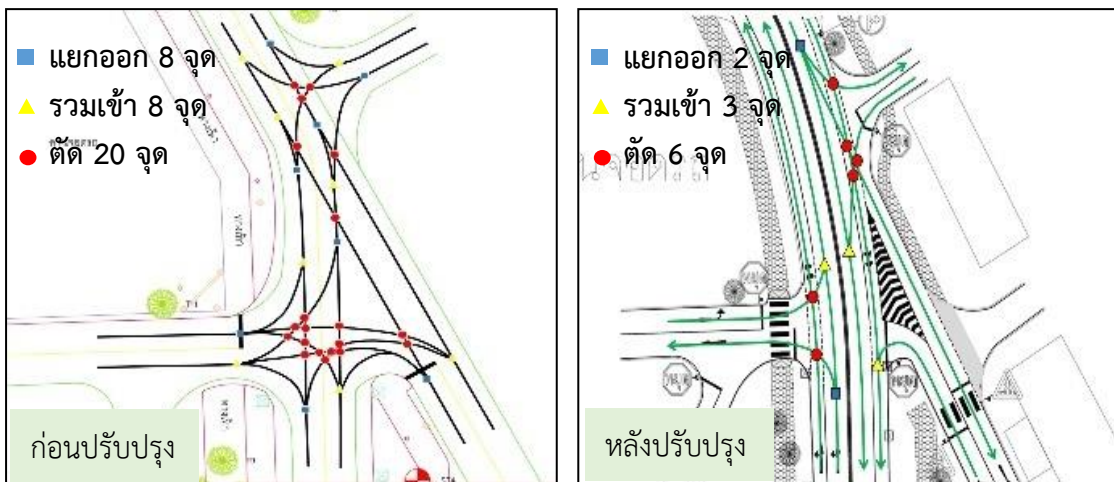
จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและเสนอแนะแนวทางแก้ไขข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกต่าง ๆ กรณีก่อนและหลังมีการปรับปรุงด้วยมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ (ดังรูปที่ 4-15 ถึงรูปที่ 4-18) พบว่า จำนวนจุดขัดแย้งก่อนมีการปรับปรุงรวมทุกทางแยกมีมากถึง 63 จุด แต่เมื่อปรับเปลี่ยนมาใช้มาตรการจัดการจราจรดังกล่าว จะสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งรวมทุกทางแยกได้ถึง 43 จุด หรือเหลือเพียง 20 จุด เท่านั้น อีกทั้งรูปแบบของจุดขัดแย้งที่มีอยู่ยังสามารถลดจุดขัดแย้งแบบตัดกัน ซึ่งเป็นอันตรายได้มากพอสมควร



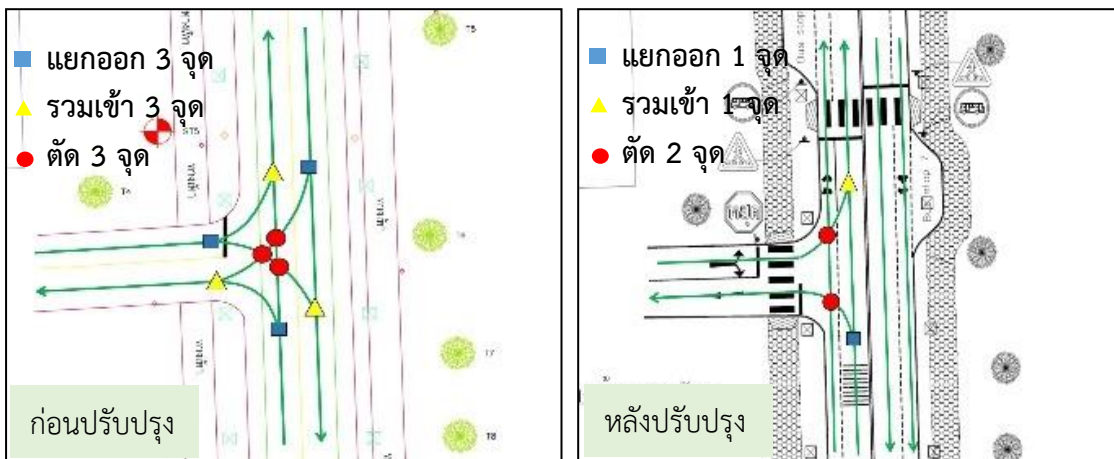
รูปที่ 4-15 ทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (Sta.0+100)



รูปที่ 4-16 ทางแยกตึก BSC (Sta.0+160)



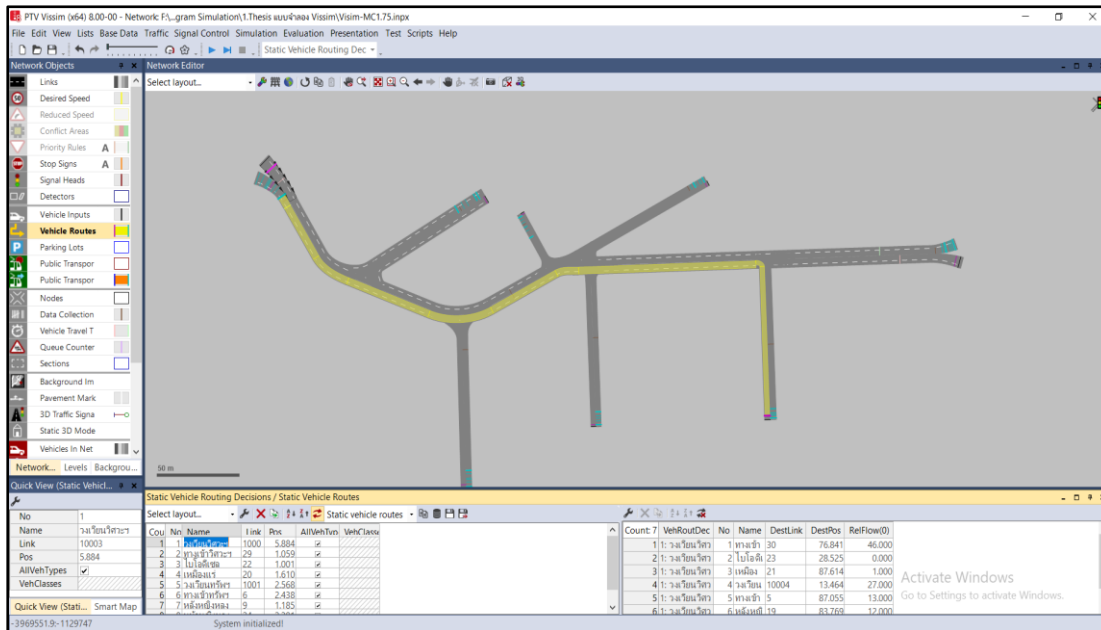
รูปที่ 4-17 ทางแยกโรงงานไบโอดีเซล (Sta.0+240)



รูปที่ 4-18 ทางแยกเข้าคณะทรัพยากรธรรมชาติ (Sta.0+340)

4.3 ผลการพัฒนาแบบจำลองและการวิเคราะห์การจัดการจราจร

งานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม VISSIM ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรเดิม (แบบจำลองฐาน) และได้นำข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณยานพาหนะ สัดส่วนยานพาหนะ สัดส่วนการเคลื่อนที่แต่ละทิศทางของยานพาหนะ ความเร็วของยานพาหนะ รวมถึงพฤติกรรมในการขับขึ้น มาประกอบในการสร้างโครงข่ายเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพจริงมากที่สุด ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองสภาพการจราจรบนเส้นทางศึกษาดังแสดงในรูปที่ 4-19



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-19 ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองสภาพการจราจรบนเส้นทางศึกษา

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การเปรียบเทียบแบบจำลอง ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบปริมาณการจราจรในแบบจำลองให้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับการศึกษานี้ได้นำข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าที่สำรวจได้จากภาคสนามเป็นข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบผลต่างระหว่างปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม หากผลจากการเปรียบเทียบตัวชี้วัดแต่ละตัวจากแบบจำลองมี ค่า GEH ไม่เกิน 5 ถือว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม นอกจากนี้ยังใช้เกณฑ์เปรียบเทียบของ Wisconsin DOT (2002) ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแสดงในตารางที่ 4-11 และตารางที่ 4-12 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-11 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ GEH

ทิศทางการจราจร	ปริมาณจราจรจาก		ความแตกต่าง		GEH	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง
	การสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)	แบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)	คัน/ชั่วโมง	ร้อยละ		
วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ไปยัง วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ขาเข้า)	1,057	977	80	7.56%	2.51	ผ่าน
วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยัง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ขาออก)	504	462	42	8.33%	1.91	ผ่าน
เฉลี่ย				7.95%	2.21	ผ่าน

ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 4-12 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของ Wisconsin DOT

ทิศทางการจราจร	ปริมาณจราจรจาก		ความแตกต่าง (คัน/ชั่วโมง)	หลักเกณฑ์ (คัน/ชั่วโมง)	เกณฑ์ประเมิน	% ความแตกต่าง	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง
	การสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)	แบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)					
วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ไปยัง วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ขาเข้า)	1,057	977	80	700 < Flow < 2,700	น้อยกว่า 15%	7.56%	ผ่าน
วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยัง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ขาออก)	504	462	42	Flow < 700	น้อยกว่า 100 คัน	8.33%	ผ่าน
เฉลี่ย						7.95%	ผ่าน

ที่มา: ผู้วิจัย

จากตารางที่ 4-11 พบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 7.95 และค่า GEH เฉลี่ยอยู่ที่ 2.21 ส่วนเกณฑ์เปรียบเทียบ Wisconsin DOT (ตารางที่ 4-12) มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 7.95 กล่าวคือ แบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า

4.3.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

หลังจากเปรียบเทียบแบบจำลองแล้ว ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอีกครั้ง โดยเปลี่ยนข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเช้าเป็นปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเย็น และตรวจสอบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริง ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 4-13 และตารางที่ 4-14

จากตารางที่ 4-13 พบว่า ผลที่ได้จากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 7.28 และค่า GEH เฉลี่ยอยู่ที่ 3.11 ส่วนเกณฑ์เปรียบเทียบ Wisconsin DOT (ตารางที่ 4-14) มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 7.28 กล่าวคือ แบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเย็น

ตารางที่ 4-13 ผลการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์ปรับเทียบของ GEH

ทิศทางการจราจร	ปริมาณจราจรจาก		ความแตกต่าง		GEH	ผลการตรวจสอบแบบจำลอง
	การสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)	แบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)	คัน/ชั่วโมง	ร้อยละ		
วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ไปยัง วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ขาเข้า)	804	726	78	9.70%	1.84	ผ่าน
วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยัง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ขาออก)	1,882	1,697	185	9.83%	4.37	ผ่าน
เฉลี่ย				7.28%	3.11	ผ่าน

ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 4-14 ผลการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองฯ ตามเกณฑ์ปรับเทียบของ Wisconsin DOT

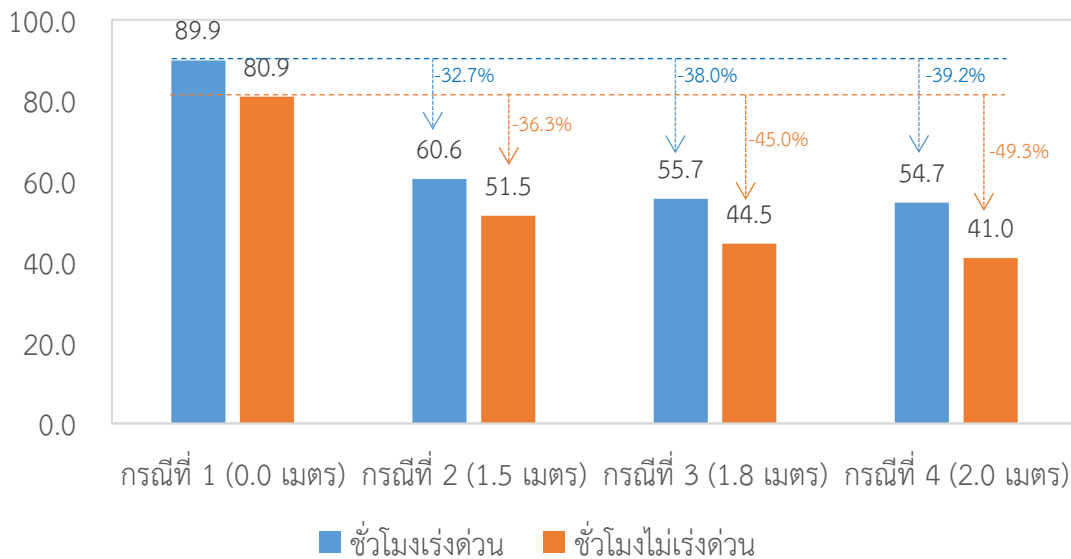
ทิศทางการจราจร	ปริมาณจราจรจาก		ความแตกต่าง (คัน/ชั่วโมง)	หลักเกณฑ์ (คัน/ชั่วโมง)	เกณฑ์ ประเมิน	% ความ แตกต่าง	ผลการ ปรับเทียบ แบบจำลอง
	การสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)	แบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)					
วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ไปยัง วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ขาเข้า)	804	726	78	Flow < 700	น้อยกว่า 100 คัน	9.70%	ผ่าน
วงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยัง วงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (ขาออก)	1,882	1,697	185	700 < Flow < 2,700	น้อยกว่า 15%	9.83%	ผ่าน
เฉลี่ย						7.28%	ผ่าน

ที่มา: ผู้วิจัย

4.3.3 ผลการวิเคราะห์การจัดการจราจร

ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (แบบจำลองฐาน) ที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หาเวลาเดินทางเฉลี่ย และเวลาล่าช้าเฉลี่ยจากผลของการดำเนินมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์รูปแบบทางเลือก 8 กรณี (รายละเอียดกล่าวไว้ในหัวข้อ 3.8) ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองดังกล่าวแสดงในรูปแบบที่ 4-20 และรูปที่ 4-21 พบว่า มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.5 เมตร (กรณีที่ 2) 1.8 เมตร (กรณีที่ 3) และ 2.0 เมตร (กรณีที่ 4) เทียบกับถนนเดิม (กรณีที่ 1) ส่งผลให้เวลาเดินทางเฉลี่ยลดลง 34.5% 41.5% และ 44.3% ตามลำดับ รวมถึงเวลาล่าช้าเฉลี่ยที่มีค่าลดลงเท่ากับ 71.4% 85.9% และ 87.8% ตามลำดับด้วย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-15 และตารางที่ 4-16 ทั้งนี้ เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์โดยเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลให้กระแสจราจรไหลดียิ่งขึ้น และจากแบบจำลองแต่ละรูปแบบแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในการตัดสินใจแซงที่แตกต่างกันเนื่องจากขนาดช่องจราจรที่แตกต่างกันมีผลต่อระยะห่างระหว่างรถจักรยานยนต์และรถยนต์ในช่องจราจรหลัก

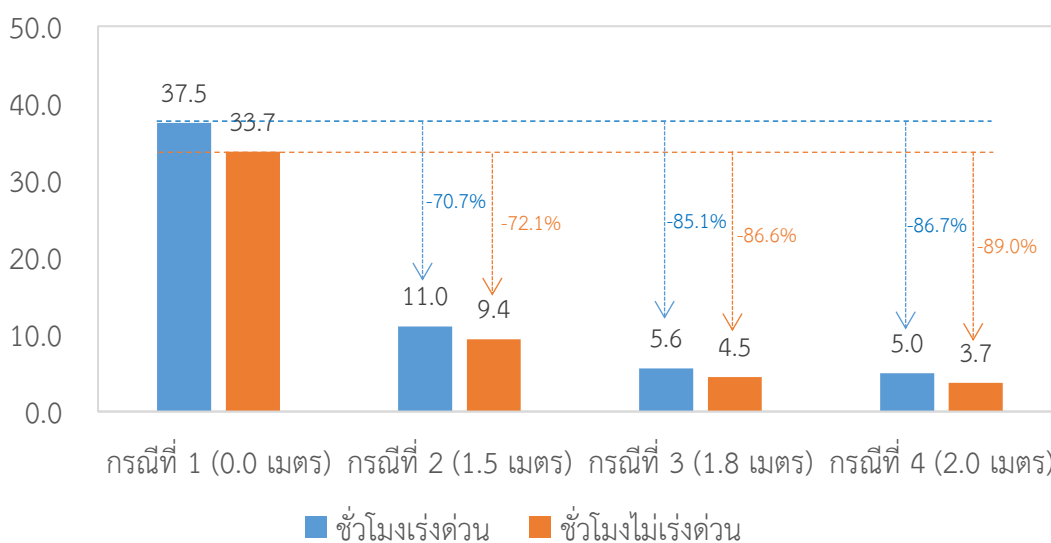
เวลาการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-20 การเปรียบเทียบเวลาเดินทางเฉลี่ยกรณีไม่มีเกาะกลางถนน

เวลาล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)

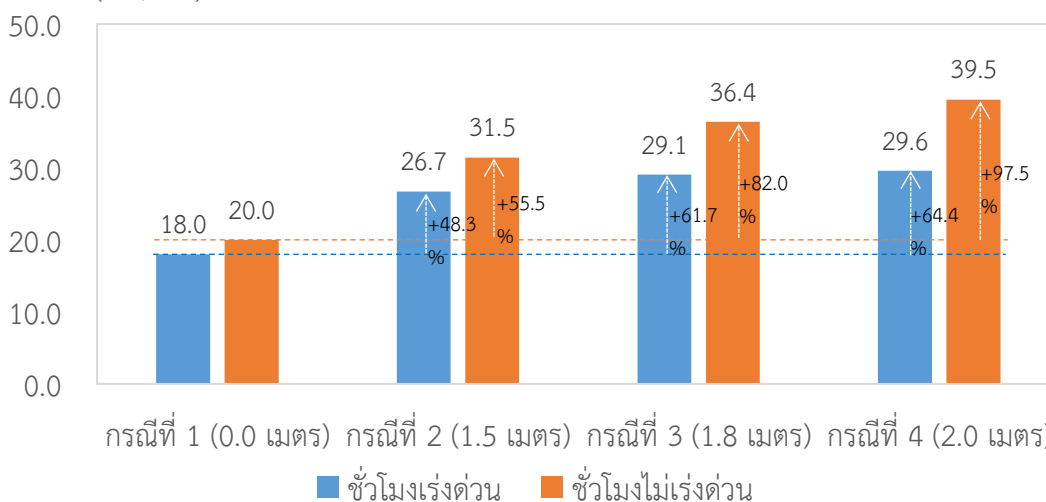


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-21 การเปรียบเทียบเวลาล่าช้าเฉลี่ยกรณีไม่มีเกาะกลางถนน

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์การใช้ความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา (ดังรูปที่ 4-22) พบว่า มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แต่ละกรณี (1.5 เมตร 1.8 เมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ) ทำให้ความเร็วของยานพาหนะเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 51.9% 71.8% และ 80.9% ตามลำดับ และมีค่ามากขึ้นเมื่อพิจารณาในช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วน ซึ่งมีปริมาณการจราจรที่น้อยกว่าส่งผลการใช้ความเร็วของยานพาหนะยิ่งเพิ่มขึ้น

ความเร็ว (กม./ชม.)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-22 การเปรียบเทียบการใช้ความเร็วกรณีไม่มีเกาะกลางถนน

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบจำลอง	เวลาในการ เดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ปริมาณ		เฉลี่ย เฉลี่ย (วินาที/คน)	ปริมาณ/คน		เฉลี่ย (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ร้อยละ	ระดับการ ให้บริการ
		ความแตกต่าง	ร้อยละ		ความแตกต่าง	ร้อยละ			
กรณีที่ 1 (ถนนเดิม)	80.9	-	-	33.7	-	-	20.0	-	C
กรณีที่ 2 (1.5 เมตร)	51.5	-29.4	-36.3	9.4	-24.3	-72.1	31.5	+11.1	A
กรณีที่ 3 (1.8 เมตร)	44.5	-36.4	-45.0	4.5	-29.2	-86.6	36.4	+16.4	A
กรณีที่ 4 (2.0 เมตร)	41.0	-39.9	-49.3	3.7	-30.0	-89.0	39.5	+19.5	A

ตารางที่ 4-16 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจุดจอดรถและระยะเวลาในการเดินทาง (กรณีไม่มีการก่อสร้าง)

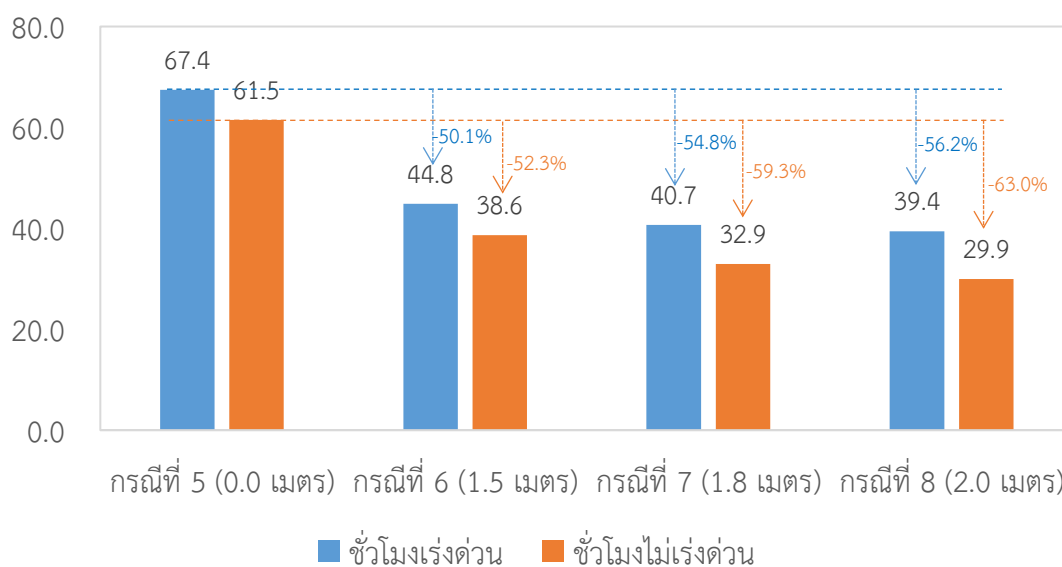
ที่มา: ผู้วิจัย

แบบจำลอง	เวลาในการ เดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ปริมาณ		เฉลี่ย เฉลี่ย (วินาที/คน)	ปริมาณ/คน		เฉลี่ย (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ร้อยละ	ระดับการ ให้บริการ
		ความแตกต่าง	ร้อยละ		ความแตกต่าง	ร้อยละ			
กรณีที่ 1 (ถนนเดิม)	89.9	-	-	37.5	-	-	18.0	-	D
กรณีที่ 2 (1.5 เมตร)	60.6	-29.3	-32.7	11.0	-26.5	-70.7	26.7	+8.7	B
กรณีที่ 3 (1.8 เมตร)	55.7	-34.2	-38.0	5.6	-31.9	-85.1	29.1	+11.1	A
กรณีที่ 4 (2.0 เมตร)	54.7	-35.2	-39.2	5.0	-32.5	-86.7	29.6	+11.6	A

ตารางที่ 4-15 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจุดจอดรถและระยะเวลาในการเดินทาง (กรณีไม่มีการก่อสร้าง)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (แบบจำลองฐาน) ที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หาเวลาเดินทางเฉลี่ย และเวลาล่าช้าเฉลี่ยจากผลของการดำเนินมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในกรณีทางเลือกต่าง ๆ ที่เพิ่มการติดตั้งเกาะกลางถนนเพื่อแบ่งการจราจรระหว่างสองทิศทาง (กรณีทางเลือกที่ 5-8) ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง พบว่า มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.5 เมตร (กรณีที่ 6) 1.8 เมตร (กรณีที่ 7) และ 2.0 เมตร (กรณีที่ 8) เทียบกับถนนเดิมและติดตั้งเกาะกลางถนน (กรณีที่ 5) ส่งผลให้เวลาเดินทางเฉลี่ยลดลง 51.2% 57.1% และ 59.6% ตามลำดับ รวมถึงเวลาล่าช้าเฉลี่ยที่มีค่าลดลงเท่ากับ 78.7% 89.6% และ 91.2% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4-23 และรูปที่ 4-24 ทั้งนี้ เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์โดยเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลให้กระแสจราจรไหลดียิ่งขึ้น รวมถึงการติดตั้งเกาะกลางถนนช่วยจัดระเบียบของการจราจรบนเส้นทางศึกษา และปิดจุดเปิดบริเวณทางแยกช่วยลดความล่าช้าจากการตัดกันบริเวณทางแยก ทำให้กระแสจราจรไหลตามกันอย่างต่อเนื่อง และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์การใช้ความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา (ดังรูปที่ 4-25) พบว่า มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แต่ละกรณี (1.5 เมตร 1.8 เมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ) ทำให้ความเร็วของยานพาหนะเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 54.8% 76.3% และ 88.3% ตามลำดับ และมีค่ามากขึ้นเมื่อพิจารณาในช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วน ซึ่งมีปริมาณการจราจรที่น้อยกว่าส่งผลการใช้ความเร็วของยานพาหนะยิ่งเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-17 และตารางที่ 4-18

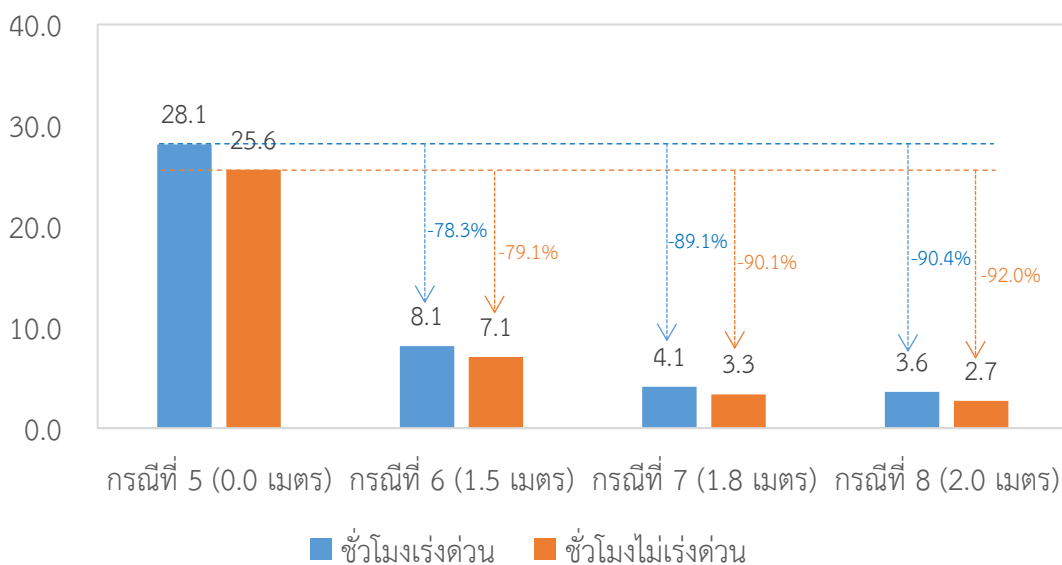
เวลาการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-23 การเปรียบเทียบเวลาเดินทางเฉลี่ยกรณีมีเกาะกลางถนน

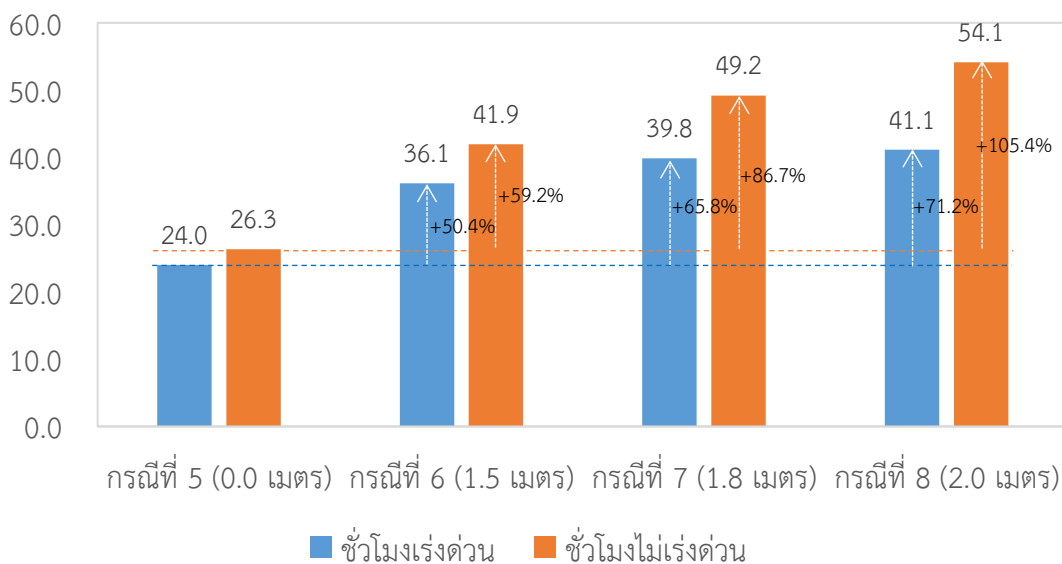
เวลาล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-24 การเปรียบเทียบเวลาล่าช้าเฉลี่ยกรณีมีเกาะกลางถนน

ความเร็ว (กม./ชม.)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-25 การเปรียบเทียบการใช้ความเร็วกรณีมีเกาะกลางถนน

ตารางที่ 4-17 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงเร่งด่วน (กรณีมีเกาะกลางถนน)

แบบจำลอง	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง		ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง		ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความแตกต่าง		ระดับการให้บริการ
		วินาที	ร้อยละ		วินาที/คัน	ร้อยละ		(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ร้อยละ	
กรณีที่ 5 (ถนนเดิม+เกาะกลาง)	67.4	-	-	28.1	-	-	24.0	-	-	C
กรณีที่ 6 (1.5 เมตร+เกาะกลาง)	44.8	-22.6	-50.1	8.1	-20.0	-78.3	36.1	12.1	50.4	A
กรณีที่ 7 (1.8 เมตร+เกาะกลาง)	40.7	-26.8	-54.8	4.1	-24.0	-89.1	39.8	15.8	65.8	A
กรณีที่ 8 (2.0 เมตร+เกาะกลาง)	39.4	-28.0	-56.2	3.6	-24.5	-90.4	41.1	17.1	71.2	A

ที่มา: ผู้วิจัย

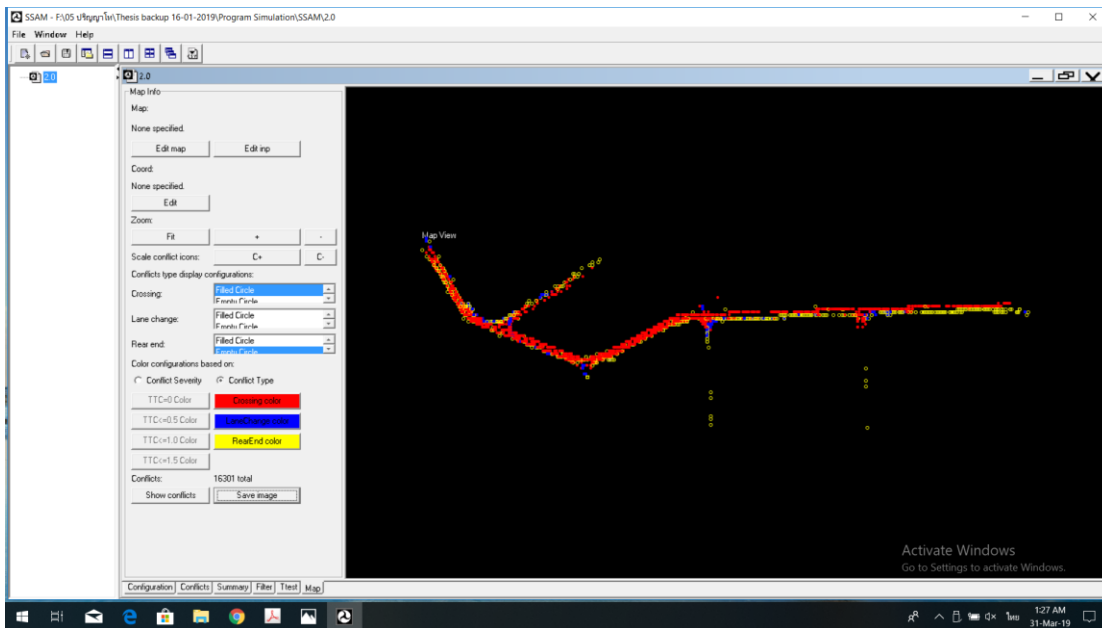
ตารางที่ 4-18 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองการจัดการจราจรแต่ละกรณีในช่วงโมงไม่เร่งด่วน (กรณีมีเกาะกลางถนน)

แบบจำลอง	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง		ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง		ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความแตกต่าง		ระดับการให้บริการ
		วินาที	ร้อยละ		วินาที/คัน	ร้อยละ		(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ร้อยละ	
กรณีที่ 5 (ถนนเดิม+เกาะกลาง)	61.5	-	-	25.6	-	-	26.3	-	-	C
กรณีที่ 6 (1.5 เมตร+เกาะกลาง)	38.6	-22.9	-52.3	7.1	-18.6	-79.1	41.9	15.6	59.2	A
กรณีที่ 7 (1.8 เมตร+เกาะกลาง)	32.9	-28.6	-59.3	3.3	-22.3	-90.1	49.2	22.8	86.7	A
กรณีที่ 8 (2.0 เมตร+เกาะกลาง)	29.9	-31.6	-63.0	2.7	-22.9	-92.0	54.1	27.8	105.4	A

ที่มา: ผู้วิจัย

4.4 การวิเคราะห์ความปลอดภัยมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

จากการวิเคราะห์ความปลอดภัยด้วยแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) โดยพิจารณาจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมดระหว่างกระแสจราจร (ดังรูปที่ 4-26) พบว่า กรณีที่ 1 (ถนนเดิม) มีจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างกระแสจราจรน้อยที่สุด (1,083 ครั้ง/ชั่วโมง) และเพิ่มขึ้นตามมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ (1.5 1.8 และ 2.0 เมตร ตามลำดับ) เท่ากับ 1,443 1,572 และ 1,883 ครั้ง/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-19 ทั้งนี้ เนื่องจากมาตรการเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ทำให้รถจักรยานยนต์ต้องตัดช่องจราจรรถยนต์เมื่อต้องการเข้าทางแยกต่าง ๆ สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์แบบจำลองฯ แสดงไว้ในภาคผนวก ค-2



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-26 ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริงบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4-19 จำนวนจุดขัดแย้งการจราจรของแต่ละกรณีทางเลือก กรณีไม่มีเกาะกลางถนน

ประเภทของจุด ขัดแย้งการจราจร	จำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจร (ครั้ง/ชั่วโมง)			
	กรณีที่ 1 (ถนนเดิม)	กรณีที่ 2 (1.5 เมตร)	กรณีที่ 3 (1.8 เมตร)	กรณีที่ 4 (2.0 เมตร)
ชนมุมฉาก	675	1,241	1,343	1,527
ชนท้าย	327	78	100	87
เปลี่ยนช่องจราจร	81	124	129	269
รวม	1,083	1,443	1,572	1,883
ผลต่าง	0	+360	+489	+800

ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างกระแสน้ำจราจรในกรณีทางเลือกต่าง ๆ ที่เพิ่มการติดตั้งเกาะกลางถนนเพื่อแบ่งการจราจรระหว่างสองทิศทาง (กรณีทางเลือกที่ 5-8) ดังแสดงในตารางที่ 4-20 โดยพบว่า กรณีที่ 7 (1.8 เมตร+เกาะกลาง) มีจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างกระแสน้ำจราจรน้อยที่สุด เท่ากับ 374 ครั้ง/ชั่วโมง รองลงมาคือ กรณีที่ 6 (1.5 เมตร+เกาะกลาง) มีจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างกระแสน้ำจราจรเท่ากับ 412 ครั้ง/ชั่วโมง โดยทั้งสองกรณีข้างต้นช่วยให้จำนวนจุดขัดแย้งรวมลดลงกว่ากรณีที่ 5 (ถนนเดิม+เกาะกลางถนน) 81 และ 43 ครั้งต่อชั่วโมงตามลำดับ แต่เมื่อช่องจราจรยานยนต์มีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 เมตร ถึงแม้จะมีเกาะกลางถนน แต่จำนวนจุดขัดแย้งกลับเพิ่มขึ้นเป็น 472 ครั้ง/ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้น 17 ครั้ง/ชั่วโมง อาจเนื่องจากช่องจราจรยังคงกว้างยังมีโอกาสที่รถจักรยานยนต์แซงกันได้

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาจำนวนจุดขัดแย้งการจราจรระหว่างมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์กรณีไม่มีเกาะกลางถนนและกรณีติดตั้งเกาะกลางถนน พบว่าการติดตั้งเกาะกลางถนนส่งผลให้ จุดขัดแย้งการจราจรรวมลดลงประมาณ 71.4% ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มเกาะกลางถนนสามารถช่วยลดจุดขัดแย้งลง โดยเฉพาะบริเวณทางแยก

ตารางที่ 4-20 จำนวนจุดขัดแย้งการจราจรของแต่ละกรณีทางเลือก กรณีมีเกาะกลางถนน

ประเภทของจุดขัดแย้งการจราจร	จำนวนจุดขัดแย้งของกระแสน้ำจราจร (ครั้ง/ชั่วโมง)			
	กรณีที่ 5 (ถนนเดิม+ เกาะกลาง)	กรณีที่ 6 (1.5 เมตร+ เกาะกลาง)	กรณีที่ 7 (1.8 เมตร+ เกาะกลาง)	กรณีที่ 8 (2.0 เมตร+ เกาะกลาง)
ชนมุมฉาก	142	308	274	382
ชนท้าย	301	72	64	44
เปลี่ยนช่องจราจร	12	32	36	46
รวม	455	412	374	472
ผลต่าง	0	-43	-81	+17

ที่มา: ผู้วิจัย

4.5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากการดำเนินมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

จากการวิเคราะห์ผลกระทบของประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจรจากทางเลือกต่าง ๆ อาจให้ผลที่แตกต่างกัน ในทางปฏิบัติหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกายภาพของถนนอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์รวมทั้งวิเคราะห์หาสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของแต่ละมาตรการเพื่อหากรณีทางเลือกที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนเป็นการประมาณค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงในแต่ละมาตรการของการจัดการจราจรบริเวณเส้นทางศึกษาที่ได้นำเสนอ โดยคำนวณเนื้องานของแต่ละมาตรการ (รายละเอียดนำเสนอในภาคผนวก ง-1) และอ้างอิงราคากลางจาก สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2561 เพื่ออ้างอิงราคาในการก่อสร้าง ผลการประมาณต้นทุนของแต่ละกรณีทางเลือก (หน่วยเป็นบาท) แสดงดังตารางที่ 4-21

ในตารางที่ 4-21 การวิจัยนี้ได้กำหนดอายุการใช้งานของแต่ละมาตรการไว้ที่ 5 ปี และอัตราส่วนลดที่ 12% ต่อปี (ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้สำหรับโครงการของหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ) และนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า Annuity Factor ได้เท่ากับ 3.60 บาท/ปี จากนั้นนำค่า Annuity Factor ที่ได้ไปคำนวณหาสัดส่วนของเงินลงทุนแต่ละปีในอนาคตจากเงินลงทุนปีปัจจุบันดังแสดงในตารางที่ 4-24 อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าต้นทุนดังกล่าว เป็นเพียงการประมาณการจากผู้วิจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเบื้องต้นเท่านั้น หากจะนำไปใช้อ้างอิงควรศึกษาต้นทุนโดยละเอียดอีกครั้ง

ตารางที่ 4-21 ต้นทุนการปรับปรุงทางกายภาพของแต่ละมาตรการ

มาตรการ	มูลค่าต้นทุนการปรับปรุง (บาท)	ต้นทุนต่อปี (บาท/ปี)
กรณีที่ 2 (1.5 เมตร)	7,435,000	2,059,557
กรณีที่ 3 (1.8 เมตร)	7,548,000	2,090,859
กรณีที่ 4 (2.0 เมตร)	8,482,000	2,349,584
กรณีที่ 6 (1.5 เมตร+เกาะกลาง)	7,826,000	2,167,867
กรณีที่ 7 (1.8 เมตร+เกาะกลาง)	7,939,000	2,199,169
กรณีที่ 8 (2.0 เมตร+เกาะกลาง)	8,873,000	2,457,895

ที่มา: ผู้วิจัย

หน่วยเป็นบาท

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์

การคำนวณผลประโยชน์จากมาตรการในการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาของแต่ละมาตรการ ผู้วิจัยได้พิจารณาผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางลดลงที่ได้จากแบบจำลองฯ ซึ่งได้รวมเวลาล่าช้าจากการหยุดรอนบนเส้นทางศึกษาแล้ว โดยเปรียบเทียบค่าจากกรณีถนนเดิม (กรณีฐาน) กับค่ากรณีที่ดำเนินการในแต่ละมาตรการ ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 4-1

$$\text{ผลประโยชน์ของการปรับปรุง (บาท)} = \text{VOT}_t(\text{TTT}_{\text{เดิม}} - \text{TTT}_{\text{มีมาตรการ}}) + \text{VOT}_w(\text{TWT}_{\text{เดิม}} - \text{TWT}_{\text{มีมาตรการ}})$$

สมการที่ 4-1

โดยที่	VOT_t	=	มูลค่าของเวลาในการเดินทางผ่านเส้นทางศึกษา (บาท/นาที)
	VOT_w	=	มูลค่าของเวลาในการหยุดรอนบนเส้นทางศึกษา (บาท/นาที)
	TTT	=	เวลาทั้งหมดในการเดินทางผ่านเส้นทางศึกษา (วินาที)
	TWT	=	เวลาทั้งหมดในการหยุดรอนบนเส้นทางศึกษา (วินาที)

สำหรับค่า VOT_t และ VOT_w ในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ค่าจากผลการศึกษาของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2557) ซึ่งได้ศึกษามูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าของเวลาในการรอรถในพื้นที่ของจังหวัดสงขลา รายละเอียดสรุปดังตารางที่ 4-22

งานวิจัยนี้ พิจารณาผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางที่ลดลงที่ได้จากแบบจำลองฯ ซึ่งเป็นค่าเวลาที่รวมความล่าช้าจากการหยุดรระหว่างเส้นทางศึกษาอยู่ด้วย ดังนั้นจึงใช้มูลค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างมูลค่าเวลาในการเดินทางและมูลค่าในการหยุดรบนเส้นทางศึกษา และพิจารณาสัดส่วนของยานพาหนะที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย ทำให้ได้มูลค่าของเวลาในการเดินทางที่ลดลงเท่ากับ 1.155 บาท/นาที สำหรับรถจักรยานยนต์ และ 1.213 บาท/นาที สำหรับรถยนต์

ตารางที่ 4-22 มูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าของเวลาในการรอรถ

ประเภท ยานพาหนะ	มูลค่าเวลาในการเดินทางที่ ลดลง (บาท/นาที)	มูลค่าเวลาในการหยุดรอ ที่ลดลง (บาท/นาที)	ค่าเฉลี่ย (บาท/นาที)
รถจักรยานยนต์	0.783	1.528	1.155
รถยนต์	0.890	1.536	1.213

ที่มา: การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2557)

*หน่วยเป็น บาท/นาที-คัน

นอกจากนี้ การคำนวณผลประโยชน์จากมาตรการในการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาของแต่ละมาตรการ งานวิจัยนี้ยังได้พิจารณาผลประโยชน์จากอุบัติเหตุที่ลดลงซึ่งพิจารณาจากจำนวนจุดขัดแย้งการจราจรที่ได้จากแบบจำลอง SSAM และกำหนดให้โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจริง

มีค่าร้อยละ 1 (งานวิจัยในอนาคตควรพิจารณาเพิ่มเติมในประเด็นนี้) โดยเปรียบเทียบค่าผลประโยชน์จากอุบัติเหตุที่ลดลงกรณีถนนเดิมกับกรณีหลังดำเนินการในแต่ละมาตรการ ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 4-2

ผลประโยชน์จากอุบัติเหตุที่ลดลง (บาท)

$$= a(\text{Na}_{\text{เดิม}} - \text{Na}_{\text{มีมาตรการ}}) + b(\text{Nb}_{\text{เดิม}} - \text{Nb}_{\text{มีมาตรการ}}) + c(\text{Nc}_{\text{เดิม}} - \text{Nc}_{\text{มีมาตรการ}})$$

สมการที่ 4-2

โดยที่

- a = มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส (บาท/ครั้ง)
- b = มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย (บาท/ครั้ง)
- c = มูลค่าความสูญเสียทรัพย์สินเสียหาย (บาท/ครั้ง)
- N_a = จำนวนจุดขัดแย้งแบบชนมุมฉาก (ครั้ง/ชั่วโมง)
- N_b = จำนวนจุดขัดแย้งแบบชนท้าย (ครั้ง/ชั่วโมง)
- N_c = จำนวนจุดขัดแย้งแบบเปลี่ยนช่องจราจร (ครั้ง/ชั่วโมง)

สำหรับมูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส (a) ในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ค่าจากผลการศึกษาของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2560) ส่วนมูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย (b) และมูลค่าความสูญเสียทรัพย์สินเสียหาย (c) ได้ประยุกต์ใช้ค่าจากผลการศึกษาของสมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย (Luathep, 2018) ซึ่งได้ปรับเทียบมูลค่าจากโครงการศึกษามูลค่าอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย (กรมทางหลวง, 2550) รายละเอียดสรุปดังตารางที่ 4-23 สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งมียานพาหนะที่เกี่ยวข้องสองคันซึ่งส่งผลให้มูลค่าความสูญเสียต่อครั้งเป็นสองเท่าของมูลค่าดังกล่าว รายละเอียดการคำนวณผลประโยชน์มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุที่ลดลงนำเสนอในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4-23 มูลค่าของเวลาในการเดินทางและมูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ

ประเภทของจุดขัดแย้งการจราจร	ระดับความรุนแรงในการเกิดอุบัติเหตุ	มูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุ (บาท)
ชนมุมฉาก	บาดเจ็บสาหัส (a)	3,000,000*
เปลี่ยนช่องจราจร	บาดเจ็บเล็กน้อย (b)	65,395**
ชนท้าย	ทรัพย์สินเสียหาย (c)	86,347***

ที่มา: *มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส (บาท/ครั้ง) มาจาก สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2560)

**มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย (บาท/ครั้ง) มาจาก Luathep and Jaensirisak (2018) ซึ่งปรับค่าเทียบค่าจาก กรมทางหลวง (2550)

***มูลค่าความสูญเสียระดับทรัพย์สินเสียหาย (บาท/ครั้ง/คัน) มาจาก Luathep and Jaensirisak (2018) ซึ่งปรับค่าเทียบค่าจาก กรมทางหลวง (2550)

4.5.3 การวิเคราะห์หาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

การวิเคราะห์หาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนแต่ละปี สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4-2 และผลที่ได้แต่ละมาตรการแสดงดังตารางที่ 4-24 ซึ่งรายละเอียดการคำนวณหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนนำเสนอในภาคผนวก ง-3

$$\text{อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน} = \frac{\text{ผลประโยชน์หลังปรับปรุง} - \text{ผลประโยชน์ก่อนปรับปรุง}}{\text{ต้นทุนในการปรับปรุง}}$$

สมการที่ 4-3

จากผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2-24 พบว่า อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนของมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน (กรณีที่ 7) มีความเหมาะสมในการปรับปรุงเป็นลำดับที่ 1 โดยมีอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 5.94 รองลงมาคือ มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.5 เมตร (กรณีที่ 6) และ 2.0 เมตร (กรณีที่ 7) มีอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 5.55 และ 3.99 ตามลำดับ

ส่วนมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ โดยไม่มีการติดตั้งเกาะกลางถนนนั้น (กรณีที่ 2 ถึง 4) พบว่าอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าติดลบ คือ -8.06 -9.42 และ -11.10 ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนจุดขัดแย้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ จึงสรุปได้ว่า อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการในการจัดการจราจรบริเวณเส้นทางศึกษาด้วยมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดความกว้างช่องจราจร 1.8 เมตร และมีการติดตั้งเกาะกลางถนนเพื่อแบ่งทิศทางจราจรนั้น มีความเหมาะสมในการปรับปรุงเป็นลำดับที่ 1 โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ พบว่า ผลประโยชน์จากความปลอดภัยมีผลกับการจัดลำดับในการปรับปรุงสูงมาก จึงจำเป็นต้องพิจารณาจำนวนจุดขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองกับโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุจริงให้ถี่ถ้วนใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ทั้งนี้การปรับปรุงการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างจริงอาจไม่สามารถปรับปรุงตามรูปแบบทางเลือกที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้นได้ตลอดเส้นทาง เนื่องจากหน่วยงานที่รับผิดชอบอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณหรือข้อจำกัดด้านพื้นที่ก่อสร้าง อาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการจราจรให้สอดคล้องกับสภาพหน้างานจริงในแต่ละช่วงถนน หรือปรับลดรายการก่อสร้างที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาในส่วนของความปลอดภัยเป็นหลัก เพื่อให้การปรับปรุงการจัดการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาเกิดประสิทธิวิธามากที่สุด

หมายเหตุ: * ปริมาณจากรายการที่แสดงในตารางเป็นการประมาณการโดยอิงจากข้อมูลทางสถิติของกรมสรรพากรในช่วงปี 2561-2562 และปี 2563-2564 * ปริมาณจากรายการที่แสดงในตารางเป็นการประมาณการโดยอิงจากข้อมูลทางสถิติของกรมสรรพากรในช่วงปี 2565-2566 และปี 2567-2568 * ปริมาณจากรายการที่แสดงในตารางเป็นการประมาณการโดยอิงจากข้อมูลทางสถิติของกรมสรรพากรในช่วงปี 2569-2570 และปี 2571-2572

ปี	การดำเนินงาน	กำไรสุทธิ (ล้านบาท)	กำไรสุทธิต่อหุ้น (บาท/หุ้น)	กำไรสุทธิต่อหุ้น 5 ปี (บาท)	กำไรสุทธิต่อหุ้น (บาท/ปี)	กำไรสุทธิต่อหุ้น (บาท/ปี)	กำไรสุทธิต่อหุ้น (บาท/ปี)	กำไรสุทธิต่อหุ้น (บาท/ปี)
1	การดำเนินงาน	187,610	-16,831,188	7,435,000	2,065,278	-8.06	-	-
2	การดำเนินงาน	218,985	-19,961,878	7,548,000	2,096,667	-9.42	-	-
3	การดำเนินงาน	225,388	-26,374,951	8,482,000	2,356,111	-11.10	-	-
4	การดำเนินงาน	288,779	12,790,803	7,826,000	2,173,889	5.55	-	-
5	การดำเนินงาน	315,031	11,758,460	7,939,000	2,205,278	5.94	-	-
6	การดำเนินงาน	323,355	9,507,605	8,873,000	2,464,722	3.99	-	-
7	การดำเนินงาน	50.5						
8	การดำเนินงาน							

ตารางที่ 4-24 อัตราส่วนกำไรสุทธิต่อหุ้นของกิจการจากข้อมูลทางการเงินตามแบบฟอร์ม 55

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาผลของการใช้ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจร โดยเลือกช่วงถนนสายหลักระหว่างทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ถึงทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่เป็นกรณีศึกษา ในการศึกษาได้มีการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ปัญหาการจราจร และรวบรวมข้อมูลการจราจรของเส้นทางศึกษา เพื่อศึกษาหา รูปแบบการจัดการช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสม โดยแบ่งความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์เป็น 1.5 1.8 และ 2.0 เมตร ตามลำดับ และใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลของการใช้มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ และการใช้มาตรการเสริมเกาะกลางถนนร่วมกับมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ข้างต้น ประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาในการเดินทาง เวลาล่าช้า ความเร็ว และระดับการให้บริการ) และความปลอดภัยของการจราจร (จุดขัดแย้งแบบต่าง ๆ) ที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองฯ ถูกนำมาคำนวณหาอัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ (BCR) ของการปรับปรุงแต่ละรูปแบบ

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเพื่อหาประสิทธิภาพของการจราจรโดยเปรียบเทียบความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่แตกต่างกัน (1.5 1.8 และ 2.0 เมตร ตามลำดับ) กับสภาพถนนเดิม (ไม่มีช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์) พบว่า ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.0 เมตร ให้ประสิทธิภาพการจราจรที่ดีที่สุด คือ ช่วยลดเวลาในการเดินทางเฉลี่ยลง 37.6 วินาที คิดเป็น ร้อยละ 44.3 เวลาล่าช้าเฉลี่ยลดลง 31.3 วินาที คิดเป็น ร้อยละ 87.8 ซึ่งทำให้ระดับการให้บริการในภาพรวมของเส้นทางศึกษามีแนวโน้มที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (เปลี่ยนจากระดับการให้บริการ ระดับ D เป็นระดับ A) เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์ส่งผลให้กระแสจราจรไหลดีขึ้น

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เวลาในการเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้าเฉลี่ย และการใช้ความเร็วของยานพาหนะระหว่างมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับการติดตั้งเกาะกลางถนน พบว่า เวลาในการเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้าเฉลี่ยดีขึ้น คือ ลดลงประมาณ 40.2% และ 48.4% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเกาะกลางถนนช่วยจัดระเบียบของการจราจรบนเส้นทางศึกษา และปิดจุดเปิดบริเวณทางแยกช่วยลดความล่าช้าจากการตัดกันบริเวณทางแยก ทำให้กระแสจราจรไหลตามกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยโดยพิจารณาจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างการจราจร 3 ประเภทจากแบบจำลองฯ โดยพบว่าการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีเกาะกลางถนนอาจเป็นการเพิ่มจำนวนจุดขัดแย้ง (ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.5 เมตร เพิ่มขึ้น 360 ครั้ง/ชั่วโมง ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร เพิ่มขึ้น 489 ครั้ง/ชั่วโมง และช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.0 เมตร เพิ่มขึ้น 800 ครั้ง/ชั่วโมง) เนื่องจากการจัดช่องจราจรสำหรับ

รถจักรยานยนต์ที่นำเสนอเป็นการแยกกระแสรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสรถจักรยานยนต์ โดยใช้เส้นจราจรแบ่งเท่านั้น ไม่ได้เป็นเกาะกายภาพ ดังนั้น เมื่อรถจักรยานยนต์ต้องการแซง หรือ เปลี่ยนช่องจราจรก่อนถึงบริเวณทางแยก จึงมีโอกาสรถจักรยานยนต์ต้องตัดกระแสรถจักรยานยนต์จากช่องจราจรรถจักรยานยนต์เข้ามาใช้ช่องจราจรรถยนต์ เมื่อเทียบกับสภาพถนนเดิมที่ถนนกว้างและรถจักรยานยนต์สามารถขับขี่ได้อิสระบนช่องจราจรไม่ต้องมีการตัดกระแสในช่องจราจร

แต่เมื่อมีการติดตั้งเกาะกลางถนนซึ่งเป็นการปิดทางแยกระหว่างเส้นทางศึกษาจึงส่งผลดี ทำให้จุดขัดแย้งของกระแสรถจักรยานยนต์ขึ้น (ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.5 เมตร ลดลง 43 ครั้ง/ชั่วโมง ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร ลดลง 81 ครั้ง/ชั่วโมง แต่สำหรับช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.0 เมตร กลับเพิ่มขึ้น 17 ครั้ง/ชั่วโมง อาจเนื่องมาจากการแข่งกันภายในช่องจราจรรถจักรยานยนต์)

ในส่วนสุดท้ายเมื่อพิจารณาอัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ (BCR) ของแต่ละมาตรการทางเลือก พบว่า อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ของมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร ร่วมกับการติดตั้งเกาะกลางถนน มีความเหมาะสมในการปรับปรุงเป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 5.94 รองลงมาคือ ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.50 เมตร และ 2.0 เมตร โดยมีอัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ เท่ากับ 5.55 และ 3.99 ตามลำดับ

โดยสรุป จากผลการวิจัยครั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร ร่วมกับการติดตั้งเกาะกลางถนนแบบกายภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจร (ลดเวลาเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยของการเดินทาง) เพิ่มความปลอดภัย (ลดจำนวนจุดขัดแย้ง) ให้อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์เหมาะสมที่สุดสำหรับเส้นทางศึกษา

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำเสนอมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ บริเวณเส้นทางหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยเน้นการปรับปรุงลักษณะกายภาพโดยการเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แยกจากยานพาหนะประเภทอื่น เท่านั้น งานวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมใน 2 ประเด็นหลักดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งานวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ มีดังนี้

1) การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์จะส่งผลให้จำนวนช่องจราจรเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้จำนวนจุดขัดแย้งการจราจรเพิ่มขึ้นด้วยโดยเฉพาะบริเวณทางแยก จึงจำเป็นต้องพิจารณามาตรการด้านความปลอดภัยเพิ่มเติมเพื่อลดจำนวนจุดขัดแย้งของกระแสรถจักรยานยนต์ เช่น การจัดทิศทางจราจรในแต่ละทิศทางบริเวณทางแยกให้ชัดเจน การเพิ่มเกาะกลางถนนแบบกายภาพเพื่อแบ่งทิศทางจราจรและลดจุดตัดบริเวณทางแยก เป็นต้น

2) รูปแบบการจัดช่องจราจรขึ้นอยู่กับพื้นที่ศึกษา สำหรับรูปแบบที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นรูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณไหล่ทาง ซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่

ที่มีอุปสรรคข้างทางน้อย เช่น มีทางเข้า-ออกเส้นทางศึกษาน้อย ไม่มีการจอดรถบริเวณไหล่ทาง เป็นต้น หากมีสภาพปัญหาแตกต่างออกไป ควรพิจารณาประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม

3) การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ส่งผลให้ประสิทธิภาพการจราจรดีขึ้น และอาจทำให้การใช้ความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นตามความกว้างช่องจราจรที่เพิ่มขึ้นด้วย จึงมีโอกาที่ความรุนแรงของอุบัติเหตุที่อาจเกิดเพิ่มขึ้นได้ ดังนั้น การออกแบบความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์และช่องจราจรสำหรับรถยนต์จำเป็นต้องพิจารณาให้เหมาะสมและปลอดภัย รวมถึงอาจมีมาตรการเสริมในการจำกัดการใช้ความเร็วของยานพาหนะทุกประเภทในพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต มีดังนี้

1) การปรับพฤติกรรมในการขับขี่ของยานพาหนะในแบบจำลอง ควรปรับพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ให้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด งานวิจัยในอนาคตอาจศึกษาค่าตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองฯ ให้สอดคล้องมากขึ้นกับพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

2) เส้นทางศึกษาในงานวิจัยนี้มีระยะทางสั้น ทำให้ภาพรวมจากการวิเคราะห์แบบจำลองอาจยังไม่เพียงพอหรือยืนยันได้ว่าช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร จะมีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่น งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาเพิ่มเติมจากโครงข่ายถนนในแบบจำลองรวมทั้งทดสอบใช้งานในสถานที่จริง เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้งานได้จริง

3) แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์บนพื้นฐานของตัวแปรที่กำหนดเป็นค่าเบื้องต้น (Default value) งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาและปรับค่าตัวแปรในโปรแกรม SSAM ให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงมากขึ้น

บรรณานุกรม

- การทางพิเศษแห่งประเทศไทย. (2557). โครงการศึกษาความเป็นไปได้สำรวจและออกแบบเบื้องต้นทางพิเศษเพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์, มิถุนายน 2557.
- กระทรวงคมนาคม. (2559). คู่มือมาตรฐานการออกแบบและก่อสร้างทางจักรยานสำหรับประเทศไทย. กระทรวงคมนาคม, ตุลาคม 2559.
- กรมทางหลวง. (2550). โครงการศึกษามูลค่าอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, กันยายน 2550.
- กรมทางหลวง. (2559). รายงานการประเมินผลยุทธศาสตร์ด้านถนน (วิศวกรรมจราจร). สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, พฤษภาคม 2559.
- กองแผนงาน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2559). ข้อมูล/สารสนเทศ/ระเบียบต่าง ๆ, เว็บไซต์: <http://www.planning.psu.ac.th>, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.
- แขวงทางหลวงศรีสะเกษที่ 2 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. (2561). Bike Box แยก อส. จังหวัดศรีสะเกษ, เว็บไซต์: <http://www.facebook.com/SSK2DOH/>, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2561.
- จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ และ ประเมศวร์ เหลือเทพ. (2560). การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23, วันที่ 18-20 กรกฎาคม 2561. หน้าที่ TRL 243. นครนายก. ประเทศไทย.
- จตุวิทย์ สุวรรณรงค์. (2560). ผลกระทบของความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ต่อประสิทธิภาพของการจราจร. การประชุมสัมมนาวิชาการสมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย (ATRANS) ครั้งที่ 11, วันที่ 24 สิงหาคม 2561. หน้าที่ 149-156. กรุงเทพมหานคร. ประเทศไทย.
- จิรพัฒน์ โชติกไกร. (2557). วิศวกรรมการทาง / จิรพัฒน์ โชติกไกร. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557
- ชัยวัฒน์ ใหญ่บก. (2558). การปรับปรุงการจราจรบริเวณสี่ทางแยกบนถนนกาญจนาภิเษกในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ชัยวัฒน์ ใหญ่บก และประเมศวร์ เหลือเทพ. (2558). การวิเคราะห์การจัดการจราจรของชุดทางแยกต่อเนื่อง กรณีศึกษาเทศบาลนครหาดใหญ่. วารสารวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ., ปีที่ 8, ฉบับที่ 1, หน้า 103-141.
- ทวี วิชัยเมธาวิ. (2546). การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอิมิตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. ประเทศไทย.

- ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2559). วิศวกรรมจราจร. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมขนส่ง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2559). รายงานการศึกษาและออกแบบถนน 4 ช่องจราจร ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. ประเทศไทย.
- ปวีร์ คูวิบูลย์. (2560). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการออกแบบทางแยกแบบกัลบ์รตที่เกาะกลางบนทางหลวงหมายเลข 121 จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ปรัชญา อรัญเวศ. (2561). การปรับปรุงการจัดการจราจรบริเวณทางแยกในเขตเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วราศักดิ์ ปะสังดีโย. (2556). การวิเคราะห์มาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. ประเทศไทย.
- วราศักดิ์ ปะสังดีโย, ธเนศ เสถียรนาม, วิชชุดา เสถียรนาม และอรุณ พลสีดา. (2556). การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, วันที่ 8-10 พฤษภาคม 2556. หน้า TRP 236 – TRP 242. เชียงใหม่. ประเทศไทย.
- วุฒิไกร ไชยปัญหา. (2553). *การวิเคราะห์ทางเลือกของระบบการจัดการจราจร ณ บริเวณห้าแยก (ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง) จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. ประเทศไทย.
- เสกสรร บุญฉวี. (2553). *การวิเคราะห์ระยะห่างที่เหมาะสมของทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. ประเทศไทย.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2560). โครงการประเมินมาตรการความปลอดภัยทางถนนกรณีเส้นทางท่าเรือวัดบันได - โรงปูนท่าหลวง และเส้นทางถนนมิตรภาพ - โรงปูนแก่งคอย, ตุลาคม 2560.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านจราจรและขนส่ง ระยะที่ 2 คู่มือการจัดการบริเวณทางสำหรับรถจักรยานยนต์. เว็บไซต์: [http:// www.otp.go.th/](http://www.otp.go.th/), สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.
- สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสงขลา กระทรวงพาณิชย์. (2560). ข้อมูลราคาวัสดุก่อสร้าง, เว็บไซต์ : <http://www.price.moc.go.th/price/struct/>, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.

- ศุภกร สุทธิพันธ์. (2557). การพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถส่วนบุคคล กับรถโดยสารประจำทางในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. ประเทศไทย.
- ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.). (2552). แผนแม่บทความปลอดภัยทางถนน พ.ศ.2552-2555, เว็บไซต์: <http://www.pknow.edupol.org>, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.
- ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.). (2560). แผนแม่บทความปลอดภัยทางถนน พ.ศ.2560-2564, เว็บไซต์: <http://www.roadsafetythailand.com>, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.
- Anderson, C, Dua, A and Sapkota, J. (2012). 'Motorcycle safety barrier trials in South Australia: case study: Adelaide Hills'. Australasian college of road safety conference, 2012, Sydney, New South Wales, Australasian College of Road Safety, Canberra, ACT, 16 pp.
- Bautista, G. E. (2017). Motorcycle lanes alone won't make riding safer; safe riding attitude will (Online). Available :<http://www.malaya.com.ph> [2017, December 5]
- Bonte, L., Espie, S., and Mathieu, P. (2007). Virtual lanes interest for motorcycles simulation. Tunisia: [n.p.].
- Carrignon, D., and Buchanan, C. (2009). Assessment of the impact of cyclists on heterogeneous. London: [n.p.].
- California Department of Transportation (Caltrans). (2002). *Guideline for applying traffic micro simulation modeling software*. Oakland (CA): Caltrans.
- DOH. (2007). The Study of Economic Losses due to Road Crashes. Department of Highways (DOH).
- Dowling, R., Skabardonis, A., and Alexiadis, V. (2004). Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guideline for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software. CA.: Dowling Associates.
- Matsumoto, W., Fukuda, A., Ishizaka, T., and Hashino, Y. (2014). Study on Effective lane usage including bus exclusive lane for motorcycles. 7th ATRANS Symposium: Young Researcher's Forum. August 22, 2014, Bangkok, Thailand.
- Farrell, S. (2011). London's bikes in bus lanes scheme made permanent (Online). Available :<http://www.motorcyclenews.com> [2017, December 5].
- Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., & Shelby, S. G. (2008). Surrogate safety assessment model and validation: Final report (No. FHWA-HRT-08-051).
- Hook, W., and Fabian, B. (2009). Regulation and Design of Motorized & Non-Motorized Two-and-Three-Wheelers in Urban Traffic.

- Hinchliffe, M. (2017). UN suggests separate motorcycle lanes (Online). Available :<http://www.motorbikewriter.com> [2017, December 5].
- Hsu, T.P., M. S. Ahmad Farhan, and N. X. Dao. (2003). A comparison study on motorcycle traffic development in some Asian countries- case of Taiwan, Malaysia and Vietnam. In, The Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS) International Cooperative Research Activity, Tokyo.
- Kim, K. J., and Sul, J. (2009). Development of intersection traffic accident risk assessment model. In 4th IRTAD Conference.
- Krogscheepers, C., and Kacir, K. (2001). Latest Trends in Micro Simulation: An Application of the Paramics Model. 20th South African Transport Conference. South Africa: BKS (Pty) Ltd.
- Law, T.H., and Sohadi, R.U.R. (2005). Determination of Comfortable Safe Width in an Exclusive Motorcycle Lane. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 3372–3385.
- Land Transportation office Philippines guide. (2012). Motorcycle Lanes in EDSA rules and guideline of implementation, violation, fees and penalties (Online). Available: <http://www.motorbikewriter.com> [2017, December 5].
- Lea, T.Q., Nurhidayatib, Z. A. (2016). A Study of Motorcycle Lane Design in Some Asian Countries. *Procedia Engineering* 142, 292 – 298.
- Luathep, P. and Jaensirisak, S. (2018). In-depth Analysis of Black Spot Characteristics in Thailand from ATRANS Safety Map Applica. ATRANS.
- Matsumoto, W., Fukuda, A., Ishizaka, T., and Hashino, Y. (2014). Study on Effective lane usage including bus exclusive lane for motorcycles. 7th ATRANS Symposium: Young Researcher's Forum. August 22, 2014, Bangkok, Thailand.
- Oketch, T., and Carrick, M. (2005). Calibration and validation of a micro-simulation model in network analysis. Presentation at the TRB Annual Meeting, 2005.
- Quadstone Paramics. (2007). *Estimator User Manual*. Scotland: Quadstone Paramics Ltd.
- Prabnasak. J, and Yue, W.L. (2006). Using aaSIDRA and PARAMICS in Evaluation of a Traffic Signal Coordination Development in Khon Kaen City, Thailand. Australia: University of South Australia.
- Putranto, L. S., Suardika, G. P., Sunggiardi, R., Munandar, A. S., and Lutfi, I. (2011) . The Performance of Motorcycle Lanes in Jakarta and Sragen. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (Vol. 2011)*. Eastern Asia Society for Transportation Studies. pp. 290–290.

- PTV Planning Transport Verkehr AG [PTV]. (2014). VISSIM 8.00. User Manual, PTV, Karlsruhe.
- Pu, L., and Joshi, R. (2008). Surrogate safety assessment model (SSAM): Software user manual (No. FHWA-HRT-08-050).
- Radin Umar R.S., Mackay M.G., and Hill B.L. (1995). Preliminary Analysis of Exclusive Motorcycle Lanes Along the Federal Highway F02, Shah Alam, Malaysia. IATSS Research, Vol.19, No. 2 : 93-98.
- Ryder, P. (2001). *The use and application of micro simulation Traffic models*. Sydney: Austroads.
- Sulkiflee Mama, and Pichai Taneerananon. (2016). Effective Motorcycle Lane Configuration Thailand: A Case Study of Southern Thailand. ENGINEERING JOURNAL Volume 20 Issue3, ISSN 0125-8281, 113 – 121.
- Satiennam, T. (2012). A Development of Motorcycle On-road Emissions and Fuel Consumption Models for a Traffic Simulation. ATRANS Final Report. Bangkok: Asian Transportation Research Society.
- The National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2006). Motorcycle Safety Program Plan (Online). Available: <https://www.nhtsa.gov.com> [2017, December 5].
- Transport for London (TfL). (2016). Urban Motorcycle Design Handbook (Online). Available: <https://tfl.gov.uk> [2017, December 5].
- Wisconsin Department of Transportation [Wisconsin DOT]. (2002). *Paramics Calibration and Validation Guidelines*, Freeway System Operational Assessment, Technical Report I-33, District 2, Milwaukee, WI. June 2002.
- WHO (2018). World Health Statistics 2016 : Monitoring health for the SDGs .

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจข้อมูลภาคสนาม

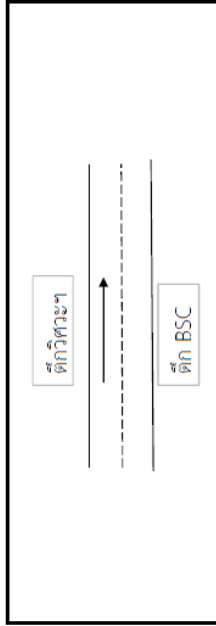
- ภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก
- ภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจความเร็วยานพาหนะ

ภาคผนวก ข

ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

- ภาคผนวก ข-1 ผลการสำรวจปริมาณการจราจร
- ภาคผนวก ข-2 ผลการสำรวจความเร็วยานพาหนะ

แบบสำรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Count : MB)



วันที่สำรวจ _____ วันจันทร์ที่ 27 มีนาคม 2560

ชื่อผู้สำรวจ _____

จุดสำรวจ _____

หน้าตัด BSC _____ ทิศทาง _____ มุ่งสู่วงเวียนคนเดินเท้า (ขาออก)



มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Counter No.	ช่วงเวลา	รถจักรยาน 2-3 ล้อ	รถจักรยานยนต์	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุก 4 ล้อ (รวมบรรทุก)	รถโดยสารขนาดใหญ่ (รวมรถ)	รถโดยสารขนาดกลาง (รวมรถ 6 ล้อ)	รถโดยสารขนาดเล็ก (รวมรถ)	รถบรรทุก 4 ล้อ (รวมรถ 6 ล้อ)	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกต่าง	รถแทรกเตอร์	หมายเหตุ
07:45 - 08:00		1	58	25			5									
08:00 - 08:15		1	85	30			7									
08:15 - 08:30			84	55	1		10									
08:30 - 08:45			43	45	1		13									
08:45 - 09:00			64	28	2		6	2								
09:00 - 09:15		1	45	26	1		15									
09:15 - 09:30			45	18	2		11									
09:30 - 09:45			30	17			7	2								
15:45 - 16:00			165	64			7									
16:00 - 16:15			186	69			9	4								
16:15 - 16:30			170	66			9	2								
16:30 - 16:45			429	80			25	1								
16:45 - 17:00		2	137	80	1		21	1								
17:00 - 17:15		1	178	68			23									
17:15 - 17:30			159	61	1		8									
17:30 - 17:45			147	60	1		8									

ที่มา: ผู้วิจัย

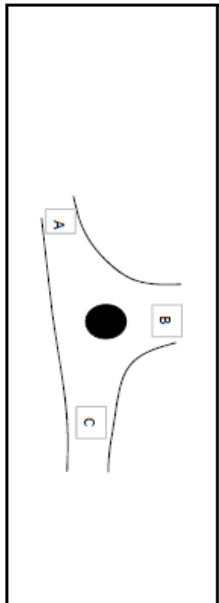
แบบสำรวจนับปริมาณจราจรรอบช่วงถนน (Turning Movement Count, TMC)

วันที่สำรวจ

ชื่อผู้สำรวจ

จุดสำรวจ ที่ต่าง

A ไป BSC B ไป โรงเรียน C ไป อ่าง



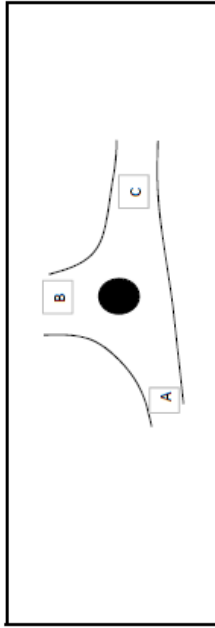
Counter No.	ช่วงเวลา	รถจักรยานยนต์ 2-3 ล้อ	รถจักรยานยนต์ 3 ล้อ	รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ	รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ (บรรทุกผู้โดยสาร)	รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ (บรรทุกของ)	รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ (บรรทุกผู้โดยสารและของ)	รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ (บรรทุกผู้โดยสาร)	รถจักรยานยนต์ 6 ล้อ	รถจักรยานยนต์ 10 ล้อ	รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์บรรทุก	ยานพาหนะ
07:45 - 08:00		66	25										
08:00 - 08:15		112	53										
08:15 - 08:30		79	63	1									
08:30 - 08:45		55	79										
08:45 - 09:00		112	47										
09:00 - 09:15		96	80	1									
09:15 - 09:30		90	87	1	1								
09:30 - 09:45		84	54										
15:45 - 16:00													
16:00 - 16:15		47	45										
16:15 - 16:30		81	78										
16:30 - 16:45		120	135										
16:45 - 17:00		69	87										
17:00 - 17:15		2	95	85						1			
17:15 - 17:30		1	67	66						1			
17:30 - 17:45		3	54	53									

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสำรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Turning Movement Count, TMC)



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วันที่สำรวจ
 ชื่อผู้สำรวจ
 จุดสำรวจ

ช่วงเวลา																หมายเหตุ
Counter No.	รถจักรยาน 2-3 ล้อ	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง (รถปรับอากาศ)	รถโดยสารประจำทาง (รถธรรมดา 6 ล้อ)	รถโดยสารประจำทาง (รถปรับอากาศใหญ่) (รถดีเซล)	รถบรรทุก 4 ล้อ (รถบรรทุกธรรมดา)	รถบรรทุก 4 ล้อ (รถบรรทุกพิเศษ)	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกต่าง	รถสิบล้อและรถขนส่ง			
07:45 - 08:00		1														
08:00 - 08:15		10														
08:15 - 08:30		10	16							1						
08:30 - 08:45		15	13							1						
08:45 - 09:00	1	15	7													
09:00 - 09:15		12	8	1					1							
09:15 - 09:30		5	3													
09:30 - 09:45		17	10													
15:45 - 16:00																
16:00 - 16:15		22	27						1							
16:15 - 16:30		51	35						1							
16:30 - 16:45		72	79													
16:45 - 17:00		55	70										1			
17:00 - 17:15		40	45													
17:15 - 17:30		32	42													
17:30 - 17:45		18	25													

ที่มา: ผู้วิจัย

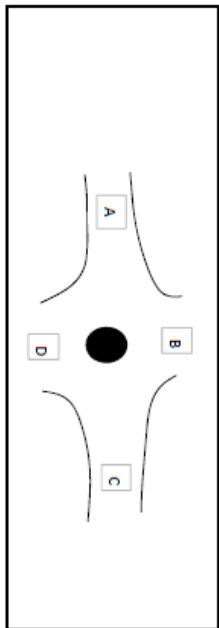
แบบสำรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Turning Movement Count, TMC)

วันที่สำรวจ

ชื่อผู้สำรวจ

จุดสำรวจ ที่ต่าง

A ไป อินทรา
 B ไป สะระ
 C ไป อ.ก.
 D ไป ประช 109



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



Counter No.																	
07:45 - 08:00																	
08:00 - 08:15																	
08:15 - 08:30																	
08:30 - 08:45																	
08:45 - 09:00																	
09:00 - 09:15																	
09:15 - 09:30																	
09:30 - 09:45																	
15:45 - 16:00																	
16:00 - 16:15																	
16:15 - 16:30																	
16:30 - 16:45																	
16:45 - 17:00																	
17:00 - 17:15																	
17:15 - 17:30																	
17:30 - 17:45																	

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสำรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Turning Movement Count, TMC)

A ไม่ มีเวลา

B ไม่ มีอะไร

C ไม่ อ.ก.

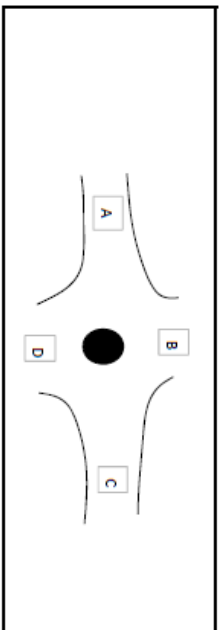
D ไม่ มีรถ 109

วันที่สำรวจ วันจันทร์ ที่ 27 มีนาคม 2560

ชื่อผู้สำรวจ _____

จุดสำรวจ วงเวียนพระยา

ทิศทาง D ไป B



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



Counter No.																		
07:45 - 08:00																		
08:00 - 08:15		133	63		3	1												
08:15 - 08:30	1	128	112	4														
08:30 - 08:45		133	90															
08:45 - 09:00		167	77	4	2													
09:00 - 09:15		160	66	1	1													
09:15 - 09:30		81	39															
09:30 - 09:45		19	18															
15:45 - 16:00																		
16:00 - 16:15		30	15		1													
16:15 - 16:30		42	25		1													
16:30 - 16:45		60	30	2														
16:45 - 17:00		49	23															
17:00 - 17:15		53	28															
17:15 - 17:30		48	15															
17:30 - 17:45		41	22															

ที่มา: ผู้วิจัย

ภาคผนวก ข-2 ผลการสำรวจความเร็วยานพาหนะ

ความเร็วรถจักรยานยนต์			
ความเร็ว (กม./ชม.)	ความถี่ (คัน)	ความถี่สะสม (คัน)	ร้อยละความถี่สะสม (%)
18	1	1	0.7
20	1	2	1.4
21	3	5	3.5
22	5	10	7.1
23	7	17	12.1
25	7	24	17.0
27	10	34	24.1
28	12	46	32.6
29	15	61	43.3
30	20	81	57.4
32	22	103	73.0
33	15	118	83.7
34	9	127	90.1
35	5	132	92.2
36	2	134	93.6
38	2	136	95.0
40	1	137	96.5
42	1	138	97.9
45	1	139	98.6
48	1	140	99.3
50	1	141	100.0

หมายเหตุ: สำรวจเมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 เวลา 08.00 – 17.00 น.

ที่มา: ผู้วิจัย

ความเร็วรถยนต์			
ความเร็ว (กม./ชม.)	ความถี่ (คัน)	ความถี่สะสม (คัน)	ร้อยละความถี่สะสม (%)
18	1	1	0.9
20	8	9	8.3
21	15	24	22.2
22	17	41	38.0
23	18	59	54.6
25	20	79	73.1
27	12	91	84.3
28	5	96	88.9
29	3	99	91.7
30	2	101	93.5
32	2	103	95.4
33	1	104	96.3
34	1	105	97.2
35	1	106	98.1
36	1	107	99.1
38	1	108	100.0

หมายเหตุ: สํารวจเมื่อวันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 เวลา 08.00 – 17.00 น.

ที่มา: ผู้วิจัย

ภาคผนวก ค

การใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

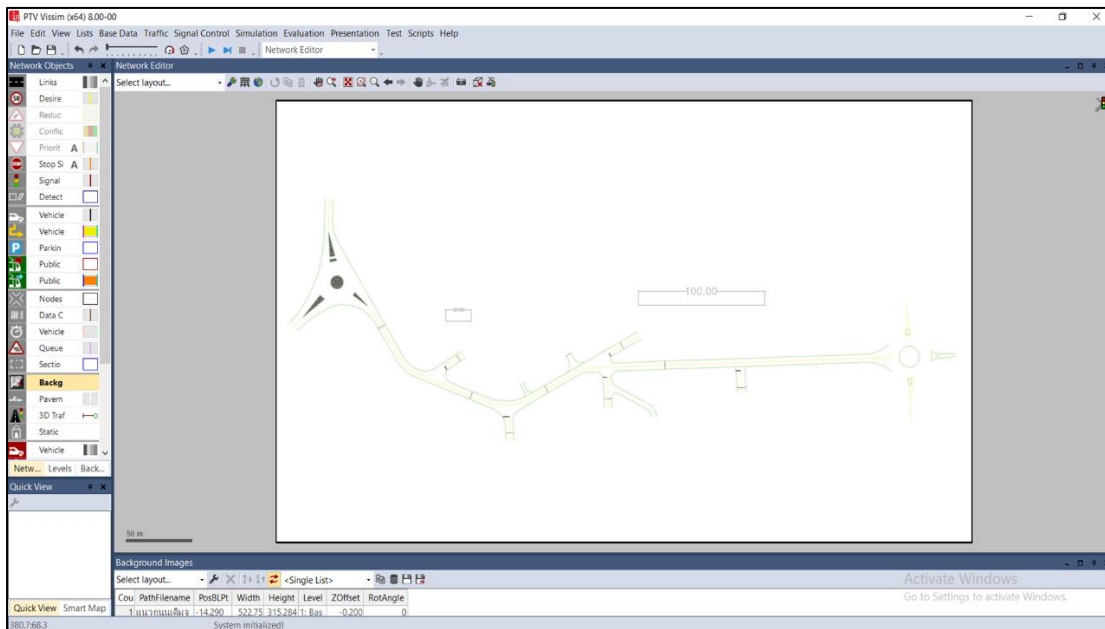
- ภาคผนวก ค-1 วิธีการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM
- ภาคผนวก ค-2 วิธีใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM)

ภาคผนวก ค-1 วิธีการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM

จากขั้นตอนการจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM ที่ได้กล่าวไว้โดยย่อจากบทที่ 3 หัวข้อ 3.6 การพัฒนาแบบจำลอง เป็นเพียงการกล่าวถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเท่านั้น ในภาคผนวก ค-1. เป็นการนำเสนอขั้นตอนการทำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคอย่างละเอียด โดยรายละเอียดต่าง ๆ มีดังนี้

1) การสร้างองค์ประกอบพื้นที่ศึกษา

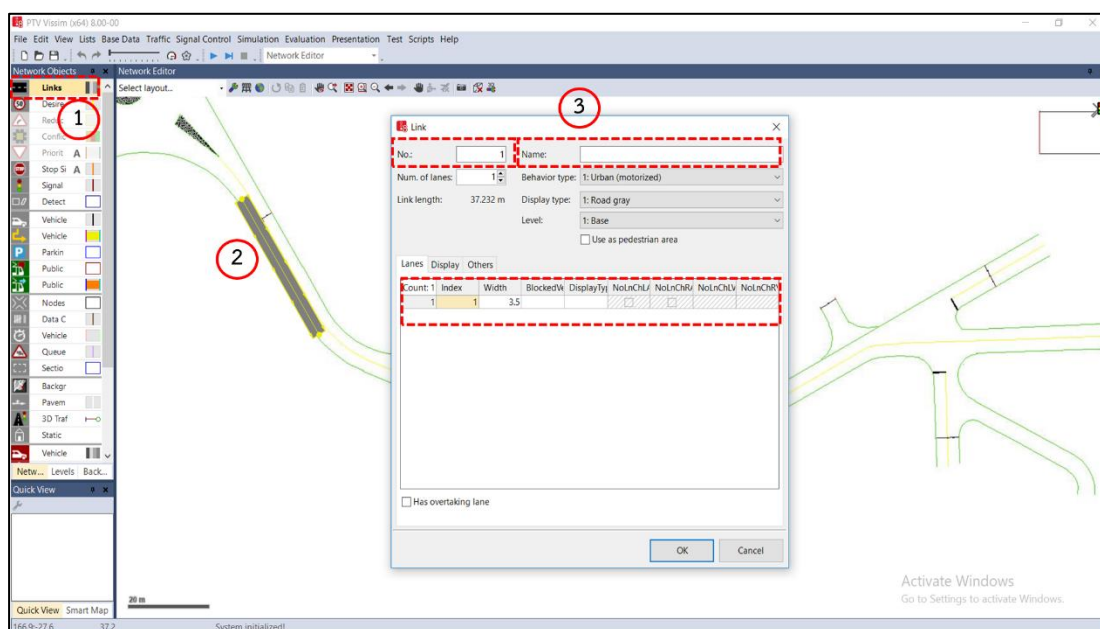
การสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา ในโปรแกรม VISSIM เริ่มจากการใช้แบบรายละเอียดที่ได้จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาปัจจุบัน เพื่อสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ ค-1



รูปที่ ค-1 การใช้แบบรายละเอียดลักษณะทางกายภาพถนนเดิม เพื่อสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ

จากนั้น ทำการกำหนดมาตราส่วนของแผนที่ในการจำลองให้มีความเสมือนจริง โดยกดปุ่ม Ctrl + คลิกขวาที่รูปแผนที่ > เลือก > Set Scale จากนั้นให้ใช้เมาส์ลากตาม Scale ที่กำหนดไว้ในแผนที่ เมื่อลากเสร็จแล้ว โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Scale ขึ้นมา และพิมพ์ตัวเลขตามมาตราส่วนที่วัดได้ และสร้างถนนแบบจำลองโดยการเลือกคำสั่ง (1) Links ทางซ้ายของเมนู Network Objects > (2) จากนั้นให้คลิกขวาตรงบริเวณที่สร้างถนนแล้วลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง และต้องลากให้ตรงกับทิศทางการจราจรนั้น ๆ > (3) หลังจากลากเสร็จจะขึ้นหน้าต่าง Link ซึ่งในหน้าต่างนี้ ตรงใส่ข้อมูลให้ตรงกับกายภาพที่เก็บข้อมูลมา โดยข้อมูลที่ตรงใส่ลงไปได้แก่ 1) Name: ชื่อถนน 2) Num. of Lanes: จำนวนช่องจราจร 3) Behavior Type: ตัวกำหนดให้ประเภทของยานพาหนะสามารถวิ่งในช่องจราจรนั้นได้ 4) Lanes กำหนดความกว้างของช่องจราจร พร้อมทั้ง

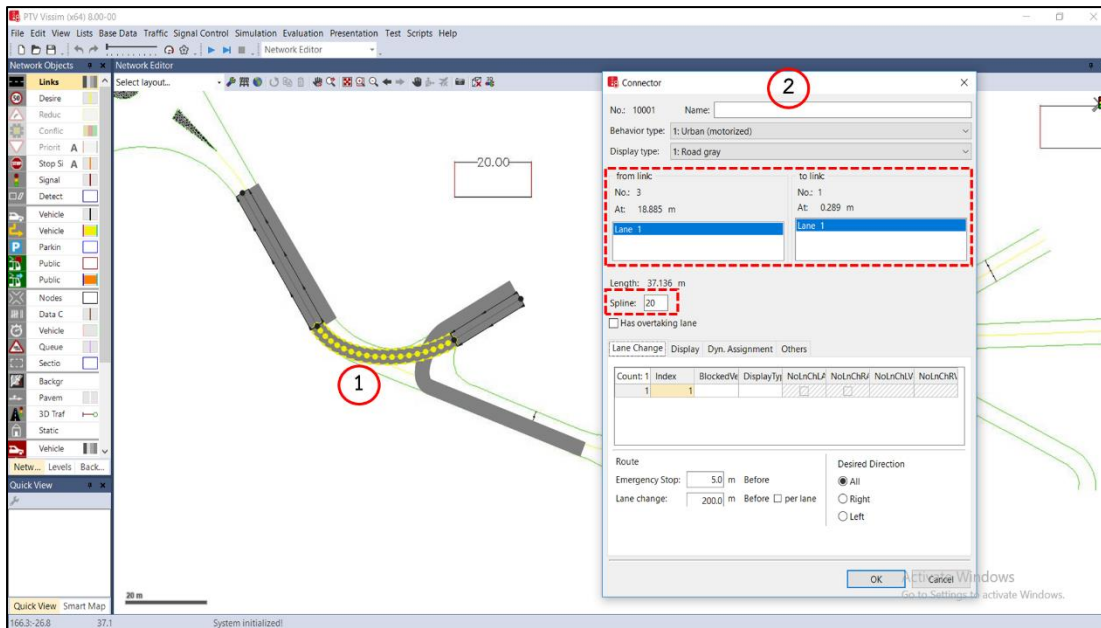
สามารถเพิ่มช่องจราจร โดยคลิกขวาตรงพื้นที่ว่างในกรอบ Count: แล้วเลือกว่าจะเพิ่มช่องซ้ายหรือขวา ดังแสดงในรูปที่ ค-2



รูปที่ ค-2 การสร้างถนนในแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM

ขั้นตอนต่อไป หลังจากสร้าง Link เสร็จแล้ว เป็นการเชื่อมต่อถนนในแต่ละเส้นทางเข้าด้วยกัน จนเป็นโครงข่ายถนนบริเวณเส้นทางศึกษา โดยการเชื่อมต่อมีขั้นตอนดังนี้ (1) หลังจากสร้างถนนสายหลักแต่ละเส้นแล้ว เชื่อมต่อถนนแต่ละสายโดย คลิกขวาเลือก Link ต้นทางแล้วลากไปยัง Link ปลายทาง ซึ่ง Link ที่เชื่อมต่อจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงก่อน (2) จะปรากฏหน้าต่าง Connector แล้วระบุช่องจราจรที่ช่อง From link: ว่าจะให้ Link ต้นทาง เชื่อมต่อกับช่องจราจรของ Link ปลายทางตรงช่องจราจรใด และกำหนดค่าความโค้งของรัศมีเพื่อให้ Link ที่เป็นเส้นตรงที่เชื่อมต่อระหว่าง Link ต้นทางและ Link ปลายทาง โค้งรับกับลักษณะกายภาพจริง โดยกำหนดค่าที่ช่อง Spline: (ดังแสดงในรูปที่ ค-3) และกำหนดค่ารัศมีโค้งให้รับกับลักษณะกายภาพจริง

หลังจากเชื่อมต่อ Link ทั้งหมดแล้ว สามารถตรวจสอบความถูกต้องในการสร้างถนนและการเชื่อมต่อถนนเข้า ได้โดยกดปุ่ม Ctrl + A ซึ่งจะปรากฏเส้นสีชมพูสำหรับ Link ที่เราเชื่อมต่อ Connector และสีน้ำเงินสำหรับ Link ที่เราสร้างเป็นถนนสายหลัก

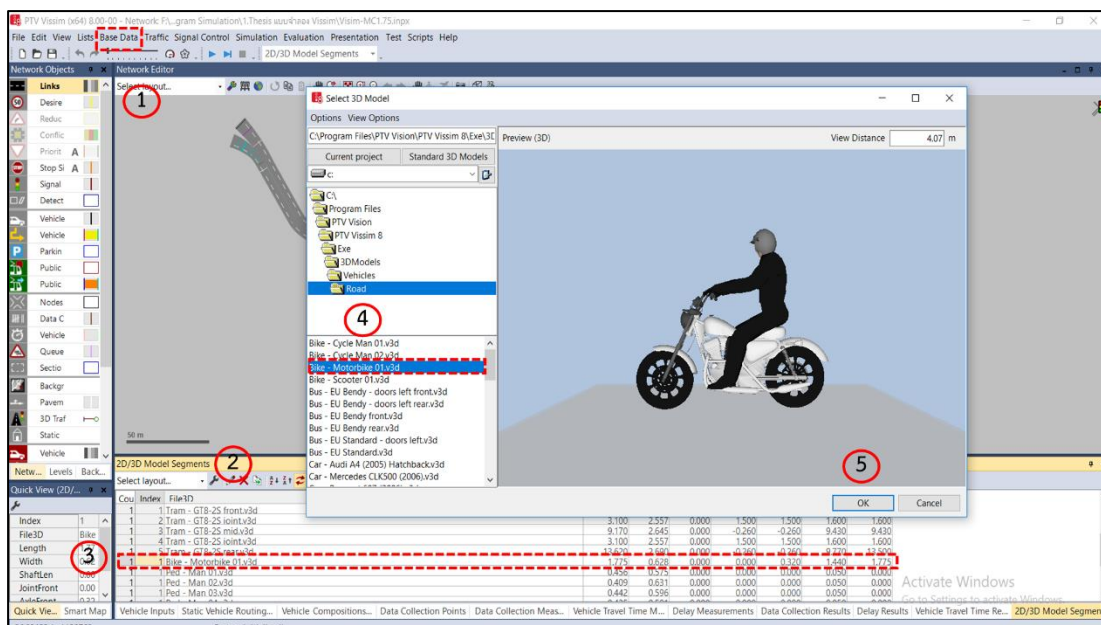


รูปที่ ค-3 ขั้นตอนการเชื่อมต่อเส้นทางบริเวณทางแยก

2) การจำลองตัวแทนยานพาหนะแต่ละประเภท

การจำลองตัวแทนยานพาหนะแต่ละประเภท โดยเลือกคำสั่ง (1) Base Data > 2D/3D Model Segments (2) ปรากฏหน้าต่าง 2D/3D Model Segments ที่ด้านล่าง ซึ่งในโปรแกรมรถแต่ละประเภทจะมีการตั้งค่าไว้แล้ว ผู้ใช้งานสามารถเลือกประเภทยานพาหนะที่มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในประเทศไทย เช่น รถยนต์ Car, รถบรรทุก 6 ล้อ Bus, รถบรรทุก 10 ล้อ HGV. ในส่วนของรถจักรยานยนต์ในโปรแกรมจะตั้งค่ายานพาหนะเป็น Bike หรือ รถจักรยาน ดังนั้น ต้องมีการปรับแก้ให้เป็นรถจักรยานยนต์ก่อน (3) คลิกที่ช่อง Count:25 เลข 15 ตรงกับคำว่า Bike – Cycle Man 02.v3d (4) ขึ้นหน้าต่าง Select 3D Model จากนั้นให้เราเลือกจาก Bike – Cycle Man 02.v3d เป็น Bike – Motorbike 01.v3d (5) กด OK (ดังแสดงในรูปที่ ค-4) หลังจากนั้นในโปรแกรมจะมีการเซตค่าใหม่จากรถจักรยานจะเป็นรถจักรยานยนต์ ทำให้รถแต่ละประเภทที่ผู้ทำวิจัยเลือกมีค่าใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในประเทศไทยมากที่สุด

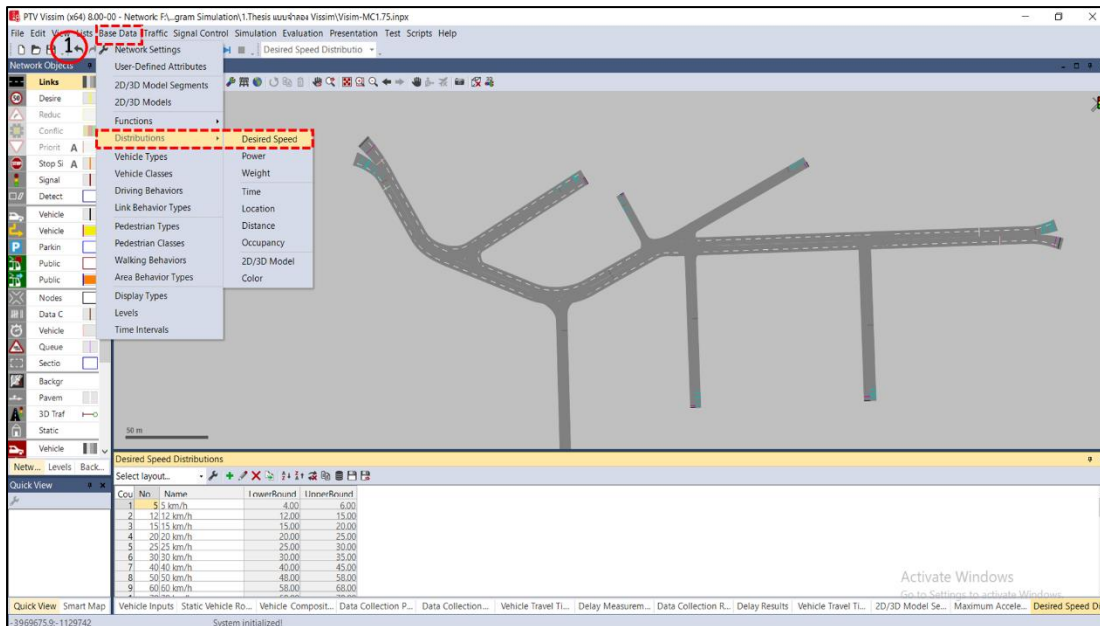
จากการตั้งค่านี สามารถปรับเปลี่ยนยานพาหนะแต่ละประเภทได้เช่นกัน ซึ่งวิธีการเปลี่ยนยานพาหนะสามารถใช้วิธีเดียวกันกับที่ได้กล่าวมา โดยการจำลองตัวแทนยานพาหนะสามารถปรับเปลี่ยนยานพาหนะได้ทุกประเภทแต่มีข้อจำกัดที่ยานพาหนะส่วนใหญ่อ้างอิงจากต่างประเทศ จึงทำให้ไม่สอดคล้องกับยานพาหนะในประเทศไทยมากเท่าที่ควร



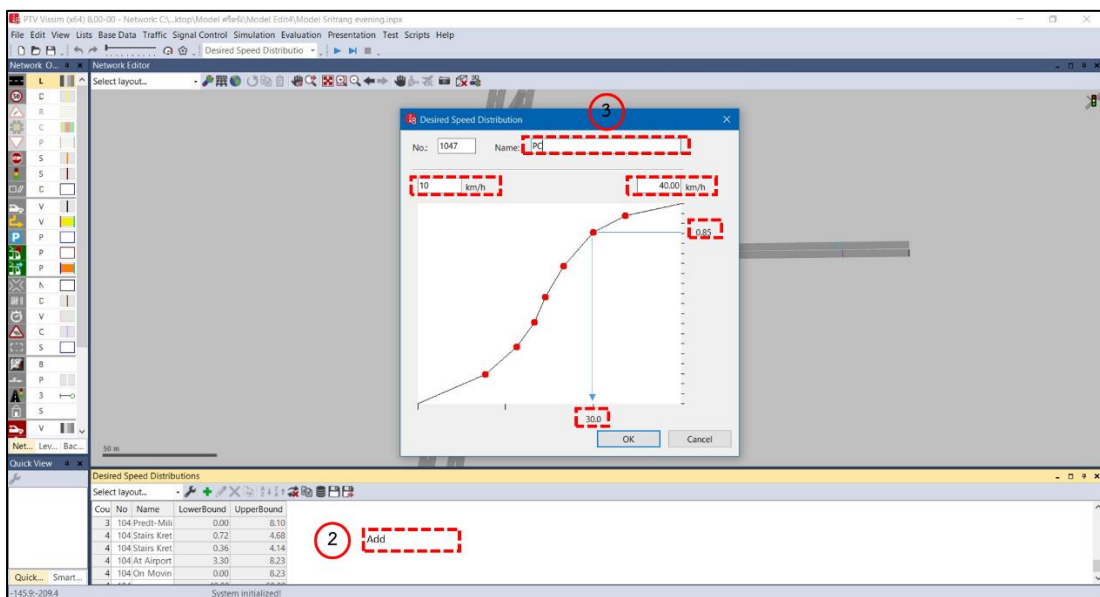
รูปที่ ค-4 การสร้างตัวแทนยานพาหนะ

3) การสร้างกราฟการกระจายความเร็วของตัวแทนยานพาหนะ

การสร้างกราฟการกระจายความเร็วของตัวแทนยานพาหนะ ใช้คำสั่ง (1) Base Data > Distribution > Desired Speed จะปรากฏหน้าต่าง Desired Speed Distributions ด้านล่างของโปรแกรม (ดังรูปที่ ค-5) (2) คลิกขวาตรงพื้นที่สีขาว > Add... จะปรากฏหน้าต่าง Desired Speed Distribution (3) กำหนดชื่อของยานพาหนะและตำแหน่งของความเร็วที่วิ่งผ่านทางแยก เพื่อให้ง่ายในการเรียกใช้งานและทำในลักษณะเช่นเดียวกันจนครบทุกประเภทของยานพาหนะ จากนั้นกำหนดความเร็วต่ำสุดและสูงสุดจากข้อมูลที่ได้จากกราฟการกระจายตัวของความเร็วของข้อมูลภาคสนาม หรือกราฟความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทม์ ซึ่งจากเดิมโปรแกรมได้ตั้งค่าความเร็วเป็นกราฟเส้นตรง การนำแบบจำลองมาพัฒนาและประยุกต์ใช้จำเป็นต้องมีการปรับแก้กราฟการกระจายตัวความเร็วก่อน ดังแสดงในรูปที่ ค-6



รูปที่ ค-5 การเลือกคำสั่งกำหนดการกระจายความเร็วของยานพาหนะ

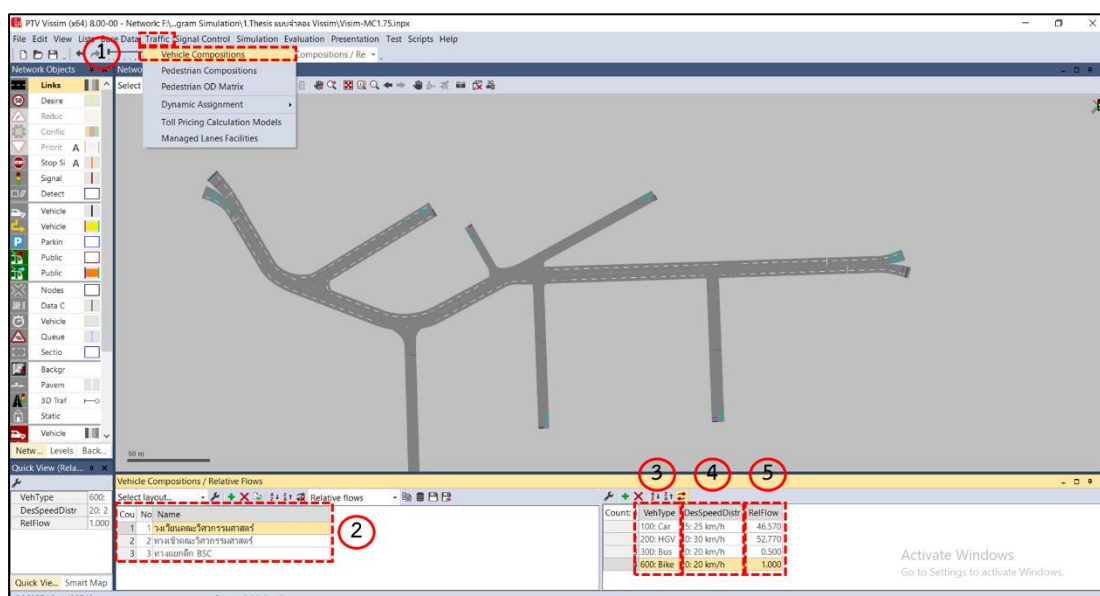


รูปที่ ค-6 ขั้นตอนการสร้างกราฟกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะ

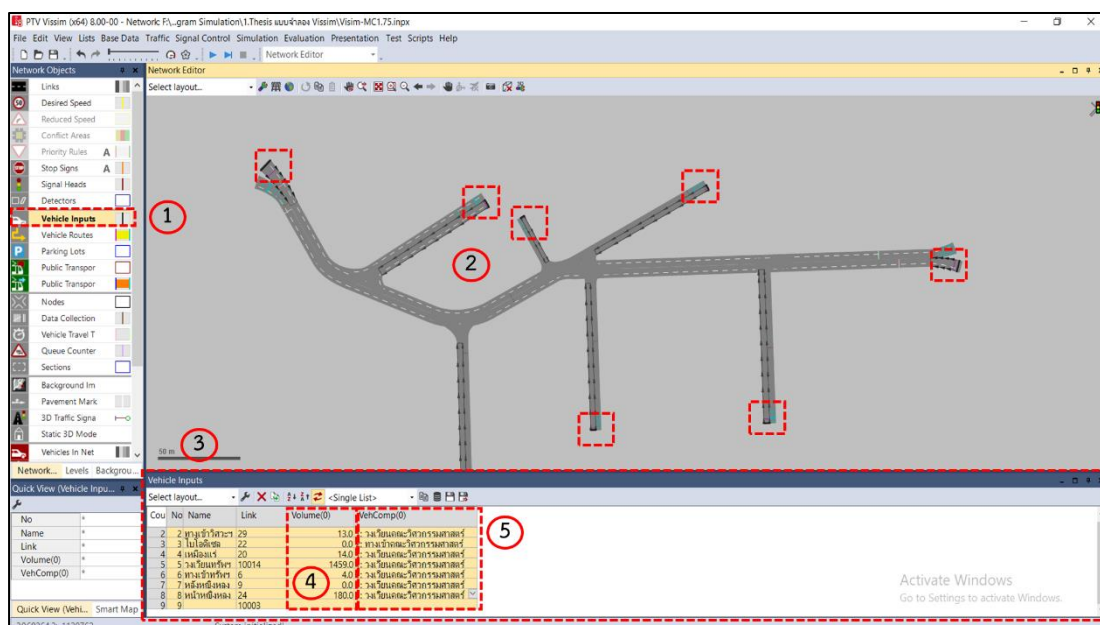
4) การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางการจราจรของยานพาหนะ

การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรใช้คำสั่ง (1) Traffic > Vehicle Compositions จะปรากฏหน้าต่าง Vehicle Compositions/Relative Flows (2) กำหนดชื่อแต่ละทิศทางของทางแยก (3) กำหนดประเภทของยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยก (Veh Type) ประกอบด้วย 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัสโดยสาร (4) กำหนดความเร็วของรถแต่ละประเภท (DesSpeedDistr) (5) กรอกข้อมูลปริมาณการจราจรของแต่ละประเภท (RelFlow) จนครบทั้งหมด

ทิศทาง (ดังรูปที่ ค-7) จากนั้นใช้คำสั่ง (1) Vehicle Inputs ทางด้านซ้าย (2) คลิกขวาไปยังตำแหน่งของต้นทางในแต่ละทิศทางที่เข้าสู่เส้นทางศึกษา (สีดำ) (3) ปรากฏหน้าต่าง Vehicle Inputs / Links (4) กรอกข้อมูลปริมาณจราจรรวม (Volume) (5) เลือกข้อมูลของยานพาหนะในแต่ละทิศทางตามชื่อที่ระบุ ต้องสอดคล้องกับตำแหน่งของ Vehicle Inputs (สีดำ) ดังแสดงในรูปที่ ค-8

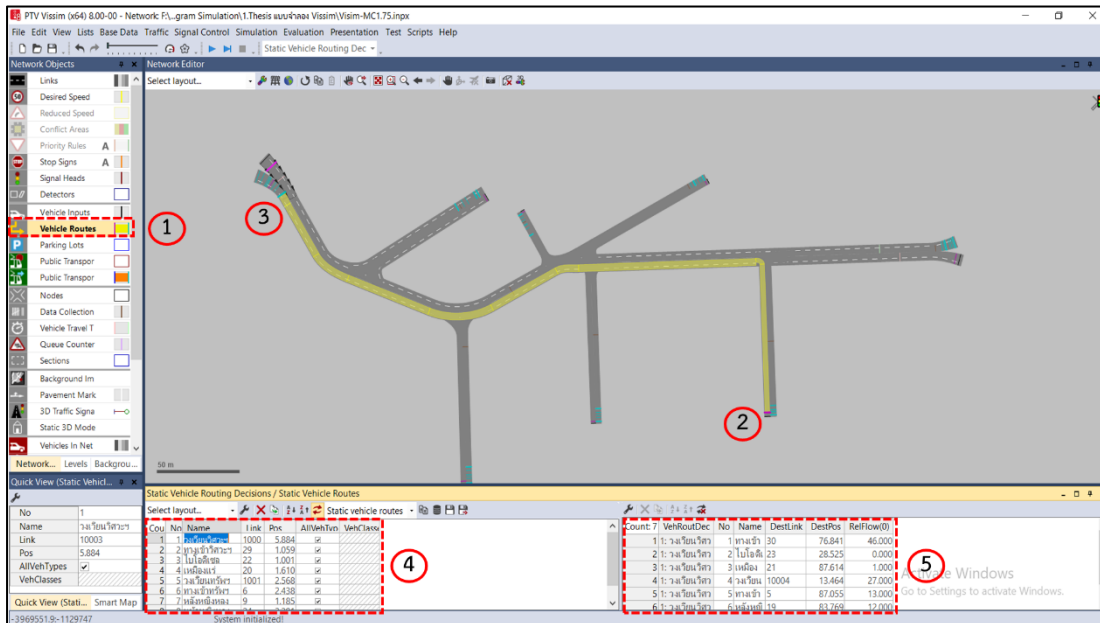


รูปที่ ค-7 การกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางบริเวณเส้นทางศึกษา



รูปที่ ค-8 การนำเข้าปริมาณจราจรสู่เส้นทาง

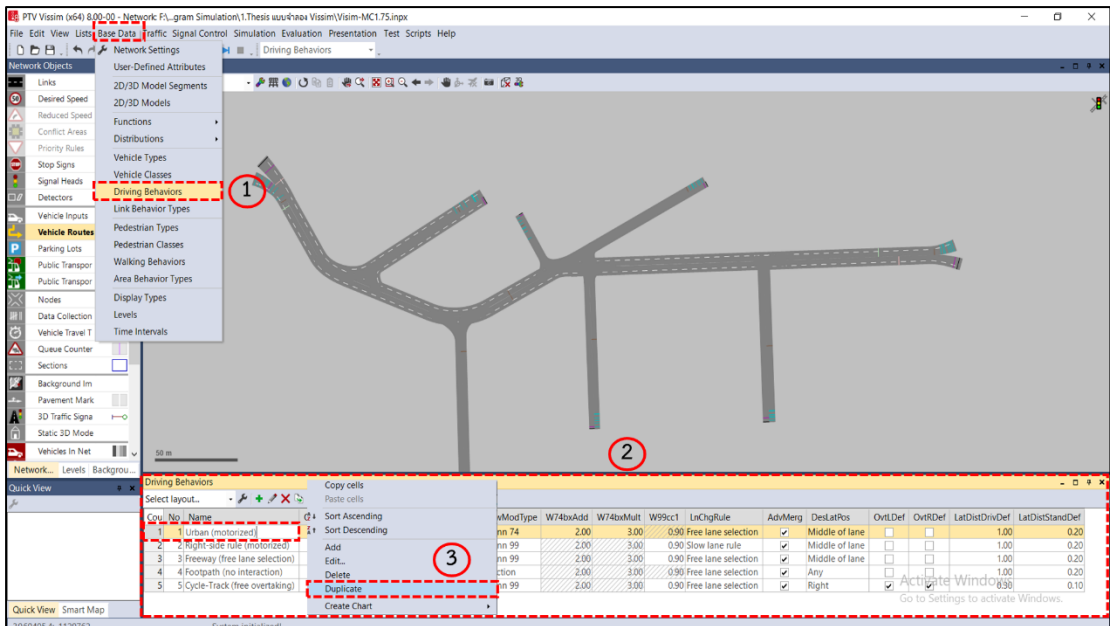
กำหนดทิศทางการจราจร ใช้คำสั่ง (1) Vehicle Route (Static) (2) คลิกขวา ตำแหน่งต้นทางของแต่ละทางเข้า (จะขึ้นสี่ชมพู) (3) จะเห็นเส้นสีเหลืองคลิกขวาไปยังตำแหน่งปลายทาง (4) คลิกขวาไปยังตำแหน่งปลายทาง (5) แถบสีเหลือง คือ เป็นการกำหนดประเภทยานพาหนะเฉพาะที่ผ่านเส้นทางนั้น (6) ระบุปริมาณจราจรของรถที่เลี้ยวซ้าย และตรง ทำเช่นนี้จนครบทุกทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ ค-9



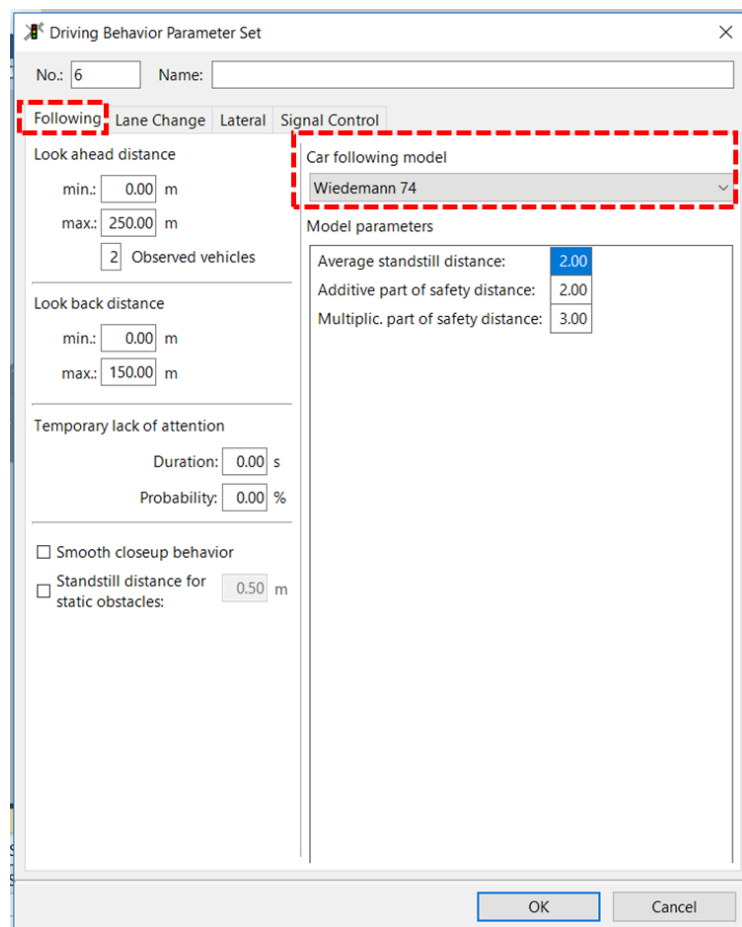
รูปที่ ค-9 การกำหนดตำแหน่งจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง

5) การกำหนดค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการขับขี่ของยานพาหนะ

ใช้คำสั่ง (1) Base Data > Diving Behavior (2) จะปรากฏตารางด้านล่างของโปรแกรม พฤติกรรมการขับขี่ในโปรแกรมจะต้องปรับแก้ค่าตัวแปรบางตัวแปรก่อน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับบริเวณเส้นทางศึกษาโดยเลือก Urban (motorized) > คลิกขวา > (3) เลือก Duplicate > จะปรากฏหน้าต่าง Diving Behavior Parameter Set แล้วเปลี่ยนชื่อใหม่ Name: Urban New ดังแสดงในรูปที่ ค-10 ถึงรูปที่ ค-13 โดยรูปที่ ค-10 เป็นการกำหนดตัวแปรด้านการขับขี่ตามกันของยานพาหนะที่กำหนด ค่า Car Following Model ไว้ที่ Widemann 74



รูปที่ ค-10 การเลือกคำสั่งในการปรับค่าพฤติกรรมจราจร



รูปที่ ค-11 การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมจราจรที่ตามกันของยานพาหนะ

จากรูปที่ ค-12 เป็นการกำหนดตัวแปรด้านการเปลี่ยนช่องจราจรของยานพาหนะ โดยกำหนดค่า General Behavior ไว้ที่ Free Lane Selection

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Name:

Following Lane Change Lateral Signal Control

General behavior: Free lane selection

Necessary lane change (route)	Own	Trailing vehicle
Maximum deceleration:	-4.00 m/s ²	-3.00 m/s ²
- 1 m/s ² per distance:	100.00 m	100.00 m
Accepted deceleration:	-1.00 m/s ²	-1.00 m/s ²

Waiting time before diffusion: 60.00 s

Min. headway (front/rear): 0.50 m

To slower lane if collision time is above: 11.00 s

Safety distance reduction factor: 0.60

Maximum deceleration for cooperative braking: -3.00 m/s²

Overtake reduced speed areas

Advanced merging

Consider subsequent static routing decisions

Cooperative lane change

Maximum speed difference: 3.00 km/h

Maximum collision time: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Maximum speed: 3.00 km/h

Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

OK Cancel

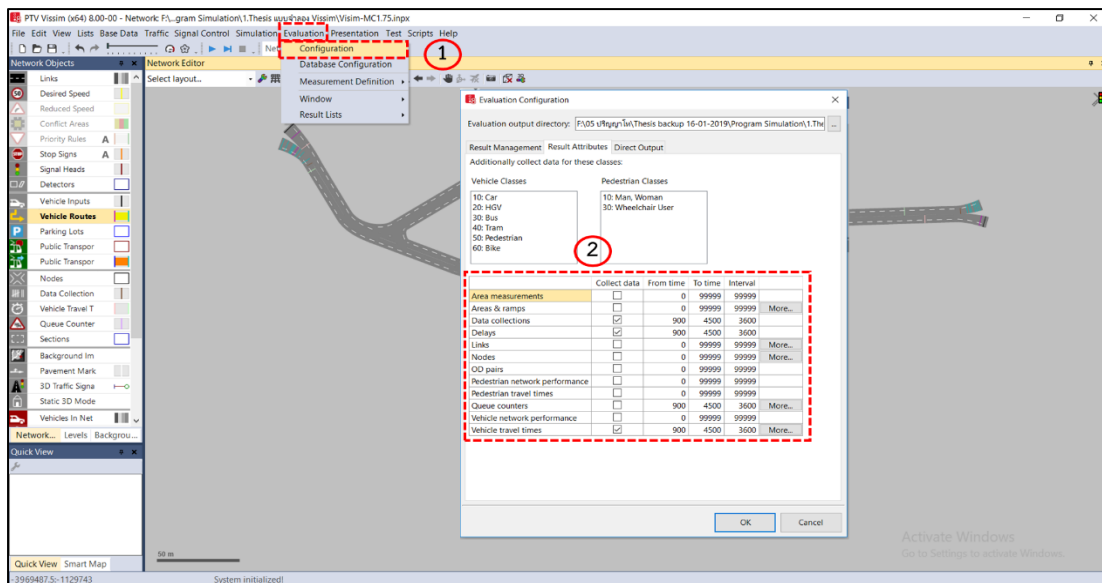
รูปที่ ค-12 การกำหนดค่าตัวแปรการเปลี่ยนช่องจราจรของยานพาหนะ

จากรูปที่ ค-13 เป็นการกำหนดค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการแข่งขันของยานพาหนะ ซึ่งกำหนดค่า Desired Position at Free Flow สามารถเลือกพฤติกรรมให้เหมาะสมกับแต่ละบริเวณทางแยกและสามารถกำหนดประเภทยานพาหนะในการแข่ง โดยกำหนดให้ยานพาหนะสามารถเริ่มแข่งก็ต่อเมื่อรถคันที่มีความเร็วต่ำและมีพฤติกรรมแข่งด้านซ้ายหรือด้านขวาได้

รูปที่ ค-13 การกำหนดค่าตัวแปรพฤติกรรมการแข่งขันของยานพาหนะ

6) การกำหนดค่าตัวแปรด้านการจำลองในการบันทึกผลแบบจำลอง

โดยใช้คำสั่ง (1) Evaluation > Configuration จะปรากฏหน้าต่าง Evaluation Configuration (2) เลือก Result Attributes ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ใช้ในการประเมินผลแบบจำลอง โดยได้เลือก Data Collection, Delays, Queue Counters และ Vehicle Travel Times ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลแบบจำลอง และกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกผลของแบบจำลองแต่ละรายการที่ได้เลือกไว้ โดยตั้งค่า From time = 900, Totime = 4500, และ Interval = 3600 โดยการประเมินผลจะบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 900 ถึง 4,500 วินาที รวมเวลาที่บันทึก 3600 วินาที ซึ่งในช่วง 0-900 วินาทีแรกของการประเมินเป็นช่วงเวลาที่ไม่ได้บันทึกข้อมูล เพื่อเป็นการปรับสภาพการจราจรในแบบจำลองจากช่วงเริ่มต้นให้มีความคงที่ ดังแสดงในรูปที่ ค-14



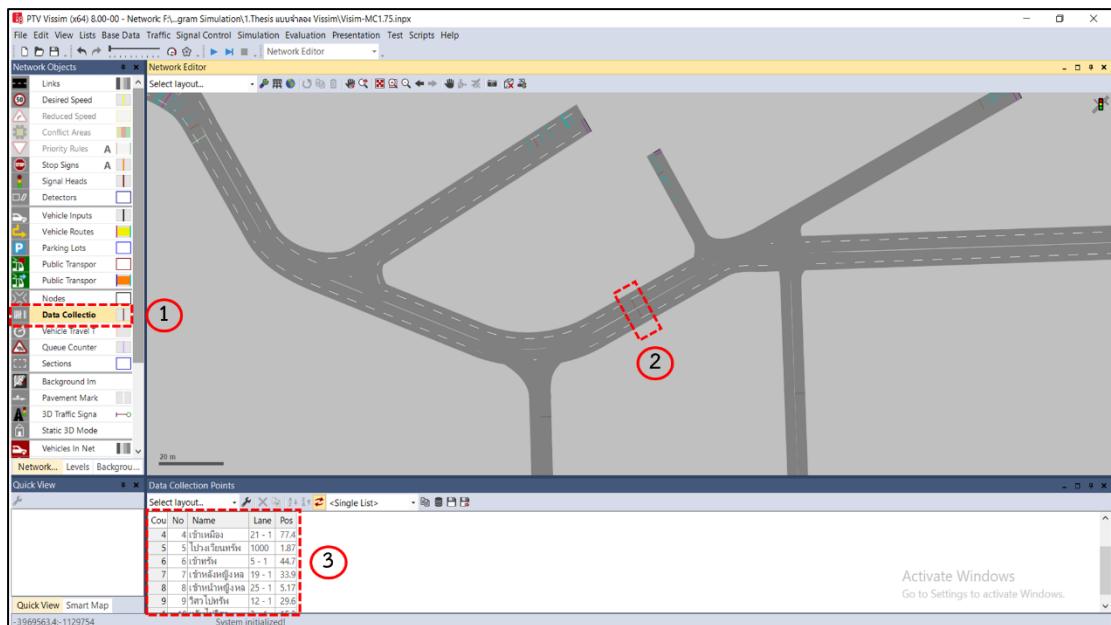
รูปที่ ค-14 การกำหนดช่วงเวลาและเลือกตัวชี้วัด

7) การตั้งค่าเครื่องมือเพื่อประเมินผลจากแบบจำลอง

การตั้งค่าเครื่องมือเพื่อประเมินผลจากแบบจำลองได้ตั้งค่าไว้ 4 ประเภท คือ 1) Data Collection 2) Delay และ 3) Vehicle Travel Time โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

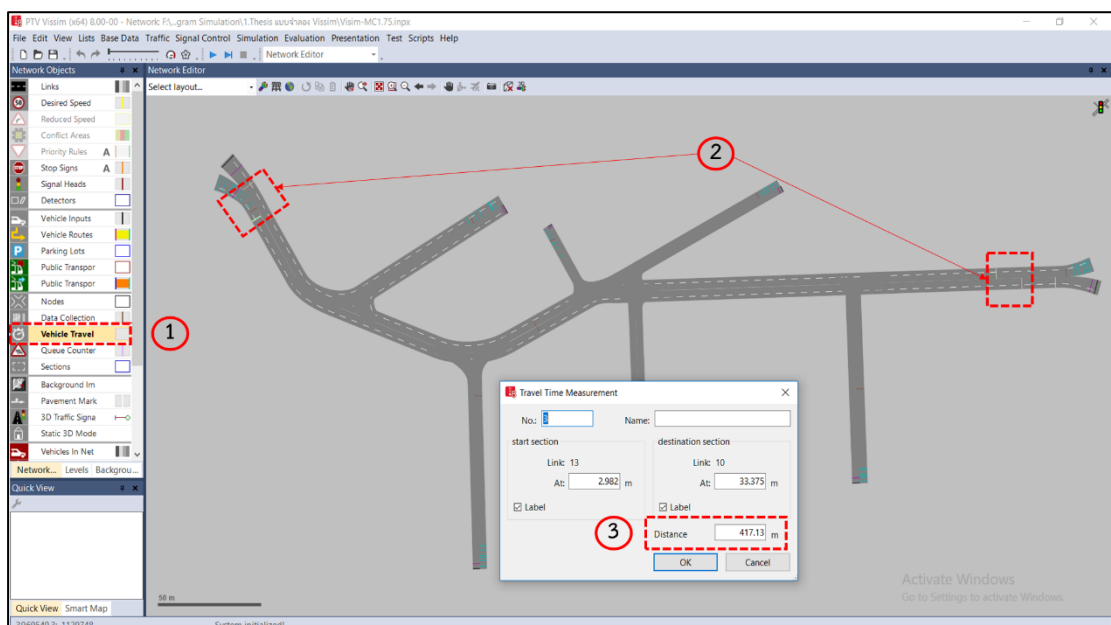
1) การตั้งค่าการบันทึกปริมาณการจราจรในแบบจำลอง (Data Collection)

การตั้งค่า Data Collection เป็นการบันทึกปริมาณการจราจรของแบบจำลองที่ผ่านบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้คำสั่ง (1) Data Collection Points (2) คลิกขวาลงบนช่องจราจรตรงตำแหน่งที่เชื่อมกันระหว่าง link หรือ Connector จะมีขีดสีน้ำตาลปรากฏขึ้น โดยเลือกในครบทุกช่องจราจรที่ยานพาหนะวิ่งผ่าน หลังจากนั้นเลือกที่เส้นสีน้ำตาล (3) ปรากฏหน้าต่างของ Data Collection Points ให้กำหนดชื่อ Name: ให้ตรงกับทิศทางต่าง ๆ ที่ได้เลือกเส้นสีน้ำตาลไว้ ดังแสดงในรูปที่ ค-15



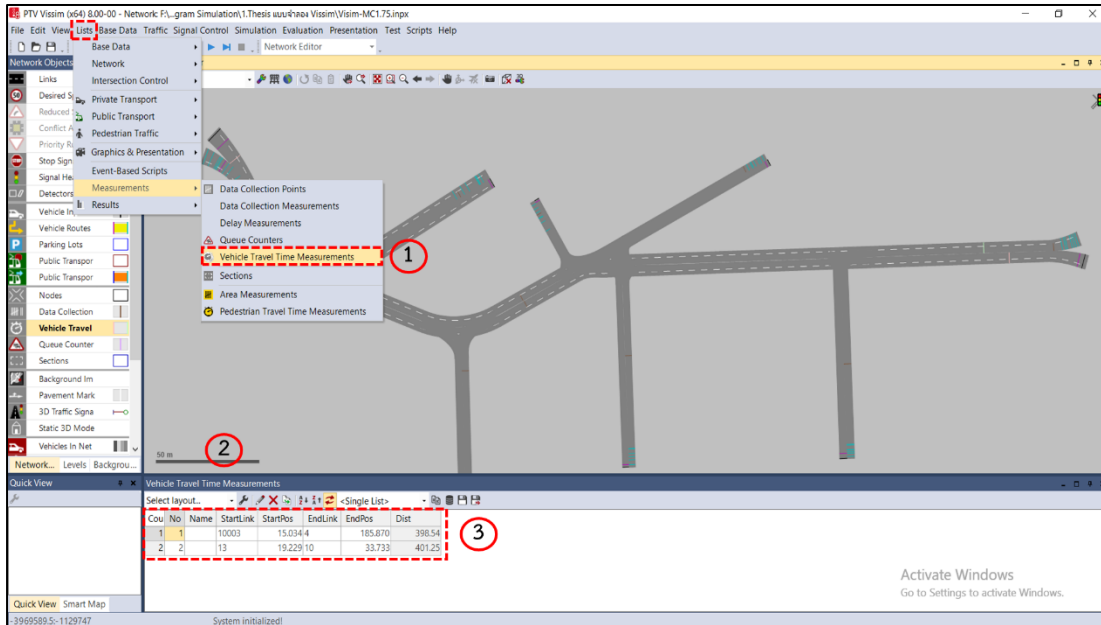
รูปที่ ค-15 การตั้งค่าเพื่อแสดงผลการบันทึกปริมาณการจราจรในแบบจำลอง

2) การตั้งค่าบันทึกเวลาในการเดินทางของยานพาหนะ (Vehicle Travel Times)
 ใช้คำสั่ง (1) Vehicle Travel Times (2) คลิกที่ต้นทางแต่ละขาของทางแยก (สี่ขมพู) แล้วคลิกไปยังตำแหน่งปลายทางที่ยานพาหนะวิ่งผ่าน (สี่เหลี่ยมอ่อน) (3) สามารถกำหนดระยะทางได้โดยเลือกที่เส้นสี่เหลี่ยมอ่อน กำหนดค่า Distance: ตามการใช้งาน เช่น 417 เมตร เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ ค-16



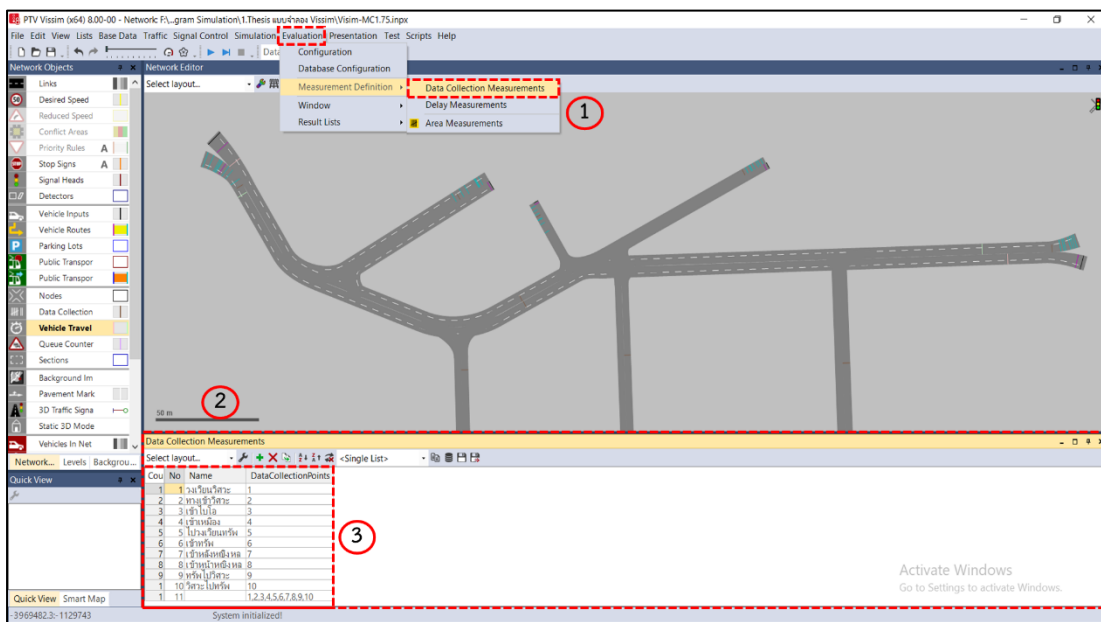
รูปที่ ค-16 การตั้งค่าเพื่อแสดงผลของเวลาในการเดินทาง

จากนั้นเลือกคำสั่ง (1) List > Measurements > Vehicle Travel Times Measurements (2) ปรากฏหน้าต่างชื่อ Vehicle Travel Times (3) กำหนดชื่อของแต่ละทิศทางหรือชื่อถนน > (4) กำหนดระยะทางในการเดินทางของยานพาหนะ ดังแสดงในรูปที่ ค-17



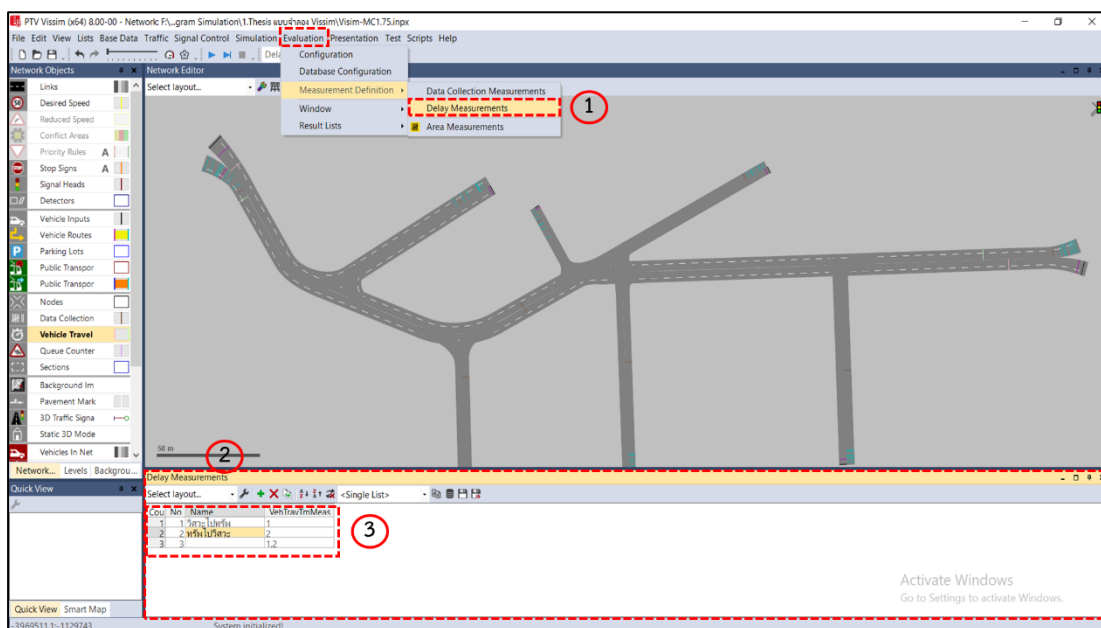
รูปที่ ค-17 การกำหนดชื่อในแต่ละทิศทางในการบันทึกเวลาในการเดินทาง

การแสดงผลลัพธ์ของ Data Collection Measurements โดยเลือกคำสั่ง (1) Evaluation > Measurements Definition > Data Collection Measurements (2) ปรากฏหน้าต่าง Data Collection Measurements ด้านล่างของโปรแกรม (3) Add... พร้อมทั้งกำหนดชื่อ Name และ Data Collection Points ให้ตรงกับที่ได้ตั้งไว้ ดังแสดงในรูปที่ ค-18



รูปที่ ค-18 ขั้นตอนจัดเตรียมการแสดงผลลัพธ์ในแบบจำลอง

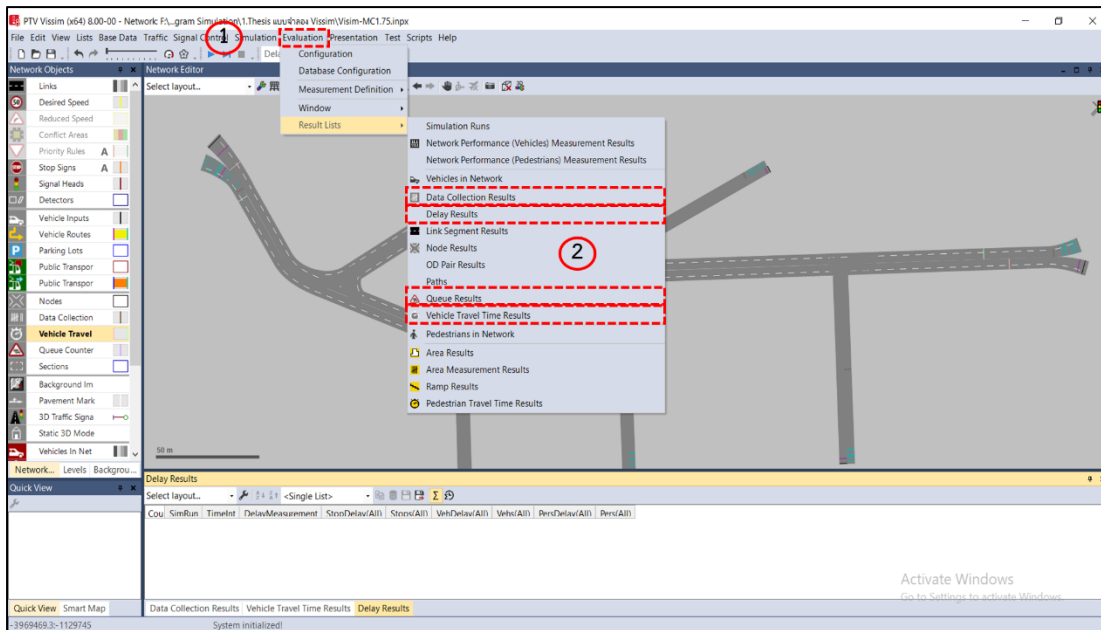
การแสดงผลลัพธ์ของ Delay Measurements ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนของ Data Collection Measurements โดยใช้คำสั่ง (1) Evaluation > Measurements Definition > Delay Measurements (2) ปรากฏหน้าต่าง Delay Measurements (3) Add... พร้อมทั้งกำหนดชื่อ Name: และ VehTravTmMeas ให้ตรงกับที่ได้ตั้งไว้ ดังแสดงในรูปที่ ค-19



รูปที่ ค-19 ขั้นตอนจัดเตรียมการตั้งค่าแสดงผลลัพธ์ค่าเวลาล่าช้า

9) การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับแสดงผลลัพธ์จากแบบจำลอง

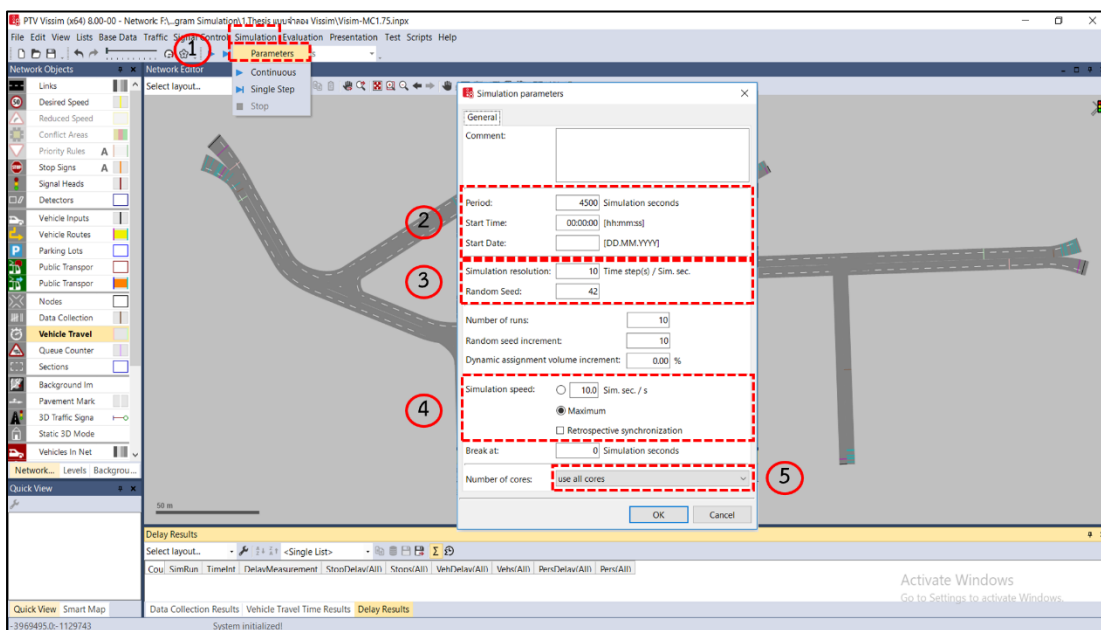
ใช้คำสั่ง (1) Evaluation > Result list... (2) เลือก Data Collection, Delay, และ Vehicle Travel Time ดังแสดงในรูปที่ ค-20



รูปที่ ค-20 การแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลอง

10) การกำหนดค่าตัวแปรและช่วงเวลาในการจำลองผล

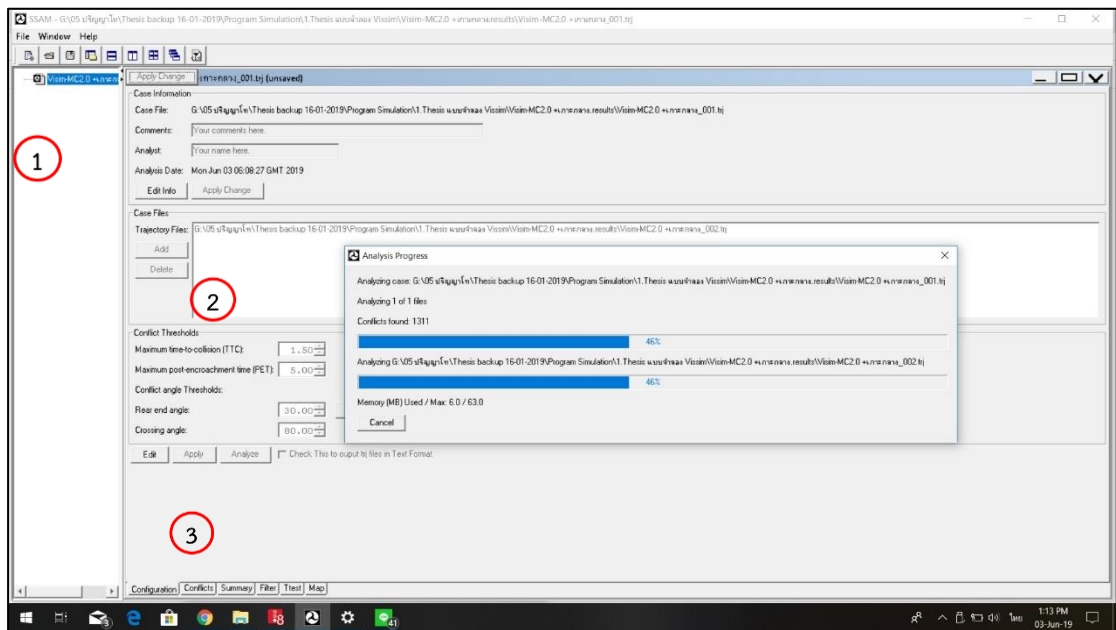
การกำหนดตัวค่าตัวแปรและช่วงเวลาในการจำลองผลการวิเคราะห์สภาพการจราจร เพื่อกำหนดให้โปรแกรมเริ่มวิเคราะห์ผล โดยใช้คำสั่ง (1) Simulation > Parameter ปรากฏหน้าต่างต่าง Simulation Parameters (2) กำหนดช่วงเวลาในการบันทึกผลแบบจำลองดังนี้ > Period = 4500 คือเวลารวมวินาทีในการจำลองแต่ละครั้ง (3) กำหนดค่า Simulation Resolution ในการจำลอง 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลจาก 10 ครั้ง (4) กำหนดค่า Simulation Speed (5) กำหนดค่า Number of Cores > กดปุ่ม OK ดังแสดงในรูปที่ ค-21



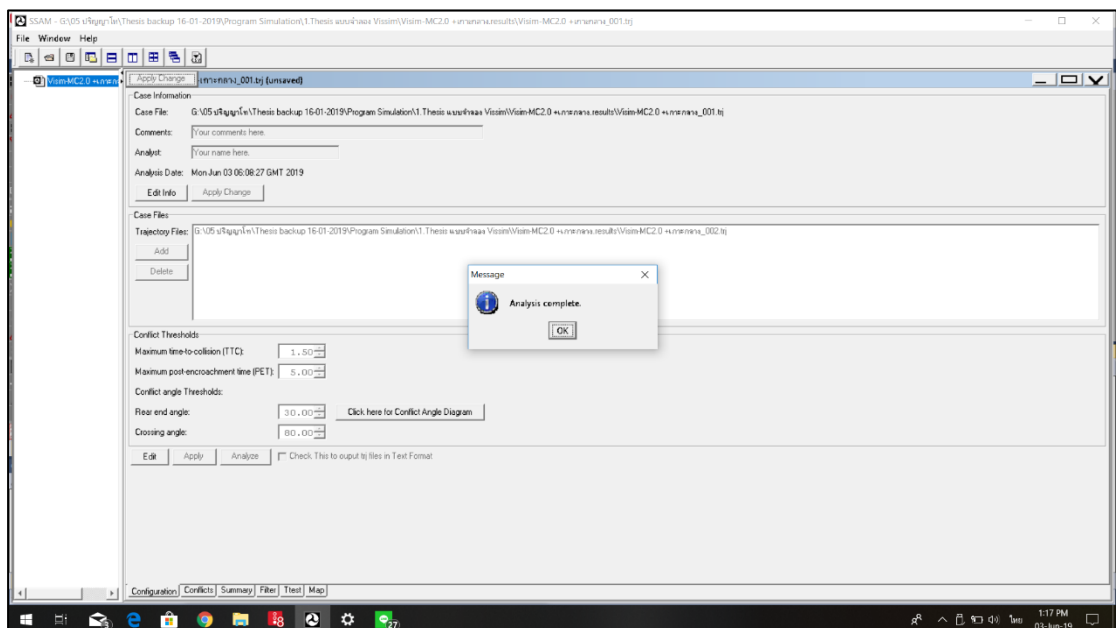
รูปที่ ค-21 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการจำลองและบันทึกผลแบบจำลอง

ภาคผนวก ค-2 วิธีใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM)

การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง โดยเริ่มจากการเปิดโปรแกรม (หน้าจอเริ่มต้นแสดงดังรูปที่ ค-22) ใช้คำสั่ง (1) File > New...ตั้งชื่อไฟล์และเลือกที่อยู่เพื่อบันทึก (2) ..ใช้คำสั่ง Add เลือกไปยังที่อยู่ไฟล์ Trajectory File (.trj) ซึ่งได้จากโปรแกรม VISSIM (3) กดปุ่มคำสั่ง Apply หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์จำนวนจุดขัดแย้งของกระแสนจราจรดังรูปที่ ค-22 และเมื่อกระบวนการวิเคราะห์แล้วเสร็จจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ ค-23

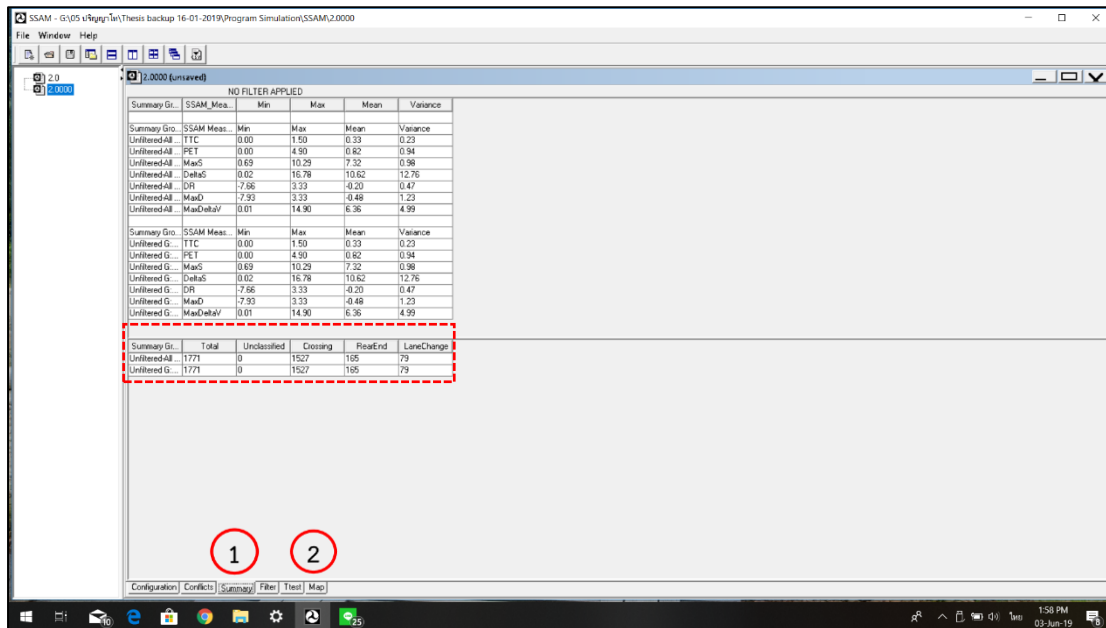


รูปที่ ค-22 การใช้งานแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM)

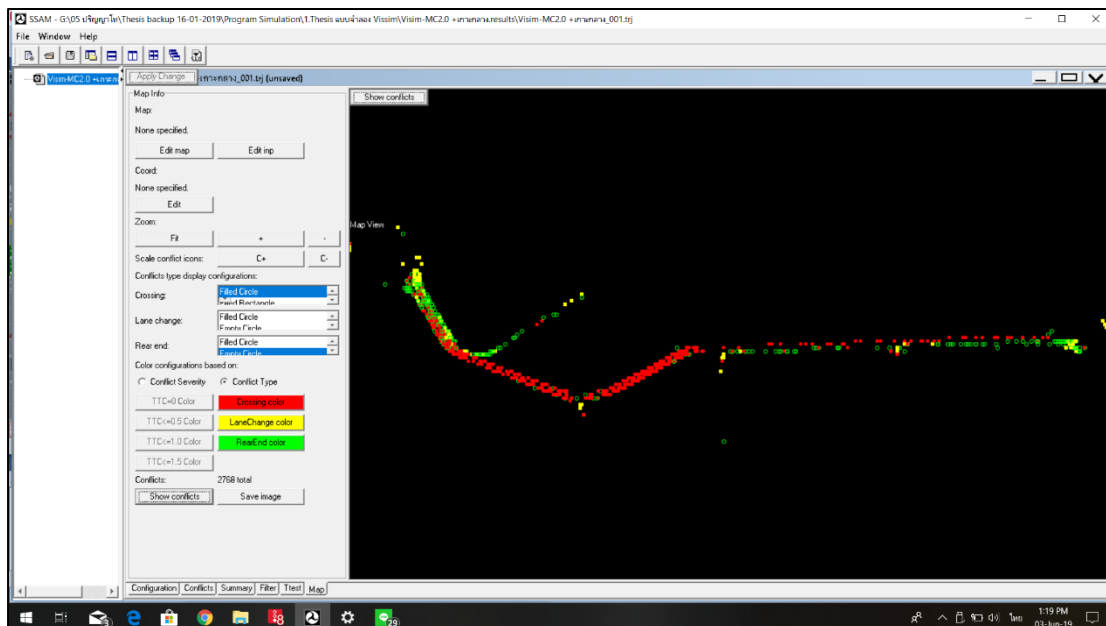


รูปที่ ค-23 หน้าจอแสดงผลเมื่อกระบวนการวิเคราะห์แล้วเสร็จ

หลังจากโปรแกรมเสร็จสิ้นกระบวนการวิเคราะห์ สามารถดูผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองโดยใช้คำสั่ง (1) Summary เพื่อดูรายละเอียดจำนวนจุดขัดแย้งแยกตามประเภทและความขัดแย้งรวมที่เกิดขึ้นดังรูปที่ ค-24 และใช้คำสั่ง (2) Map เพื่อแสดงตำแหน่งจุดขัดแย้งที่เกิดขึ้นบนเส้นทางศึกษา ดังรูปที่ ค-25



รูปที่ ค-24 หน้าจอแสดงผลจากการวิเคราะห์แบบจำลอง



รูปที่ ค-25 แผนที่แสดงจุดขัดแย้งจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณเส้นทางศึกษา

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

- ภาคผนวก ง-1 รายละเอียดการประมาณต้นทุนการปรับปรุงพื้นที่ศึกษา
- ภาคผนวก ง-2 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลประโยชน์จากความปลอดภัย
- ภาคผนวก ง-3 รายละเอียดการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ภาคผนวก ง-1 รายละเอียดการประมาณต้นทุนการปรับปรุงพื้นที่ศึกษา

แบบ ปร.5(ก) แผ่นที่ 1/5

แบบสรุปค่าก่อสร้าง

รูปแบบ/มาตรการ	กรณีที่ 2 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.50 เมตร
ชื่อโครงการ / งานก่อสร้าง	โครงการศึกษาและออกแบบถนน 4 ช่องจราจรภายใน มอ. ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
สถานที่ก่อสร้าง	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
แบบเลขที่	
หน่วยงานเจ้าของโครงการ / งานก่อสร้าง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แบบ ปร.4 ที่แนบ มีจำนวน	4 หน้า
คำนวณราคากลางเมื่อวันที่	14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	Factor F	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	งานถนน Asphaltic Concrete ช่วงที่ 1 กม.0+000 ถึง กม.0+200	2,921,308.94	1.3574	3,965,384.75	
2	งานถนน Asphaltic Concrete ช่วงที่ 2 กม.0+200 ถึง กม.0+460	2,556,348.58	1.3574	3,469,987.56	
	รวมต้นทุนงานทั้งหมด	5,477,657.51		7,435,372.31	
	เงื่อนไขการใช้ตาราง Factor F				
	ค่าฝนตกชุก 1				
	เงินล่วงหน้าจ่าย0.....%				
	เงินประกันผลงานหัก0.....%				
	ดอกเบี้ยเงินกู้7.....%				
	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม7.....%				
	รวม			7,435,372.31	
			รวมค่าก่อสร้าง	7,435,000.00	

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสรุปราคาก่อสร้าง

รูปแบบ/มาตรฐาน	กรณีที่ 3 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.80 เมตร
ชื่อโครงการ / งานก่อสร้าง	โครงการปรับปรุงถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
สถานที่ก่อสร้าง	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
แบบเลขที่	
หน่วยงานเจ้าของโครงการ / งานก่อสร้าง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แบบ ปร.4 ที่แนบ มีจำนวน	4 หน้า
คำนวณราคากลางเมื่อ วันที่	14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	Factor F	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	งานถนน Asphaltic Concrete	2,991,436.98	1.3574	4,060,576.55	
	ช่วงที่ 1 กม.0+000 ถึง กม.0+200			-	
2	งานถนน Asphaltic Concrete	2,569,664.19	1.3574	3,488,062.17	
	ช่วงที่ 2 กม.0+200 ถึง กม.0+460			-	
	รวมต้นทุนงานทั้งหมด	5,561,101.17		7,548,638.72	
	เงื่อนไขการใช้ตาราง Factor F				
	ค่าผันตกขก 1				
	เงินล่วงหน้าจ่าย0.....%				
	เงินประกันผลงานหัก0.....%				
	ดอกเบี้ยเงินกู้7.....%				
	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม7.....%				
	รวม			7,548,638.72	
			รวมค่าก่อสร้าง	7,548,000.00	

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสรุปค่าก่อสร้าง

รูปแบบ /มาตรฐาน	กรณีที่ 6 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.50 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน
ชื่อโครงการ / งานก่อสร้าง	โครงการศึกษาและออกแบบถนน 4 ช่องจราจรภายใน มอ. ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
สถานที่ก่อสร้าง	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
แบบเลขที่	
หน่วยงานเจ้าของโครงการ / งานก่อสร้าง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แบบ ปร.4 ที่แนบ มีจำนวน	4 หน้า
คำนวณราคากลางเมื่อ วันที่	14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	Factor F	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	งานถนน Asphaltic Concrete	3,041,308.94	1.3574	4,128,272.75	
	ช่วงที่ 1 กม.0+000 ถึง กม.0+200			-	
2	งานถนน Asphaltic Concrete	2,724,348.58	1.3574	3,698,030.76	
	ช่วงที่ 2 กม.0+200 ถึง กม.0+460			-	
	รวมต้นทุนงานทั้งหมด	5,765,657.51		7,826,303.51	
	เงื่อนไขการใช้ตาราง Factor F				
	ค่าฝนตกชุก 1				
	เงินล่วงหน้าจ่าย0.....%				
	เงินประกันผลงานหัก0.....%				
	ดอกเบี้ยเงินกู้7.....%				
	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม7.....%				
	รวม			7,826,303.51	
			รวมค่าก่อสร้าง	7,826,000.00	

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสรุปค่าก่อสร้าง

รูปแบบ / มาตรฐาน	กรณีที่ 7 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.80 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน
ชื่อโครงการ / งานก่อสร้าง	โครงการปรับปรุงถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
สถานที่ก่อสร้าง	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
แบบเลขที่	
หน่วยงานเจ้าของโครงการ / งานก่อสร้าง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แบบ ปร.4 ที่แนบ มีจำนวน	4 หน้า
คำนวณราคากลางเมื่อ วันที่	14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	Factor F	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	งานถนน Asphaltic Concrete	3,111,436.98	1.3574	4,223,464.55	
	ช่วงที่ 1 กม.0+000 ถึง กม.0+200			-	
2	งานถนน Asphaltic Concrete	2,737,664.19	1.3574	3,716,105.37	
	ช่วงที่ 2 กม.0+200 ถึง กม.0+460			-	
	รวมต้นทุนงานทั้งหมด	5,849,101.17		7,939,569.92	
	เงื่อนไขการใช้ตาราง Factor F				
	ค่าฝนตกชุก 1				
	เงินล่วงหน้าจ่าย0.....%				
	เงินประกันผลงานหัก0.....%				
	ดอกเบี้ยเงินกู้7.....%				
	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม7.....%				
	รวม			7,939,569.92	
			รวมค่าก่อสร้าง	7,939,000.00	

ที่มา: ผู้วิจัย

แบบสรุปค่าก่อสร้าง

รูปแบบ / มาตรการ	กรณีที่ 8 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 2.00 เมตร และติดตั้งเกาะกลางถนน
ชื่อโครงการ / งานก่อสร้าง	โครงการศึกษาและออกแบบถนน 4 ช่องจราจรภายใน มอ. ระหว่าง ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
สถานที่ก่อสร้าง	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
แบบเลขที่	
หน่วยงานเจ้าของโครงการ / งานก่อสร้าง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แบบ ปร.4 ที่แนบ มีจำนวน	4 หน้า
คำนวณราคากลางเมื่อ วันที่	14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	Factor F	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	งานถนน Asphaltic Concrete ช่วงที่ 1 กม.0+000 ถึง กม.0+200	3,481,850.80	1.3574	4,726,264.27	
2	งานถนน Asphaltic Concrete ช่วงที่ 2 กม.0+200 ถึง กม.0+460	3,055,086.64	1.3574	4,146,974.61	
	รวมต้นทุนงานทั้งหมด	6,536,937.44		8,873,238.88	
	เงื่อนไขการใช้ตาราง Factor F				
	ค่าฝนตกชุก 1				
	เงินล่วงหน้าจ่าย0.....%				
	เงินประกันผลงานหัก0.....%				
	ดอกเบี้ยเงินกู้7.....%				
	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม7.....%				
	รวม			8,873,238.88	
			รวมค่าก่อสร้าง	8,873,000.00	

ที่มา: ผู้วิจัย

ภาคผนวก ง-2 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลประโยชน์จากความปลอดภัย

มาตรการทางเลือก	จำนวนความขัดแย้ง (ครั้ง)			ผลต่างความขัดแย้งเทียบกับถนนเดิม (ครั้ง)			ผลประโยชน์ (บาท)	ผลประโยชน์ (ร้อยละ 1) (บาท)
	ชนมุงจาก	ชนท้าย	เปลี่ยนช่อง	ชนมุงจาก	ชนท้าย	เปลี่ยนช่อง		
กรณีที่ 1 ถนนเดิม	675	327	81	-	-	-	-	-
กรณีที่ 2 1.50 เมตร	1241	78	124	-566	249	-43	-1,683,118,829	-16,831,188
กรณีที่ 3 1.80 เมตร	1343	100	129	-668	227	-48	-1,996,187,822	-19,961,878
กรณีที่ 4 2.00 เมตร	1527	87	269	-852	240	-188	-2,637,495,100	-26,374,951
กรณีที่ 6 1.50 เมตร+เกาะ	308	72	32	367	255	49	1,177,080,275	11,770,803
กรณีที่ 7 1.80 เมตร+เกาะ	274	64	36	401	263	45	1,277,846,047	12,778,460
กรณีที่ 8 2.00 เมตร+เกาะ	382	44	46	293	283	35	950,760,477	9,507,605

ที่มา: ผู้วิจัย

ภาคผนวก ง-3 รายละเอียดการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

มาตรการทางเลือก	เวลาในการเดินทาง (นาที)	เวลาในการเดินทาง ที่ลดลง (นาที)	ผลประโยชน์จากเวลา ในการเดินทางที่ลดลง (บาท/ปี)	ผลประโยชน์จาก ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	มูลค่าต้นทุน (บาท)	มูลค่าต้นทุนต่อปี		BCR
						(บาท/ปี)	(บาท/ปี)	
กรณีที่ 1 ถนนเดิม	89.9	-	-	-	-	-	-	-
กรณีที่ 2 1.50 เมตร	60.6	29.3	187,610	16,831,188	7,435,000	2,065,278	-	8.1
กรณีที่ 3 1.80 เมตร	55.7	34.2	218,985	19,961,878	7,548,000	2,096,667	-	9.4
กรณีที่ 4 2.00 เมตร	54.7	35.2	225,388	26,374,951	8,482,000	2,356,111	-	11.1
กรณีที่ 6 1.50 เมตร+เกาะ	44.8	45.1	288,779	11,770,803	7,826,000	2,173,889	-	5.5
กรณีที่ 7 1.80 เมตร+เกาะ	40.7	49.2	315,031	12,778,460	7,939,000	2,205,278	-	5.9
กรณีที่ 8 2.00 เมตร+เกาะ	39.4	50.5	323,355	9,507,605	8,873,000	2,464,722	-	4.0

ที่มา: ผู้วิจัย

ภาคผนวก จ
บทความวิจัยที่นำเสนอและได้รับการตีพิมพ์

- บทความที่ 1 การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- บทความที่ 2 ผลกระทบของความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์
ต่อประสิทธิภาพการจราจร

บทความงานวิจัยเรื่องที่ 1

ได้นำเสนอและตีพิมพ์บทความการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23



**การประชุมวิชาการ
วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23**

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ
วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ ๒๓
Proceeding of the 23rd National Convention on Civil Engineering

NCCE-23

ภายใต้หัวข้อการประชุม
วิศวกรรมโยธายุคใหม่กับการรับใช้สังคม
SMART Civil Engineering and Social Enterprise

18-20 กรกฎาคม 2561
ณ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

จัดโดย
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์
กองวิชาวิศวกรรมโยธา
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ







การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Analysis of Traffic Management for Motorcycle:
Case Study of Prince of Songkla University

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์^{1*} และ ปรมศวรรค์ เหลือเทพ²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

*Corresponding author; E-mail address: s.jatuwit@hotmail.com

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นชุมชนขนาดใหญ่และครอบคลุมพื้นที่อาคารเรียน โรงพยาบาล รวมทั้งหอพัก บุคลากรและนักศึกษา ซึ่งมีประชากรภายในวิทยาเขตกว่า 30,000 คน ยานพาหนะที่ใช้เดินทางภายในวิทยาเขต ส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 43) รองลงมาเป็นรถยนต์ส่วนบุคคล (ร้อยละ 26) บ่อยครั้งที่การใช้ยานพาหนะทั้งสองประเภทก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด และอุบัติเหตุจราจร สาเหตุหลักประการหนึ่งมาจากการใช้ช่องจราจรร่วมกันระหว่างรถทั้งสองประเภท บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยเลือกช่วงถนนสายหลักในมหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลปัญหาการจราจร สภาวะลักษณะทางกายภาพ และปริมาณจราจรบริเวณช่วงถนนดังกล่าว และนำเสนอมาตรการจัดการจราจรโดยการออกแบบถนนให้มีช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์แยกจากรถยนต์ คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM และวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และระดับการให้บริการ) และประเมินความปลอดภัยก่อนและหลังปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่าการปรับปรุงช่วงถนนดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยลดเวลาเดินทางเฉลี่ยลงร้อยละ 37.93 ลดเวลาล่าช้าเฉลี่ยลงร้อยละ 84.53 และเพิ่มระดับการให้บริการจราจรระดับ D เป็นระดับ A

คำสำคัญ: การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์, ช่องจราจรรถจักรยานยนต์, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

Abstract

Prince of Songkla University, Hat Yai campus, is a major urban area and covers academic buildings, hospital, and dormitories in which a total of more than 30,000 population inside the campus. Vehicles used in the campus are mainly motorcycles (43%),

following by private cars (26 %). The use of these two vehicles often creates traffic congestion and traffic accident problems. A major cause of these problems is a mixed traffic flow between the motorcycle and private cars. This paper presents the analysis of traffic management for the motorcycle. The main road section in the university was selected as a case study. The researchers investigated the traffic problems, collected the physical geometry and traffic flow data of the road section, and proposed the detailed design for exclusive motorcycle lane separated from the private cars. The researchers developed the traffic microsimulation models using VISSIM package and evaluated the traffic efficiency (travel time, delay, and level of service) and the traffic safety performance before and after the improvement. The results showed the improvement could increase both traffic efficiency and safety significantly. The average travel time was reduced by 37.93 %. The average delay time was decreased by 84.53 %. Finally, the level of service was improved from level D to level A.

Keywords: Traffic management for motorcycle, Motorcycle lane, Traffic microsimulation model

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาเรื้อรังระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิต บาดเจ็บ และการในหลายประเทศ โดยเฉพาะภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ปัญหาดังกล่าวมีความรุนแรงสูงสุดเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่นของโลก [1] จากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2558 [1] ระบุว่าประมาณร้อยละ 34 ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนการใช้รถจักรยานยนต์ที่มีสูงมากเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น ส่วนในประเทศไทย พบว่า

ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์สูงถึงร้อยละ 70 [1]

การจราจรโดยทั่วไปประกอบด้วยยานพาหนะหลายรูปแบบ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน เป็นต้น ซึ่งมีขนาดและความสามารถในการใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน การมียานพาหนะมากกว่าหนึ่งรูปแบบบนเส้นทางเดียวกัน เช่น รถจักรยานยนต์หรือรถจักรยาน สัญจรร่วมกับยานพาหนะขนาดใหญ่บ่อยครั้งก็มักเกิดอุบัติเหตุทางถนนทั้งที่มีความรุนแรงน้อยไปจนถึงขั้นเสียชีวิต [2] การจัดการพื้นที่ซึ่งจราจรสำหรับยานพาหนะที่แตกต่างกันจึงมีความสำคัญและเป็นเครื่องมือช่วยลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นบนโครงข่ายถนนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้ มีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการจราจรระหว่างรถยนต์เล็ก (รถจักรยานและรถจักรยานยนต์) และรถยนต์ใหญ่ (รถยนต์และรถบัสโดยสาร) โดยใช้ช่วงถนนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา และแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขในพื้นที่ศึกษา และอาจเป็นแนวทางการศึกษาการจัดการจราจรรถจักรยานยนต์ในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ประกอบด้วย
 - 1) เพื่อศึกษาปัญหาการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนช่วงถนนที่ศึกษา
 - 2) เพื่อศึกษานำแนวทางการจัดการจราจรและออกแบบช่องจราจรที่เหมาะสมสำหรับรถจักรยานยนต์บนช่วงถนนที่ศึกษา

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีอยู่ในหลายประเทศ เช่น อังกฤษ ไต้หวัน จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย เป็นต้น โดยประเทศเหล่านี้มีสัดส่วนของรถจักรยานยนต์ในกระแสรถเป็นจำนวนมาก รูปแบบในการจัดการจราจรมีหลายรูปแบบ โดยอาจแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก และการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนช่วงถนน

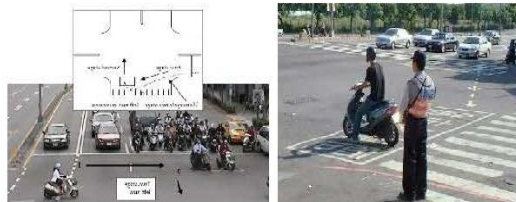
2.1.1 การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก

การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกมีรูปแบบในการจัดการจราจร เช่น มาตรการกำหนดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกสำหรับรถจักรยานยนต์ (Motorcycle Stopping Zone) ซึ่งเมื่อรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่มาถึงบริเวณทางแยก จะมีช่องหยุดรอเฉพาะบริเวณด้านหน้าก่อนรถประเภทอื่น (ตัวอย่างดังรูปที่ 1) นอกจากนี้ ยังมีมาตรการฮุกเทิร์นสำหรับรถจักรยานยนต์ (Motorcycle Hook Turn) โดยจัดให้รถจักรยานยนต์วิ่งได้เฉพาะช่องจราจรด้านซ้าย และกำหนดให้รถจักรยานยนต์วิ่งเลี้ยวซ้ายและหยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณด้านหน้ารถประเภทอื่นเพื่อวิ่งตรงไป เมื่อต้องการเลี้ยวขวาที่ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 2) [3]



ที่มา: [3]

รูปที่ 1 พื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์



ที่มา: [4]

รูปที่ 2 การกำหนดรูปแบบฮุกเทิร์นสำหรับรถจักรยานยนต์

2.1.2 การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนช่วงถนน

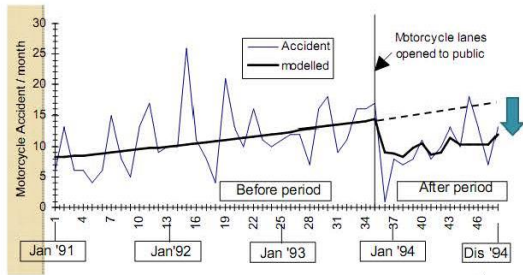
ช่วงถนนที่มีปริมาณจราจรสูงและมียานพาหนะขนาดใหญ่ (รถยนต์ รถบรรทุก) ใช้ช่องจราจรร่วมกับรถจักรยานยนต์ (ใช้ความเร็วต่ำกว่า) มักก่อให้เกิดการขัดแย้งของกระแสจราจร การแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรยานพาหนะขนาดใหญ่ได้ ไม่เพียงแต่จะลดอันตรายของผู้ใช้รถจักรยานยนต์เท่านั้น แต่ยังทำให้การไหลของกระแสจราจรในภาพรวมดียิ่งขึ้น [5]

ในประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีการใช้รถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก ได้มีการทดลองจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์บนทางหลวงสายหลัก F02, Shah Alam [5] (รูปที่ 3) เพื่อลดการขัดแย้งของกระแสจราจรระหว่างรถยนต์กับรถจักรยานยนต์ โดยแยกรถจักรยานยนต์ออกจากยานพาหนะอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า อีกทั้งเพื่อจัดปัญหาการมองเห็นของผู้ขับขี่รถยนต์ และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ จากการเก็บสถิติหลังเปิดใช้งานถนนสายดังกล่าว (รูปที่ 4) พบว่า สามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 39 และลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ได้มากถึงร้อยละ 83 จากผลดังกล่าวทำให้รัฐบาลมาเลเซียกำหนดให้มีการก่อสร้างช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยเฉพาะบนถนนระหว่างเมือง ไม่น้อยกว่าปีละ 1,000 กิโลเมตร [5]



ที่มา: [5]

รูปที่ 3 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนทางหลวงสาย F02, Shah Alam



ที่มา: [5]

รูปที่ 4 สถิติอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ก่อนและหลังใช้ทางช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนทางหลวงสาย F02, Shah Alam

นอกจากนี้ จากการทบทวนมาตรการการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนช่วงถนนของประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย [7] พบว่าการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีหลายรูปแบบแตกต่างกันไป ทั้งตำแหน่ง ขนาด และทิศทางการเดินทางในช่องจราจร ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่หรือถนนที่จัดทำ อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งออกได้ 3 รูปแบบ [9] ดังนี้

- 1) ช่องทางสำหรับรถจักรยานยนต์บนไหล่ทาง (Shoulder Lane) มีการตีเส้นขาวที่บดตลอดแนว พร้อมติดตั้งป้ายจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 5) พบได้ทั่วไปในประเทศไทย
- 2) ช่องทางสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane) มีการตีเส้น เกาะสี และเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง พร้อมติดตั้งป้ายจราจรเพื่อใช้ถนนร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถประเภทอื่น พบได้ในเมืองไทนาน ไต้หวัน ประเทศจีน และประเทศฟิลิปปินส์ เป็นต้น (ตัวอย่างดังรูปที่ 6 และ รูปที่ ๗) หรืออาจกำหนดให้ใช้ช่องจราจรร่วมกับรถประจำทางดังตัวอย่างในกรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย และกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (ดังรูปที่ 6ค และ รูปที่ 6ง)
- 3) ช่องทางเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane) มีการแยกพื้นที่ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากจราจรทั่วไปอย่างชัดเจน โดยใช้อุปกรณ์หรือวัสดุกันเพื่อแบ่งช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากช่องจราจรสำหรับรถยนต์ทั่วไป พบได้ในประเทศมาเลเซียซึ่งมีขนาดความกว้างอยู่ในช่วง 2.00 - 3.50 เมตร (ตัวอย่างดังรูปที่ 7)

2.2 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งทำให้สามารถเห็นสภาพการจราจรต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และสามารถคาดการณ์สภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ยังช่วยในการจัดการจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ตามสถานการณ์สมมติได้อีกทั้งยังสามารถประหยัดเวลาและงบประมาณในการแก้ไขปัญหาจราจร [15]

ชัยวัฒน์ ใหญ่บก [12] ได้สรุปโปรแกรมที่นิยมใช้จำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคซึ่งมีมากมาย ได้แก่ AIMSUN CORSIM FRESIM NETSIM PARAMICS และ VISSIM เป็นต้น แต่ละโปรแกรมมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม โปรแกรม VISSIM มีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรที่ติดขัดได้ดี สามารถจำลองการเดินทางจากข้อมูลตารางการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทางได้ และสามารถกำหนดพฤติกรรม

การขับขี่ของรถจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ (ตัวอย่างดังรูปที่ 8) ดังนั้น การศึกษาจึงเลือกใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค



รูปที่ 5 ช่องรถจักรยานยนต์บนไหล่ทาง ในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย



ก) เมืองไทนาน ไต้หวัน ข) ประเทศฟิลิปปินส์



ค) กรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย ง) กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

ที่มา: ก) [7], ข) [8], ค) [9], ง) [10]

รูปที่ 6 ช่องรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น



ก) กรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย ข) ความกว้างช่องจราจร

ที่มา: ก) [11], ข) [6]

รูปที่ 7 ช่องทางเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์



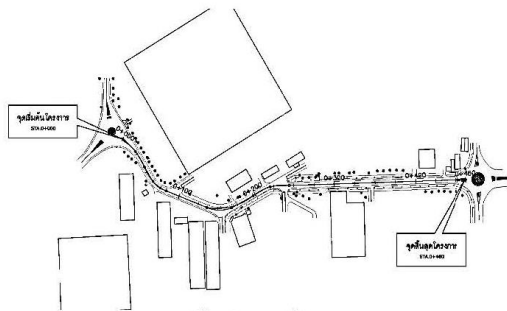
ที่มา:รูป: [13]

รูปที่ 8 หน้าจอการใช้งานโปรแกรม VISSIM จำลองพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของรถจักรยานยนต์และรถจักรยาน

3. วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้ (ดังรูปที่ 9) เป็นช่วงถนนระหว่างทางแยกวงเวียนหน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ (sta.0+000) ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (sta.0+460) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีระยะทางประมาณ 460 เมตร ทั้งนี้ถนนช่วงดังกล่าวเป็นเส้นทางสายหลักในการสัญจรเข้า-ออกมหาวิทยาลัย มีปริมาณการจราจร 1,200 PCU ต่อชั่วโมง ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน และมีแนวโน้มปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น ประกอบกับเส้นทางดังกล่าวได้ถูกออกแบบและใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้ลักษณะทางกายภาพและการจัดการจราจรไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน อีกทั้งยังมีปัญหาผิวจราจรชำรุดก่อให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง โดยเฉพาะกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ดังนั้น เส้นทางดังกล่าวจึงเหมาะสมนำมาใช้ในการศึกษานี้



รูปที่ 9 ช่วงถนนที่ศึกษา

3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ในการศึกษานี้ ได้สำรวจข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนที่ศึกษา ประกอบด้วย 1) ลักษณะทางกายภาพ 2) ปัญหาการจราจร และ 3) ข้อมูลการจราจร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรของช่วงถนนที่ศึกษา ประกอบด้วย แนวเส้นทางถนนปัจจุบัน จำนวนและขนาดความกว้างของช่องจราจร ลักษณะพื้นที่บริเวณทางแยก ตำแหน่งที่จอดรถประจำทาง แนวทางเดิน รัศมีมุมเลี้ยว และระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ซึ่งได้สำรวจระหว่างวันที่ 18-22 สิงหาคม พ.ศ. 2559 โดยการรังวัดพิกัดของตำแหน่งจุดต่าง ๆ ดังกล่าวด้วยกล้องสำรวจและเทปวัดระยะ

3.2.2 การสำรวจข้อมูลปัญหาการจราจร

การสำรวจข้อมูลปัญหาการจราจร เป็นการสำรวจที่ทำให้ทราบปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการจราจรติดขัดบนเส้นทางศึกษา นอกจากนี้ยังสำรวจข้อมูลประเด็นความไม่ปลอดภัยและข้อจำกัดทางกายภาพบริเวณใกล้เคียง เช่น อาคารและสิ่งก่อสร้างที่กีดขวาง เช่น ต้นไม้ เป็นต้น โดยใช้วิธีการเดินสำรวจ จดบันทึก และบันทึกภาพปัญหาต่าง ๆ ที่

เกิดขึ้น ซึ่งได้ลงพื้นที่สำรวจระหว่างวันที่ 5-9 กันยายน พ.ศ. 2559 จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปประเด็นปัญหาและนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำมาตรวจที่นำเสนอไปพัฒนาในแบบจำลองสภาพการจราจร และประยุกต์แบบจำลองเพื่อทดสอบความเหมาะสมของมาตรการต่าง ๆ ผลการสำรวจข้อมูลปัญหาการจราจรสรุปในหัวข้อ 4.1

3.2.3 การสำรวจข้อมูลการจราจร

การสำรวจข้อมูลการจราจรประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลความเร็ว โดยการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1) การสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count) โดยสำรวจในแต่ละทิศทางการจราจร (เลี้ยวซ้าย ตรง เลี้ยวขวา และกลับรถ) ของทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ (Sta. 0+000) ทางแยกเข้า-ออกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (Sta. 0+100) ทางแยกเข้า-ออกตึก BSC (Sta. 0+150) ทางแยกโรงโม่ไอน์ดิเซล (Sta. 0+250) ทางแยกเข้า-ออก คณะทรัพยากรธรรมชาติ (Sta. 0+350) และทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ (Sta. 0+460) ข้อมูลที่ได้ถูกนำไปใช้สร้างตารางปริมาณการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทาง ซึ่งประกอบด้วยจุดต่าง ๆ ดังนี้

- จุด 00 ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์
- จุด 01 ทางแยกเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์
- จุด 02 ทางแยกเข้า-ออก โรงโม่ไอน์ดิเซล
- จุด 03 ทางแยกเข้า-ออก ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
- จุด 04 ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ
- จุด 05 ทางแยกเข้า-ออก คณะทรัพยากรธรรมชาติ
- จุด 06 ทางแยกเข้า-ออก ตึก BSC
- จุด 07 ทางแยกเข้า-ออก หน้าหอสมุดคุณหญิงหลงฯ

2) การสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณช่วงถนน (Mid-Block Count) ได้สำรวจบริเวณช่วงถนนระหว่างทางแยกตึก BSC และทางแยกโรงโม่ไอน์ดิเซล จำนวน 2 วันทำการ (วันศุกร์ที่ 24 มีนาคม และวันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560) โดยใช้วิธีการจดบันทึกลงในแบบสำรวจ และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7:45 - 09:45 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (15:45 - 17:45 น.) การบันทึกข้อมูลปริมาณการจราจรบันทึกทุก ๆ 15 นาที และแบ่งประเภทยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย 1) รถจักรยานยนต์ 2) รถจักรยานยนต์ 3) รถยนต์ส่วนบุคคล และ 4) รถบัสโดยสารสาธารณะและรถบรรทุก ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีหน่วยเป็น คัน (Vehicle) สามารถนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา และทำการแปลงข้อมูลเป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล (PCU) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วน (Peak Hour Volume) และเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบริเวณเส้นทางศึกษาต่อไป

3.3 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนที่ศึกษา

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 7.0 ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนที่ศึกษา โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างแบบจำลองฐาน

การสร้างแบบจำลองฐาน เป็นการจำลองสภาพการจราจรปัจจุบันก่อนการใช้มาตรการจัดการจราจร โดยสร้างแบบจำลองตามลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรปัจจุบัน ที่ได้จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพและปัญหาการจราจร ตัวอย่างของแบบจำลองฯ ดังแสดงในรูปที่ 10



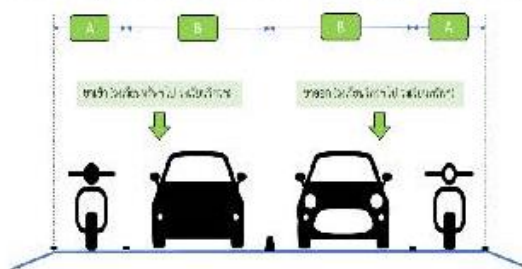
รูปที่ 10 ตัวอย่างการจำลองสภาพการจราจรปัจจุบัน

3.3.2 การเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองฐานที่ได้จากข้อ 3.3.1 ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการจราจรจริงในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียุทธการจราจรติดขัดมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองครั้งนี้จะต้องผ่านเกณฑ์ $GEH < 5$ ซึ่งถือว่ายอมรับได้ (สามารถศึกษารายละเอียดได้จาก [16]) จากนั้น นำแบบจำลองที่ปรับเทียบแล้ว มาตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลปริมาณการจราจร ในช่วงโมงเร่งด่วนเย็น แล้วเปรียบเทียบปริมาณการจราจร ความเร็ว และเวลาในการเดินทางเฉลี่ยให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3.3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรตามมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ คณะผู้วิจัยได้กำหนดขนาดความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ (A) ดังรูปที่ 11 เท่ากับ 1.80 เมตร [14] และช่องจราจรสำหรับรถยนต์ทั่วไป (B) กว้าง 3.00 เมตร



รูปที่ 11 รูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

3.4 การสรุปผลการศึกษาระยะเสนอแนะ

การสรุปผลการศึกษาด้านงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรปัจจุบัน และผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรจากมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ด้วยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3 โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจราจร ประกอบด้วย เวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้า

เฉลี่ย และระดับการให้บริการ (อ้างอิงการวิเคราะห์จาก [13]) ก่อนและหลังการปรับปรุง ซึ่งแสดงไว้ในหัวข้อ 4.4 และทำการออกแบบรายละเอียดเพื่อเสนอเป็นมาตรการแก่วางงานที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาการจราจรของช่วงถนนที่ศึกษาต่อไป รายละเอียดนำเสนอในหัวข้อ 4.5

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลปัญหาการจราจร

จากการสำรวจข้อมูลปัญหาการจราจร พบประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อจราจรติดขัดและความไม่ปลอดภัยของช่วงถนนที่ศึกษา ดังนี้

- 1) ช่องจราจรมีจำกัด (ไป 1 ช่อง กลับ 1 ช่อง) ทำให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็น บริเวณจากทางแยกเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ไปยังทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์
- 2) รอยต่อระหว่างผิวจราจรกับร่องระบายน้ำข้างทาง มีความตื้นระดับ ทำให้ผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถจักรยานเสียหลักตกร่องระบายน้ำบ่อยครั้ง
- 3) ไม่มีทางเท้าและทางม้าลายสำหรับคนข้าม อีกทั้งทางเท้าที่มีอยู่ไม่ปลอดภัย อาจมีรถเสียหลักชนคนเดินได้ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 สภาพปัญหาการจราจร ช่วงทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์

- 4) ช่องจราจรแคบ และไม่มีช่องรอเลี้ยว ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดในช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็น และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้
- 5) ทางเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ดังรูปที่ 13) ตั้งอยู่บริเวณโค้งทางและโค้งตั้ง เป็นอันตรายต่อผู้สัญจรบริเวณ



รูปที่ 13 สภาพปัญหาการจราจรบริเวณทางแยกเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์

6) การจัดการบริเวณทางเข้า-ออก ดึก BSC (ดังรูปที่ 14) ไม่เหมาะสม รถจักรยานยนต์ฝ่าฝืนกฎจราจรบริเวณดังกล่าว ซึ่งใกล้เคียงบริเวณทางโค้งราบและโค้ง อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้



รูปที่ 14 สภาพปัญหาการจราจรบริเวณทางเข้า-ออก ดึก BSC

7) บริเวณทางแยกโรงโอดีเซล (ดังรูปที่ 15) มีรถจอดเพื่อรอรถโดยสารไปยังทางเข้า-ออก หลังหลอมสุดถนนหญิงหลงฯ อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุแก่รถที่ตามมา และรถที่ขึ้นเนินเนินมาจากฝั่งถนนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมองเห็นรถที่อยู่บริเวณบนเนินไม่ชัดเจน

8) เสาไฟฟ้าบดบังทัศนวิสัยระหว่างคนเดินเท้ากับผู้ใช้รถ และสายไฟฟ้าที่ไม่เป็นระเบียบเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางเท้า



รูปที่ 15 สภาพปัญหาการจราจรบริเวณทางแยกโรงโอดีเซล



รูปที่ 16 สภาพปัญหาการจราจรบึงจุ่ม

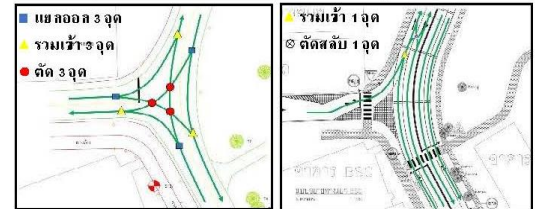
9) ไม่มีช่องรับ-ส่ง ผู้โดยสารสำหรับรถโดยสารสาธารณะ (ดังรูปที่ 16) อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ใช้รถประเภทอื่น และเกิดปัญหาจราจรติดขัดตามมา

จากประเด็นข้างต้น สามารถนำมาพิจารณาและเสนอมาตรการในการจัดการจราจรและความปลอดภัยบริเวณดังกล่าว ได้แก่ การเพิ่มเกาะกลางถนน ตั้งแต่ทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ระยะทางประมาณ 460 เมตร เพื่อลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกต่าง ๆ ในช่วงถนนที่ศึกษา และการลดการขัดแย้งของกระแสจราจรในแต่ละทิศทางโดยเพิ่มช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และแยกการวิ่งของรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์ เพื่อให้การไหลของกระแสจราจรโดยรวมดีขึ้น เกิดความสะดวกและปลอดภัย

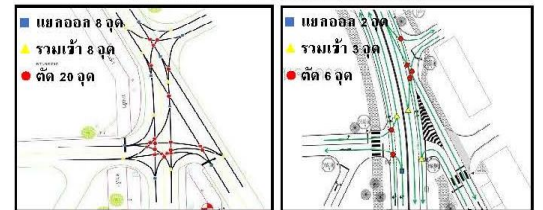
คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกกรณีก่อนและหลังมีมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์สรุปดังรูปที่ 17 ซึ่งพบว่า ทางแยกเดิมมีจำนวนจุดขัดแย้งมากถึง 63 จุด แต่เมื่อปรับเปลี่ยนมาใช้มาตรการจัดการจราจรดังกล่าว จะสามารถลดจุดขัดแย้งรวมได้ถึง 43 จุด เหลือเพียง 20 จุด



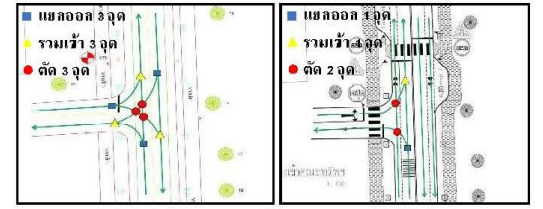
ก) ทางแยกเข้า-ออก คณะวิศวกรรมศาสตร์ (Sta.0+100)



ข) ทางแยกเข้า-ออก ดึก BSC (Sta.0+150)



ค) ทางแยกโรงโอดีเซล (Sta.0+250)

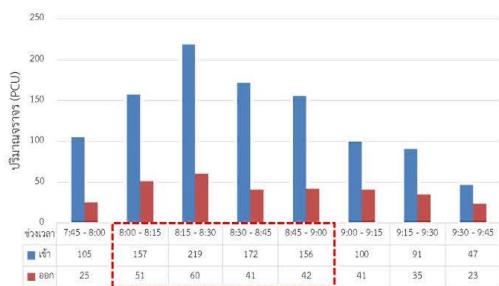


ง) ทางแยกเข้า-ออกคณะทรัพยากรธรรมชาติ (Sta.0+350)

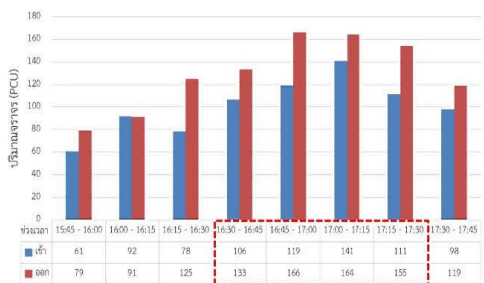
รูปที่ 17 ผลการวิเคราะห์จุดขัดแย้งบริเวณทางแยกก่อนและหลังจัดการจราจร

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร

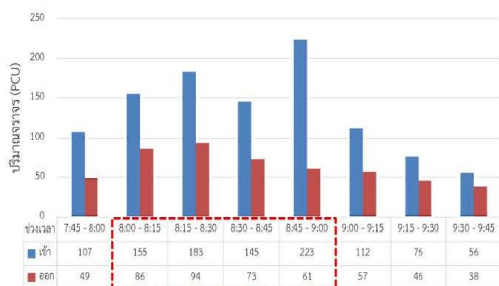
จากผลการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณช่วงถนนระหว่างทางแยก ดึก BSC และทางแยกโรงโม่ไอทีเซล ในช่วงเช้า (7:45 - 09:45 น.) และเย็น (15:45 - 17:45 น.) ของวันศุกร์ที่ 24 มีนาคม และวันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 ดังแสดงในรูปที่ 18 ถึงรูปที่ 21 ตามลำดับ พบว่า ปริมาณการจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็นของวันศุกร์มีค่าเท่ากับ 898 PCU/ชั่วโมง (8:00 - 9:00 น.) และ 1,095 PCU/ชั่วโมง (16:30 - 17:30 น.) ตามลำดับ และสำหรับวันจันทร์มีค่าเท่ากับ 1,020 PCU/ชั่วโมง (8:00 - 9:00 น.) และ 1,224 PCU/ชั่วโมง (16:30 - 17:30 น.) ตามลำดับ ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าของวันจันทร์เป็นตัวแทนในการสร้างแบบจำลองฐานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง



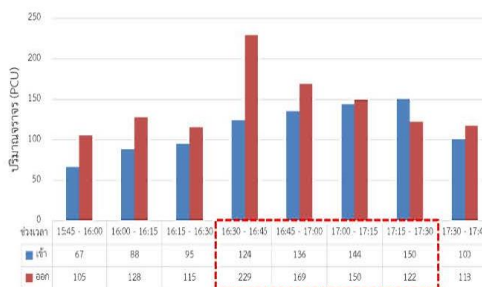
รูปที่ 18 ปริมาณจราจรวันศุกร์ ช่วงเวลา 07:45-09:45 น.



รูปที่ 19 ปริมาณจราจรวันศุกร์ ช่วงเวลา 15:45-17:45 น.

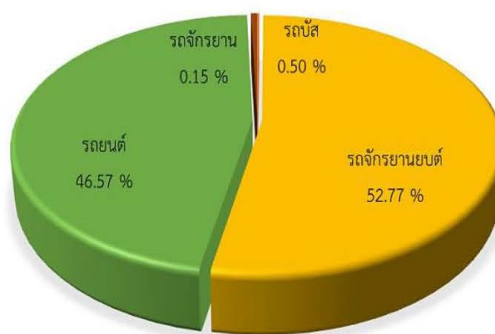


รูปที่ 20 ปริมาณจราจรวันจันทร์ ช่วงเวลา 07:45-09:45 น.



รูปที่ 21 ปริมาณจราจรวันจันทร์ ช่วงเวลา 15:45-17:45 น.

นอกจากนี้ ข้อมูลปริมาณการจราจรข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาสัดส่วนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา ได้ผลดังรูปที่ 22 ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่ 52.77% เป็นรถจักรยานยนต์ รองลงมา 46.57% เป็นรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน มีเพียงส่วนน้อยที่เป็น รถบัสโดยสาร (0.50%) รถจักรยาน (0.15%) และรถบรรทุก 6 ล้อ (0.01%) ตามลำดับ



รูปที่ 22 สัดส่วนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา

ข้อมูลปริมาณการจราจรข้างต้น ยังสามารถนำมาวิเคราะห์หาตารางการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทางเพื่อใช้ประกอบการสร้างแบบจำลองได้ผลแสดงตัวอย่างของการเดินทางในวันจันทร์ช่วงเช้าดังตารางที่ 1

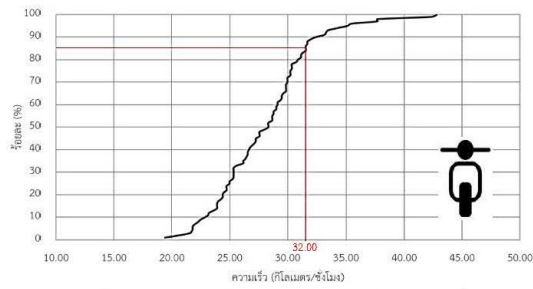
ตารางที่ 1 การกระจายการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทางในวันจันทร์ ระหว่างเวลา 08:00-09:00 น.

ปลายทาง \ ต้นทาง	00	01	02	03	04	05	06	07
00	-	10.97	0.07	0.24	6.35	3.16	2.96	0.14
01	0.38	-	-	-	0.10	0.05	0.04	-
02	-	-	-	-	-	-	-	-
03	0.34	0.15	-	-	0.08	0.04	0.04	-
04	39.37	17.00	0.11	0.37	-	4.89	4.58	0.21
05	0.10	0.04	-	-	0.02	-	0.01	-
06	-	-	-	-	-	-	-	-
07	4.23	1.83	0.01	0.04	1.06	0.53	0.49	-

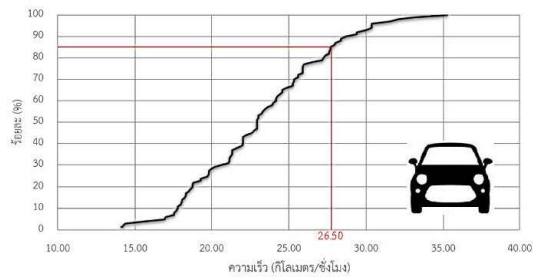
หน่วย: PCU/ชั่วโมง

4.3 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็ว

จากการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ย (Space Mean Speed) ของเส้นทางศึกษา และนำข้อมูลที่นำมาสร้างกราฟการกระจายตัวความเร็ว (Speed Distribution) ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 23 และรูปที่ 24 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์มีค่าเท่ากับ 32.00 และ 26.50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวนำไปประกอบการพัฒนาแบบจำลองต่อไป



รูปที่ 23 การกระจายตัวของความเร็วของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 24 การกระจายตัวของความเร็วของรถยนต์

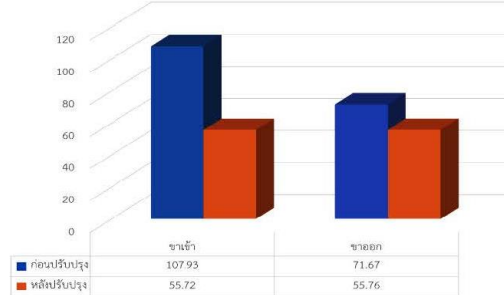
4.4 ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรจากแบบจำลองที่พัฒนา

คณะผู้วิจัยได้นำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หาเวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้าเฉลี่ย และระดับการให้บริการ ก่อนและหลังปรับปรุงตามมาตรการที่นำเสนอในหัวข้อ 3.3 ผลดังแสดงในรูปที่ 25 รูปที่ 26 และตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจร

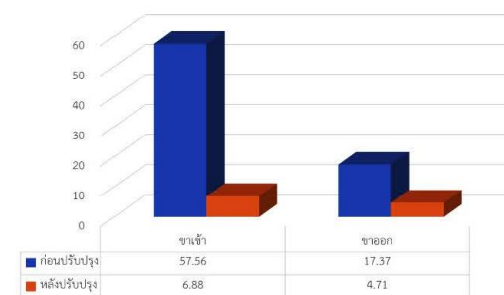
รูปแบบ	เวลาเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง		เวลาล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง		ระดับการให้บริการ
		วินาที	ร้อยละ		วินาที/คัน	ร้อยละ	
ก่อนปรับปรุง (ขาเข้า)	107.93	- 52.21	- 48.37	57.56	- 50.68	- 88.05	E
หลังปรับปรุง (ขาเข้า)	55.72			6.88			A
ก่อนปรับปรุง (ขาออก)	71.67	- 15.91	- 22.20	17.37	- 12.66	- 72.88	B
หลังปรับปรุง (ขาออก)	55.76			4.71			A
ก่อนปรับปรุง (เฉลี่ย 2 ขา)	89.80	- 34.06	- 37.93	37.47	- 31.68	- 84.53	D
หลังปรับปรุง (เฉลี่ย 2 ขา)	55.74			5.79			A

เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Travel Time) หน่วย วินาที



รูปที่ 25 เวลาเดินทางเฉลี่ย (Travel Time)

เวลาล่าช้าเฉลี่ย (Time Delay) หน่วย วินาทีต่อคัน

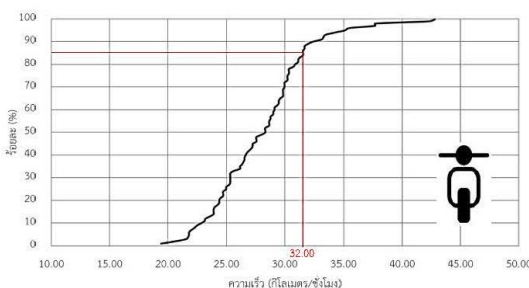


รูปที่ 26 เวลาล่าช้าเฉลี่ย (Time Delay)

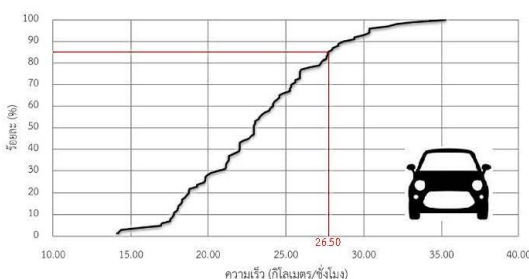
จากผลการศึกษา พบว่า หลังมีมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ส่งผลให้เวลาเดินทางเฉลี่ยลดลง 48.37 % สำหรับทิศทางขาเข้า (จากทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติไปยังทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์) และลดลง 22.20 % สำหรับทิศทางขาออก (จากทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ไปยังทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ) ส่วนเวลาล่าช้าเฉลี่ยลดลง 88.05 % สำหรับทิศทางขาเข้า และ 72.88 % สำหรับทิศทางขาออก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับการให้บริการ ในภาพรวมทั้งสองทิศทาง พบว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์ และการเพิ่มมาตรการเพื่อลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก ส่งผลให้กระแสจราจรไหลดีขึ้น

4.3 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็ว

จากการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ย (Space Mean Speed) ของเส้นทางศึกษา และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟการกระจายตัวความเร็ว (Speed Distribution) ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 23 และรูปที่ 24 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์มีค่าเท่ากับ 32.00 และ 26.50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวนำไปประกอบการพัฒนาแบบจำลองต่อไป



รูปที่ 23 การกระจายตัวของความเร็วของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 24 การกระจายตัวของความเร็วของรถยนต์

4.4 ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรจากแบบจำลองที่พัฒนา

คณะผู้วิจัยได้นำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หาเวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้าเฉลี่ย และระดับการให้บริการ ก่อนและหลังปรับปรุงตามมาตรการที่นำเสนอในหัวข้อ 3.3 ผลดังแสดงในรูปที่ 25 รูปที่ 26 และตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจร

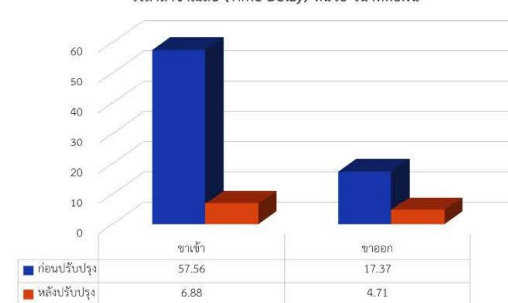
รูปแบบ	เวลาเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง		เวลาล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง		ระดับการให้บริการ
		วินาที	ร้อยละ		วินาที/คัน	ร้อยละ	
ก่อนปรับปรุง (ขาเข้า)	107.93	- 52.21	- 48.37	57.56	- 50.68	- 88.05	E
หลังปรับปรุง (ขาเข้า)	55.72			A			
ก่อนปรับปรุง (ขาออก)	71.67	- 15.91	- 22.20	17.37	- 12.66	- 72.88	B
หลังปรับปรุง (ขาออก)	55.76			A			
ก่อนปรับปรุง (เฉลี่ย 2 ขา)	89.80	- 34.06	- 37.93	37.47	- 31.68	- 84.53	D
หลังปรับปรุง (เฉลี่ย 2 ขา)	55.74			A			

เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Travel Time) หน่วย วินาที



รูปที่ 25 เวลาเดินทางเฉลี่ย (Travel Time)

เวลาล่าช้าเฉลี่ย (Time Delay) หน่วย วินาทีต่อคัน



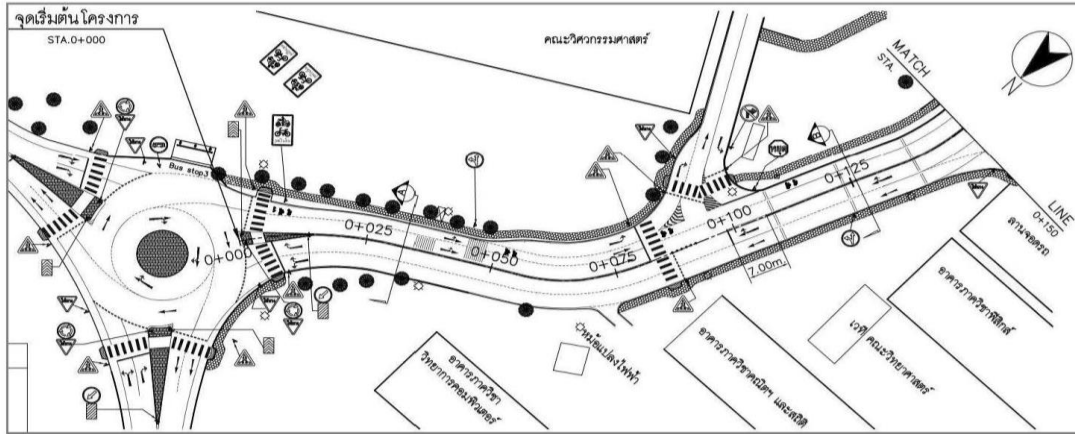
รูปที่ 26 เวลาล่าช้าเฉลี่ย (Time Delay)

จากผลการศึกษา พบว่า หลังมีมาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ส่งผลให้เวลาเดินทางเฉลี่ยลดลง 48.37 % สำหรับทิศทางขาเข้า (จากทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติไปยังทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์) และลดลง 22.20 % สำหรับทิศทางขาออก (จากทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ไปยังทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ) ส่วนเวลาล่าช้าเฉลี่ยลดลง 88.05 % สำหรับทิศทางขาเข้า และ 72.88 % สำหรับทิศทางขาออก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับการให้บริการ ในภาพรวมทั้งสองทิศทาง พบว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์ และการเพิ่มมาตรการเพื่อลดจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก ส่งผลให้กระแสจราจรไหลดียิ่งขึ้น

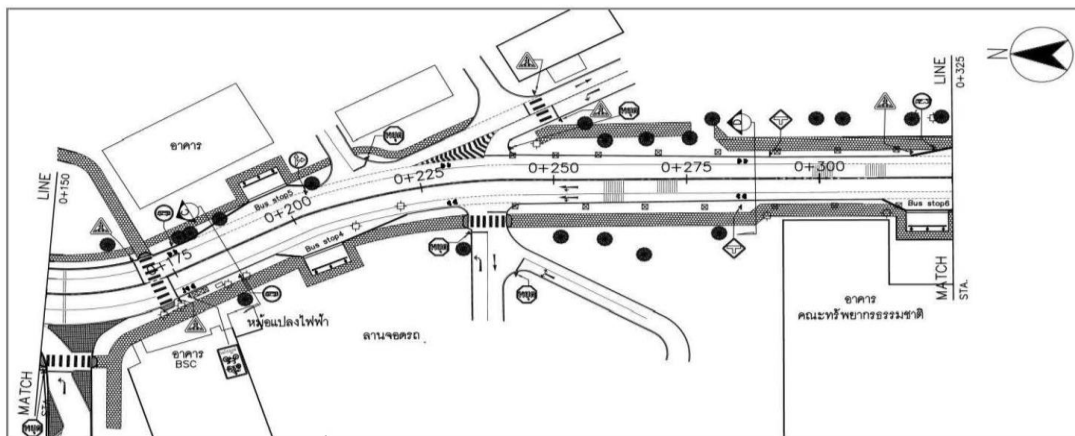
4.5 ผลการออกแบบรายละเอียด

จากผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในหัวข้อที่ผ่านมา บ่งชี้ว่า การใช้มาตรการดังกล่าว มีส่วนเพิ่มประสิทธิภาพของสภาพ

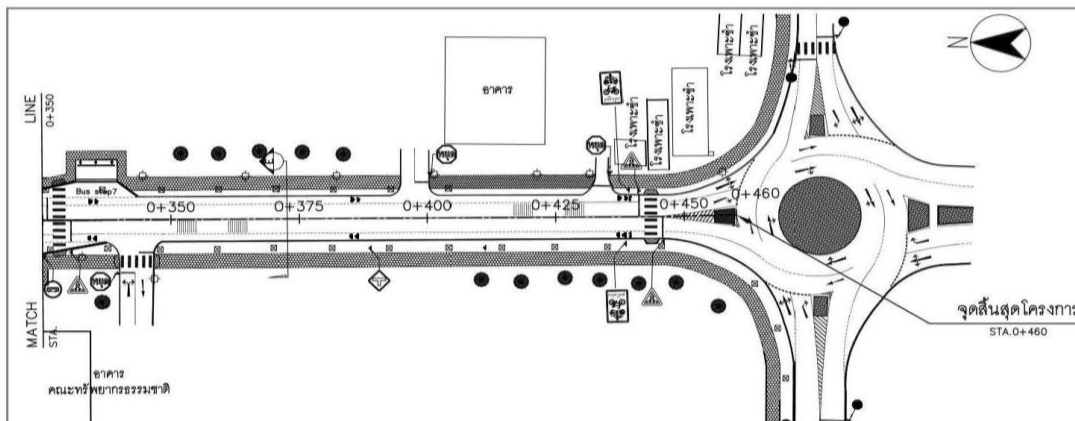
การจราจร และเพิ่มความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบร่างรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 27 ถึงรูปที่ 29) เพื่อเสนอเป็นมาตรการแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาการจราจรของพื้นที่ศึกษาต่อไป



รูปที่ 27 แบบรายละเอียด STA. 0+000 - 0+150



รูปที่ 28 แบบรายละเอียด STA. 0+150 - 0+325



รูปที่ 29 แบบรายละเอียด STA. 0+325 - 0+460

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาด้วยโปรแกรม VISSIM 7.0 ในการวิเคราะห์มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยใช้ช่วงถนนจากทางแยกวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายใต้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา จากผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจราจร ซึ่งประกอบด้วยเวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้า ระดับการให้บริการ พบว่า การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แยกออกจากการจราจรของรถยนต์ทั่วไปสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยในช่วงถนนที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี ผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตัดสินใจนำไปจัดการการจราจรบริเวณที่ศึกษาดังกล่าวต่อไป

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงช่วงถนนศึกษาจากการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แล้ว ควรมีมาตรการอื่นเพิ่มเติมด้วย เช่น เพิ่มเกาะกลางตลอดแนวถนนพื้นที่ศึกษา และปรับเปลี่ยนทิศทางการจราจรเข้าและออก ของทางแยกเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ และทางแยกโรงโอบไอดีเซล เพื่อลดจำนวนจุดขัดแย้งให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้อย่างยิ่งขึ้น ทำยสุดความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นนั้น อาจส่งผลให้ความสะดวกสบายลดลง แต่ความปลอดภัยก็ถือเป็นเป้าหมายในการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบพระคุณคุณศิษย์กัญญา ณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2558 ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรีและเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- [1] WHO (2016). World Health Statistics 2016 : Monitoring health for the SDGs .
- [2] วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล (2548). การศึกษาการปรับปรุงระบบกายภาพการจราจร (การปรับปรุงเส้นทางหลัก และการปรับปรุงระบบการจอดรถ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 1-2.
- [3] วราศักดิ์ ปะสังติโย, ธเนศ เสถียรนาม, วิชชุดา เสถียรนาม, และอรพร พลสีต้า (2556). การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, หน้า TRP 236 – TRP 242.
- [4] Hook, W., & Fabian, B. (2009). *Regulation and Design of Motorized & Non-Motorized Two-and-Three-Wheelers in Urban Traffic*.
- [5] Radin Umar R.S., Mackay M.G., and Hill B.L. (1995). *Preliminary Analysis of Exclusive Motorcycle Lanes Along the Federal Highway F02, Shah Alam, Malaysia*. IATSS Research, Vol.19, No. 2 : 93-98.

- [6] Law, T.H., and Sohadi, R.U.R. (2005). Determination of Comfortable Safe Width in an Exclusive Motorcycle Lane. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 3372–3385.
- [7] Lea, T.Q., Nurhidayatib, Z. A. (2016). *A Study of Motorcycle Lane Design in Some Asian Countries*. *Procedia Engineering* 142, 292– 298.
- [8] Bautista, G. E. (2017). Motorcycle lanes alone won't make riding safer; safe riding attitude will (Online). Available :<http://www.malaya.com.ph> [2017, December 5]
- [9] Putranto, L. S., Suardika, G. P., Sunggiardi, R., Munandar, A. S., and Lutfi, I. (2011) . The Performance of Motorcycle Lanes in Jakarta and Sragen. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (Vol. 2011)*. Eastern Asia Society for Transportation Studies. pp. 290–290.
- [10] Farrell, S. (2011). London's bikes in bus lanes scheme made permanent (Online). Available :<http://www.motorcyclenews.com> [2017, December 5]
- [11] Hinchliffe, M. (2017). UN suggests separate motorcycle lanes (Online) . Available :<http://www.motorbikewriter.com> [2017, December 5]
- [12] ชัยวัฒน์ ใหญ่บงก. (2557). การปรับปรุงการจราจรบริเวณสี่ทางแยกบนถนนกาญจนาภิเษยในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. ประเทศไทย.
- [13] PTV Planning Transport Verkehr AG [PTV]. (2014). VISSIM 6.00-07. User Manual, PTV, Karlsruhe.
- [14] Law, T. H., and Sohadi, R. U. R. Determination of Comfortable Safe Width in an Exclusive Motorcycle Lane. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, (2005). 6, 3372–3385.
- [15] Krogscheepers, C., and Kadir, K. (2001). Latest Trends in Micro Simulation: An Application of the Paramics Model. 20th South African Transport Conference. South Africa: BKS (Pty) Ltd.
- [16] ชัยวัฒน์ ใหญ่บงก และปรเมศวร์ เหลือเทพ (2558). การวิเคราะห์การจัดการจราจรของจุดทางแยกต่อเนื่อง กรณีศึกษาเทศบาลนครหาดใหญ่. *วารสารวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.*, ปีที่ 8, ฉบับที่ 1, หน้า 103-141.



เกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

นายจตุวัฑฒ์ สุวรรณรงค์

ได้นำเสนอบทความในหัวข้อ

การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ในการประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23
ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 18-20 กรกฎาคม 2561 ณ โรงแรมบารายรอยพระ-จุลจอมเกล้า

(รองศาสตราจารย์ โอบก ศิริพานิชกร)
ประธานสาขาวิศวกรรมโยธา
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

พยาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนวัน จันทวาลย์)
ผู้อำนวยการกองช่างวิศวกรรมโยธา
กองช่างศึกษา โรงเรียนบนาบารายรอยพระ-จุลจอมเกล้า

วันที่ พิมพ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิพร ศิริสวัสดิ์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา



บทความงานวิจัยเรื่องที่ 2

ได้นำเสนอและตีพิมพ์บทความการประชุมสัมมนาสมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย (ATRANS) ครั้งที่ 11



PROCEEDING OF 11TH ATRANS ANNUAL CONFERENCE: YOUNG RESEARCHER'S FORUM 2018

TRANSPORTATION FOR A BETTER LIFE:
LESSONS LEARNED FROM GLOBAL EXPERIENCES TO LOCAL BEST PRACTICES

24 August 2018

Bangkok, Thailand

ผลกระทบของความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ต่อประสิทธิภาพของการจราจร

Effects of Motorcycle Lane Width on Traffic Efficiency

หมายเลขบทความ: AYRF2018-028

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์

Jatuwit Suwannarong

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

โทรศัพท์ 0-9502-0440 โทรสาร 0-7445-9396

E-mail: sjatuwit@hotmail.com

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุทางถนนจากการใช้รถจักรยานยนต์เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิต บาดเจ็บ และพิการในประเทศไทย โดยมีผู้เสียชีวิตสูงประมาณร้อยละ 73 ของผู้ใช้งานทุกประเภท สาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์มาจากการใช้ช่องจราจรร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถยนต์ประเภทอื่น บทความนี้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของการใช้ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาการเดินทาง, ความล่าช้า และระดับการให้บริการ) โดยเลือกช่วงถนนสายหลักระหว่างวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึงวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นกรณีศึกษา ในการศึกษาได้แบ่งความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกเป็น 1.50 1.80 และ 2.00 เมตร ตามลำดับ และใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจราจรบนความกว้างที่ต่างกัน รวมทั้งนำผลที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) จากการปรับปรุงช่องจราจร ผลการศึกษาพบว่า ช่องจราจรความกว้าง 1.80 เมตร มีความเหมาะสมมากที่สุด (BCR=1.56) โดยลดเวลาการเดินทาง 37.99 % ลดความล่าช้า 85.03 % และเพิ่มระดับการให้บริการขึ้นจากระดับ D เป็นระดับ A

คำสำคัญ: ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์, ความกว้างช่องจราจร, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

Abstract

Road accidents from motorcycles are the main cause of deaths, injuries and disabilities in Thailand, in which the fatalities from motorcyclists are about 73% of the fatalities from all road users. One cause of accident and severity of the motorcycle accidents is the mixed use of travelling lane between motorcycle and other motorized vehicles. This paper presents the effects of motorcycle lane on traffic efficiency (travel time, delay, and level of service). The main road section between Faculty of Engineering roundabout and Faculty of Natural Resources roundabout in the Prince of Songkla University was selected as the case study. In the study, the motorcycle lane widths were divided into 1.50, 1.80 and 2.00 meters. The traffic microsimulation models, developed in this study, were applied to evaluate the traffic efficiency based on the different lane widths, and to determine the benefit to cost ratio from the motorcycle lane improvement. The results showed that the width of 1.80 meter was the most suitable (BCR = 1.56) in which the travel time was reduced by 37.99 %, the delay time was decreased by 85.03 %, and the level of service was improved from level D to level A.

Keywords: Motorcycle lane, Lane width, Traffic microsimulation model

1. บทนำ

อุบัติเหตุทางถนนจากการใช้รถจักรยานยนต์เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิต บาดเจ็บ และพิการในประเทศไทย โดยมีผู้เสียชีวิตสูงประมาณร้อยละ 73 ของผู้ใช้ทางทุกประเภท[1] ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการใช้รถจักรยานยนต์ที่มีสูงเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่นทั่วโลก

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ นอกจากเป็นพื้นที่ประกอบด้วยอาคารเรียน หอพักบุคลากรและนักศึกษาซึ่งมีประชากรรวมกันมากกว่า 30,000 คนแล้ว ยังเป็นที่ตั้งของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่สำหรับพักผ่อนและออกกำลังกายของประชาชนชาวอำเภอเมืองหาดใหญ่ พื้นที่ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ได้รับการพัฒนามาโดยตลอด ส่งผลให้จำนวนนักศึกษาและบุคลากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้ยานพาหนะของนักศึกษาและบุคลากรภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ พบว่ากว่าร้อยละ 52.77 ใช้รถจักรยานยนต์เพื่อการเดินทางเป็นหลัก รองลงมาร้อยละ 46.57 ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล[4] นอกจากการใช้ยานพาหนะทั้งสองประเภทที่ก่อให้เกิดปัญหาอุบัติเหตุแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงโมงเร่งด่วนอยู่บ่อยครั้ง สาเหตุหลักประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวมาจากการใช้ช่องทางจราจรร่วมกันระหว่างรถทั้งสองประเภทที่มีขนาดและการใช้ความเร็วที่แตกต่างกันสัญจรร่วมกัน การจัดการพื้นที่ช่องทางจราจรสำหรับยานพาหนะที่แตกต่างกันจึงมีความสำคัญและสามารถเป็นเครื่องมือที่จะช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุและความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรในช่วงถนนได้ [2]

จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้ มีเป้าหมายเพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการจราจรระหว่างรถจักรยานยนต์และรถยนต์ โดยใช้ช่วงถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา และใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือในการประเมินผลเพื่อหาความกว้างช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมซึ่งขึ้นกับ ประสิทธิภาพการจราจรและความคุ้มค่าในการลงทุน ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขช่วงถนนในพื้นที่ศึกษา และเป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษามาตรการทางวิศวกรรมในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ประกอบด้วย

- 1) เพื่อศึกษาผลกระทบของความกว้างช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ (1.50, 1.80 และ 2.00 ม.) ต่อประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และระดับการให้บริการ)
- 2) เพื่อศึกษาหาความกว้างที่เหมาะสมของช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยพิจารณาจากต้นทุนและผลประโยชน์จากการปรับปรุง

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

- 1) ศึกษาผลกระทบของความกว้างช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ (1.50, 1.80 และ 2.00 ม.) ต่อประสิทธิภาพของการจราจร (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และระดับการให้บริการ)
- 2) หาความกว้างของช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่กรณีศึกษา โดยวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ก่อนและหลังปรับปรุง

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตราการจัดช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

บนถนนที่มียานพาหนะขนาดใหญ่ซึ่งสัญจรด้วยความเร็วสูง เช่น รถยนต์ และรถบรรทุก เป็นต้น ใช้ช่องทางจราจรร่วมกับรถจักรยานยนต์ที่สัญจรด้วยความเร็วต่ำ จะทำให้การจราจรเกิดความขัดแย้ง หากสามารถแยกการจราจรของรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสการจราจรยานพาหนะขนาดใหญ่ได้ ไม่เพียงแต่จะลดอันตรายของผู้ใช้รถจักรยานยนต์เท่านั้น แต่ยังทำให้การไหลของกระแสการจราจรดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเมืองที่มีรถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก [3]

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ (2561) ได้ศึกษารูปแบบมาตรการการจัดช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศต่าง ๆ ที่มีปริมาณการใช้รถจักรยานยนต์ในกระแสการจราจรสูง โดยส่วนใหญ่อยู่ในแถบทวีปเอเชีย พบว่าการจัดช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์มีรูปแบบแตกต่างกันไปตามตำแหน่ง ขนาด และทิศทางการเดินทางในช่องทางจราจร ซึ่งขึ้นกับพื้นที่หรือประเภทถนน โดยสามารถแบ่งออกได้ 3 รูปแบบ คือ 1) การจัดช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนไหล่ทาง (Shoulder Lane) โดยมีการตีเส้นขาวที่บดตลอดแนว พร้อมติดตั้งป้ายจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 1) พบเห็นได้โดยทั่วไปในประเทศไทย 2) การจัดช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane) โดยมีการตีเส้น เกาะสี และเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง พร้อมติดตั้งป้ายจราจรเพื่อใช้ถนนร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถประเภทอื่น พบได้ในไต้หวัน ประเทศจีน และประเทศฟิลิปปินส์ เป็นต้น (ตัวอย่างดังรูปที่ 2ก และ รูปที่ 2ข) หรืออาจกำหนดให้ใช้ช่องทางจราจรร่วมกับรถประจำทางดังตัวอย่างในกรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย และกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (ดังรูปที่ 2ค และ รูปที่ 2ง) 3) การจัดช่องทางจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane) ทำให้ได้โดยการแยกช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสการจราจรทั่วไปอย่างชัดเจน ด้วยการกั้นแบ่งช่องทางจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกจากช่องทางจราจรรถยนต์ทั่วไป พบได้ในประเทศมาเลเซียซึ่งมีขนาดความกว้างอยู่ในช่วง 2.00 - 3.50 เมตร [4] (ตัวอย่างดังรูปที่ 3)

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2018
PROCEEDING OF
YOUNG RESEARCHER'S FORUM



รูปที่ 1 ตัวอย่างการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์บนไหล่ทาง (Shoulder Lane)



ก) ประเทศจีน ข) ประเทศฟิลิปปินส์



ค) ประเทศอินโดนีเซีย ง) ประเทศอังกฤษ

ที่มา: ก) [5], ข) [6], ค) [7], ง) [8]

รูปที่ 2 ตัวอย่างการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane)



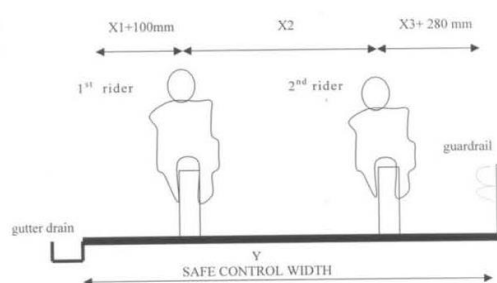
รูปที่ 3 ตัวอย่างการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane)

ที่มา: [9]

Teik Hua LAW (2005) ทำการวิจัยหาความกว้างช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสม และเกิดความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่โดยใช้วิธีวิเคราะห์หาคดรอยโลจิสติกส์ ตัวแปรคือสถานะที่เกี่ยวข้องกับระดับความสะดวกสบายของผู้ขับขี่ในการแข่ง ซึ่งได้สรุปความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมคือ 3.81 เมตร โดยมีระยะ X1, X2 และ X3 เท่ากับ 1.19, 1.14 และ 1.18 เมตร [10] ตามลำดับ ดังรูปที่ 4

**Transportation for A Better Life:
 Lessons Learned from Global Experiences
 to Local Best Practices**

August 24, 2018, Bangkok, Thailand



รูปที่ 4 ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

ที่มา: [10]

2.2 การใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เป็นการจำลองพฤติกรรมเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่อยู่ในโครงข่ายถนน สามารถจำลองรูปแบบและสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เสมือนจริง ช่วยเพิ่มข้อมูลในการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการแก้ไขปัญหาจราจรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ก่อให้เกิดการประหยัดเวลาและงบประมาณ

ชิวตัน ไชญบุก [11] ได้ศึกษาและสรุปโปรแกรมที่นิยมใช้ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ AIMSUN FRESIM CORSIM NETSIM PARAMICS และ VISSIM เป็นต้น โดยแต่ละโปรแกรมมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่มีการจำลองพฤติกรรมรถจักรยานยนต์ และรถจักรยานยนต์ ซึ่งโปรแกรมมีฟังก์ชันที่สามารถกำหนดระยะเวลาในการขับขี่ตามกัน และระยะห่างด้านข้างระหว่างยานพาหนะแต่ละคัน นอกจากนี้ โปรแกรม VISSIM สามารถกำหนดให้ยานพาหนะวิ่งแซงยานพาหนะด้านหน้าที่มีความเร็วช้ากว่าภายในช่องจราจรเดียวกันได้ ซึ่งจากฟังก์ชันเกี่ยวกับการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจุบันยังไม่มีโปรแกรมใดจำลองได้เสมือนจริงเท่าโปรแกรม VISSIM

วราศักดิ์ ปะสงค์โย [12] ได้วิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ บริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ ออกเป็น 2 มาตรการ ประกอบด้วย การกำหนดพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และการกำหนดช่องทางด้านซ้ายเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับการกำหนดให้รถจักรยานยนต์วิ่ง Hook Turn เมื่อต้องการเลี้ยวขวา ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองมาตรการสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระดับการให้บริการบริเวณทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยส่งผลให้เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และ ความยาวของแถวคอยลดลง และยังช่วยลดปริมาณก๊าซมลพิษทางอากาศได้อีกด้วย

Matsumoto et al. [13] ประเทศญี่ปุ่นมีกฎจราจรในการขับที่รถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประจำทางอยู่ 2 รูปแบบ คือกฎโตเกียว ที่ระบุไว้ว่า รถจักรยานยนต์ไม่สามารถขับขึ้นช่องจราจรสำหรับรถประจำทางและกฎของคานาเกะ ระบุไว้ว่า อนุญาตให้รถจักรยานยนต์สามารถขับขึ้นช่องจราจรสำหรับรถประจำทางได้ จากการศึกษาผู้วิจัยได้มีการเสนอกฎใหม่เพื่อให้รถจักรยานยนต์สามารถใช้ช่องจราจรร่วมกับรถโดยสารประจำทางได้และเกิดความสมดุล ซึ่งอาจลดอุบัติเหตุจราจรได้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการควบคุมการจราจรด้วยกฎจราจรรูปแบบใหม่ กรณีศึกษา เมืองคานาเกะ และเมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการจำลองสภาพการจราจรภายใต้เงื่อนไข คือ การใช้ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ สัดส่วนผสมผสานของรถจักรยานยนต์และยานพาหนะอื่น ๆ และปริมาณการจราจรของรถจักรยานยนต์ในช่องจราจร โดยผลจากการวิเคราะห์การจราจรในกฎจราจรรูปแบบต่าง ๆ นั้น ทำให้ทราบว่า ปริมาณการจราจรของยานพาหนะแต่ละช่องจราจรของกฎจราจรรูปแบบใหม่มีค่าที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ ดังนั้น การจราจรของกฎจราจรรูปแบบใหม่ที่ได้ สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการจราจรลงได้

สุลกีฟลี มานะ [14] พยายามพัฒนารูปแบบและความกว้างมาตรฐานสำหรับรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย ซึ่งพิจารณารูปแบบที่เหมาะสมจากข้อมูลอุบัติเหตุเกี่ยวกับตัวแปรของความเร็วและปริมาณจราจร โดยกำหนดช่วงความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์เริ่มต้นลงในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร ความกว้างของช่องจราจร และระดับการให้บริการ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจัดช่องจราจรจริงในสนามเพื่อเก็บข้อมูลความเร็วตามการเปลี่ยนแปลงขนาดช่องจราจรเพื่อเทียบกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและการลดอุบัติเหตุ จากผลการวิจัย พบว่า ความกว้างช่องจราจร 2.00 – 3.00 เมตรเป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับรูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane) และผู้วิจัยได้เสนอความกว้างที่เหมาะสมสำหรับการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (Exclusive Lane) อยู่ในช่วง 3.00 – 4.00 เมตร

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ [3] ได้สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM โดยใช้รูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ร่วมกับรถประเภทอื่น (Shared Lane) โดยใช้ช่วงถนนภายในมหาวิทยาลัยเป็นเส้นทางศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจราจร และประเมินความปลอดภัยก่อนและหลังปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงช่วงถนนช่วงดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถลดเวลาเดินทางเฉลี่ยในการสัญจรผ่านเส้นทางศึกษาลงได้

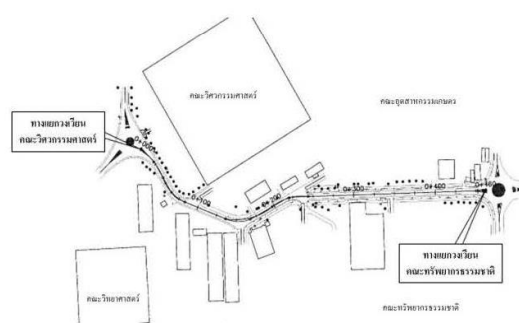
ร้อยละ 37.93 ลดเวลาล่าช้าเฉลี่ยลงได้ร้อยละ 84.53 และสามารถเพิ่มระดับการให้บริการโดยรวมในเส้นทางศึกษาจากระดับ D เป็นระดับ A

จากการศึกษารูปแบบการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ และจากการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ พบว่า มีความแตกต่างกันไป ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาหรือประเภทถนนซึ่งมีผลต่อการใช้ความเร็วและปริมาณจราจรที่แตกต่างกันไป

3. วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

ในงานวิจัยครั้งนี้ พื้นที่ศึกษางานวิจัย คือ เส้นทางถนนบริเวณทางแยกวงเวียนหน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ทางแยกวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีระยะทางประมาณ 460 เมตร (รูปที่ 5) ทั้งนี้ถนนดังกล่าวเป็นเส้นทางสายหลักสายหนึ่งในการสัญจรเข้า-ออกมหาวิทยาลัย โดยเส้นทางดังกล่าวได้ถูกออกแบบและใช้งานมาเป็นระยะเวลาอันนาน ทำให้มีลักษณะทางกายภาพและการจัดการจราจร ไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน และปัญหาผิวจราจรชำรุดก่อให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง โดยเฉพาะกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ประกอบกับปริมาณการจราจรสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น ดังนั้น พื้นที่ดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการศึกษา การวิเคราะห์หาการจัดการจราจรให้ดีขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่รับผิดชอบนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขช่วงถนนสายดังกล่าว



รูปที่ 5 เส้นทางศึกษา

ที่มา: [3]

3.2 ข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนที่ศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลการจราจร ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อ้างอิงผล

การสำรวจลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลการจราจรจากงานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่นำเสนอในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23 [3] โดยมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

1) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ

การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรของช่วงถนนที่ศึกษาจำเป็นต้องใช้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพในพื้นที่ศึกษาจริงในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย แนวและระดับของถนนเดิม ขนาดความกว้างและจำนวนของช่องจราจร ลักษณะพื้นที่และการจัดการจราจรบริเวณทางแยกทางเดินเท้า และระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง เช่น เสาไฟฟ้า ท่อน้ำประปา เป็นต้น โดยทำการสำรวจด้วยกล้องสำรวจและนำข้อมูลต่าง ๆ มาเขียนแบบสภาพของถนนเดิมเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองฐานต่อไป

2) ข้อมูลการจราจร

ข้อมูลการจราจรที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลความเร็ว ในส่วนของข้อมูลปริมาณการจราจรผู้วิจัยได้ทำการสำรวจโดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ทำการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count) ของทางแยกแต่ละจุด ในเส้นทางศึกษา และทำการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณช่วงถนน (Mid-Block Count) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับแก้ข้อมูลปริมาณการจราจรโดยรวมของพื้นที่ศึกษา ซึ่งแบ่งการสำรวจออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7:45 - 09:45 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (15:45 - 17:45 น.) ทำการบันทึกข้อมูลปริมาณการจราจรในทุก ๆ 15 นาที และแบ่งประเภทยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถบัสโดยสารสาธารณะ โดยมีผลการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณช่วงถนน ในช่วงเช้า (7:45 - 09:45 น.) และเย็น (15:45 - 17:45 น.) ของวันศุกร์ที่ 24 มีนาคม และวันจันทร์ที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณการจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็นของวันศุกร์ มีค่าเท่ากับ 898 PCU/ชั่วโมง (8:00 - 9:00 น.) และ 1,095 PCU/ชั่วโมง (16:30 - 17:30 น.) ตามลำดับ และสำหรับวันจันทร์ มีค่าเท่ากับ 1,020 PCU/ชั่วโมง (8:00 - 9:00 น.) และ 1,224 PCU/ชั่วโมง (16:30 - 17:30 น.) ตามลำดับ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าของวันจันทร์เป็นตัวแทนในการสร้างแบบจำลองฐานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

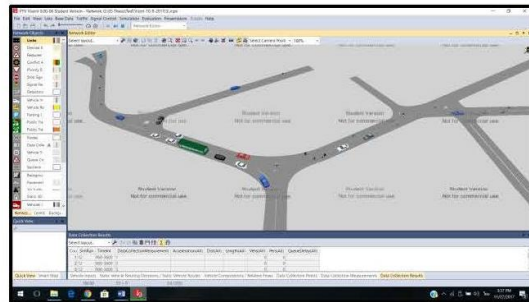
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณการจราจรข้างต้นวิเคราะห์หาสัดส่วนการกระจายการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและปลายทาง และใช้ข้อมูลจากการสำรวจความเร็วเฉลี่ย (Space Mean Speed) ของยานพาหนะที่ขับผ่านเส้นทางศึกษาวิเคราะห์การกระจายความเร็ว เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปประกอบการพัฒนาแบบจำลองต่อไป

3.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 8.0 ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบริเวณเส้นทางศึกษา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างแบบจำลองฐาน

การสร้างแบบจำลองฐาน หรือแบบจำลองสภาพการจราจรปัจจุบันเป็นการจำลองสภาพการจราจรก่อนการใช้มาตรการจัดการจราจร โดยสร้างแบบจำลองตามลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพและสภาพปัญหาการจราจร ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอการพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษาสภาพปัจจุบัน

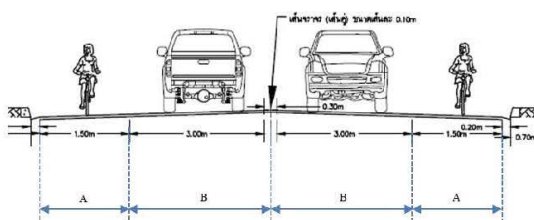
2) การเปรียบเทียบแบบจำลองและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองฐานที่ได้จากข้อ 3.3 (1) ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปัญหาการจราจรติดขัดมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองครั้งนี้จะต้องผ่านเกณฑ์ $GEH < 5$ ซึ่งถือว่ายอมรับได้ จากนั้น นำแบบจำลองที่เปรียบเทียบแล้ว มาตรวจสอบความถูกต้อง โดยใส่ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนเย็น แล้วเปรียบเทียบปริมาณการจราจร ความเร็ว และเวลาในการเดินทางเฉลี่ย ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรเพื่อหาขนาดช่องจราจรที่เหมาะสมสำหรับรถจักรยานยนต์ จะแบ่งมาตรการออกเป็น 4 รูปแบบ แต่ละรูปแบบใช้ตัวแปรขนาดความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ (A) และช่องจราจรสำหรับรถยนต์ทั่วไป (B) แตกต่างกันออกไป (รูปที่ 7) ซึ่งมีรายละเอียดคือ รูปแบบปัจจุบัน เป็นการจำลองตามสภาพเส้นทางที่ศึกษาปัจจุบัน ซึ่งมีผิวถนนเดิมกว้าง 9.00 เมตร ความกว้างช่องจราจรละ 4.50 เมตร ไม่มีไหล่ทาง รูปแบบการจำลองที่ 1, 2 และ 3 มีความกว้างผิวจราจรรวม 9.00 9.60 และ 10.00 เมตร ตามลำดับ

โดยแบ่งเป็นช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์กว้าง 1.50, 1.80 และ 2.00 เมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงความกว้างต่ำสุดที่ขนาดรถจักรยานยนต์สัญจรได้เนื่องจากสภาพพื้นที่ศึกษาที่มีข้อจำกัดในการขยายความกว้าง และมีช่องจราจรรถยนต์กว้าง 3.00 เมตรเท่ากัน สามารถสรุปรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าตัดถนนกรณีจัดช่องจราจรรถจักรยานยนต์ 1.5 เมตร
 ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 1 ขนาดความกว้างช่องจราจรแต่ละแบบจำลองสภาพการจราจร

รูปแบบการจำลอง	ทิศทางขาเข้า		ทิศทางขาออก	
	A (ม.)	B (ม.)	B (ม.)	A (ม.)
ปัจจุบัน	0.00	4.50	4.50	0.00
1	1.50	3.00	3.00	1.50
2	1.80	3.00	3.00	1.80
3	2.00	3.00	3.00	2.00

ที่มา: ผู้วิจัย

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรจากแบบจำลองที่พัฒนา

ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์หาเวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้าเฉลี่ย และระดับการให้บริการ ตามรูปแบบการจำลองที่นำเสนอในหัวข้อ 3.3 (3) ผลดังแสดงในรูปที่ 8 และรูปที่ 9

จากผลการศึกษา พบว่า มาตรการจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ แต่ละรูปแบบ (รูปแบบจำลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ)

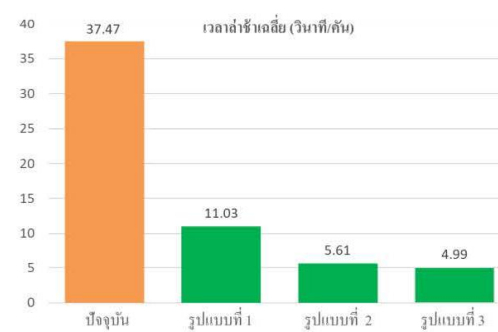
ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองแต่ละรูปแบบในการจัดการจราจรระดับจุลภาค

รูปแบบการจำลอง	เวลาเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง		เวลาล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง		ระดับการให้บริการ
		วินาที	ร้อยละ		วินาที	ร้อยละ	
ปัจจุบัน	89.80	-	-	37.47	-	-	D
1	60.55	-29.25	+32.57 %	11.03	-26.44	+70.56 %	A
2	55.68	-34.12	+37.99 %	5.61	-31.86	+85.03 %	A
3	54.67	-35.13	+39.12 %	4.99	-32.48	+86.68 %	A

เทียบกับรูปแบบปัจจุบันส่งผลให้เวลาเดินทางเฉลี่ยลดลง 32.57% 37.99% และ 39.12% ตามลำดับ รวมถึงเวลาล่าช้าเฉลี่ยที่มีค่าลดลงเท่ากับ 70.56% 85.03% และ 86.68% ตามลำดับด้วย นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาระดับการให้บริการ ในภาพรวมทุกรูปแบบ พบว่า มีแนวโน้มที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องจากการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรรถยนต์ ส่งผลให้กระแสจราจรไหลดียิ่งขึ้น และจากแบบจำลองแต่ละรูปแบบแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในการตัดสินใจแซงที่แตกต่างกัน เนื่องจากขนาดช่องจราจรที่แตกต่างกันมีผลต่อระยะห่างระหว่างรถจักรยานยนต์และรถยนต์ในช่องจราจรหลัก



รูปที่ 8 เวลาเดินทางเฉลี่ย (Travel Time)



รูปที่ 9 เวลาล่าช้าเฉลี่ย (Delay Time)

**4.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์จากการ
 ดำเนินมาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์**

ผลจากการวิเคราะห์มาตรการจัดการจราจร แต่ละรูปแบบ สามารถลดปัญหาการจราจรได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางแยกอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์ต้นทุน ผลประโยชน์รวมทั้งวิเคราะห์อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ของแต่ละรูปแบบที่ได้นำเสนอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนเป็นการประมาณค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงในแต่ละรูปแบบที่ได้นำเสนอ โดยการคำนวณเนื่องจากของแต่ละรูปแบบ โดยใช้ราคาจากสำนักงบประมาณจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2560 [15] เพื่ออ้างอิงราคาในการก่อสร้าง ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงจะรวมถึงค่ารั้วย้ายระบบสาธารณูปโภคในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย เสไฟฟ้าและท่อระบายน้ำ ซึ่งปริมาณที่ต้องรื้อย้ายขึ้นกับขนาดความกว้างในการขยายถนนแต่ละรูปแบบ ผลจากการประมาณต้นทุนรูปแบบต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3

2) การวิเคราะห์ผลประโยชน์

การคำนวณผลประโยชน์จากมาตรการในการจัดการจราจรของแต่ละรูปแบบ ผู้วิจัยได้พิจารณาผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางและความล่าช้าที่ลดลง โดยเปรียบเทียบค่าปัจจุบันกับค่าหลังดำเนินการในแต่ละรูปแบบ โดยในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ค่าจากผลการศึกษาของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2557) [16] ซึ่งได้ศึกษามูลค่าของเวลาใน

การเดินทางและมูลค่าของเวลาในการรูดในพื้นที่ของจังหวัดสงขลา สามารถแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4

3) การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนสามารถคำนวณได้จากค่าของผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางที่ลดลง (บาท/ปี) หารด้วยต้นทุนค่าก่อสร้าง (บาท) โดยผลที่ได้แต่ละรูปแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ต้นทุนการปรับปรุงของแต่ละรูปแบบงานแยกตามประเภทงานบริเวณเส้นทางศึกษา

ประเภทงาน	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 2
งานดินและชั้นคันทาง	44,058.60	46,506.30	58,744.80
งานโครงสร้างทางและผิวจราจร	1,001,095.07	1,056,711.46	1,334,793.42
งานโครงสร้าง	1,116,076.52	1,130,317.69	1,401,845.86
งานเบ็ดเตล็ด	3,584,306.19	3,591,410.08	3,659,725.18
งานรื้อย้ายระบบสาธารณูปโภค	82,500.00	90,000.00	165,000.00
รวม	5,828,036.38	5,914,945.53	6,620,109.26

ที่มา: ผู้วิจัย หน่วยเป็นบาท

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์

รูปแบบการจำลอง	ประโยชน์จากเวลาในการเดินทางเฉลี่ยที่ลดลง (วินาที/คัน)	ผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทางที่ลดลง (บาท)	ต้นทุนค่าก่อสร้าง (บาท)	สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	ลำดับความคุ้มค่า
1	29.25	7,935,688.80	5,828,036.38	1.36	3
2	34.12	9,240,668.73	5,914,945.53	1.56	1
3	35.13	9,530,965.72	6,620,109.26	1.44	2

ที่มา: ผู้วิจัย

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของการใช้ช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาดต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพของการจราจร โดยเลือกช่วงถนนสายหลักระหว่างวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ถึงวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นกรณีศึกษา โดยแบ่งความกว้างของช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ออกเป็น 1.50, 1.80 และ 2.00 เมตร ตามลำดับ และใช้

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจราจร รวมทั้งนำผลที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์จากการปรับปรุง (BCR)

จากผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจราจรแต่ละรูปแบบซึ่งประกอบด้วยเวลาเดินทางเฉลี่ย เวลาล่าช้า และระดับการให้บริการ พบว่า การจัดช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์แยกออกจากการจราจรของรถยนต์รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจราจร

ของช่วงถนนที่ศึกษาได้ดีขึ้นตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลประโยชน์จากการปรับปรุง พบว่า อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ของรูปแบบที่ 2 (ความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ เท่ากับ 1.80 เมตร) มีความเหมาะสมในการปรับปรุงเป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 1.56 รองลงมาคือรูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 1 โดยมีอัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์เท่ากับ 1.44 และ 1.36 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตัดสินใจนำไปจัดการจราจรบริเวณที่ศึกษาดังกล่าวต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้ยังขาดผลจากการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัย ซึ่งจะป็นประเด็นสำหรับงานวิจัยในอนาคต เช่น การวิเคราะห์ประเด็นความปลอดภัยของช่องจราจรโดยใช้โปรแกรม Surrogate Safety Assessment Model (SSAM)

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบพระคุณคุณศิษย์กัณฑ์ ณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2558 ที่สนับสนุนทุนการศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] WHO (2016). World Health Statistics 2016 : Monitoring health for the SDGs.
- [2] วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล (2548). การศึกษาการปรับปรุงระบบกายภาพการจราจร (การปรับปรุงเส้นทางหลัก และการปรับปรุงระบบการจราจร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 1-2
- [3] Radin Umar R.S., Mackay M.G., and Ifill B.L. (1995). Preliminary Analysis of Exclusive Motorcycle Lanes Along the Federal
- [4] จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ และปรเมศวร์ (2561). การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23, หน้า TRP 243
- [5] Lea, T.Q., Nurhidayatib, Z. A. (2016). A Study of Motorcycle Lane Design in Some Asian Countries. Procedia Engineering 142, 292 – 298.
- [6] Bautista, G. E. (2017). Motorcycle lanes alone won't make riding safer; safe riding attitude will (Online). Available :http:// www.malaya.com.ph [2017, December 5]
- [7] Putranto, L. S., Suardika, G. P., Sunggiardi, R., Munandar, A. S., and Luffi, I. (2011). The Performance of Motorcycle Lanes in Jakarta and Sragen. In Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (Vol. 2011). Eastern Asia Society for Transportation Studies. pp. 290–290.
- [8] Farrell, S. (2011). London's bikes in bus lanes scheme made permanent (Online). Available :http://www.motorcyclenews.com [2017, December 5]
- [9] Hinchliffe, M. (2017). UN suggests separate motorcycle lanes (Online). Available :http://www.motorbikewriter.com [2017, December 5]
- [10] Law, T.H., and Sohadi, R.U.R. (2005). Determination of Comfortable Safe Width in an Exclusive Motorcycle Lane. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, 3372–3385.
- [11] ชัยวัฒน์ ใหญ่บึก. (2558). การปรับปรุงการจราจรบริเวณสี่ทางแยกบนถนนกาญจนาภิเษย์ในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- [12] วรศักดิ์ ปะสังดีโย, ธเนศ เสถียรนาม, วิศุดา เสถียรนาม, และอรรดพลสีดา (2556). การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, หน้า TRP 236 – TRP 242.
- [13] Matsumoto, W., Fukuda, A., Ishizaka, T., and Hashino, Y. (2014). Study on Effective lane usage including bus exclusive lane for motorcycles. 7th ATRANS Symposium: Young Researcher's Forum. August 22, 2014, Bangkok, Thailand.
- [14] Sulkiflee Mama, and Pichai Taneerananon. (2016). Effective Motorcycle Lane Configuration Thailand: A Case Study of Southern Thailand. ENGINEERING JOURNAL Volume 20 Issue3, ISSN 0125-8281, 113 – 121.
- [15] สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสงขลา ราคาวัสดุก่อสร้าง กระทรวงพาณิชย์ (2560). :http://www.price.moc.go.th/price/struct/, สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560.
- [16] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย. (2557). โครงการศึกษาความเป็นไปได้สำรวจและออกแบบเบื้องต้นทางพิเศษเพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์, มิถุนายน 2557.

ASIAN TRANSPORTATION RESEARCH SOCIETY

Presents this

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

To

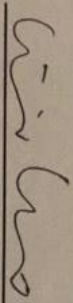
MR. JATUWIT SUWANNARONG

For Participating and Making Presentation Entitled

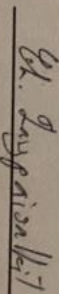
“Effects of Motorcycle Lane Width on Traffic Efficiency”

At the 11th ATRANS ANNUAL CONFERENCE: YOUNG RESEARCHER'S FORUM

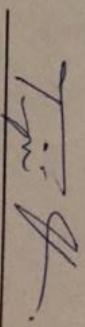
Given on the 24th day of August 2018



Mr. Hiroyuki Kaneko
Managing Director of IATSS



Mr. Chamroon Tangpaisalkit
ATRANS - Chairperson



Dr. Tuenjai Fukuda
ATRANS Secretary - General

ATRANS YOUNG RESEARCHER'S FORUM 2018

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายจตุวิทย์ สุวรรณรงค์
 รหัสประจำตัวนักศึกษา 5810120084
 วุฒิการศึกษา
 วุฒิ ชื่อสถาบัน ปีที่สำเร็จการศึกษา
 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2558
 (วิศวกรรมโยธา)

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนศิษย์ก้นกุฏิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2558

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

วิศวกรโยธาปฏิบัติการ กลุ่มควบคุมการก่อสร้างทางในเขตเมือง สำนักก่อสร้างทาง
 กรมทางหลวงชนบท แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ และ ประเมศวร์ เหลือเทพ. 2560. "การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับ
 รถจักรยานยนต์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์" การประชุมวิชาการ
 วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23 วันที่ 18 - 20 สิงหาคม 2561 ณ โรงเรียนนายร้อย
 พระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก.

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์. 2560. "ผลกระทบของความกว้างช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ต่อ
 ประสิทธิภาพของการจราจร" การประชุมสัมมนาวิชาการสมาคมวิจัยวิทยาการขนส่ง
 แห่งเอเชีย (ATRANS) ครั้งที่ 11 วันที่ 24 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรดิสัน
 บลูพลาซ่า บางกอก กรุงเทพมหานคร.

