การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค สำหรับวางแผนบริหารจัดการจราจร กรณีศึกษาการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษ
The Application of Micro Simulation Model for Traffic Management Planning : A Case Study of Overhead Gantry installation on Expressway

ปิยภัค มหาโพธิ์[1], จิรวัตน์ เพลิงศรีทอง[2], นันทวรรณ พิทักษ์พานิช[3] และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]

[1,2,3,4] กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
**Corresponding author; E-mail address: piyapak1991@hotmail.com*

บทคัดย่อ

ปัจจัยสูงสุดที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของผู้ขับขี่ แต่ยังมีปัจจัยอื่นที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นกัน คือ ความบกพร่องของยานพาหนะ ถนนและสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีการก่อสร้างซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและสภาพแวดล้อมเดิมของถนน ซึ่งการบริหารจัดการจราจรที่ดีจะสามารถลดปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้น การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ในฐานะหน่วยงานในสังกัดกระทรวงคมนาคม จึงเล็งเห็นถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ทางพิเศษเป็นอันดับแรก กล่าวคือ การก่อสร้างบนทางพิเศษจะต้องมีการจัดการจราจรตามมาตรฐานการปฏิบัติงานบนทางพิเศษ โดยเฉพาะงานก่อสร้างที่ต้องปิดทางพิเศษทุกช่องจราจร เช่น การติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษ เป็นต้น ซึ่งการดำเนินงานดังกล่าวจะส่งผลต่อผู้ใช้ทางพิเศษได้โดยตรง ดังนั้น เพื่อให้การจัดการจราจรมีประสิทธิภาพ กทพ. จึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค AIMSUN เพื่อประเมินทางเลือกและผลกระทบ และวางแผนการจัดการจราจรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยที่สุด โดยกำหนดทางเลือก คือ 1) ปิดการจราจรระยะสั้นทุก 10 นาที และ 2) ปิดการจราจรระยะสั้นทุก 5 นาที พร้อมทั้งประเมินผลกระทบทั้ง 2 ทางเลือกดังกล่าวโดยใช้ตัวชี้วัด คือ ความยาวแถวคอย เวลาสูญเสียเนื่องจากการล่าช้า และปริมาณจราจร โดยผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบทางเลือกที่ 2 มีค่าของตัวชี้วัดดีกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการจราจรจริงพบว่าความยาวแถวคอยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลอง ซึ่งทำให้การจัดการจราจรในวันติดตั้งมีความปลอดภัย และส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยที่สุด

คำสำคัญ: แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค, การวางแผนจัดการจราจร, ผลกระทบ

Abstract

The most important factor of the traffic accidents is due to driver errors but also, vehicle defects, road and environmental conditions. Especially, the construction activities will make a great change of road and environmental conditions. Therefore, a good traffic management can reduce the environmental factor which causes the traffic accidents. Regarding this issue, Expressway Authority of Thailand (EXAT), a government agency under Ministry of Transport, considerably concerns this issue as the first priority of driver's road safety. In other word, road construction on expressways must be well-managed by traffic management according to the Expressway standard for traffic control, particularly the installation of overhead gantry on expressway as an example of the construction activities that affects entire lane closure on expressways which brings a negative impact to expressway users. To be well-managed an effective traffic management, EXAT has implemented a micro-traffic simulation model, called AIMSUN in order to evaluate the alternatives and impacts of lane closure. Also, those evaluations are to manage least traffic impact on expressway users. The model has been determined two alternatives as follows; 1) Temporary Lane Closure for 10 mins. and 2) Temporary Lane Closure for 5 mins. By using indicators namely; queue length, delay time and traffic volume. The evaluation of the two alternatives was applied. Comparing between those two approaches, the result shows that alternative 2 has a better outcome. When compare with actual traffic management, the result shows that queue length was close to micro-traffic simulation model. It cause a safe traffic management on installation of overhead gantry and minimess the negative impact on expressway users.

Keywords: Micro simulation model, Traffic Management Planning, Impacts

1. คำนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงคมนาคม มีวิสัยทัศน์มุ่งสู่การเป็นองค์กรนวัตกรรมเพื่อการเดินทางและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Innovation for better drive ad better life) จึงมีการศึกษาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพของการให้บริการทางพิเศษอยู่เสมอ

ทางพิเศษฉลองรัช (Chalong-Rat Expressway) เป็นทางยกระดับขนาด 6 ช่องจราจร มีระยะทาง 28.2 กิโลเมตร แก้ไขปัญหาการเดินทางและแบ่งเบาการจราจรย่านใจกลางเมือง โดยไม่ผ่านถนนที่มีปัญหาการจราจรติดขัด ได้แก่ ถนนลาดพร้าว ถนนพระราม ๙ ถนนเพชรบุรี มีปริมาณจราจรเฉลี่ยอยู่ที่ 200,000 คัน/วัน ดังนั้น เมื่อมีการปิดช่องจราจรเพื่อปฏิบัติงานต่าง ๆ บนทางพิเศษ จะเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของช่องจราจรซึ่งกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษโดยตรง โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษที่จำเป็นต้องปิดการจราจรทุกช่องทางเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง จึงต้องมีการจัดการจราจรที่เหมาะสม ปลอดภัย และกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยที่สุด

ปัจจุบันการใช้แบบจำลองระดับจุลภาค (Traffic Microscopic Simulation Software) ได้รับความนิยมมาใช้ในการวางแผนจัดการจราจร เพื่อคาดการณ์และวิเคราะห์ปัญหาสภาพจราจร ประเมินและเปรียบเทียบความเหมาะสมของทางเลือก โดยในการศึกษานี้ได้นำโปรแกรม AIMSUN มาวิเคราะห์และคัดเลือกแผนจัดการจราจรเพื่อยกระดับความปลอดภัยให้สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) วิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการจราจรสำหรับการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษฉลองรัช กม. 22+300 โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค 2 สถานการณ์

2) เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการจราจรระหว่างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคและการจัดการจราจรจริงในวันติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษฉลองรัช กม. 22+300

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงเหล็กคร่อมทาง (Gantry)

โครงเหล็กคร่อมทาง คือ โครงสร้างป้ายจราจรแบบแขวนสูงคร่อมบนผิวจราจร (Gantry หรือ Overhead Signs) มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงสัญลักษณ์และ/หรือข้อความ และติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการจราจร เพื่อแจ้งผู้ใช้ทางให้เข้าใจถึงทิศทาง สัญลักษณ์ หรือให้ข้อแนะนำในการเดินทาง ทำให้การจราจรบนทางพิเศษเป็นไปด้วยความสะดวกและปลอดภัย

รูปที่ 1 ลักษณะของโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษ

2.2 โปรแกรมจำลองจราจรระดับจุลภาค (Micro Traffic Simulation)

โปรแกรมจำลองจราจรระดับจุลภาค คือ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาลักษณะการเคลื่อนตัวของรถบนโครงข่ายถนน โดยสามารถกำหนดรูปแบบโครงข่ายถนน ข้อมูลจราจร และแนวการเคลื่อนที่ของรถผ่านโครงข่ายถนน เพื่อนำมาสรุปและวิเคราะห์ผลในการวัดประสิทธิภาพของแผนการจัดการจราจรหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ในปัจจุบันมีแบบจำลองด้านการจราจรให้เลือกใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งแต่ละแบบมีสมรรถนะในการจำลองเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1 [1]

ตารางที่ 1 ความสามารถในการใช้งานโปรแกรมจำลองด้านการจราจรแบบต่าง ๆ

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับการขนส่ง	AIMSUN	CONTRAM	HUTSIM	PARAMICS	VISSIM
การยับยั้งการจราจร (Traffic Calming)	-	-	X	X	X
พฤติกรรมผู้ขับขี่ (Driver Behavior)	X	-	-	X	-
สถานะเครือข่าย (Network Condition)	X	-	-	X	-
ค่าการจราจรติดขัด (Congestion Pricing)	-	-	X	X	-
อุบัติการณ์ (Incidents)	X	X	X	X	X
การสะสมแถวคอย (Queue Spill Back)	X	X	X	X	X
การควบคุมทางเข้าออก (Ramp Metering)	X	X	X	X	X
อุปกรณ์ด้านการจราจร (Traffic Device)	X	-	-	X	-
การทำนายรูปแบบการไหลของเครือข่าย (Network Flow Pattern Predictions)	-	-	X	X	-
ปฏิกิริยาต่อกันระหว่างยานพาหนะ (Vehicle Interaction)	X	-	-	X	-
การสร้างเครือข่ายแบบกราฟฟิก	X	X	X	-	X
การนำเสนอผลลัพธ์แบบกราฟฟิก	X	X	X	X	X

การนำโปรแกรมจำลองการจราจรมาวิเคราะห์สภาพการจราจรจำเป็นต้องทำการปรับเทียบค่าที่ได้ ให้มีความใกล้เคียงกับค่าการจราจรจริง ค่าดัชนีในการปรับเทียบที่เป็นที่ยอมรับจะใช้เกณฑ์ของ DMRB 12 หรือ Design Manual for Roads and Bridges [2] ซึ่งมีค่าตัวแปรในการปรับเทียบคือ ปริมาณจราจร (Traffic Flow) ที่กำหนดให้ใช้เกณฑ์ในการปรับเทียบ GEH [3] ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณจากการประมวลผลในแบบจำลองเทียบกับค่าที่ได้จากการสำรวจจริง ดังแสดงในตารางที่ 2 และสมการที่ 1

ตารางที่ 2 เกณฑ์สำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง

ค่าชี้วัดในการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ
ปริมาณจราจร (Volume)	GEH < 5

$$GEH = \sqrt{\frac{2\times(M-C)^2}{M+C}} \quad (1)$$

โดย M หมายถึง ปริมาณจราจรรายชั่วโมงจากแบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)
C หมายถึง ปริมาณจราจรรายชั่วโมงจากการสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)

2.2.1 ความยาวแถวคอย (Queue Length)

ระยะความยาวของแถวของรถทุกประเภทที่เสียเวลาจากการรอคอยเนื่องจากอุบัติการณ์ข้างหน้า คำนวนจากจำนวนรถที่คอย (จากแบบจำลอง) รวมกับระยะห่างระหว่างยานพาหนะ มีหน่วยเป็นเมตร

2.2.2 เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stopped Delays)

ระยะเวลาที่เกิดขึ้นจากการหยุดรถ ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในช่วงถนนหรือระยะทางที่กำหนดของรถยนต์แต่ละคัน คำนวนจากความต่างเวลาในการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงกับเวลาในการเดินทางในสภาพจราจรที่ไม่แออัด มีหน่วยเป็นวินาที

2.2.3 ปริมาณจราจรที่ผ่านโครงข่าย (Traffic Flow)

จำนวนรถยนต์ที่เคลื่อนผ่านตำแหน่งอ้างอิงบนถนนโดยเฉลี่ยต่อชั่วโมงที่ผ่านโครงข่ายระหว่างช่วงเวลาแบบจำลอง โดยรถยนต์จะถูกนับเมื่อออกจากเครือข่ายผ่านทางออก มีหน่วยเป็นคันต่อนาที หรือคันต่อชั่วโมง

2.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคสำหรับการจัดการจราจรโครงข่ายโดยรอบสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น

สุเมธ มาเมืองและธเนศ เสถียรนาม (2561) [4] ได้ทำการศึกษาวิธีการประเมินปัญหาและการวางแผนการจัดการจราจรที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาความแออัดของกระแสจราจรบริเวณโดยรอบของสถานีขนส่งฯ แห่งที่ 3 (บขส.3) โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ด้วยโปรแกรม VISSIM และแบ่งแนวทางแก้ปัญหาออกเป็น 2 แนวทาง คือ 1) ปรับช่วงเวลาของสัญญาณไฟจุดกลับรถและทางแยกหน้าสถานีขนส่ง โดยเพิ่มเวลาไฟเขียวทางตรงมากขึ้น 5 วินาที และ 2) ปรับรอบสัญญาณไฟจุดกลับรถและทางแยกหน้าสถานีขนส่ง โดยเพิ่มความยาวรอบของสัญญาณไฟและให้เวลาไฟเขียวทางตรงเพิ่มขึ้น 5 วินาที

ผลจากการศึกษาพบว่า แนวทางการแก้ปัญหาที่ 2 สามารถแก้ไขปัญหาการติดขัดบริเวณจุดกลับรถและทางแยกของ บขส.3 ทั้งในปัจจุบันและอนาคตอีก 3 ปีได้ดีที่สุด โดยการประเมินความยาวแถวคอยสูงสุด เวลาการเดินทาง เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้า และเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด

2.4 การประเมินผลแนวทางแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกต่างระดับอาจณรงค์ ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค

พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม จิรวัฒน์ เพลิงศรีทอง และเทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร (2563) [5] ได้ทำการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกต่างระดับอาจณรงค์ ซึ่งมีกระแสจราจรเข้ามารวมกันจากทางพิเศษฉลองรัชและทางพิเศษเฉลิมมหานคร ประมาณ 8,700 คันต่อชั่วโมง โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า จึงทำให้เกิดการจราจรติดขัดมากกว่า 3.15 กิโลเมตร โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ด้วยโปรแกรม AIMSUN และแบ่งแนวทางแก้ปัญหาออกเป็น 3 แนวทาง คือ 1) ปรับเปลี่ยนแนวช่องจราจร (Restriping case) 2) การตีเส้นทึบจัดการจราจร (Solid line case) และ 3) การเปิดช่องจราจรสวนทาง (Reversible lane case)

ผลการศึกษาพบว่ามาตรการที่ 1 ปรับเปลี่ยนแนวช่องจราจร (Restriping case) ช่วยบรรเทาปัญหาติดขัดได้ดีที่สุด โดยการประเมินความยาวช่วงชะลอความเร็วสูงสุด ความเร็วเฉลี่ย เวลาเฉลี่ยการเดินทาง และปริมาณจราจรที่ระบายได้มีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับบริเวณทางแยกต่างระดับอาจณรงค์

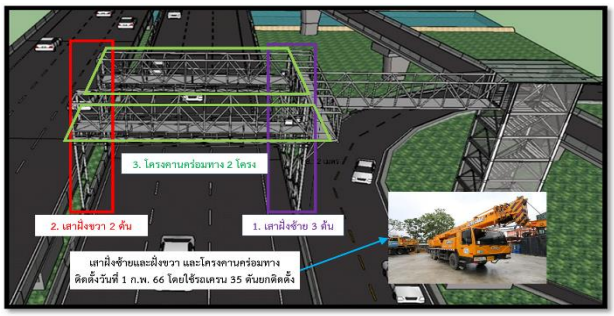
3. วิธีการศึกษา

3.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษารูปแบบการจัดการจราจรที่เหมาะสมกรณีศึกษาการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางบนทางพิเศษ โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองจราจรระดับจุลภาค ด้วยโปรแกรม AIMSUN และวิเคราะห์ผลรูปแบบที่มีประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับการจัดการจราจรจริง โดย กทพ. ได้กำหนดวันติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทาง บริเวณทางพิเศษฉลองรัชฝั่งขาออก กม. 22+300 เป็นคืนวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566 ติดตั้งในช่วงไม่เร่งด่วน (Off-Peak) เวลา 22.00 – 04.00 น. เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษให้น้อยที่สุด

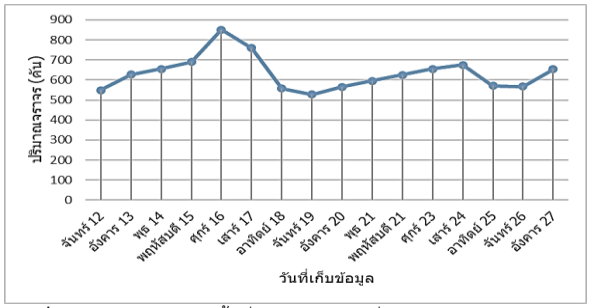
ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจบริเวณพื้นที่ติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทาง พบว่าลักษณะทางกายภาพเป็นทางแยก มีโค้งรัศมีกว้าง และต่างระดับกับทิศทางจราจรฝั่งตรงข้าม มีจำนวนช่องจราจร 3 ช่องจราจรและไหล่ทาง ดังแสดงในรูปที่ 2 และโครงเหล็กคร่อมทางจะติดตั้งอยู่บนกำแพงกันชน (Barrier) เสริมกำลัง จำนวน 2 โครง เสาฝั่งซ้ายและขวาสูง 8.12 เมตร และมีโครงคานคร่อมทางยาว 13.40 เมตร แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งโครงสร้างเหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะใช้รถเครนขนาด 35 ตัน มีความกว้างเมื่อยืดขาค้ำยันสูงสุด 7 เมตร ในการยกติดตั้ง

รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3 ตำแหน่งติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ

ในการศึกษานี้ได้ทำการคัดเลือกปริมาณจราจรเฉลี่ยรายชั่วโมง (คัน/ชั่วโมง ในช่วงวันที่ 12 – 25 กันยายน 2566 จำนวน 14 วัน ดังแสดงในรูปที่ 4 เพื่อเป็นตัวแทนของวันธรรมดาและวันหยุด โดยเลือกภาพเคลื่อนไหวของกล้องวงจรปิด (CCTV) บนทางพิเศษช่วงเวลา 23.00 – 03.00 น. ซึ่งเป็นเวลาโดยประมาณในการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทาง เพื่อใช้ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง



รูปที่ 4 ปริมาณจราจรของพื้นที่ศึกษาในช่วงวันที่ 12 – 27 กันยายน 2565 (เวลา 23.00 – 03.00 น.)

3.2 การพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค

3.2.1 สร้างแบบจำลองของโครงข่ายถนน

โดยการนำเข้าแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษาทางพิเศษฉลองรัช จาก Google Earth และสร้างแบบจำลองสภาพจราจรที่มีลักษณะกายภาพ ได้แก่ โครงข่ายทางพิเศษ ช่องจราจร ประเภทของยานพาหนะ ปริมาณจราจรให้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 แบบจำลองโครงข่ายของบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม AIMSUN

3.2.2 กำหนดตัวแปรข้อมูลสภาพจราจร

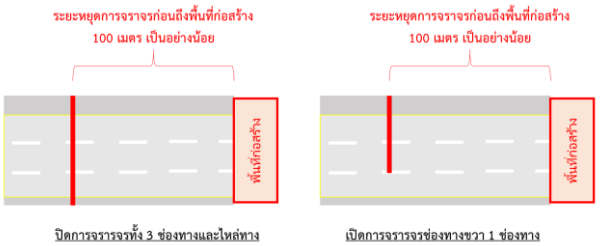
โดยการกำหนดข้อมูลสำคัญสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร เช่น กำหนดช่องจราจร 3 ช่องจราจร มีตำแหน่งพื้นที่ติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางที่ กม. 22+300 มีตำแหน่งหยุดการจราจรที่ กม. 22+200 มีระยะจากจุดต้นทางไปจุดปลายทางในแบบจำลองเท่ากับ 400 เมตร มีสัดส่วนรถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 95 และรถบรรทุกร้อยละ 5

3.2.3 การปรับเทียบแบบจำลอง

โดยใช้เกณฑ์สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB หรือ Design Manual for Roads and Bridges โดยการคำนวณค่า GEH เพื่อให้แบบจำลองสามารถสะท้อนภาพการจราจรที่แท้จริง เกิดผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หรือประเมินประสิทธิภาพที่มีความน่าเชื่อถือ

3.3 การจำลองสถานการณ์

โดยการนำแบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบไปประยุกต์ใช้ในการจำลองสถานการณ์แตกต่างกัน 2 กรณี คือ 1) ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 10 นาที 2) ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 5 นาที โดยจำลองการปิดการจราจร 3 ช่องจราจร และสลับกับการเปิดช่องจราจรขวา 1 ช่องจราจรตามระยะเวลาที่แต่ละสถานการณ์กำหนด โดยใช้การทดสอบแบบจำลองจำนวน 3 replications ต่อสถานการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 6 เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการจราจรที่จะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยที่สุด



รูปที่ 6 การปิดและเปิดช่องจราจรในแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม AIMSUN

3.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับการจัดการจราจรจริง

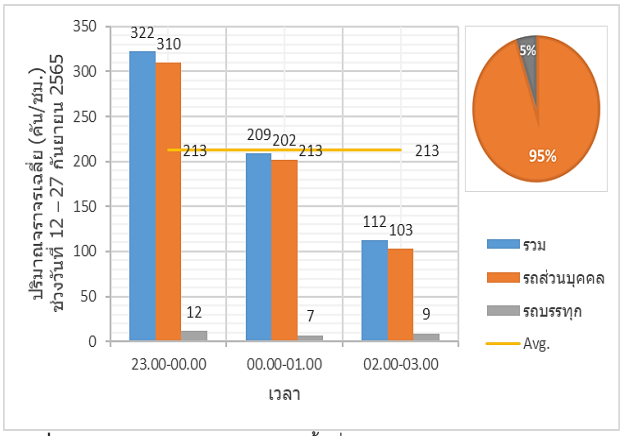
นำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมมแบบจำลองสภาพจราจรมาทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจัดการจราจร จากนั้นนำรูปแบบการจัดการจราจรที่ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดไปใช้ในการจัดการจราจรวันติดตั้งที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566 (รูปที่ 7) และเก็บข้อมูลปริมาณจราจร และความยาวแถวคอยในวันติดตั้งเพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการจราจร

รูปที่ 7 แผ่นประชาสัมพันธ์การปิดการจราจรวันติดตั้งที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566

4. ผลการศึกษา

4.1 สภาพจราจรในพื้นที่ศึกษา

สภาพจราจรในพื้นที่ศึกษาจะมีปริมาณมากในช่วงวันพฤหัสบดีถึงวันเสาร์ เนื่องจากเป็นช่วงใกล้วันหยุดและวันหยุดสุดสัปดาห์ และมีปริมาณลดลงมากที่สุดในช่วงวันอาทิตย์ถึงวันจันทร์ มีปริมาณจราจรเฉลี่ยในช่วงวันที่ 12 – 25 กันยายน 2565 ในช่วงเวลา 23.00 – 03.00 น. เท่ากับ 213 คัน/ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 9 มีสัดส่วนประเภทรถ คือ รถยนต์ส่วนบุคคลประมาณ 95% และรถบรรทุก (6-10 ล้อและมากกว่า 10 ล้อ) ประมาณ 5% ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยเลือกติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางในวันพุธที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566 ช่วงเวลา 23.00 – 03.00 น.



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา ช่วงเวลา 23.00 – 03.00 น. ระหว่างวันที่ 12 – 25 กันยายน 2565

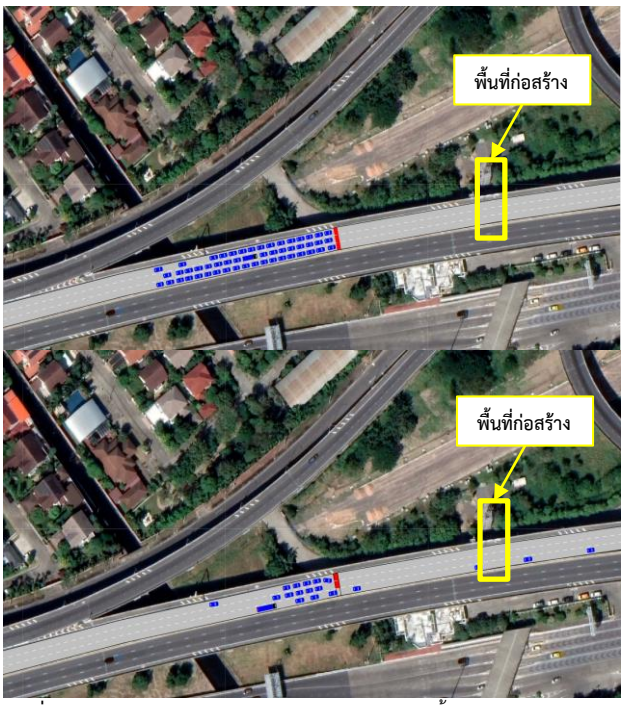
4.2 ผลจากการศึกษาการจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 10 นาที

การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรแบบจุลภาคสำหรับจำลองสภาพจราจรปัจจุบัน (Base case) จำเป็นต้องดำเนินการปรับเทียบแบบจำลองให้มีความเสมือนกับสภาพจราจรจริงมากที่สุด โดยตารางที่ 4 แสดงค่า GEH จากแบบจำลองสภาพจราจรสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ที่ใช้แบบจำลองเดียวกันโดยมีผลสอบเทียบค่า GEH มีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งอธิบายได้ว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวแทนของสภาพจราจรจริงในพื้นที่ศึกษาได้

ตารางที่ 4 ผลการปรับเทียบแบบจำลองสภาพจราจรสถานการณ์ที่ 1 และ 2

Criteria and Measures	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คัน/ชม.)		GEH	เกณฑ์
	จากแบบจำลอง	จากสภาพจราจรจริง		
GEH Statistic < 5	223	213	0.677	ผ่าน

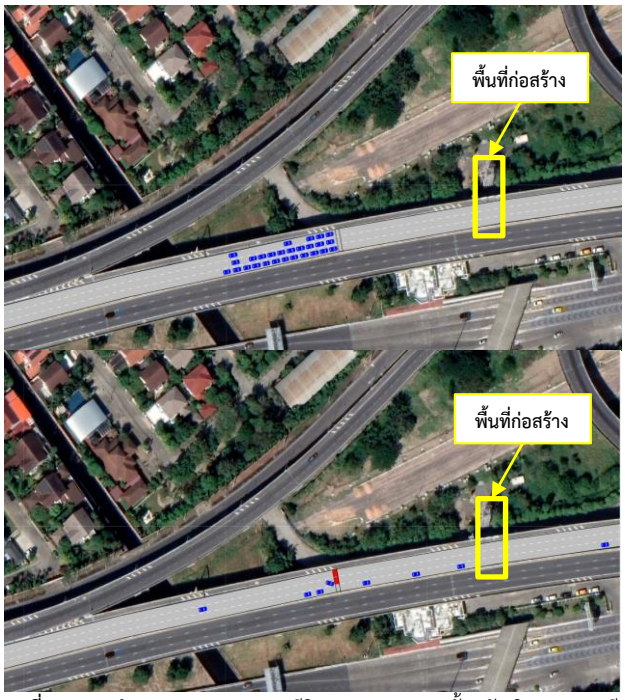
ผลลัพธ์จากการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรทุกช่องทางเป็นเวลา 10 นาทีและเปิดช่องทางขวาให้รถเคลื่อนตัว 10 นาที สลับไปมา พบว่า เกิดเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stopped Delays) เท่ากับ 490.11 วินาที มีปริมาณจราจรที่ผ่านโครงข่าย (Flow) จากการเปิดช่องจราจรขวาสุด เท่ากับ 170 คัน/ชม. และความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Queue Length) เท่ากับ 84.7 เมตร โดยมีผลจากแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แบบจำลองสภาพจราจรกรณีปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดทุก 10 นาที

4.3 ผลจากการศึกษาการจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 5 นาที

ผลลัพธ์จากการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรทุกช่องทางเป็นเวลา 5 นาที และเปิดช่องทางขวาให้รถเคลื่อนตัว 5 นาที สลับไปมา พบว่า เกิดเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stopped Delays) ลดลงจาก 490.11 วินาที เป็น 251.75 วินาที มีปริมาณจราจรที่ผ่านโครงข่าย (Flow) จากการเปิดช่องจราจรขวาสุดเพิ่มขึ้นจาก 170 คัน/ชม. เป็น 194 คัน/ชม. และความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Queue Length) ลดลงจาก 84.7 เมตร เป็น 39.6 เมตร ช่วยบรรเทาสภาพการจราจรที่เป็นคอขวดได้มากกว่าโดยมีผลจากแบบจำลองแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แบบจำลองสภาพจราจร กรณีปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดทุก 5 นาที

หากพิจารณาประสิทธิภาพและผลกระทบจากการจัดการจราจรในสถานการณ์ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า แบบจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรระยะสั้นทุก 5 นาที เป็นแนวทางการจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากทำให้สภาพจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษามีผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยกว่า โดยมีเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stopped Delays) ปริมาณจราจรที่ผ่านโครงข่าย (Flow) และความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Queue Length) ที่ดีกว่าแบบจำลองสถานการณ์ ปิดการจราจรระยะสั้นทุก 10 นาที ตารางที่ 5 แสดงผลลัพธ์เปรียบเทียบจากแบบจำลองของทั้ง 2 สถานการณ์ โดยเป็นผลจาก Global Results

ตารางที่ 5 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อการจัดการจราจร

ตัวชี้วัด	สถานการณ์ที่ 1 ปิดการจราจรทุก 10 นาที	สถานการณ์ที่ 2 ปิดการจราจรทุก 5 นาที
เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด	490.11 วินาที	251.75 วินาที
ปริมาณจราจรที่ผ่านโครงข่าย	170 คัน/ชม.	194 คัน/ชม.
ความยาวแถวคอยเฉลี่ย	84.7 เมตร	39.6 เมตร

4.4 ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองสถานการณ์กับการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางจริง

สภาพการจราจรบนทางพิเศษฉลองรัช บริเวณพื้นที่ติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทาง เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566 มีค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยอยู่ที่ 232 คัน/ชม. ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าแบบจำลองสถานการณ์เล็กน้อย โดยมีการจัดเตรียมพื้นที่ในการก่อสร้างในช่วงเวลา 22.00-23.00 น. และเริ่มปิดการจราจรระยะสั้นทุก 5 นาที ตั้งแต่ช่วงเวลา 00.00 – 03.00 น. เพื่อติดตั้งเสาฝั่งขวา จำนวน 2 ต้น และโครงคานคร่อมทาง จำนวน 2 คาน พบว่า ความยาวแถวคอยสูงสุด (Max Queue Length) ที่เกิดขึ้นมีระยะประมาณ 100 เมตร และมีความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Average Queue Length) ประมาณ 90 เมตร

โดยจะเห็นว่ามีความแตกต่างจากแบบจำลองเนื่องจากการปิดการจราจรจริง ใช้การเบี่ยงช่องจราจรรูปแบบเฉียงปิด 3 ช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ 11 แต่ในแบบจำลองใช้รูปแบบตรงปิด 3 ช่องจราจร ทำให้ท้ายแถวที่เกิดขึ้นจริงมีระยะสะสมมากกว่าที่ปรากฏในแบบจำลอง เพราะพื้นที่หยุดคอยในช่องทางซ้ายของผู้ใช้ทางพิเศษในแบบจำลองกลายเป็นพื้นที่เบี่ยงการจราจรในวันปิดจริง อย่างไรก็ตาม สามารถจัดการปล่อยการจราจรจนสิ้นสุดแถวคอยได้ในระยะเวลา 5 นาทีซึ่งใกล้เคียงกับแบบจำลอง

รูปที่ 11 สภาพจราจรขณะปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดทุก 5 นาที

5. บทสรุป

การประเมินแบบจำลองสภาพจราจรเพื่อลดผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษ สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองสภาพจราจรสถานการณ์ที่ 2 ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 5 นาที สามารถลดผลกระทบได้มากกว่า ด้วยการประเมินความล่าช้าในการเดินทาง (Delay Time) ปริมาณจราจร (Flow) และความยาวแถวคอย (Queue Length) ได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยแบบจำลองสภาพจราจรสถานการณ์ที่ 1 ปิดการจราจรระยะสั้นสลับเปิดการจราจรทุก 10 นาที ไม่เหมาะสมในการจัดการจราจร เนื่องจากทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทาง (Delay Time) มากกว่าถึง 52.95% มีปริมาณจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา (Flow) ลดลงถึง 12.37% และมีความยาวแถวคอย (Queue Length) มากกว่าถึง 53.21%

ซึ่งจากตัวชี้วัดดังกล่าว แสดงถึงระยะเวลาในการปิดการจราจรเพื่อติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางส่งผลกระทบต่อความสะดวกสบาย และความปลอดภัยของผู้ใช้ทางพิเศษโดยตรง ดังนั้น กทพ. จึงเลือกสถานการณ์ที่ 2 ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการจราจรจริง โดยสภาพการจราจรบนทางพิเศษฉลองรัช มีค่าปริมาณจราจรผ่านพื้นที่ศึกษาเฉลี่ยมากกว่าแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคอยู่เล็กน้อย ซึ่งผลลัพธ์พบว่าค่าความยาวแถวคอยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจริงและระยะเวลาในการปล่อยรถจนหมดแถวคอยมีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลอง จึงทำให้การจัดการผลกระทบของการติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางที่ประกอบไปด้วยเสาเหล็กจำนวน 5 เสา และโครงคานคร่อมทางจำนวน 2 คาน ทำได้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด (รูปที่ 12) มีความปลอดภัย และส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ทางพิเศษน้อยที่สุด

รูปที่ 12 ติดตั้งโครงเหล็กคร่อมทางแล้วเสร็จ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยทุกท่านที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้การสนับสนุน ช่วยเหลือในการดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กาญจน์กรอง สุอังคะ, สนณรงค์ สุอังคะ, รุ่งอรุณ บุญถ่าน และ วัฒนวงศ์ รัตนวราห (2556). *การประเมินผลกระทบด้านจราจรของการออกแบบช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติของประเทศไทย*. สาขาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, หน้า 20-22.

[2] Barton-Aschman Associates, Inc. and Cambridge Systematics, Inc. (1997). *Design manual for roads and bridges. Volume 1 2.* Traffic appraisal of roads schemes section 2 traffic appraisal advice.

[3] Geoffrey E. Havers. (2012). The GEH measure and quality of the highway assignment models. *Association for European Transport and Contributors*, pp. 1

[4] สุเมธ มาเมือง และ ธเนศ เสถียรนาม (2561). การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคสำหรับการจัดการจราจรถนนรอบโครงข่ายโดยรอบสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิชาการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 1-11.

[5] พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม, จิรวัฒน์ เพลิงศรีทอง และเทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร (2563). *การประเมินผลแนวทางแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกต่างระดับอาจณรงค์ ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค*, การประชุมวิชาการวิศวกรรโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, ชลบุรี, วันที่ 15-17 กรกฎาคม 2563