

การวิเคราะห์ปัจจัยความแออัดของจุดรอสัญญาณไฟจราจรในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

AN ANALYSIS OF CONGESTION FACTORS AT TRAFFIC LIGHT WAITING POINTS
IN VICTORY MONUMENT ROUNDABOUTชุลีกร ชูโชติถาวร¹ และณัฐพงศ์ ชูโชติถาวร^{2*}Chuleekorn Chuchottaworn¹ and Natthapong Chuchottaworn^{2*}¹คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์พานารณ¹Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University
of Technology Tawan-ok : Chakrabongse Bhuvanath

Received: November 30, 2023 / Revised: March 26, 2024 / Accepted: March 27, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดภายในวงเวียน และ 2) เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดจากปัจจัยความแออัด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย (ANOVA) ด้วยโปรแกรม XLSTAT และ 2) การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม Simulation of Urban MObility โดยการใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ QGIS โดยตั้งข้อสมมติฐานว่าระยะเวลารอคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ยของยานพาหนะไม่แตกต่างกันของทุกกลุ่มที่ทำการทดสอบจำนวน 5 กลุ่มตามปัจจัยที่กำหนด

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดของระบบการจราจร ได้แก่ ระยะเวลาดังสัญญาณไฟจราจร ปัจจัยจำนวนช่องจราจรและปัจจัยการกำหนดทิศทางของช่องจราจร ทั้งในช่วงเวลาเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน แนวทางการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดโดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณไฟจราจรพบว่า วิธีการ Queue Storage Capacity ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนี้ 1) ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลง 1.58 วินาที/คัน หรือลดลงร้อยละ 0.74 และ 2) ความยาวเฉลี่ยแถวคอยลดลง 0.84 คัน หรือลดลงร้อยละ 4.57 สำหรับนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ดังนี้ 1) ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลง 1.57 วินาที/คัน หรือลดลงร้อยละ 1.41 และ 2) ความยาวเฉลี่ยแถวคอยลดลง 1.77 คันหรือลดลงร้อยละ 15.02

คำสำคัญ: ปัจจัยความแออัด การจำลองสถานการณ์ รูปแบบสัญญาณไฟจราจร

Abstract

The purposes of this research are (1) to analyze factors causing congestion within the circle and (2) to determine guidelines for solving the congestion problems. The research utilized two tools: (1) Analysis of Variance (ANOVA) with XLSTAT program and (2) the developed micro-level traffic condition model with the Simulation of Urban MObility program using a database from the Geographic Information Program (QGIS). It is assumed that the average waiting time and average vehicle queue length are not different among the 5 tested groups according to the specified factors.

The results of this research have shown that the factors affecting traffic congestion are the duration of traffic light, the number of traffic lanes, and the traffic lane directions both during rush hours and outside rush hours. As for the guidelines for solving the congestion problems by modifying the traffic light pattern, it is found that the Queue Storage Capacity method is the most promising method with the following results: (1) during the rush hours, the average waiting time decreases by 1.58 seconds per car or 0.74% and (2) during the rush hours, the average waiting line length also decreases by 0.84 cars or 4.57%. As for outside the rush hours, the results are as follows: (1) the average waiting time decreases by 1.57 seconds per car or 1.41% and (2) the average waiting line length decreases by 1.77 vehicles or 15.02%.

Keywords: Congestion Factors, Traffic Simulation, Traffic Light

บทนำ

การขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ที่มีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในระดับพื้นที่ไปจนถึงระดับประเทศ อย่างไรก็ตามระบบการคมนาคมและการขนส่งของไทยกำลังประสบวิกฤตปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วนโดยปัญหาดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ขัดขวางการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม (Keereewong et al., 2018) ดังนั้นจึงมีความพยายามศึกษาและทดลองการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรในเส้นทางต่าง ๆ โดยเฉพาะการจราจรในเส้นทางที่เป็นวงเวียน เนื่องจากวงเวียนเป็นเส้นทางที่มีปริมาณการจราจรเข้าและออกจากทุก ๆ ทิศทางพร้อม ๆ กัน มีโอกาสเกิดการติดขัดในเส้นทางมากที่สุดเมื่อเทียบกับเส้นทางอื่น (Surachodkriangkrai & Karoonsoontawong, 2015) วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิเป็นสถานที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร

เป็นศูนย์กลางการเดินทางและการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของผู้คนจำนวนมาก มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตและการเคลื่อนย้ายบุคคลด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย (Chawitra, 2011) ดังนั้นในแต่ละวันจะมีปริมาณยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านวงเวียนจำนวนมากและมีปริมาณไม่สมดุลกันเนื่องจากมีปริมาณการจราจรสูงในทิศทางหลักแต่มีปริมาณน้อยในทางสายรอง จากตารางที่ 1 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม-30 กันยายน 2566 พบว่า มีระยะเวลารอคอยและจำนวนแถวคอยเฉลี่ยที่จุดรอสัญญาณไฟจราจรภายในวงเวียนในช่วงเวลาเร่งด่วน และนอกช่วงเวลาเร่งด่วนเท่ากับ 213.77 วินาที/คัน และ 112.53 วินาที/คัน สำหรับจำนวนแถวคอยเฉลี่ยเท่ากับ 18.4 คัน และ 11.8 คัน โดยระยะเวลาการรอคอยดังกล่าวส่งผลให้เกิดแถวคอยสะสมใน

ช่องจราจรที่จะมุ่งหน้าเข้าสู่วงเวียนจำนวนมาก โดยหากพิจารณาจากงานวิจัยและบทความที่ผ่านมาพบว่าส่วนใหญ่ไม่ได้มีกล่าวถึงการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความความแออัดภายในวงเวียนที่ชัดเจนหรือมีการกำหนดข้อจำกัดในการเลือกใช้ข้อมูลประเภทของยานพาหนะเพียงไม่กี่ประเภท

จากช่องว่างด้านการศึกษาที่เกิดขึ้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอความแตกต่าง โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ก่อให้เกิดความแออัดของยานพาหนะภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและ

การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาจราจรติดขัดจากปัจจัยความแออัด ข้อมูลที่รวบรวมไว้จะถูกทดสอบด้วยเครื่องมือทางสถิติและเนื่องจากรูปแบบการมาถึงของยานพาหนะมีความไม่แน่นอนและเป็นพลวัตสูง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น ผลลัพธ์ด้านระยะเวลาการคอยเฉลี่ยและจำนวนแถวคอยเฉลี่ยในแต่ละสถานการณ์จะถูกเปรียบเทียบกับรูปแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการคอยและจำนวนแถวคอยเฉลี่ยที่จุดรอสัญญาณไฟ

วัน	จุดรอสัญญาณไฟจราจร (พื้นที่ภายในวงเวียน)			
	ระยะเวลาการคอยเฉลี่ย (วินาที)		ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (คัน)	
	เร่งด่วน	นอกเวลาเร่งด่วน	เร่งด่วน	นอกเวลาเร่งด่วน
วันจันทร์	206.34	108.62	17	11
วันอังคาร	196.02	103.19	16	10
วันพุธ	189.83	99.93	17	10
วันพฤหัสบดี	231.10	121.65	20	13
วันศุกร์	245.54	129.26	22	15
เฉลี่ย	213.77	112.53	18.4	11.8



ภาพที่ 1 จุดสังเกตและการเก็บบันทึกข้อมูลสถิติยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ
ที่มา: ผู้วิจัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อให้เกิดความแออัดภายในวงเวียน
2. เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดจากปัจจัยความแออัด

สมมติฐานการวิจัย

งานวิจัยนี้มีการกำหนดสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์ปัจจัยความแออัดของจุดรอสัญญาณไฟจราจรในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ เพื่อทดสอบความแปรปรวนที่เกิดขึ้นเมื่อปัจจัยที่กำหนดเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยแบ่งกลุ่มทดสอบออกเป็น 5 กลุ่มตามจำนวนปัจจัยและกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันของทุกกลุ่มที่ทำการทดสอบ

H_a : ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ยแตกต่างกันของทุกกลุ่มที่ทำการทดสอบ

ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดการดำเนินการของวงเวียน

การบริหารจัดการจราจรภายในวงเวียนเป็นการควบคุมทางแยกประเภทหนึ่ง โดยยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนจะอาศัยหลักการลำดับความสำคัญ โดยกระแสจราจรภายในวงเวียน (Circulating Flow) จะมีสถานะและความสำคัญสูงกว่ากระแสจราจรในทิศทางเข้าวงเวียน (Entering Flow) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรภายในวงเวียนขึ้นอยู่กับจำนวนและรูปแบบของช่องว่างที่เกิดขึ้นกับกระแสจราจรในวงเวียน วิธีการหาความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรภายในวงเวียนนิยมสำรวจข้อมูลภาคสนามและพิจารณาลักษณะทางกายภาพของวงเวียนที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการจราจรโดยรวม (Behrisch et al., 2011) โดยวิธีการดังกล่าวเหมาะกับวงเวียนที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น เช่น การจราจรภายในวงเวียน

ขนาดใหญ่ในพื้นที่เขตเมือง (Surachodkriangkrai & Karoonsoontawong, 2015)

การไหลของกระแสจราจรที่ไม่สมดุลภายในวงเวียน

ปัญหารูปแบบการไหลของกระแสจราจรที่ไม่สมดุล (Unbalanced Flow Patterns) ภายในวงเวียนเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นได้กับวงเวียนทุกขนาด เนื่องจากความแตกต่างของปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางที่เข้าสู่วงเวียน ส่งผลให้ยานพาหนะในทิศทางที่อยู่ในลำดับถัดไปถูกกีดขวางทางเข้า ก่อให้เกิดความแออัดสะสมต่อเนื่องและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการไหลของกระแสจราจรภายในวงเวียนโดยตรงในด้านความเร็วสูงสุดระยะเวลารอคอยของยานพาหนะ และการบังคับใช้กฎการใช้งานทางแยก (Archana et al., 2022)

การควบคุมสัญญาณไฟจราจรวิธีใช้ความยาวรอบสัญญาณไฟสั้น (Short Cycle Length)

เป็นวิธีการบริหารจัดการสัญญาณไฟจราจรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้นานพาหนะเคลื่อนที่ออกจากจุดรอสัญญาณไฟจราจรและปิดกั้นในบริเวณทางแยก วิธีการนี้จะพยายามลดรอบระยะไฟจราจรสั้นให้สั้นลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพการจราจรที่มีความอึดตัวสูง (Wichaimethawee, 2002) โดยมีสมการดังนี้

$$C \leq \left(\frac{L}{D}\right) \left(\frac{3600}{V}\right) \quad (1)$$

โดยที่

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

L คือ ระยะทางระหว่างทางแยก (ฟุต)

D คือ ระยะห่างระหว่างกันชน (ฟุต)

V คือ ปริมาณจราจรต่อช่องจราจรที่ออกจากทางแยกปลายทาง (คันต่อชั่วโมง)

วิธีใช้พื้นที่ว่างหลังแถวคอยบนถนนของทางแยกปลายทาง (Queue Storage Capacity)

เป็นวิธีการควบคุมปริมาณจราจรที่ออกจากทางแยกต้นทางไม่ให้มากกว่าที่ว่างหลังแถวคอยในแต่ละช่องจราจรที่กำหนด เพื่อป้องกันการปิดกั้นใน

บริเวณทางแยก เช่นเดียวกับวิธีการรอบสัญญาณไฟเส้น (Wichaimethawee, 2002) โดยมีสมการดังนี้

$$C \leq \left(\frac{3600}{f}\right) \left(\frac{L}{d}\right) \quad (2)$$

โดยที่

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

f คือ ปริมาณจราจรจากต้นทาง (คันต่อชั่วโมง)

L คือ ความยาวที่ว่างหลังแถวคอย (ฟุต)

d คือ ระยะห่างระหว่างกันชน (ฟุต)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gracia et al. (2017) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพท่าเรือเพื่อลดความแออัดและเพิ่มประสิทธิภาพของเส้นทางในประเทศชิลี งานวิจัยเลือกใช้วิธีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความแออัดโดยการวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางสถิติจากการจำลองสถานการณ์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย โดยพบว่า ปัจจัยกลุ่มของยานพาหนะและความยาวของช่องจราจรมีผลกระทบต่อความแออัดของเส้นทางจราจร

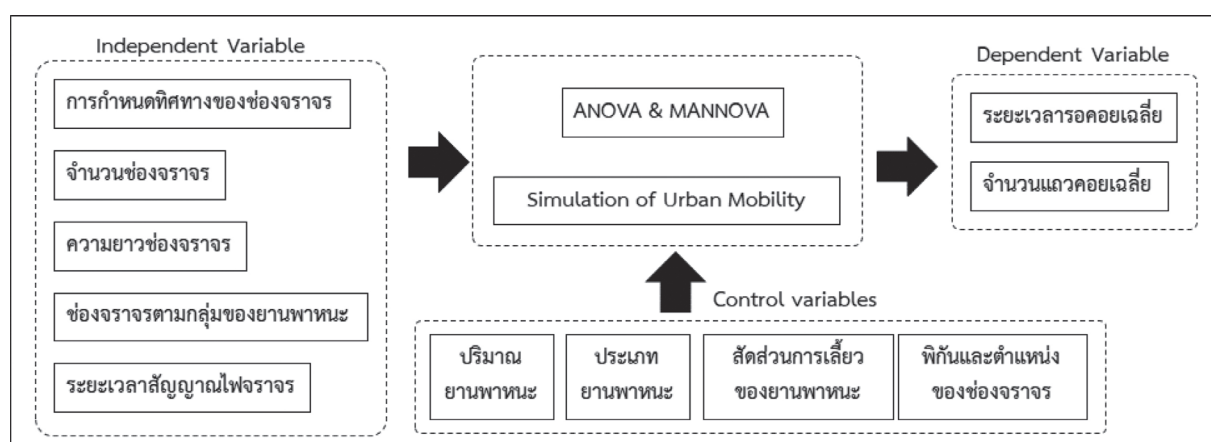
Wang et al. (2022) ศึกษาการประเมินปัจจัยความแออัดของเส้นทางสำหรับรถบรรทุกที่เข้าสู่ท่าเรือแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพบว่า เกิดจาก

ปัจจัยการจัดสรรช่องจราจรที่ไม่มีประสิทธิภาพ นำเสนอแนวความคิดการปรับปรุงการเลือกช่องจราจรตัวห่วงโซ่การเปลี่ยนผ่านของมาร์คอฟรวมกับการใช้แบบจำลองสภาพการจราจรแบบไม่ต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยจำนวนช่องจราจรและการกำหนดทิศทางของช่องจราจรส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจราจรของเส้นทางที่ศึกษา

Suanchan et al. (2019) ศึกษาปัญหาการจราจรในเขตพื้นที่เศรษฐกิจแห่งหนึ่ง โดยพบว่า สัญญาณไฟจราจรที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลโดยตรงต่อความแออัดในเส้นทาง นำเสนอแนวทางการปรับเปลี่ยนรอบสัญญาณไฟจราจรโดยการปรับสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมตามปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดความล่าช้าลงได้ร้อยละ 33-35

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยความแออัดของจุดรอบสัญญาณไฟจราจรในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิโดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทบทวนวรรณกรรมและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาความแออัดของการจราจร 2) การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 3) การสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพจราจร 4) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย 5) การนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาจากปัจจัยความแออัดที่ส่งผลกระทบสูงที่สุด

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยไปใช้เป็นแม่แบบกำหนดวิธีการและนำเสนอแนวทางเพื่อบรรเทาปัญหาที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการรวบรวมภาคสนามจะนำมาวิเคราะห์

ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อให้มีความเที่ยงตรงและเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดก่อนนำไปใช้ในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคต่อไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้กำหนดประชากรและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลที่กำหนดจากกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะ 7 ประเภท ได้แก่ 1) รถจักรยานยนต์ 2) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 3) รถยนต์นั่งเกิน 7 คน 4) รถโดยสารขนาดเล็ก 5) รถโดยสารขนาดกลาง 6) รถโดยสารขนาดใหญ่ 7) รถบรรทุกทุกขนาด (Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2022) ที่เคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ในช่วงเวลา 7:00-19:00 น. ในวันจันทร์-วันศุกร์ ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม-30 กันยายน พ.ศ. 2566

เครื่องมือวิจัย

เพื่อให้ได้รับข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือสำหรับการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการจราจรโดยการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลและ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย (ANOVA) ด้วยโปรแกรม XLSTAT 2) การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดยการใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ QGIS เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงสำหรับการกำหนดพิกัดและระยะทางของถนนสำหรับสร้างโครงข่ายถนนในพื้นที่ที่ทำการศึกษาและโปรแกรม Simulation of Urban Mobility สำหรับสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Traffic Simulation) โดยเครื่องมือทั้ง 2 กลุ่มจะถูกนำมาใช้ร่วมกัน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ก่อให้เกิดความแออัดของยานพาหนะภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจปริมาณจราจรโดยการบันทึกวิดีโอและจดบันทึกลงในแบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้นจากจุดสำรวจทั้ง 8 จุด ได้แก่ จุดสำรวจที่ 1-4 สำหรับรวบรวมข้อมูลปริมาณยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนและจุดสำรวจที่ 5-8 รวบรวมข้อมูลทิศทางการเลี้ยวและช่องจราจรที่ยานพาหนะเลือกใช้ ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม-30 กันยายน พ.ศ. 2566 เก็บรวบรวมข้อมูลในวันจันทร์-ศุกร์ การเก็บรวบรวมข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลทางสถิติทางด้านการจราจรภายในวงเวียน ได้แก่ 1) ปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละทิศทาง 2) ระยะเวลารอคอยของยานพาหนะจากสัญญาณไฟจราจร 3) จำนวนแถวคอยเฉลี่ยของยานพาหนะจากสัญญาณไฟจราจรเฉลี่ย โดยรวมปริมาณจราจรในทุกทิศทางของทางแยกและรวบรวมเป็นปริมาณจราจรรวมต่อชั่วโมง ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปทดสอบทางสถิติเพื่อประเมินความถูกต้องและรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย นำข้อมูลที่วิเคราะห์ไปใช้ในแบบจำลองสภาพการจราจร

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยวางแผนการคัดเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษาโดยให้ความสำคัญกับการจราจรในวงเวียนขนาดใหญ่และเป็นเส้นทางสำคัญที่มีปริมาณ

การจราจรเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งได้แก่ วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ (Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2022) ครอบคลุมพื้นที่โดยรอบวงเวียนฯ พิจารณาตั้งแต่เส้นทางที่ยานพาหนะเข้าและออกจากวงเวียนทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ถนนราชวิถีฝั่งสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี 2) ถนนพหลโยธิน 3) ถนนราชวิถีจากถนนดินแดง และ 4) ถนนพญาไทฝั่งโรงพยาบาลราชวิถีและพื้นที่หยุดรอสัญญาณไฟจราจรก่อนเข้าสู่วงเวียน

ปริมาณการจราจรภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

ผู้วิจัยเลือกช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพจราจรในช่วงเวลาที่มีสภาพการจราจรเร่งด่วนเช้า-เย็นและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ปริมาณจราจรที่เข้าสู่โครงข่ายถนนจะถูกแบ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นช่วงเวลาละ 4 รอบสัญญาณไฟจราจร ตั้งแต่เวลา 07:00-19:00 น. (12 ชั่วโมง) จำแนกตามประเภทของยานพาหนะที่กำหนด ที่เข้าสู่วงเวียนอนุสาวรีย์จากทั้ง 4 ทิศทาง ลักษณะถนนในแต่ละด้านจะมีขนาดตั้งแต่ 2-8 ช่องทางจราจร ในเส้นทางมีจุดตัดของถนนที่มีการบริหารทางแยกด้วยสัญญาณไฟจราจรหลักทั้งหมด 4 ทางแยก

การเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะทางกายภาพภายในวงเวียน

เป็นการรวบรวมข้อมูลลักษณะของเส้นทางภายนอกและภายในวงเวียน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลที่รวบรวม ได้แก่ 1) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ จำนวนช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางจราจร ความกว้างเกาะกลาง ความกว้างของไหล่ทาง ทิศทางจราจร ตำแหน่งจุดจราจรสัญญาณไฟจราจร และ 2) ลักษณะการจราจร ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการจราจร

ของยานพาหนะที่เข้าและออกจากวงเวียนจำแนกตามประเภทลักษณะพฤติกรรมจราจรที่ สัดส่วนการเลี้ยวของยานพาหนะ พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร พฤติกรรมการหยุดรถ ความเร็วของยานพาหนะสำหรับนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลสัญญาณไฟจราจร

ผู้วิจัยทำการสำรวจรอบสัญญาณไฟจราจรทั้งภายในและภายนอกวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิที่มีการดำเนินงานในรูปแบบทางแยกต่อเนื่อง แบ่งช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีสัญญาณไฟจราจรแบบรอบสั้น (115 และ 135 วินาที) 2) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีรอบสัญญาณไฟจราจรมากกว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนที่ 200 วินาที โดยพบว่า บริเวณจุดรอสัญญาณไฟจราจรทั้ง 4 จุดมีปริมาณยานพาหนะหนาแน่นมากกว่าบริเวณอื่น ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการจราจรในวงเวียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นข้อมูลจำนวนและเวลาการเข้าสู่วงเวียนของยานพาหนะแต่ละประเภทจะถูกจัดบันทึกเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติและทดสอบการกระจายตัวของชุดข้อมูลโดยโปรแกรม XLSTAT โดยมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบความถูกต้องและเพื่อประมาณรูปแบบการกระจายของเวลาการเข้ามาของของยานพาหนะในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (Nopphonkrang et al., 2021)

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบการกระจายตัวของยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนตั้งแต่ช่วงเวลา 07:01-19:00 โดยการกระจายตัวของข้อมูลจำนวน 12 ชั่วโมง มีการทดสอบค่านัยสำคัญ (P-Value) น้อยกว่า 0.05 จึงสามารถนำข้อมูลการกระจายตัวดังกล่าวมาใช้ในแบบจำลองได้

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

ช่วงเวลา	เวลา	ปริมาณยานพาหนะเฉลี่ย (คัน)				จำนวน รถ (คัน)	จำนวน รถ (PCU)	ร้อยละ (%)	รูปแบบ การกระจายตัวของ ชุดข้อมูล (วินาที)	P-Value
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่ง	รถโดยสาร	รถบรรทุก					
ช่วงเวลารุ่งเรือง เช้า	07:01-08:00	3,216	4,254	143	55	7,668	5,645	9.97%	16 * BETA (0.975, 0.91)	0.0237
	08:01-09:00	2,296	3,529	177	44	6,046	4,645	7.86%	15 * BETA (0.973, 0.924)	0.0094
	09:01-10:00	2,653	3,558	228	96	6,535	4,977	8.49%	16 * BETA (0.925, 0.799)	0.0371
	10:01-11:00	2,515	3,188	202	74	5,979	4,476	7.77%	15 * BETA (0.922, 0.864)	0.0231
	11:01-12:00	1,766	2,101	153	66	4,086	3,052	5.31%	12 * BETA (0.883, 0.821)	0.0346
	12:01-13:00	1,952	4,740	143	91	6,926	5,790	9.00%	13 * BETA (0.88, 0.814)	0.0274
	13:01-14:00	2,119	2,628	115	71	4,933	3,649	6.41%	14 * BETA (0.763, 0.811)	0.0236
	14:01-15:00	2,223	3,627	217	76	6,144	4,846	7.98%	11 * BETA (0.751, 0.796)	0.0248
นอก ช่วงเวลารุ่งเรือง	15:01-16:00	2,634	5,806	248	126	8,813	7,312	11.46%	11 * BETA (0.899, 0.823)	0.0257
	16:01-17:00	2,816	5,109	254	54	8,234	6,533	10.70%	UNIF (0.001, 15)	0.0094
	17:01-18:00	2,172	4,966	228	51	7,417	6,132	9.64%	18 * BETA (0.961, 0.884)	0.0072
	18:01-19:00	1,742	2,223	170	28	4,163	3,112	5.41%	1 + 21 * BETA (1.21, 1.16)	0.0143

การสร้างโครงข่ายถนนจากข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ

ผู้วิจัยได้เลือกนำเข้าข้อมูลโครงข่ายถนนจากโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ QGIS ที่สามารถเชื่อมโยงฐานข้อมูลร่วมกับเว็บไซต์ Google Map สำหรับนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการสร้างแบบจำลอง ได้แก่

1) การสร้างลักษณะทางกายภาพของทางแยกที่ศึกษาเป็นการสร้างเส้นทาง สร้างโดยอ้างอิงจากพื้นที่จริงของวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ 2) การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรและข้อมูลความเร็ว รวมถึงลักษณะพฤติกรรมของการขับขี่ยานพาหนะ



ภาพที่ 3 การสร้างโครงข่ายถนนจากข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ

การเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยการพิจารณาความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากการนำข้อมูลโครงข่ายเส้นทางการจราจร โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Islam, 2018) ตารางที่ 3

แสดงผลลัพธ์การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง โดยพบว่าแบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนใน 12 ช่วงเวลาน้อยกว่า 5 (GEH) ค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการศึกษาสภาพการจราจรในพื้นที่ที่กำหนดได้ต่อไป (Yaibok & Luatthep, 2015)

ตารางที่ 3 การกระจายตัวของยานพาหนะที่เข้าสู่วงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

ช่วงเวลา	ปริมาณการจราจร (การสำรวจ)	ปริมาณการจราจร (แบบจำลอง)	GEH	ผลการเปรียบเทียบ
07:01-08:00	7668	7499	1.94	ผ่าน
08:01-09:00	6046	5876	2.2	ผ่าน
09:01-10:00	6535	6341	2.42	ผ่าน
10:01-11:00	5979	6228	3.18	ผ่าน
11:01-12:00	4087	4276	2.93	ผ่าน
12:01-13:00	6925	6742	2.21	ผ่าน
13:01-14:00	4934	4784	2.15	ผ่าน
14:01-15:00	6144	5871	3.52	ผ่าน
15:01-16:00	8813	9124	3.28	ผ่าน
16:01-17:00	8234	8483	2.72	ผ่าน
17:01-18:00	7417	7612	2.25	ผ่าน
18:01-19:00	4163	4269	1.63	ผ่าน

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ ความตึงตัวของวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

ส่วนนี้เป็นการออกแบบการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยความแออัดที่เกิดขึ้นภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ เพื่อพิจารณาว่าเกิดผลลัพธ์อะไรขึ้นเมื่อปัจจัยความแออัดแต่ละตัวถูกรบกวนหรือมีการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถระบุปัจจัยความแออัดที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาแถวคอยเฉลี่ยและจำนวนแถวคอยเฉลี่ยในช่องจราจรภายในวงเวียนมากที่สุด โดยแบ่งกลุ่มทดสอบออกเป็น 5 กลุ่มตามจำนวนปัจจัยและออกแบบกรอบการทดลองเพื่อทดสอบด้วยเทคนิค ANOVA กำหนดการเปลี่ยนแปลงของแต่ละปัจจัยโดยใช้เกณฑ์การทดสอบเพิ่มขึ้น 10% และ 40% (Gracia et al., 2017) ดังนี้ 1) การกำหนดทิศทางของช่องจราจร (ปัจจัย A) ใช้ทิศทางของช่องจราจรเดิมจากข้อมูลตั้งต้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (-) และการแบ่งช่องจราจรใหม่โดยการเพิ่มทิศทางสำหรับเลี้ยวขวาแทนทิศทางวิ่งตรง 10% และ 40% (+) 2) จำนวนช่องจราจร (ปัจจัย B) ใช้จำนวนช่องจราจรเดิมจากข้อมูลตั้งต้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (-) และเพิ่มจำนวนช่องจราจรสำหรับรถในวงเวียนจากช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถโดยสารจำนวน 10% และ 40% (+) 3) ความยาวช่องจราจร (ปัจจัย C) พิจารณาความยาวของช่องจราจรจากข้อมูลสถิติตั้งต้น (-) และการเพิ่มความยาวในแต่ละช่องจราจรทั้งภายในและภายนอกวงเวียน 10% และ 40% (+) 4) ช่องจราจรตามกลุ่มของยานพาหนะ (ปัจจัย D) จากข้อมูลตั้งต้นไม่มีการกำหนดประเภทของยานพาหนะในแต่ละช่องจราจร (-) และเมื่อมีการกำหนดให้ยานพาหนะแต่ละกลุ่มที่กำหนดเลือกใช้ช่องจราจรที่กำหนด 10% และ 40% (+)

5) ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) กำหนดสัญญาณไฟจราจรจากข้อมูลตั้งต้น (-) และเมื่อมีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรเพิ่มขึ้น 10% และ 40% (+)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สำหรับตรวจสอบความแปรปรวน ตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลและความสัมพันธ์ของตัวแปร (Gracia et al., 2017) โดยผลลัพธ์การคำนวณทั้ง 5 กลุ่มจะได้จากแทนค่าต่าง ๆ ลงในตารางเพื่อหาค่า F (ANOVA: Single Factor 5 Groups) ผลการวิเคราะห์ค่า F ทั้ง 5 กลุ่มพบว่า คำนวณ $F_{0.5,4,20} = 4.17$ โดยเมื่อเทียบค่าตาราง Degree of freedom ของ F-Table จะได้ค่า Fวิกฤต $F_{0.5,4,20} = 2.86$ ดังนั้นค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า Fวิกฤตจึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่ามีข้อมูลอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน การทดสอบจึงได้ลองตัดแต่ละกลุ่มออกเพื่อประมวลผลลัพธ์ใหม่ท้ายที่สุดพบว่าค่า F คำนวณจะมีค่าน้อยกว่า Fวิกฤต จำเป็นจะต้องตัดกลุ่มที่ 3 และ 4 (ปัจจัย C และ D) ออก

ตารางที่ 4 และ 5 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลารอคอยเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน โดยผลลัพธ์พบว่า ปัจจัยที่มีค่านัยสำคัญแตกต่างกันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (P-value น้อยกว่า 0.05) มีจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) ปัจจัยจำนวนช่องจราจร (ปัจจัย B) และปัจจัยการกำหนดทิศทางของช่องจราจร (ปัจจัย A) จึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดของการจราจรภายในวงเวียนในช่วงเวลาเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ ANOVA สำหรับระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ย

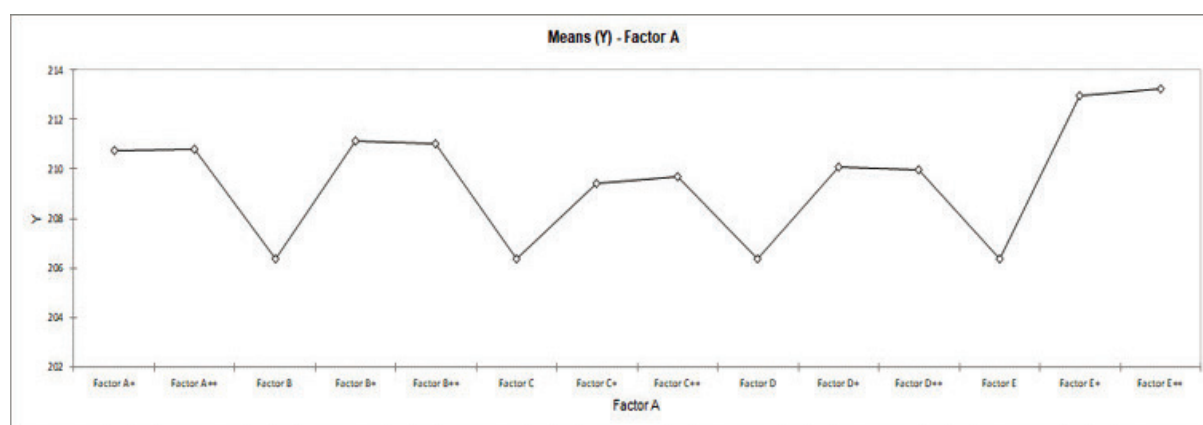
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ย (ช่วงเวลาเร่งด่วน) *							ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ย (นอกช่วงเวลาเร่งด่วน) **						
ปัจจัย	df	SS	Mean square	p-value	Contri. (%)	Cum. Contri. (%)	ปัจจัย	df	SS	Mean square	p-value	Contri. (%)	Cum. Contri. (%)
E	1	364.71	182.35	0.001	51.87	51.87	E	1	92.10	46.05	0.002	50.11	50.11
B	1	180.22	90.11	0.024	25.63	77.50	A	1	47.57	23.78	0.035	25.88	75.99
A	1	158.20	79.10	0.036	22.50	100.00	B	1	44.13	22.06	0.043	24.01	100.00
รวม	5	703.13	351.56	0.061	100		รวม	5	183.81	91.90	0.081	100	

* $R^2 = 0.9390$ (ปรับค่า $R^2 = 0.9368$), ** $R^2 = 0.9415$ (ปรับค่า $R^2 = 0.9415$)

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ ANOVA สำหรับความยาวแถวคอยเฉลี่ย

ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (ช่วงเวลาเร่งด่วน) *							ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (นอกช่วงเวลาเร่งด่วน) **						
ปัจจัย	df	SS	Mean square	p-value	Contri. (%)	Cum. Contri. (%)	ปัจจัย	df	SS	Mean square	p-value	Contri. (%)	Cum. Contri. (%)
E	1	2.85	1.42	0.01	57.02	57.02	E	1	0.99	0.49	0.01	50.66	50.66
B	1	1.14	0.57	0.03	22.88	79.90	A	1	0.49	0.24	0.04	24.90	75.56
A	1	1.00	0.50	0.04	20.10	100.00	B	1	0.48	0.24	0.04	24.44	100.00
รวม	5	5.00	2.50	0.08	100		รวม	5	1.97	0.98	0.08	100	

* $R^2 = 0.9351$ (ปรับค่า $R^2 = 0.9328$), ** $R^2 = 0.9644$ (ปรับค่า $R^2 = 0.9631$)



ภาพที่ 4 แผนภูมิผลลัพธ์การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระยะเวลารอคอยเฉลี่ย

ผลการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดจากปัจจัยความแออัด

จากการทดสอบความแปรปรวนข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ารอบสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) เป็นปัจจัยที่มีค่าความแปรปรวนสูงที่สุด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดของสภาพการจราจรภายในวงเวียนมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวทางการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรอื่นตัวมากเพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมด้วยวิธีการ 1) วิธีใช้ความยาวรอบสัญญาณไฟสั้น นำเสนอรอบสัญญาณไฟจราจรสีเขียวใหม่ในช่วงโมเมนต์เร่งด่วน 43 และ 55 วินาที นอกช่วงโมเมนต์เร่งด่วน 94 และ 76 วินาที และ 2) วิธีใช้ความยาวของพื้นที่ว่างหลังแถวคอย นำเสนอรอบสัญญาณไฟจราจรสีเขียวใหม่ในช่วงโมเมนต์เร่งด่วน 45 และ 62 วินาที นอกช่วงโมเมนต์เร่งด่วน 98 และ 82 วินาที ตามลำดับ

สรุปผล

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบให้เกิดความแออัดภายในวงเวียน

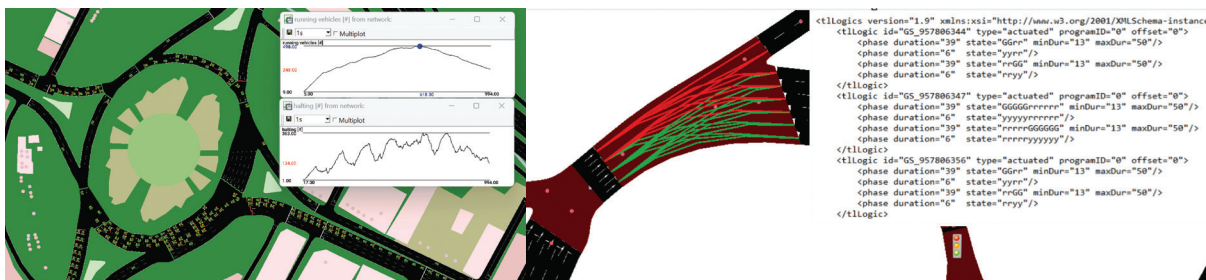
จากการรอบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ความความแปรปรวนของปัจจัยจำนวน 5 ปัจจัย โดยการแบ่งกลุ่มทดสอบด้วยเทคนิค ANOVA จำนวน 5 กลุ่ม พบว่ากลุ่มของปัจจัยที่ได้ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกันและส่งผลกระทบต่อความแออัดภายในวงเวียน ได้แก่ ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) ปัจจัยจำนวนช่องจราจร (ปัจจัย B) และปัจจัยการกำหนดทิศทางของช่องจราจร (ปัจจัย A)

แนวทางการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดจากปัจจัยความแออัด

การนำเสนอแนวทางการปรับเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณไฟจราจรด้วยวิธี 1) วิธีใช้ความยาวรอบสัญญาณไฟสั้น และ 2) วิธีใช้ความยาวของพื้นที่ว่างหลังแถวคอย เปรียบเทียบผลลัพธ์ผ่านโปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค Simulation of Urban Mobility

ตารางที่ 6 รอบจังหวะสัญญาณไฟจราจรปัจจุบันและเสนอปรับปรุง

จุดสำรวจ ระยะเวลา	จุดสำรวจที่ 2		จุดสำรวจที่ 4		จุดสำรวจที่ 5		จุดสำรวจที่ 6		จุดสำรวจที่ 7		จุดสำรวจที่ 8	
	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน	ช่วงเวลา เร่งด่วน	นอกเวลา เร่งด่วน
ระยะเวลา สัญญาณไฟเขียว: ปัจจุบัน	40	105	40	105	60	80	45	110	60	80	45	110
ระยะเวลา สัญญาณไฟเขียว: Short Cycle Length	43	94	43	94	55	76	43	94	55	76	43	94
ระยะเวลา สัญญาณไฟเขียว: Queue Storage Capacity	45	98	45	98	62	82	47	104	62	82	47	104



ภาพที่ 5 การปรับรูปแบบสัญญาณไฟจราจรด้วยโปรแกรม Simulation of Urban Mobility

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นผลลัพธ์การปรับเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณไฟจราจรภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ จากผลลัพธ์ข้างต้นพบว่า ในช่วงเวลาเร่งด่วน (07:01-9:00 และ 16:01-19:00) ควรปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรด้วยวิธีการ Queue Storage Capacity ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนี้ 1) ปริมาณจราจรเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 104 PCU หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.13 2) ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลง 1.58 วินาที/คัน หรือลดลงร้อยละ 0.74 และ 3) ความยาวเฉลี่ยแถวคอยลดลง 0.84 คันหรือลดลงร้อยละ 4.57 สำหรับนอกช่วงเวลาเร่งด่วน (09.01-16.00) ควรปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรด้วยวิธีการ Queue Storage Capacity ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนี้ 1) ปริมาณจราจรเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 138 PCU หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.65 2) ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลง 1.57 วินาที/คัน หรือลดลงร้อยละ 1.41 และ 3) ความยาวเฉลี่ยแถวคอยลดลง 1.77 คัน หรือลดลงร้อยละ 15.02 โดยผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับสอดคล้องกับ Kamollimsakul และ Pitaksringkarn (2018) ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรในสภาพการจราจรอึมครึมผ่านแบบจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาค โดยพบว่า การปรับสัญญาณไฟจราจรตามปริมาณยานพาหนะสามารถลดความแออัดในช่องจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยที่กล่าวว่าปัจจัยความแออัดแต่ละปัจจัยส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบการจราจรภายในวงเวียนแตกต่างกัน โดยมีการโต้ตอบของปัจจัยที่กำหนดมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปร

ตาม (H_3) จำนวน 3 ปัจจัยและไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตามจำนวน 2 ปัจจัย (H_0)

อภิปรายผล

จากการนำเสนอการวิเคราะห์ปัจจัยความแออัดของจุดรอสัญญาณไฟจราจรในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิพบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดของระบบการจราจรภายในวงเวียนจำนวน 5 ปัจจัย วิเคราะห์ตัวแปรแต่ละตัวด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วัดผลลัพธ์ด้วยเวลารอคอยและจำนวนแถวคอยเฉลี่ยในช่วงโมงเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน

ผลลัพธ์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วนมีจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) ปัจจัยจำนวนช่องจราจร (ปัจจัย B) และปัจจัยการกำหนดทิศทางของช่องจราจร (ปัจจัย A) ตามลำดับ และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดสูงสุดนอกช่วงเวลาเร่งด่วนได้แก่ ระยะเวลาสัญญาณไฟจราจร (ปัจจัย E) ปัจจัยการกำหนดทิศทางของช่องจราจร (ปัจจัย A) และปัจจัยจำนวนช่องจราจร (ปัจจัย B) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Gracia et al. (2017) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแออัดของการจราจรจากผลลัพธ์ทางสถิติเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาโดยการปรับรูปแบบสัญญาณไฟจราจรใหม่ให้เหมาะสมกับปริมาณยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่าน (Kantanon, 2018) ได้แก้ไขวิธีใช้ Short Cycle Length และ Queue Storage

Capacity พบว่า การปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรด้วยวิธีการ Queue Storage Capacity ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสอดคล้องกับ Indee (2021) ที่ได้พบว่า การปรับสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพมากกว่าการให้ยานพาหนะเคลื่อนที่

อิสระ และ Seksan et al. (2021) นำเสนอรูปแบบการปรับเปลี่ยนรอบจังหวะของสัญญาณไฟจราจรตามปริมาณยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านเพื่อลดความแออัดของเส้นทางการจราจร

ตารางที่ 7 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ตัวชี้วัด แบบจำลอง	ช่วงเวลาเร่งด่วน (07:01-09:00 และ 16:01-19:00)					นอกช่วงเวลาเร่งด่วน (09:01-16:00)				
	ก่อน ปรับปรุง	วิธีใช้ ความยาว รอบ สัญญาณ ไฟสี่	เปรียบเทียบ	วิธีใช้ พื้นที่ว่าง หลังแถว คอยบน ถนนของ ทางแยก ปลายทาง	เปรียบเทียบ	ก่อน ปรับปรุง	วิธีใช้ ความยาว รอบ สัญญาณ ไฟสี่	เปรียบเทียบ	วิธีใช้ พื้นที่ว่าง หลังแถว คอยบน ถนนของ ทางแยก ปลายทาง	เปรียบเทียบ
ปริมาณจราจร (PCU)	4,872.00	4,976.00	+104 ↑	4,994.00	+122 ↑	5,213.00	5,317.00	+104 ↑	5,351.00	+138 ↑
ระยะเวลา รอคอยเฉลี่ย (วินาที/คัน)	213.77	212.48	-1.29 ↑	212.19	-1.58 ↑	112.53	111.34	-1.19 ↑	110.96	-1.57 ↑
ความยาวเฉลี่ย แถวคอย (คัน)	18.40	17.67	-0.73 ↑	17.56	-0.84 ↑	11.80	10.70	-1.10 ↑	10.03	-1.77 ↑

สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอความแตกต่างสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแออัดของการจราจรภายในวงเวียน เลือกใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคร่วมกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย โดยพบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลกระทบสูงสุดได้แก่ ปัจจัยรอบสัญญาณไฟจราจร นำเสนอแนวทางการแก้ไขโดยวิธีการใช้ความยาวรอบสัญญาณไฟแบบสั้น ส่งผลให้มีระยะเวลารอคอยเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยแถวคอยลดลงได้

ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นวิธีการประกอบการแก้ไขปัญหาการจราจรแออัดที่เกิดขึ้นกับวงเวียนประเภทต่าง ๆ และสามารถประยุกต์ใช้กับการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมกับทางแยกประเภทอื่น ๆ ได้ต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดนโยบายการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรภายในวงเวียนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ วงเวียนเส้นทางการจราจรอื่น ๆ ที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรในเขตเมืองและมีปัญหาการจราจรหนาแน่นต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในสถานการณ์การจราจรแออัดและเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจราจรภายในวงเวียนเป็นหลัก ดังนั้นควรมีการพิจารณาเพิ่มเติมปัจจัยเฉพาะด้านสำหรับการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การจราจรหรือทางแยกรูปแบบอื่น ๆ ที่มีคุณลักษณะแตกต่างจากพื้นที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้

References

- Archana, N., Manish, C., & Sanjay, S. (2022). An empirical study on parameters affecting traffic stream variables under rainy conditions. In *The Proceedings of the 14th International Conference on Communication Systems & NETworkS (COMSNETS)*. (pp. 818-823). IEEE.
- Behrisch, M., Bieker-Walz, L., Erdmann, J., & Krajzewicz, D. (2011). Sumo-simulation of urban mobility: An overview. In *The Proceedings of the Third International Conference on Advances in System Simulation* (pp. 63-68). Research Gate.
- Chawitra, T. (2011). Roadside stand market at Victory Monument, Bangkok. *Journal of Behavioral Science for Development*, 3(1), 28-42. [in Thai]
- Gracia, M. D., González-Ramírez, R. G., & Mar-Ortiz, J. (2017). The impact of lanes segmentation and booking levels on a container terminal gate congestion. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 29, 403-432.
- Indee, T. (2021). Analyzing a mixed toll collection system using traffic microsimulation models: A case study of Din Daeng Toll Plaza. *Ladkrabang Engineering Journal*, 38(1), 1-14. [in Thai]
- Islam, S. (2018). Simulation of truck arrival process at a seaport: Evaluating truck-sharing benefits for empty trips reduction. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(1), 94-112.
- Kamollimsakul, W., & Pitaksringkarn, J. (2018). Traffic operational analysis of continuous flow urban interchange using micro simulation modeling technique: A case study of Dat Daruni School, Chachoengsao. *Ladkrabang Engineering Journal*, 35(1), 23-32. [in Thai]
- Kantanon, V. (2018). *Determining the use of coordinated signal control case study: Intersection network on Mahidol Road, Chiang Mai Province* [Master's thesis]. Thammasat University. [in Thai]
- Keereewong, S., Satiennam, T., Satiennam, W., & Kronprasert, N. (2018). A study of Black Bpot Improvement at Intersections of Engineering Faculty, Khon Kaen University by applying microscopic traffic Simulation. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*, 19(1), 88-100. [in Thai]
- Nopphonkrang, C., Kumphan, T., Tosing, N., Soyphet, S., & Rattaphan, S. (2021). A study feasibility for traffic control at intersection: A case study at Sipruetthalai Rajabhat Seminar Hall, Muang District Sisaket Province. *Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University*, 1(2), 53-61. [in Thai]
- Office of Transport and Traffic Policy and Planning. (2022). *Traffic volume at intersections in Bangkok in 2021*. https://data.bangkok.go.th/dataset/traffic_volume

- Seksan, J., Anurak, S., Choosombat, C., Kumkrut, T., & Wongsuthep, S. (2021). The application of simulation technique in traffic lights timing for reducing the waiting time at Thakub Intersection, Muang District, Surat Thani Province. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 7(1), 15-22. [in Thai]
- Suanchan, L., & Pitaksringkarn, J. (2019). A study of traffic signal coordination system: A case study of the Royal Initiate Project Road of His Majesty King RAMA IX. *Engineering Journal of Research and Development*, 31(1), 73-85. [in Thai]
- Surachodkriangkrai, N., & Karoonsoontawong, A. (2015). Roundabout metering signal design: A case study of democracy monument roundabout. *Panyapiwat Journal*, 7(1), 194-206. [in Thai]
- Wang, J., Huynh, N. N., & Pena, E. (2022). Land side truck traffic modeling at container terminals by a stationary two-class queuing strategy with switching. *Journal of International Logistics and Trade*, 20(3), 118-134.
- Wichaimethawee, T. (2002). *Development of traffic signal control strategies for saturated traffic conditions* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. [in Thai]
- Yaibok, C., & Luatthep, P. (2015). An analysis of traffic management of multiple consecutive intersections: A case study of Hat Yai Municipality. *UBU Engineering Journal*, 8(1), 103-114. [in Thai]



Name and Surname: Chuleekorn Chuchottaworn

Highest Education: Master's Degree in Logistics Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Affiliation: Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Field of Expertise: Industrial Logistics and Supply Chain Management and Logistics Simulation



Name and Surname: Natthapong Chuchottaworn

Highest Education: Master's Degree in Logistics Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Affiliation: Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok (Chakrabongse Bhuvanath)

Field of Expertise: Warehousing and Distribution Management, Logistics Simulation, and Traffic Simulation