การศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงศ์บริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ

A Study on Improvement to Increase Efficiency of U–Turn Opening on Charan Sanit Wong Road at Bang O Fire Station U–Turn

วัชรพงษ์ วรรณวัต*, กิตติชัย ธนทรัพย์สิน
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วงศ์สว่าง บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
Watcharapong Wannawat*, Kittichai Thanasupsin
Department of Civil Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Wong Sawang, Bang Sue, Bangkok, 10800, Thailand
***Corresponding Author E-mail:** noewatchara@gmail.com

Received: Sep 21, 2023; **Revised:** Dec 16, 2023; **Accepted:** Dec 18, 2023

บทคัดย่อ

จุดกลับรถเป็นจุดเสี่ยงที่มักเกิดอุบัติเหตุทางถนนอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งปัญหาของจุดกลับรถมีหลายปัจจัย เช่น ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถ ตำแหน่งการเปิดเกาะกลาง ระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ จุดเสี่ยงต่างๆบริเวณจุดกลับรถที่ขาดการจัดการจราจรและความปลอดภัยที่ดี และปัจจัยที่เกิดจากผู้ขับขี่ บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงศ์ บริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ โดยทำการศึกษารูปแบบการปรับปรุงแก้ไขจุดกลับรถตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและรูปแบบการปรับปรุงตามมาตรการ สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM และวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจราจร นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าระยะเวลาถึงจุดชน (TTC) ด้วยโปรแกรม SSAM เพื่อประเมินความปลอดภัยด้านการจราจรจากจำนวนจุดขัดแย้ง ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการปรับปรุงตามมาตรการ ที่มีการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพโดยการเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยวและมาตรการจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจร โดยลดเวลาเดินทางเฉลี่ยลงร้อยละ 1 และ 10 และ ลดความล่าช้าเฉลี่ยลงร้อยละ 12 และ 31 ในทิศทางมุ่งหน้าไปพระราม 7 และปิ่นเกล้า ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยพบว่า รูปแบบการปรับปรุงตามมาตรการ มีค่าระยะเวลาถึงจุดชน (TTC) เท่ากับ 0.88 วินาที และมีจำนวน จุดขัดแย้งของกระแสจราจรน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่นๆ

คำสำคัญ: เพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถ, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค, ประเมินความปลอดภัยด้านการจราจร

Abstract

The U–Turn is a risky point where there are frequent road accidents. There are many factors leading to the problem of the U–turn such as the physical characteristics of the U–turn, location of U–turn median opening, insufficient sight distance, risk spot around the U–turn without traffic management and safety and factors caused by the driver. This paper presents the results of a study on improvement to increase efficiency of U–Turn Opening on Charan Sanit Wong Road at Bang O

Fire Station U–Turn. By studying the improvement pattern of the U–turn from the past to the present and the pattern of improvement measure. Traffic microsimulation model was developed using VISSIM software and evaluated the traffic efficiency. The results were analyzed to determine the Time–To–Collision (TTC) using the SSAM program to assess traffic safety from the number of conflict points. The results showed the pattern of improvement measure with improved physical characteristics by increasing the length of the storage lane and restricted U–Turn for motorcycle measure could increase traffic efficiency. The average travel time was reduced by 1% and 10% and reduced the average delay by 12% and 31% in the directions to Rama VII and Pinklao, respectively. The safety analysis results showed the pattern of improvement measure which has a Time–To–Collision (TTC) value of 0.88 seconds and has the least number of conflicts point compared to previous improvement pattern.

Keywords: Increase Efficiency of U–turn, Traffic microsimulation model, Traffic safety assessment

1. บทนำ

ระบบคมนาคมขนส่งของกรุงเทพมหานครเป็นระบบที่ใช้ถนนเป็นหลัก การเจริญเติบโตของเมืองได้ขยายออกไปอย่างรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่ชุมชนจะขยายไปตามแนวเส้นทางถนน ทำให้การเดินทางบนถนนเข้าถึงชุมชนได้ดีกว่าระบบอื่น [1] การเปิดจุดกลับรถจึงจัดทำมาเพื่อแก้ไขปัญหายานพาหนะที่ต้องการเข้าออกพื้นที่สองข้างทางและยานพาหนะที่ต้องการเปลี่ยนทิศทางบนถนนสายหลัก โดยจุดกลับรถมักจะเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาเร่งด่วนที่มีปริมาณจราจรหนาแน่น ทำให้ผู้กลับรถต้องรอคอยเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเสี่ยงของผู้กลับรถที่พยายามจะแทรกตัวเพื่อบีบบังคับให้รถในทิศทางตรงลดความเร็วเพื่อให้ทาง [2] อีกทั้งในปัจจุบันยังมีแพลตฟอร์มเดลิเวอรี่ต่างๆ ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงานที่ต้องแข่งกับเวลา ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการขับขี่ด้วยความเร็วสูงหรือยอมทำผิดกฎจราจรเพื่อเร่งทำความเร็วโดยเฉพาะการขับขี่ย้อนศรและฝ่าไฟแดง จากการเปิดเผยข้อมูลภาพรวมสถานการณ์ความไม่ปลอดภัย ในกลุ่มจักรยานยนต์รับจ้างและกลุ่มไรเดอร์ (Food Delivery) โดยศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.) พบว่า 1 ใน 3 ประสบอุบัติเหตุระหว่างขับขี่ และที่น่าเป็นห่วงคือมากถึง 40% เป็นการบาดเจ็บสาหัส บางรายถึงขั้นเสียชีวิต [3] และจากสถิติคดีจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติพบว่าถนนและสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญรองลงมาจากปัจจัยด้านคน [4] ดังนั้นการคำนึงมาตรการความปลอดภัยระหว่างการออกแบบถนนและ การประเมินความปลอดภัยของถนนอย่างสม่ำเสมอ แล้วปรับปรุงถนนเพื่อรองรับความผิดพลาดอันเกิดจากมนุษย์ จึงเป็นแนวทางสำคัญที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ถนนในแง่ของความปลอดภัย และลดอุบัติเหตุทางถนน [5]

จากความสำคัญในการออกแบบลักษณะกายภาพของถนนและการประเมินความปลอดภัยของถนนเพื่อช่วยลดอุบัติเหตุและการเสียชีวิตบนท้องถนนนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถ เนื่องจากจุดกลับรถเป็นบริเวณที่มักจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด หากไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาดังกล่าวอาจ ทวีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณจุดกลับรถ จะต้องเน้นมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงลักษณะของกายภาพให้ถูกต้องและปลอดภัยตามหลักวิศวกรรมจราจร และยกมาตรฐานการออกแบบก่อสร้างให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น พร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขจุดเสี่ยงและจุดอันตรายบริเวณจุดกลับรถ [6]

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกกรณีศึกษาบริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ เนื่องจากบริเวณจุดกลับรถดังกล่าวอยู่บนเส้นทางหลักที่เป็นส่วนหนึ่งของถนนวงแหวนรอบในของกรุงเทพมหานคร ที่มีปริมาณจราจรสูงโดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น ทำให้บริเวณจุดกลับรถเป็นตำแหน่งที่ทำให้กระแสจราจรเกิดการติดขัดและกลายเป็นจุดเสี่ยงที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดอุบัติเหตุ อาจ

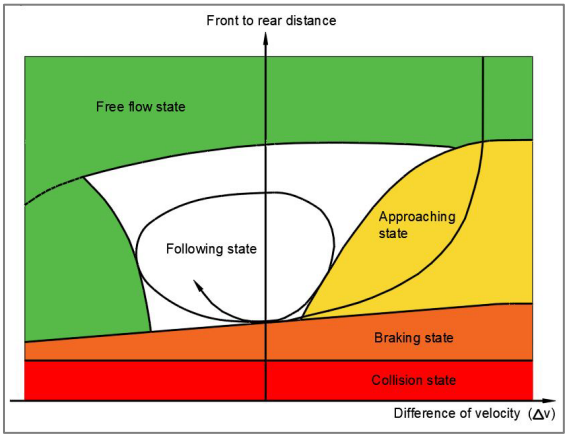
เนื่องมาจากพฤติกรรมการกลับรถ และลักษณะทางกายภาพที่ถูกออกแบบใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน แต่ความต้องการในการเดินทางและจำนวนยานพาหนะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และอีกหนึ่งปัญหาที่พบเห็นได้บ่อยคือการฝ่าฝืนกฎจราจร เช่น การขับขี่ย้อนศรของรถมอเตอร์ไซค์เพื่อกลับรถ และจากข้อมูลสถิติอุบัติเหตุย้อนหลังในปี 2562–2566 จากศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ ThaiRSC [7] พบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ศึกษา 97 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 1 รายและบาดเจ็บ 96 ราย ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาการจราจรบริเวณจุดกลับรถและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของจุดกลับรถในแต่ละรูปแบบ ตามสภาพการเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบการแก้ไขปัญหาของจุดกลับรตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและรูปแบบการแก้ไขตามมาตรการที่เสนอแนะ โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค นำผลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าระยะเวลาถึงจุดชน (Time–To–Collision, TTC) ด้วยโปรแกรม (Surrogate Safety Assessment Model, SSAM) เพื่อประเมินความปลอดภัยด้านการจราจรในแต่ละรูปแบบจุดกลับรถ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสภาพการจราจรบริเวณจุดกลับรถในเขตเมืองที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

โปรแกรม VISSIM เป็นแบบจำลองในระดับจุลภาค (Microscopic) ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจำลองสภาพการจราจรในเขตเมืองและการทำงานของระบบขนส่งมวลชน โดยอาศัยพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่เป็นฐานในการจำลอง (Behavior Based) โดยทำการคำนวณพฤติกรรมและสถานะขององค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองทุกๆ ช่วงเวลาในระดับวินาที (Time Step) ภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร เช่น จำนวนช่องจราจร พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในกระแสจราจร รอบสัญญาณไฟจราจร และวิธีการควบคุมการจราจรที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นโปรแกรม VISSIM จึงถือเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานด้านการขนส่งและการจราจรในเขตเมือง [8]

ปรัชญา อรัญเวศ [6] โดยทั่วไปโปรแกรม VISSIM ใช้รูปแบบรับรู้ทางจิตเพื่อเลียนแบบพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ (Psycho–physical Perception Model) ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1974 โดย Rainer Wiederman แบบจำลองนี้อาศัยแนวคิดพื้นฐานคือ การรับรู้ของพฤติกรรมการขับขี่ของแต่ละบุคคลในแต่ละสถานการณ์ โดยพฤติกรรมการขับขี่จะเริ่มชะลอความเร็วลง เมื่อระยะห่างจากการขับขี่ของยานพาหนะที่แล่นอยู่ข้างหน้าให้เข้าสู่สภาวะใดสภาวะหนึ่ง ประกอบด้วย 1) การขับขี่อิสระ เมื่อรับรู้ว่ามีระยะห่างที่ปลอดภัยและมากพอ 2) การลดความเร็ว เมื่อรับรู้ว่าระยะห่างจากยานพาหนะข้างหน้าเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนเข้าสู่ระยะห่างที่มีความปลอดภัย 3) การขับขี่ตามกัน เมื่อรับรู้ถึงระยะห่างจากยานพาหนะที่อยู่ข้างหน้าเท่ากับระยะห่างที่ปลอดภัย ซึ่งจะมีการรักษาระยะห่างนั้นไว้และ 4) การหยุดรถ เมื่อรับรู้ว่าระยะห่างลดลงอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้ระยะห่างที่ไม่ปลอดภัยดังแสดงใน**รูปที่ 1**



รูปที่ 1 ตรรกะลักษณะพฤติกรรมการขับขี่ของโปรแกรม

การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เริ่มต้นจากการเตรียมข้อมูลสำหรับสร้างและปรับเทียบแบบจำลองฯ เช่น ลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษา ปริมาณจราจร การควบคุมการจราจร เป็นต้น จากนั้นทำการพัฒนาแบบจำลอง (Base Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุด หลังจากนั้นทำการปรับเทียบแบบจำลอง เพื่อให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของ

แบบจำลองมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจริงมากที่สุด ซึ่งตัวแปรส่วนใหญ่ที่มักใช้เป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณจราจร ความเร็ว ความยาวแถวคอย ความล่าช้าและเวลาในการเดินทาง เป็นต้น ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลานานหากต้องการผลลัพธ์ที่ใกล้เคียง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งค่าที่ได้จะต้องมีความคลาดเคลื่อนในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักการทางสถิติของ GEH [9] ดังแสดงในสมการที่ (1)

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

โดย Simulated คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

1) GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณการจราจรจากแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

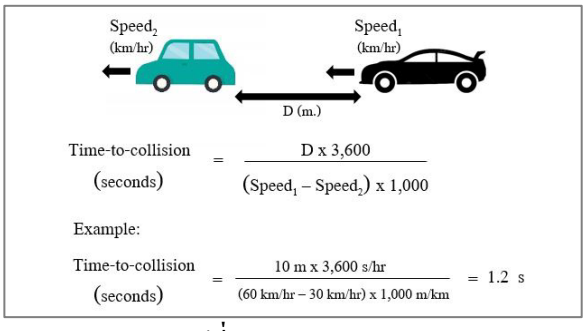
2) GEH < 10 หมายถึง ต้องปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

3) GEH > 10 หมายถึง ปริมาณการจราจรจากแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

2.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM)

แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (Surrogate Safety Assessment Model: SSAM) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ความขัดแย้ง (Conflict) ของกระแสจราจร ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินความปลอดภัย ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ เพื่อระบุความขัดแย้งของกระแสจราจร โดยพิจารณาจากค่าระยะเวลาถึงจุดชน (TTC) และมุมของความขัดแย้ง โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) ความขัดแย้งในลักษณะการชนท้าย (Rear-End) 2) การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change) 3) การตัดกันของกระแสจราจร (Crossing) โดยความขัดแย้งการจราจรเหล่านี้ขึ้นอยู่กับมุมที่เกิดการขัดแย้ง กล่าวคือ มุมที่เกิดความขัดแย้งไม่เกิน 30 องศา จัดเป็นความขัดแย้งในลักษณะการชนท้าย มุมที่เกิดการขัดแย้งระหว่าง 30–80 องศา จัดเป็นความขัดแย้งจากการเปลี่ยนช่องจราจร และมุมที่เกิดความขัดแย้งมากกว่า 80 องศา จัดเป็นการตัดกันของกระแสจราจร SSAM สามารถประเมินได้จากข้อมูลที่ส่งออกจากแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค เช่น VISSIM, PARAMICS, AIMSUN หรือ TEXAS เป็นต้น [10]

William L. Eisele และ Casey M. Toycen [11] ทำการศึกษาผลกระทบของการจัดการการเข้าถึงพื้นที่ที่มีผลต่อการดำเนินการ (เวลาในการเดินทาง, ความเร็วและความล่าช้า) โดยใช้การจำลองระดับจุลภาค (Micro–Simulation) และได้ศึกษาผลของเวลาในการชน Time–To–Collision (TTC) โดยได้ยกตัวอย่างการหาค่า TTC ดังแสดงใน**รูปที่ 2** เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดสำหรับวิเคราะห์ความปลอดภัย โดยได้กำหนดค่า TTC ที่จะเกิดอุบัติเหตุการชนท้าย (Rear–end) เป็น 2 ค่าคือ 4 วินาที และ10 วินาที ซึ่งทำการเปรียบเทียบระหว่าง Raised Median และ Two-Way Left-Turn Lane (TWLTL) พบว่าความแตกต่างของเวลาในการเดินทางจะขึ้นอยู่กับระดับการจราจรและที่ตั้งหรือจำนวนจุดเปิดเกาะกลางของเกาะยก (Raised Median)



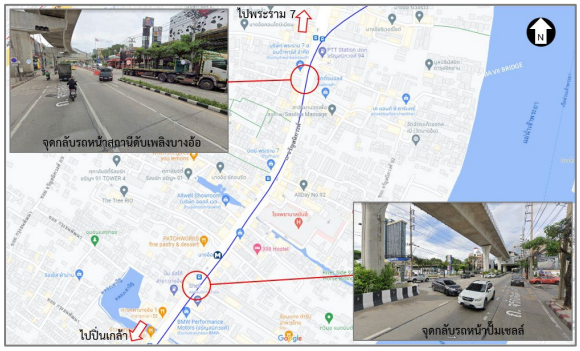
รูปที่ 2 การหาค่า TTC

3. วิธีการวิจัย

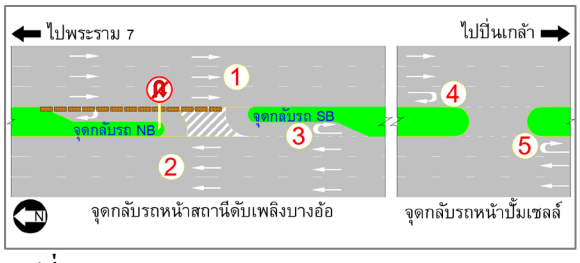
3.1 พื้นที่ศึกษา

ทำการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ ณ จุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงค์ หน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ และ จุดกลับรถบริเวณหน้าปั๊มเชลล์ ดังแสดงใน**รูปที่ 3** ซึ่งจุดกลับรถทั้งสองอยู่ห่างกัน 650 เมตรและมีความสัมพันธ์กันในเชิงปฏิบัติ โดยจะต้องทำการวิเคราะห์ร่วมกันเป็นโครงข่าย จุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ ลักษณะทางกายภาพถนนมีช่องจราจร 3 ช่องต่อ 1 ทิศทาง มีช่องจราจรรอเลี้ยว

ทั้งสองทิศทางของจุดกลับรถ ปัจจุบันทำการปิดจุดกลับรถในทิศทางกลับรถไปพระราม7 (NB) ส่วนจุดกลับรถหน้าปั๊มเชลล์ ลักษณะทางกายภาพของถนนมีช่องจราจร 3 ช่องต่อ 1 ทิศทาง ไม่มีช่องจราจรรอเลี้ยวทั้งสองทิศทางของจุดกลับรถ ดังแสดงใน**รูปที่ 4**



รูปที่ 3 พื้นที่ทำการศึกษา



รูปที่ 4 ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถ และตัวเลขแสดงทิศทางการจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา

3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

งานวิจัยนี้ได้สำรวจข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของจุดกลับรถ ซึ่งประกอบด้วย

3.2.1 การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาที่นำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ประกอบด้วย จำนวนและความกว้างของช่องจราจรจราจร องค์ประกอบต่าง ๆ ของจุดกลับรถ วงเลี้ยวของยานพาหนะบริเวณจุดกลับรถ

3.2.2 การสำรวจข้อมูลด้านการจราจร

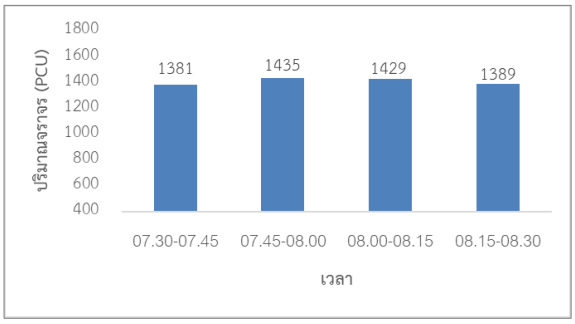
ผู้วิจัยได้เลือกเก็บข้อมูลในวันทำงานปกติ วันพุธที่ 30 มีนาคม 2565 โดยเก็บข้อมูลด้วยกล้องบันทึกวิดีโอและวิธีการจดบันทึก ซึ่งประกอบด้วย

1) การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณช่วงถนน (Mid-Block Count) ผู้วิจัยได้เลือกเก็บข้อมูล ใน 2 ช่วง เวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (07.30 น.–08.30 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (17.30 น.–18.30 น.) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาปริมาณจราจรสูงสุดในชั่วโมงเร่งด่วนโดยแบ่งยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) รถจักรยานยนต์ (MC) 2) รถยนต์ และ 3) รถโดยสารและรถบรรทุก (HV) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีหน่วยเป็น คัน/ชั่วโมง สามารถนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนยานพาหนะแต่ละประเภทที่สัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา ดังแสดงใน**ตารางที่ 1** และ**รูปที่ 5–8** และเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองต่อไป

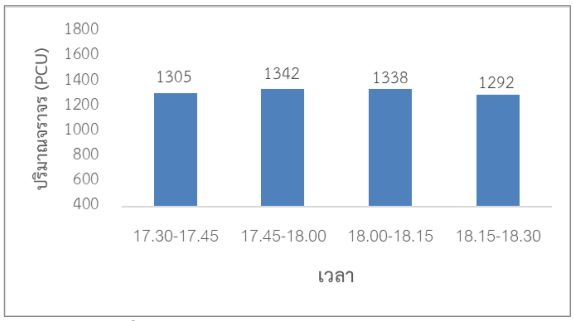
ตารางที่ 1 ปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทาง

	ทิศทาง	ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)		
		ประเภทยานพาหนะ		
		MC	Car	Bus/HV
เร่งด่วนเช้า (7.30–8.30)	1	1459	2565	28
	2	1439	1973	25
	3*	254	174	-
	4*	441	354	-
	5*	215	289	-
เร่งด่วนเย็น (17.30–18.30)	1	1277	1716	29
	2	1558	2491	23
	3*	231	181	-
	4*	431	321	-
	5*	234	318	-

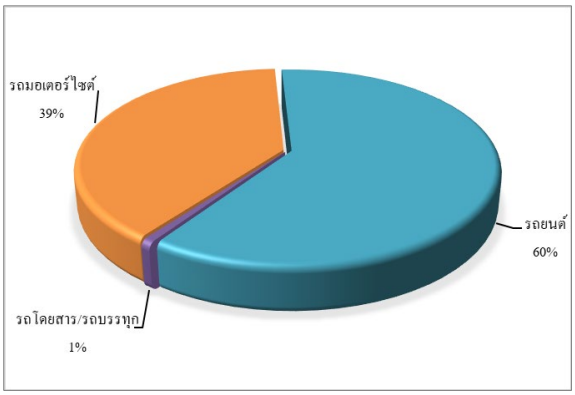
(* ทิศทางกลับรถ)



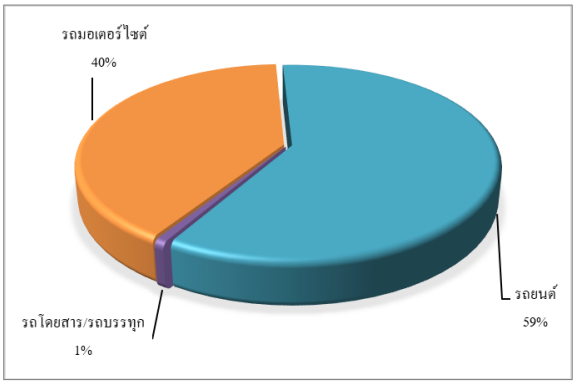
รูปที่ 5 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 6 ปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 7 สัดส่วนยานพาหนะในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 8 สัดส่วนยานพาหนะในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

2) การสำรวจความเร็วยานพาหนะ ใช้วิธีการสำรวจความเร็วเฉพาะจุด (Spot Speed) หรือ Time Mean Speed ในการเก็บข้อมูลความเร็วจะใช้นาฬิกาจับเวลาโดยจะทำการกำหนดจุดอ้างอิง 2 จุด เพื่อจับเวลาที่ยานพาหะแต่ละคันวิ่งผ่านจุดอ้างอิงทั้งสอง โดยสุ่มสำรวจตัวอย่างเพื่อวัดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทโดยแบ่งยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์, รถยนต์ และรถโดยสาร/รถบรรทุก จากนั้นนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ไปใช้ในการกำหนดการกระจายตัวของความเร็ว (Desired Speed Distribution) ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

3) การสำรวจข้อมูลระยะเวลาในการเดินทาง ใช้วิธีเทคนิครถทดสอบ (Test Vehicle Technique) โดยผู้วิจัยจะขับรถไปตามกระแสจราจรด้วยความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจร และจะทำการบันทึกระยะเวลาเมื่อผ่านจุดอ้างอิงทั้งสองที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้สะพานลอยเป็นจุดอ้างอิงและจุดอ้างอิงทั้งสองครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

4) การสำรวจข้อมูลระยะความยาวแถวคอยบริเวณพื้นที่ศึกษา จะใช้วิธีการวัดความยาวจากจุดอ้างอิงที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ เช่นบนพื้นฟุตบาท บนสันขอบทาง (Curb) และสิ่งก่อสร้างที่สังเกตเห็นได้ชัด เช่นเสาตอม่อรถไฟฟ้า เพื่อให้ง่ายต่อการมองเห็นในการบันทึกข้อมูล โดยผู้วิจัยจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 2 นาทีและวัดความยาวแถวคอยเฉพาะในช่องจราจรที่จะทำการกลับรถ เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3.2.3 การสำรวจข้อมูลสภาพปัญหาการจราจรบริเวณจุดกลับรถ

การสำรวจข้อมูลสภาพปัญหาการจราจรมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและรวบรวมภาพถ่ายสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านจราจร จุดเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุ และข้อจำกัดทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถ และนำมาตรการที่เสนอและสามารถจำลองได้ในแบบจำลองมาทดสอบ เพื่อให้ได้มาตรการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหา

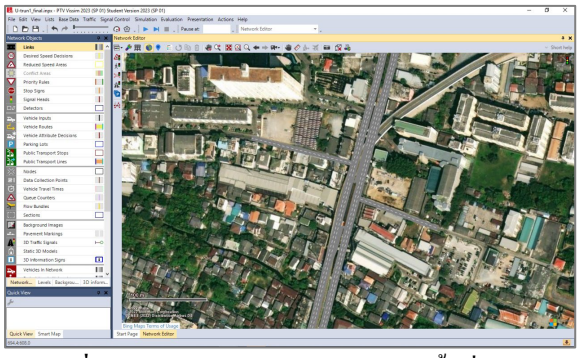
3.3 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม PTV VISSIM 2023 ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยมีขั้นตอนดังนี้

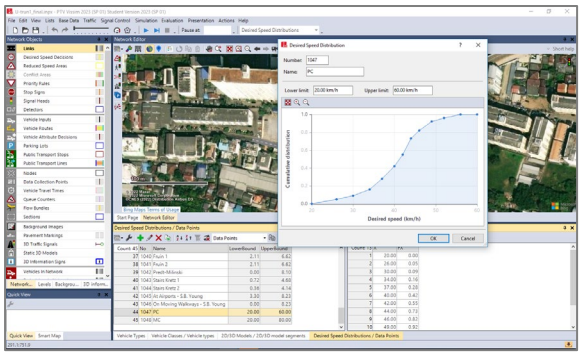
3.3.1 การสร้างแบบจำลองฐาน

โดยเริ่มต้นจากการสร้างโครงข่ายถนนตามลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาให้เสมือนสภาพพื้นที่จริง ดังแสดงใน**รูปที่ 9** จากนั้นทำการตั้งค่าองค์ประกอบพื้นฐานของแบบจำลอง เช่น การจำลองตัวแทนยานพาหนะโดยสามารถเลือกใช้รูปแบบยานพาหนะที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกับยานพาหนะที่ได้สำรวจในพื้นที่ศึกษาการสร้างกราฟ

การกระจายความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท ดังแสดงใน**รูปที่ 10** โดยการใช้ข้อมูลความเร็วจากการสำรวจในสนาม เพื่อให้แบบจำลองมีความสอดคล้องใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด



รูปที่ 9 การจำลองโครงข่ายถนนบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 10 กราฟการกระจายความเร็วของยานพาหนะ

3.3.2 การปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

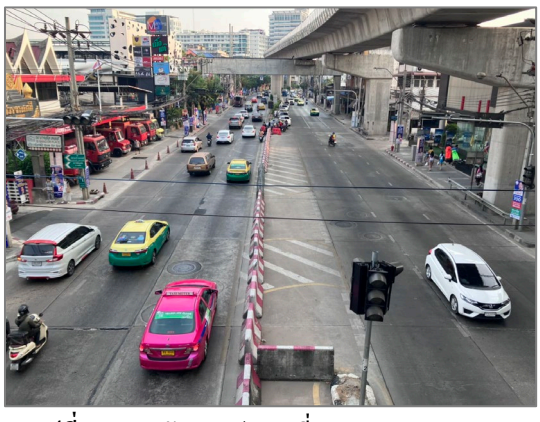
หลังจากขั้นตอนการสร้างแบบจำลองฐานแล้วเสร็จจะต้องทำการปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ซึ่งจะใช้ตัวชี้วัดด้านจราจรในการเทียบค่า เช่น ปริมาณจราจร เวลาในการเดินทาง และความยาวแถวคอย โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลด้านจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีปัญหาการจราจรติดขัดมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองครั้งนี้จะต้องผ่านเกณฑ์ GEH < 5 ซึ่งถือว่ายอมรับได้ และในส่วนของตัวชี้วัดด้านเวลาในการเดินทางและความยาวแถวคอยต้องไม่แตกต่างกันเกิน 10% และ 15% ตามลำดับ ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) เป็นการยืนยันว่าแบบจำลองที่ได้ทำการปรับเทียบแล้วมีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเป็นตัวแทนในการสร้างแบบจำลองฐาน และใช้ข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3.3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

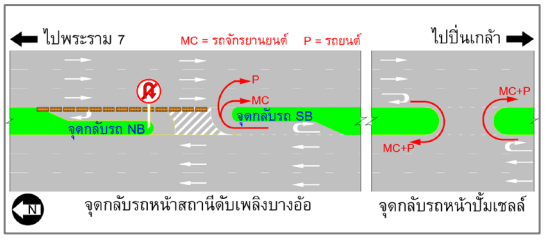
ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการปรับปรุงแก้ไขจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและรูปแบบการปรับปรุงตามมาตรการ รวมทั้งหมด 4 รูปแบบ โดยจะทำการกำหนดค่าการประเมินผล (Number of runs) เท่ากับ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลของแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละรูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน) ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถ ณ ปัจจุบัน ถนนมีช่องจราจร 3 ช่องจราจรต่อ 1 ทิศทาง บริเวณช่องเปิดและช่องรอเลี้ยวในทิศทางกลับไปพระราม 7 (NB) มีการติดตั้งกำแพงคอนกรีตปิด โดยให้ไปใช้จุดกลับรถหน้าปั๊มเชลล์แทน ส่วนทิศทางกลับรถไปปิ่นเกล้า (SB) กลับรถได้ปกติ รายละเอียดดังแสดงใน**รูปที่ 11** และ**รูปที่ 12**

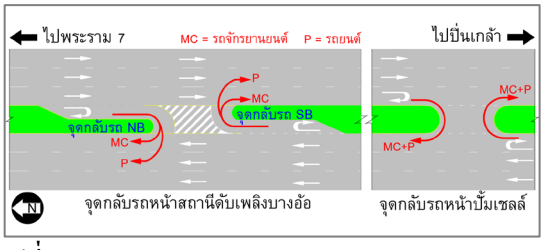
รูปแบบที่ 2 จุดกลับรถรูปแบบปกติ หมายถึง รูปแบบสภาพเดิมตามที่ได้ออกแบบ ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถ ถนนมีช่องจราจร 3 ช่องจราจรต่อ 1 ทิศทาง มีช่องจราจรรอเลี้ยว (Storage Lane) ทั้งสองทิศทางของจุดกลับรถ และกลับรถได้ปกติทั้งสองทิศทาง รายละเอียดดังแสดงใน**รูปที่ 13**



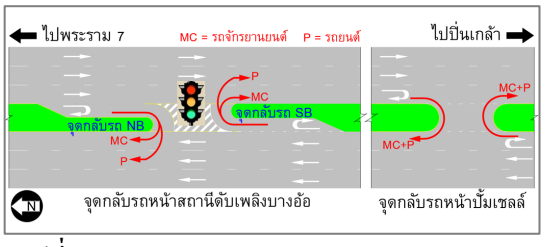
รูปที่ 11 จุดกลับรถรูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน)



รูปที่ 12 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถรูปแบบที่ 1



รูปที่ 13 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถรูปแบบปกติ



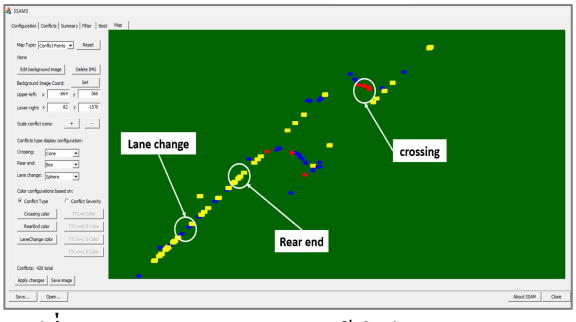
รูปที่ 14 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถรูปแบบควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบที่ 3 จุดกลับรถรูปแบบควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถจะคล้ายกับจุดกลับรถในรูปแบบที่ 2 (รูปแบบปกติ) แต่จะมีการควบคุมการกลับรถในแต่ละทิศทางด้วยสัญญาณไฟจราจร รายละเอียดดังแสดงใน**รูปที่ 14**

รูปแบบที่ 4 จุดกลับรถตามรูปแบบที่ได้ปรับปรุงตามมาตรการ ผู้วิจัยนำเสนอมาตรการปรับปรุงจุดกลับรถจากสภาพปัญหาที่ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านจราจรและจุดเสี่ยงที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งรายละเอียดและรูปแบบจุดกลับรถจะกล่าวในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้พิจารณาปรับปรุงเฉพาะบริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาปรับปรุงจุดกลับรถที่อยู่ใกล้เคียง (จุดกลับรถหน้าปั๊มเชลล์) เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านกายภาพ

3.4 การประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง

แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (Surrogate Safety Assessment Model: SSAM) เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับวิเคราะห์จำนวนความขัดแย้งของการจราจรจากแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค โดยสามารถแยกประเภทความขัดแย้งการจราจรจากมุมของยานพาหนะ 2 คัน ซึ่งมีความเหมาะสมกับการจราจรในเมืองที่มีพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่หลากหลาย สำหรับการนำเข้าข้อมูลเพื่อวิเคราะห์จำนวนความขัดแย้งจะอยู่ในรูปแบบข้อมูล Trajectory File ที่ได้จากข้อมูลที่ส่งออกมาจากแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค ซึ่งผลของแบบจำลองจะแสดงให้เห็นถึงจำนวนความขัดแย้งของการจราจรทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) ความขัดแย้งที่เกิดจากการชนท้าย (Rear–end Conflict) 2) ความขัดแย้งที่เกิดจากการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change Conflict) 3) ความขัดแย้งแบบมุมฉาก (Crossing Conflict) ตัวอย่างการการประเมินผลของโปรแกรม ดังแสดงใน**รูปที่ 15**



รูปที่ 15 การแสดงผลของจุดขัดแย้งในโปรแกรม SSAM

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลสภาพปัญหาการจราจร

จากการสำรวจบริเวณพื้นที่ศึกษา พบประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาจราจรติดขัดและความไม่ปลอดภัยแสดงรายละเอียดแต่ละประเด็นตามตัวเลขที่ระบุใน**รูปที่ 16** และ**รูปที่ 17** ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) มีรถจักรยานยนต์ขับย้อนศรแล้วรอตัดกระแสรถในทิศทางตรงเพื่อกลับรถ ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

2) มีรถจักรยานยนต์และรถยนต์แอบกลับรถร่วมกับจุดกลับรถในทิศทางกลับรถไปปิ่นเกล้า (SB) ซึ่งทำให้เกิดการบดบังระยะมองเห็น และทำให้วงเลี้ยวถูกจำกัด ส่งผล

ให้เกิดความล่าช้าในการกลับรถและเกิดแถวคอยสะสมจนล้นช่องรอเลี้ยวไปกีดขวางรถทางตรง

3) เนื่องจากช่องรอเลี้ยวมีระยะค่อนข้างสั้น บ่อยครั้งทำให้เกิดการล้นของแถวคอยไปกีดขวางช่องจราจรในทิศทางตรง ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและเกิดการติดขัด

รูปที่ 16 ตัวเลขแสดงประเด็นปัญหาและจุดเสี่ยงบริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ

รูปที่ 17 ตัวเลขแสดงประเด็นปัญหาและจุดเสี่ยงบริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ (ต่อ)

4) ความกว้างของพื้นที่ช่องเปิด (Median Opening) บริเวณจุดกลับรถที่มากเกินไป และการเลือกใช้เกาะกลางในรูปแบบ เกาะสี (Painted Median) ทำให้เกิดพื้นที่ขัดแย้งและทำให้เกิดการรุกล้ำของผู้ขับขี่ ส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องจากขาดการจัดการจราจรที่เหมาะสม

5) การฝ่าฝืนกฎจราจรในที่ห้ามจอดบริเวณป้ายรถเมล์ทำให้รถเมล์เข้าจอดในเลนซ้ายสุดไม่ได้ ส่งผลให้เกิดจราจรติดขัด และอันตรายต่อผู้โดยสารที่ลงจากรถ

6) การจอดรถใกล้บริเวณทางโค้ง ทำให้รถที่ออกจากซอยจรัญฯ 95/1 ต้องเบี่ยงหลบเข้าอีกเลน ทำให้เกิดการตัดกระแสรถทางตรง ส่งผลให้เกิดความล่าช้า

4.2 การเสนอมาตรการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

จากประเด็นข้างต้น สามารถนำมาพิจารณาและเสนอมาตรการในการจัดการจราจรและความปลอดภัยบริเวณจุดกลับรถ รายละเอียดดังแสดงใน**รูปที่ 18** ซึ่งประกอบด้วย

1) การจัดการจราจร (Traffic Management) ในจุดกลับรถทิศทางกลับรถไปปิ่นเกล้า (SB) โดยการติดตั้งเสาจราจรล้มลุก (Tubular Marker) ในตำแหน่งดังกล่าว เพื่อป้องกันไม่ให้รถจักรยานยนต์ที่ขับย้อนศรแล้วตัดกระแสรถในทิศทางตรงเพื่อกลับรถ และเป็นการจัดระเบียบแถวคอยไม่ให้เกิดการจอดรอซ้อนคัน [12],[13]

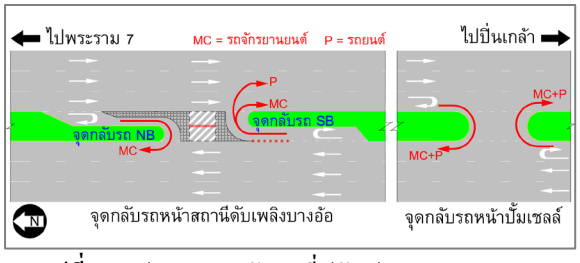
2) การปรับปรุงช่องรอเลี้ยวในจุดกลับรถทิศทางกลับรถไปปิ่นเกล้า (SB) โดยการปรับช่วงระยะเบี่ยงเข้า (Taper) ให้มีระยะที่สั้นลงอยู่ที่ 15 เมตร จากเดิม 30 เมตร และทำการปรับช่วงเลนรอเลี้ยว (Storage Lane) ให้มีความยาวมากขึ้นอยู่ที่ 50 เมตร จากเดิม 25 เมตร เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ใช้จุดกลับรถในปัจจุบัน [14]

3) การปรับปรุงจุดกลับรถทิศทางกลับรถไปพระราม 7 (NB) โดยการก่อสร้างเป็นจุดกลับรถแบบจำกัดยานพาหนะสำหรับรถมอเตอร์ไซค์โดยเฉพาะ ซึ่งจะช่วยให้รถมอเตอร์ไซค์กลับรถอย่างเป็นระเบียบและปลอดภัย และช่วยลดปริมาณรถจักรยานยนต์ที่ไปใช้จุดกลับรถร่วมกับจุดกลับรถหน้าปั๊มเชลล์ ซึ่งรูปแบบจุดกลับรถดังกล่าวได้อ้างอิงมาจากงานวิจัยในอดีต [4],[15] ที่มีการใช้รูปแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ ดังแสดงใน**รูปที่ 19** โดยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจุดกลับรถบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 101 ที่ลักษณะของการจราจรมีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้รูปแบบจุดกลับรถดังกล่าวบนถนนในเขตเมือง ที่มีปริมาณจราจรสูงและมีการใช้ความเร็วค่อนข้างจำกัด รวมถึง ใน

ปัจจุบันการใช้ยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4) การปรับปรุงความกว้างช่องเปิดและรูปแบบเกาะกลาง โดยการปรับลดความกว้างของช่องเปิดให้มีขนาดที่เล็กลง แล้วเพิ่มระยะช่องรอเลี้ยวในจุดกลับรถด้านทิศใต้ (SB) แบ่งทิศทางกลับรถด้วยเกาะกำหนดทิศทาง (Directional Island) ในรูปแบบเกาะยก (Raised Median) เพื่อลดพื้นที่รุกล้ำของรถที่ฝ่าฝืนกฎจราจร และใช้เป็นพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์จราจร รวมถึงการติดตั้งช่องเปิดฉุกเฉิน (Emergency Gate) สำหรับรถดับเพลิง ให้มีขนาดความกว้างที่เพียงพอและเหมาะสมต่อวงเลี้ยวของรถด้วย

5) การตีเส้นจราจรและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง (Road Marking) โดยการทาสีขอบฟุตบาทให้ชัดเจนในตำแหน่งที่ห้ามจร (ขาว–แดง) และตำแหน่งที่จอดเพื่อรับส่ง (ขาว–เหลือง) และทำเครื่องหมายบนพื้นทางบริเวณป้ายรถเมล์ให้ชัดเจน เพื่อแสดงให้ทราบว่าบริเวณพื้นที่ตรงนี้ใช้สำหรับจอดรับส่งผู้โดยสาร

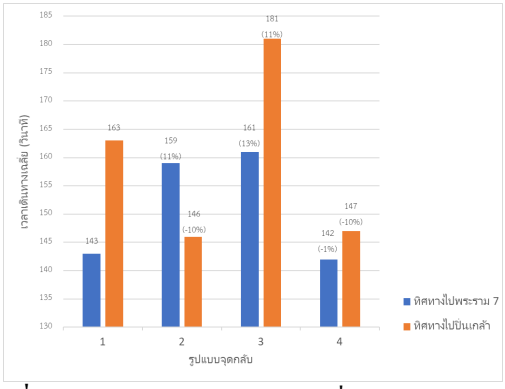


รูปที่ 18 รูปแบบจุดกลับรถที่ปรับปรุงตามมาตรการ

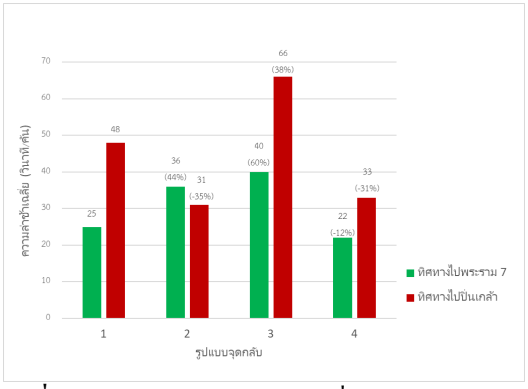
รูปที่ 19 รูปแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (แบบจำลองฐาน) ที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบกับรูปแบบการแก้ไขปัญหาของจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (รูปแบบที่ 1, 2, 3) และรูปแบบการปรับปรุงตามมาตรการ (รูปแบบที่ 4) เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านการจราจร (เวลาเดินทางเฉลี่ย, ความล่าช้าเฉลี่ย และความยาวแถวคอย) ผลการวิเคราะห์ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** และ**ตารางที่ 3** และการเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพด้านการจราจรในแต่ละรูปแบบของจุดกลับรถ ดังแสดงใน**รูปที่ 20** และ**รูปที่ 21**



รูปที่ 20 เปรียบเทียบเวลาเดินทางเฉลี่ยและร้อยละความแตกต่างของแต่ละรูปแบบเปรียบเทียบกับรูปแบบปัจจุบัน



รูปที่ 21 เปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยและร้อยละความแตกต่างของแต่ละรูปแบบเปรียบเทียบกับรูปแบบปัจจุบัน

จากผลจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจรทั้ง 4 รูปแบบการจำลองในทิศทางมุ่งหน้าไปปิ่นเกล้าและมุ่งหน้าไปพระราม 7 พบว่า **รูปแบบที่ 4** (ปรับปรุงตามมาตรการ) ช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยได้ทั้งสองทิศทาง ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อโดยการเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยวเพื่อรองรับแถวคอย และการจัดช่องจราจรแยกเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ในการกลับรถ ส่งผลให้

ความยาวแถวคอยบริเวณจุดกลับรถหน้าปั๊มเชลล์ลดลงจากเดิม และจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ยังช่วยระบายปริมาณจราจรที่กลับรถ ได้ดีกว่ารูปแบบกลับรถร่วมกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถยนต์ ซึ่งเป็นผลมาจากการยอมรับช่องว่างในการกลับรถรัศมีเลี้ยวในการกลับรถ และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่แตกต่างกันระหว่างรถจักรยานยนต์และรถยนต์ ส่วน**รูปแบบที่ 2** (รูปแบบปกติ) ช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยได้ ในทิศทางมุ่งหน้าไปปิ่นเกล้า เนื่องจากการมีช่องรอเลี้ยวกลับรถ (Storage lane) ในการรองรับแถวคอย ซึ่งช่วยลดโอกาสการล้นของแถวคอยมากีดขวางรถในทิศทางตรง ในส่วนของทิศทางมุ่งหน้าไปพระราม 7 ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากปริมาณจราจรในการกลับรถและรัศมีเลี้ยวในการตัดกระแสของรถในทิศทางตรงที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้รถที่มุ่งหน้าไปพระราม 7 มีการชะลอตัวของกระแสจราจรและเกิดแถวคอยสะสม ส่วน**รูปแบบที่ 3** (รูปแบบควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเพิ่มขึ้นทั้งสองทิศทางอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากกระแสจราจรในทิศทางหลักถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทำให้ปริมาณจราจรในทิศทางตรงเกิดความล่าช้าเนื่องจากการหยุดรถ และความล่าช้าที่เกิดจากค่าเวลาสูญเสียเริ่มต้น (Start–Up Lost Time) ส่งผลให้เกิดการติดขัดของกระแสจราจร และเกิดความยาวแถวคอยสะสมเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจรจากตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองแต่ละรูปแบบ

รูปแบบจุดกลับรถ	**ทิศทางการจราจร**	**เวลาในการเดินทางเฉลี่ย(วินาที)**	**ความแตกต่าง**		**ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)**	**ความแตกต่าง**	
			(วินาที)	**(วินาที)**		**(วินาที)**	**(ร้อยละ)**
รูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน)	ไปพระราม 7	143	-	-	25	-	-
	ไปปิ่นเกล้า	163	-	-	48	-	-
รูปแบบที่ (รูปแบบปกติ)	ไปพระราม 7	159	16	11	36	11	44
	ไปปิ่นเกล้า	146	-17	-10	31	-17	-35
รูปแบบที่ 3 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ)	ไปพระราม 7	161	18	13	40	15	60
	ไปปิ่นเกล้า	181	18	11	66	18	38
รูปแบบที่ 4 (ปรับปรุงตามมาตรการ)	ไปพระราม 7	142	-1	-1	22	-3	-12
	ไปปิ่นเกล้า	147	-16	-10	33	-15	-31

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจรจากตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองแต่ละรูปแบบ

ตำแหน่งจุดกลับรถ	**ทิศทางกลับรถ**	**ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (ความยาวแถวคอยสูงสุด), เมตร.**			
		รูปแบบจุดกลับรถ			
		รูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน)	**รูปแบบที่ 2 (รูปแบบปกติ)**	**รูปแบบที่ 3 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ)**	**รูปแบบที่ 4 (ปรับปรุงตามมาตรการ)**
หน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ	ไปพระราม 7	- (ปิดจุดกลับ)	34 (285)	383 (505)	3 (38)
	ไปปิ่นเกล้า	25 (190)	24 (168)	30 (165)	15 (110)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจรจากตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองแต่ละรูปแบบ (ต่อ)

ตำแหน่งจุดกลับรถ	ทิศทางกลับรถ	ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (ความยาวแถวคอยสูงสุด), เมตร.			
		รูปแบบจุดกลับรถ			
		รูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน)	รูปแบบที่ 2 (รูปแบบปกติ)	รูปแบบที่ 3 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ)	รูปแบบที่ 4 (ปรับปรุงตามมาตรการ)
หน้าปั๊มเชลล์	ไปพระราม 7	55 (429)	3 (83)	3 (88)	7 (101)
	ไปปิ่นเกล้า	8 (128)	27 (145)	116 (312)	21 (157)

4.4 ผลการวิเคราะห์ความปลอดภัย

จากการวิเคราะห์ความปลอดภัยด้วยแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) ในการหาโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุจากค่าระยะเวลาถึงจุดชนเฉลี่ย (TTC mean) โดยพิจารณาจากจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมดของกระแสจราจรในโครงข่าย จากการเปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้งของแต่ละรูปแบบจุดกลับรถ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4** พบว่า รูปแบบที่ 4 (ปรับปรุงตามมาตรการ) มีค่า TTC mean 0.88 วินาที และมีจำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรน้อยที่สุด (1,075 ครั้ง/ชั่วโมง) รองลงมาเป็นรูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน), รูปแบบที่ 2 (รูปแบบปกติ) และรูปแบบที่ 3 (รูปแบบควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) เท่ากับ 1,433, 1,780, 3,777 ครั้ง/ชั่วโมง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงรูปแบบจุดกลับรถตามมาตรการ ที่มีการแยกรถจักรยานยนต์ออกจากกระแสจราจรของรถยนต์ในการกลับรถ และการเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยวช่วยลดโอกาสการล้นของแถวคอยมากีดขวางรถในทิศทางตรง ซึ่งเป็นผลให้ช่วยลดการเกิดคลื่นสะท้อนในกระแสจราจร (Shock Waves in Traffic Stream) ที่อาจจะส่งผลให้เกิดโอกาสการชนท้าย (Rear–end) และการแยกจุดกลับรถสำหรับรถจักรยานยนต์ช่วยระบายปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์ที่ทำการกลับรถได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการยอมรับช่องว่างในการกลับรถและรัศมีวงเลี้ยวในการกลับรถที่ตัดกระแสรถทางตรงน้อยลง ทำให้ช่วยลดจำนวนการตัดกระแส (Crossing) ในส่วนของจำนวนการเปลี่ยนช่องจราจรที่เพิ่มขึ้น (Lane Change) เนื่องจากรถจักรยานยนต์ต้องตัดกระแสเพื่อเข้าและออกเมื่อใช้จุดกลับรถ

ตารางที่ 4 จำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรในโครงข่ายของแต่ละรูปแบบจุดกลับรถ

ประเภทของจุดขัดแย้งการจราจร	จำนวนความขัดแย้งของกระแสจราจร (ครั้ง/ชั่วโมง)			
	รูปแบบที่ 1 (แบบจำลองฐาน)	รูปแบบที่ 2 (รูปแบบปกติ)	รูปแบบที่ 3 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร)	รูปแบบที่ 4 (ปรับปรุงตามมาตรการ)
Crossing	52	39	18	45
Rear end	1,073	1,386	3,087	697
Lane change	308	355	672	333
Total	**1,433**	**1,780**	**3,777**	**1,075**
TTC mean, s	**0.82**	**0.91**	**0.98**	**0.88**

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงศ์ โดยเลือกกรณีศึกษาบริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ และทำการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ข้อมูลด้านการจราจร และข้อมูลสภาพปัญหาการจราจรบริเวณจุดกลับรถ พร้อมทั้งวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบจุดกลับรถตามสภาพการเปลี่ยนแปลง จากรูปแบบการแก้ไขปัญหาจุดกลับรถตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และรูปแบบการแก้ไขตามมาตรการ รวมทั้งหมด 4 รูปแบบ โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค และประเมินความปลอดภัยด้านการจราจรจากจำนวนจุดขัดแย้งที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการจราจรติดขัด ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดกลับรถที่ไม่สอดคล้องกับสภาพจราจรในปัจจุบัน และการไม่มีช่องรอเลี้ยวสำหรับรถที่ต้องการกลับรถ จากผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการจราจร พบว่า รูปแบบที่ 2 ที่มีการเปิดให้กลับรถทั้งสองทิศทาง ส่งผลให้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความล้าช้าเฉลี่ยในทิศทางมุ่งหน้าไปพระราม 7 เพิ่มขึ้นร้อยละ 11 และ 44 ตามลำดับ ส่วนในทิศทางมุ่งหน้าไปปิ่นเกล้าช่วยลดเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยลงร้อยละ 10 และ 35 ตามลำดับ ในส่วนของรูปแบบที่ 3 ที่มีการควบคุมการกลับรถด้วยสัญญาณไฟจราจร ส่งผลให้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 13 และ 11 และความล่าช้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 60 และ 38 ในทิศทางมุ่งหน้าไปพระราม 7 และปิ่นเกล้า ตามลำดับ ในส่วนของรูปแบบที่ 4 ที่มีการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพโดยการเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยว และมาตรการจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ โดยที่สามารถลดเวลาในการเดินทางเฉลี่ยลงร้อยละ 1 และ 12 และลดความล่าช้าเฉลี่ยลงร้อยละ 10 และ 31 ในทิศทางมุ่งหน้าไปพระราม 7 และทิศทางมุ่งหน้าไปปิ่นเกล้า ตามลำดับ และจากการประเมินความปลอดภัยจากจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมดของกระแสจราจรในโครงข่ายพบว่า รูปแบบที่ 4 มีจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมด 1,075 ครั้ง/ชั่วโมงมีค่า TTC mean 0.88 วินาที รองลงมาเป็นรูปแบบที่ 1 มีจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมด 1,433 ครั้ง/ชั่วโมง มีค่า TTC mean 0.82 วินาที รูปแบบที่ 2 มีจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมด 1,780 ครั้ง/ชั่วโมง มีค่า TTC mean 0.91 วินาที และรูปแบบที่ 3 มีจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมด 3,777 ครั้ง/ชั่วโมง มีค่า TTC mean 0.98 วินาที ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการจำลองพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา เช่น พฤติกรรมการขับขี่ย้อนศร ในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมรอบด้าน นอกเหนือจากเรื่องประสิทธิภาพและความปลอดภัยแล้ว ควรพิจารณาในเรื่องของความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok, Thailand. *Strategy and Evaluation Department Bangkok Metropolitan Administration. 20-year* (2013–2032). (2014). Accessed: Jun. 20, 2023. [Online]. Available: https://officialadmin.bangkok.go.th/upload/file_tcqXHcotAB_145748.pdf

[2] T. Kumphan and R. Pueboobpaphan, “A Study of U-Turn Behavior at Unsignalized U-Turn,” *SWU Engineering Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2013.

[3] The Red Line, “Revealing the statistics of Rider a risky career, Found 1 in 3 had an accident while working, 40% were seriously injured or died,” 2023. [Online]. Available: https://www.facebook.com/photo/?fbid=709680187831279&set=a.498905858908714

[4] P. Palak and N. Kronprasert, “Performance Analysis of Restricted U-Turn Vehicle at Median Openings Using Microscopic Traffic Simulation,” in *the 25th National Convention on Civil Engineering*, Chonburi, Thailand, Jul. 15–17, 2020, pp. TRL24-1–TRL24-14.

[5] World Health Organization, World health statistics 2015, World Health Organization, Geneva, Switzerland, Rep. WA 900.1, Accessed: Jun. 21,

2023. [Online]. Available: https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/world-health-statistics-2015.pdf

[6] P. Arunwat, "Improving Traffic Management for Urban Intersections in Hat Yai City," M. Eng. thesis, Civil Eng. Dept., Prince of Songkla Univ., Songkla, Thailand, 2018.

[7] *Statistics of car accident victims*, ThaiRSC, Nov. 13, 2023 [Online]. Available: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZWFkZWYzNjMtMzlmNy00ZGI1LWJkNTItNGQ3ZDk2MDNkMGVmIiwidCI6IjBiNTRkMTRlLTMyYTktNGEyMC1iOTVhLTgzMWQ0ZTQ5MmE5NyIsImMiOjEwfQ%3D%3D.

[8] P. Kuwiboon, "Analyzing Performance of Median U-Turn Intersection Design on Highway No.121 Chiang Mai," M. Eng. thesis, Civil Eng. Dept., Chiang Mai Univ., Chiang Mai, Thailand, 2017.

[9] P. Arunwat and P. Luathep, "A Study of Intersection Improvement: A Case Study of Sri Trang Gate, Prince of Songkla University," in *Atrans Annual Conference Proceeding of Young Researcher's Forum 2017*, Bangkok, Thailand, Aug. 18, 2017, pp. 96–104.

[10] D. Gettman and L. Head, "Surrogate safety measures from traffic simulation models," U.S. Department of Transportation., McLean, VA, USA. Rep. FHWA-RD-03-050, 2003.

[11] W. L. Eisele and C. M. Toycen, "Identifying and Quantifying Operational and Safety Performance Measures for Access Management: Micro-Simulation Results," Texas Transportation Institute., The Texas A&M Univ., College Station, TX, USA, Rep. 167725-1, 2005.

[12] DRR, Bangkok, Thailand. *Physical Improvement of Road in Urban areas*. (2019). Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: https://localkc.drr.go.th/storage/knowledge/files/2021/08/24/612495266e6f61629787430.pdf.

[13] DOH, Bangkok, Thailand. *Traffic sign installation manual and Construction, Restoration and Maintenance work on Motorway*. (2018). Accessed: Nov. 20, 2023 [online]. Available: http://bhs.doh.go.th/files/standard_group/manual4.pdf

[14] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), "Intersections," in *A Policy on the Geometric Design of Highways and Streets, 2018*, 7th ed. Washington, DC, USA: AASHTO, 2018, ch. 9, sec. 7.2.3, pp. 9–101.

[15] Road Safety Engineering for Vulnerable Road Users (VRUs), National Research Council of Thailand, Bangkok, Thailand, 2022, pp.31–33.