การประเมินจำนวนจุดขัดแย้งและประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียน กรณีศึกษา : วงเวียนสันติธรรม จังหวัดเชียงใหม่

Evaluation of the Number of Conflict Points and Performance of Roundabout Case Study: Santitham Roundabout Chiang Mai Province

อัครพงษ์ เทพแก้ว[1],* รัชฎาพร ธิสาไชย[2] และ ธนา น้อยเรือน[3]

[1] สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่
[2] สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ตาก
[3] สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่
**Corresponding author; E-mail address: akharapong@rmutl.ac.th.*

บทคัดย่อ

ทางแยกวงเวียนถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งมีข้อดีคือสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งบนทางแยกได้ เมื่อเทียบกับทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟในรูปแบบอื่น ๆ และสามารถลดความเร็วของยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยกได้ ในการศึกษานี้จึงวัตถุประสงค์เพื่อประเมินจุดขัดแย้งที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และประสิทธิภาพด้านการจราจรของทางแยกวงเวียนภายใต้รูปแบบทางแยกในสภาพปัจจุบัน และกรณีการปรับปรุงทางแยกวงเวียนในแต่ละรูปแบบ ทางแยกวงเวียนที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษาคือทางแยกวงเวียนสันติธรรม จังหวัดเชียงใหม่ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในการประเมินจำนวนจุดขัดแย้งและประสิทธิภาพด้านการจราจรของทางแยก ซึ่งได้แบ่งการปรับปรุงทางแยกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ทางแยกวงเวียนสภาพปัจจุบัน 2) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน 3) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยก จากผลการศึกษาพบว่า ทางแยกวงเวียนที่มีการเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยก มีจำนวนจุดขัดแย้งที่น้อยกว่าการออกแบบทั้ง 2 ลักษณะ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านการจราจรของทางแยกวงเวียนได้ดีขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ: ทางแยกวงเวียน, จุดขัดแย้ง, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

Abstract

Roundabout intersections are used generally in Thailand and other countries. It helps decrease the conflict points when compared with other types of intersections and helps reduce the speed of vehicles entering the roundabout. The objective of this study is to evaluate the conflict points with a high risk in accidents, and the operational performance of the existing and the alternative designs. In this study, Santitham roundabout in Chiang Mai was used as the study case and simulated in a traffic microsimulation. Three different intersection alternatives include: 1) the exiting condition, 2) increasing the diameter of the center island, and 3) increasing the diameter of the center island and redesigning the entry lanes. Results from the evaluation revealed that the number of conflicts point in the case of expanding center island size and improving the entry lanes were fewer than the other cases and was able to improve the overall operational performance of the roundabout.

Keywords: Roundabout, Conflict Point, Traffic Micro Simulation

1. คำนำ

เนื่องจากการสร้างทางแยกวงเวียนที่ไม่สอดคล้องตรงตามหลักการออกแบบทางแยกวงเวียน และไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ เป็นเหตุให้โอกาสการเกิดอุบัติเหตุบนทางแยกเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้ประสิทธิภาพของทางแยกลดลง ดังนั้นการออกแบบและปรับปรุงทางแยกวงเวียนจะต้องคำนึงการลดจำนวนจุดขัดแย้งที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และประสิทธิภาพของทางแยก

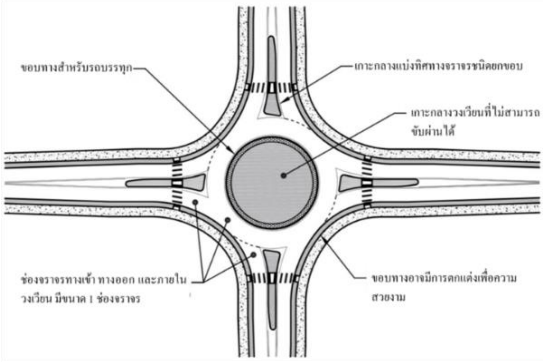
การศึกษานี้จึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร ประเมินและวิเคราะห์การออกแบบและและปรับปรุงทางแยกวงเวียนที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของทางแยกวงเวียน และสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ขับขี่ในพื้นที่ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินจุดขัดแย้งที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และประสิทธิภาพด้านการจราจรของทางแยกวงเวียนภายใต้รูปแบบทางแยกในสภาพปัจจุบัน และกรณีการปรับปรุงทางแยกวงเวียนในแต่ละรูปแบบ ทางแยกวงเวียนที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษาคือทางแยกวงเวียนสันติธรรม จังหวัดเชียงใหม่ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในการประเมินจำนวนจุดขัดแย้งและประสิทธิภาพด้าน

การจราจรของทางแยก ซึ่งได้แบ่งการปรับปรุงทางแยกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ทางแยกวงเวียนสภาพปัจจุบัน 2) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน 3) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

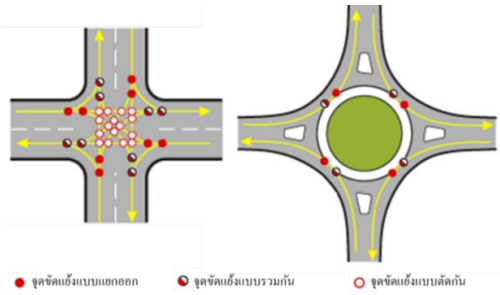
2.1 ทางแยกวงเวียน

ทางแยกที่มีลักษณะของทางแยกเป็นรูปแบบวงกลม ควบคุมให้กระแสจราจรไหลวนรอบพื้นที่วงกลมในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยทั่วไปยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยกวงเวียนจะต้องลดความเร็วลง และให้ทางแก่ยานพาหนะที่อยู่ในทางแยกวงเวียนไปก่อน แสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกวงเวียนดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของทางแยกวงเวียน
ที่มา: ดัดแปลงจาก FHWA (2000)

ทางแยกวงเวียนสามารถช่วยลดจำนวนจุดขัดแย้ง (Conflict Point) ได้เมื่อเทียบกับทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร จาก 32 จุด เหลือพียง 8 จุด แสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งช่วยให้โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกลดลง



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟกับทางแยกวงเวียน
ที่มา : ดัดแปลงจาก TRB (2010)

2.2 ประเภทของทางแยกวงเวียน

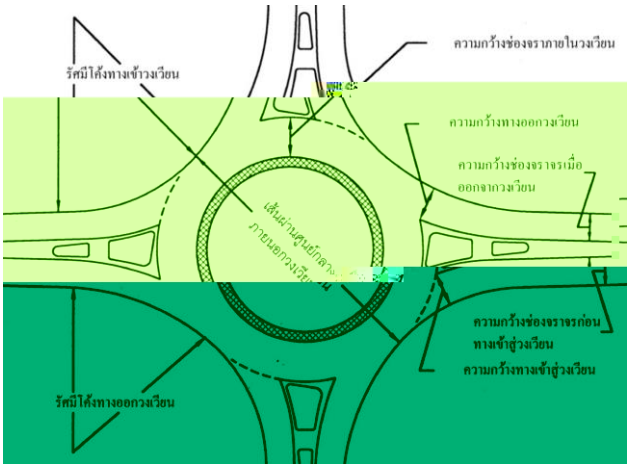
จากการทบทวนการศึกษา Roundabouts : An Informational Guide (FHWA, 2000) พบว่าทางแยกวงเวียนสามารถแบ่งได้ตามขนาดทางแยก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ทางแยกวงเวียนขนาดเล็ก (Mini Roundabout) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 14 – 28 เมตร
2) ทางแยกวงเวียนขนาด 1 ช่องจราจร (Single-Lane Roundabout) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 22 – 35 เมตร
3) ทางแยกวงเวียนขนาดหลายช่องจราจร (Multilane Roundabout) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 30 – 40 เมตร

2.3 องค์ประกอบของทางแยกวงเวียน

การออกแบบและปรับปรุงทางแยกวงเวียน จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ของทางแยกวงเวียน แสดงดังรูปที่ 2.3 มีรายละเอียดดังนี้

1) เกาะกลางวงเวียน (Central Island) คือ พื้นยกระดับบริเวณศูนย์กลางของทางแยกวงเวียน ที่มีการจราจรไหลเวียนโดยรอบ
2) เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกวงเวียน (Inscribed Circle Diameter) คือ ขนาดของทางแยกวงเวียน โดยวัดจากขอบนอกช่องจราจรรอบเกาะกลางวงเวียน
3) ความกว้างช่องจราจรภายในวงเวียน (Circulatory Roadway Width) สำหรับยานพาหนะที่เคลื่อนที่รอบเกาะกลาง และวัดจากขอบของช่องจราจรรอบวงเวียนภายนอกถึงขอบของเกาะกลางวงเวียน
4) ความกว้างช่องจราจรก่อนทางเข้าสู่วงเวียน (Approach Width) ความกว้างช่องจราจรก่อนทางเข้าสู่วงเวียน มีความสอดคล้องกับความกว้างช่องจราจรภายในวงเวียน ซึ่งสามารถใช้ในการเบี่ยงทิศทางจราจร และลดความเร็วของยานพหนะก่อนเข้าสู่ทางแยกวงเวียน
5) ความกว้างช่องจราจรเมื่อออกจากวงเวียน (Departure Width) ความกว้างช่องจราจรเมื่อออกจากวงเวียนของถนน มีความสอดคล้องกับความกว้างช่องจราจรภายในวงเวียน ใช้ในการเบี่ยงทิศทางจราจรของยานพาหนะที่ออกจากทางแยกวงเวียน



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของวงเวียน
ที่มา : ดัดแปลงจาก FHWA (2000)

2.4 การพัฒนาแบบจำลองและการปรับเทียบแบบจำลอง

2.4.1 การพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองจะใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม PTV VISSIM มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพการจราจรจากข้อมูลภาคสนาม และประยุกต์สร้างเป็นกรณีทางเลือกในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อประเมินผลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในหลายรูปแบบทางเลือกที่ต่างกัน โดยการประเมินประสิทธิภาพจากจากตัวชี้วัดด้านการจราจรต่าง ๆ โครงข่าย โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังนี้

1) การสร้างโครงข่าย การกำหนดในแบบจำลอง โดยอ้างอิงจากการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายจากภาคสนาม เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร รัศมีทางโค้ง ตำแหน่งของเส้นหยุด และอื่น ๆ
2) กำหนดปริมาณจราจรในแบบจำลอง นำข้อมูลปริมาณจรที่ได้จากการสำรวจเข้าสู่แบบจำลองในหน่วยคันต่อชั่วโมง โดยแบ่งประเภทของยานพาหนะ และทิศทางการเดินทางตามข้อมูลภาคสนาม
3) กำหนดพฤติกรรมของผู้ขับขี่ โดยใช้ข้อมูลความเร็วของยาพาหนะจากข้อมูลภาคสนาม และปรับเปลี่ยนตัวแปรอื่น ๆ ให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรภาคสนาม เช่น ระยะปลอดภัยด้านข้าง (Lateral Clearance) การยอมรับช่องว่างของผู้ขับขี่ การเปลี่ยนช่องจราจร และการให้ทาง (Priority Rules)
4) การปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสภาพการจราจรในพื้นที่จริงมากที่สุด ตามเกณฑ์การปรับเทียบและขนาดของแบบจำลองต่าง ๆ
5) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง โดยนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับเทียบแล้วมาปรับเปลี่ยนตามมาตรการ หรือปรับปรุงลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ตามการออกแบบในกรณีต่าง ๆ
6) วิเคราะห์และประเมินผล โดยใช้ตัวแปรที่สามารถระบุถึงประสิทธิภาพของสภาพการจราจรได้ ได้แก่ ความเร็ว ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และจำนวนจุดขัดแย้ง

2.4.2 การปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การปรับเทียบแบบจำลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพการจราจรในพื้นที่จริงมากที่สุด ซึ่งใช้ตัวแปร ปริมาณจราจร ค่าทางสถิติ GEH และระยะเวลาการเดินทางในซึ่งแสดงหลักเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง ดังตารางที่ 2.1

ค่าทางสถิติ GEH หรือ Geoffrey E. Havers (อ้างอิงจาก Quadstone Paramics, 2007) สมการค่าทางสถิติที่เป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จริงใน 1 ชั่วโมง ซึ่งสมการและหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค แสดงดังสมการ

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

M = ปริมาณจราจรจากแบบจำลอง (คันต่อชั่วโมง)

C = ปริมาณจราจรจากภาคสนาม (คันต่อชั่วโมง)

ค่าสถิติ GEH มีค่าอยู่ในช่วงต่าง ๆ โดยเมื่อค่า GEH มีค่าน้อยกว่า 5.0 แสดงว่า ค่าปริมาณจราจรในรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง มีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนาม

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

เกณฑ์และตัวแปร	เป้าหมายปรับเทียบ
1) ปริมาณจราจรแต่ละเส้นทาง	
ผลต่างไม่เกิน 15% สำหรับปริมาณจราจร 700 - 2,700 vph	> 85% ของเส้นทางทั้งหมด
ผลต่างไม่เกิน 100 vph สำหรับปริมาณจราจร < 700 vph	
ผลต่างไม่เกิน 400 vph สำหรับปริมาณจราจร > 2,700 vph	
2) ผลรวมปริมาณจราจรทุกเส้นทาง ผลต่างไม่เกิน 5%	
3) ค่า GEH < 5 สำหรับปริมาณจราจรแต่ละเส้นทาง	> 85% ของเส้นทางทั้งหมด
4) ค่า GEH < 4 สำหรับปริมาณจราจรรวมทุกเส้นทาง	
5) ระยะเวลาเดินทาง (สอบเทียบผลจากแบบจำลองและผลการสำรวจ)	
เวลาเดินทางบนโครงข่ายถนนต่างกันไม่เกิน 15% (หรือไม่เกิน 1 นาที)	> 85% ของเส้นทางทั้งหมด

ที่มา: ดัดแปลงจาก Wiscosin DOT, 2014.

2.5.2 แบบจำลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (Surrogate Safety Assessment Model: SSAM)

แบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ความขัดแย้ง (Conflict) ของกระแสจราจร เพื่อประเมินความปลอดภัย โดยพิจารณาความขัดแย้งการจราจร 3 รูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมที่เกิดการขัดแย้ง แสดงดังรูปที่ 2.4 คือ

1) ความขัดแย้งที่ในลักษณะการชนท้าย (Rear-End) มุมที่เกิดความขัดแย้งไม่เกิน 30 องศา
2) การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change) มุมที่เกิดการขัดแย้งระหว่าง 30 – 80 องศา
3) การตัดกันของกระแสจราจร (Crossing) มุมที่เกิดความขัดแย้งมากกว่า 80 องศา

โดยโปรแกรม SSAM สามารถประเมินจำนวนจุดขัดแย้งได้จากข้อมูลที่ส่งออกจากแบบจาลองการจราจรระดับจุลภาค เช่น VISSIM PARAMICS AIMSUN หรือ TEXAS เป็นต้น (ปวีร์ คูวิบูลย์, 2560)

รูปที่ 2.4 ลักษณะมุมของจุดขัดแย้ง (Conflict Angle)
Douglas Gettman et al. (2008)

Douglas Gettman et al. (2008) การนับจำนวนความขัดแย้งที่ได้จากแบบจำลองประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง จะพิจารณาจากตัวชี้วัดต่าง ๆ ประกอบด้วย

- Time to Collision (TTC) คือ เวลาที่ยานพาหนะจะชนกัน หากไม่มีการเบรก
- Post Encroachment Time (PET) คือ ช่วงเวลาระหว่างยานพาหนะคันแรกผ่านจุดขัดแย้งการจราจร และเวลาที่รถคันที่สองมาถึงจุดขัดแย้งการจราจร (หากค่า PET เท่า = 0 หมายความว่า ยานพาหนะทั้งสองชนกัน)
- Deceleration Rate (DR) คือ อัตราการชะลอยานพาหนะ
- Maximum Speed (Max S) คือ ความเร็วสูงสุดของยานพาหนะทั้ง
- Speed Differential (Delta S) คือ ความแตกต่างของความเร็วของยานพาหนะทั้งสอง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปวีร์ คูวิบูลย์ (2560) ได้ประเมินประสิทธิภาพของการควบคุมบริเวณทางแยก 4 รูปแบบทางเลือก ประกอบด้วย 1) ทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายหยุด 2) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร 3) การจากัดการข้ามและกลับรถ และ 4) การจากัดการข้ามและกลับรถพร้อมติดตั้งสัญญาณไฟจราจร พิจารณาตัวชี้วัดในแบบจาลองการจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วยเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ระดับการให้บริการบนทางแยก และจำนวนจุดขัดแย้งการจราจรที่วิเคราะห์จากแบบจาลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) ผลการศึกษาพบว่า ทางแยกแบบจำกัดการข้ามและกลับรถ เป็นรูปแบบทางแยกที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่เวลาในการเดินทางเฉลี่ยในโครงข่ายอาจสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับทางแยกแบบทั่วไป

จตุวิทย์ สุวรรณรงค์ (2561) ได้ศึกษาการจัดการช่องจราจรสาหรับรถจักรยานยนต์ โดยเลือกช่วงถนนสายหลักระหว่างวงเวียนคณะวิศวกรรมศาสตร์และวงเวียนคณะทรัพยากรธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยโปรแกรม VISSIM และวิเคราะห์ความปลอดภัยของการจราจร (จำนวนจุดขัดแย้ง) โดยประยุกต์ใช้แบบจาลองการประเมินความปลอดภัยเสมือนจริง (SSAM) ผลการศึกษา พบว่า การจัดการจราจรช่วงถนนกรณีศึกษาด้วยช่องจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ขนาด 1.8 เมตร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจราจรได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยลดค่าเฉลี่ยของเวลาเดินทาง เวลาล้าช้า และจานวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรได้ร้อยละ 54 89 และ 65 ตามลำดับ

ศราวุธ คีรีวงษ์ และคณะ (2562) ได้ศึกษาการประเมินมาตรการในการปรับปรุงกลุ่มทางแยก บริเวณลานจอดรถภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค เพื่อประเมินมาตรการต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) ปรับปรุงเป็นทางสี่แยกติดตั้งป้ายเตือน 2) ปรับปรุงเป็นสี่แยกสัญญาณไฟจราจร และ 3) ปรับปรุงเป็นทางแยกวงเวียน ผลการประเมินประสิทธิภาพการให้บริการและความปลอดภัยของมาตรการ พบว่า มาตรการปรับปรุงเป็นวงเวียนเหมาะสมที่สุด โดยความยาวแถวคอยลดลง 50% ความล่าช้าเฉลี่ยลดลง 44% และจุดขัดแย้งลดลง 41% เมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน

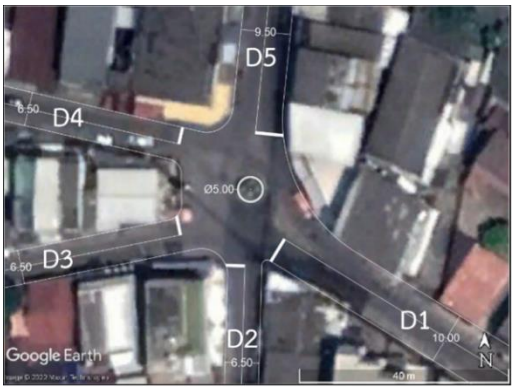
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษานี้ได้กำหนดทางแยกวงเวียนสันติธรรม(ห้าแยกสันติธรรม) ต.ช้างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นทางแยกวงเวียนในเขตชุมชนเมือง แสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ทาง ท วิ รร

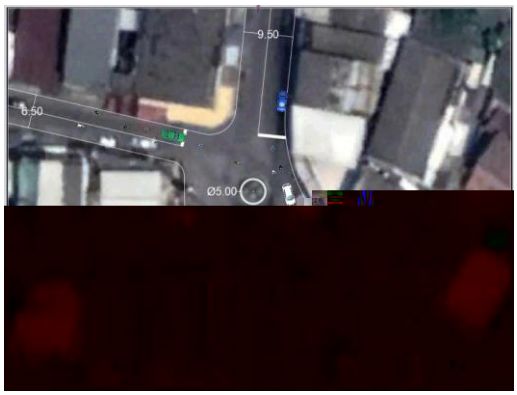
3) ลักษณะทางกายภาพของทางแยก ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความกว้างของช่องจราจร และ ขนาดของเกาะกลาง



รูปที่ 3.2 กำหนดทิศทางสำหรับการสำรวจข้อมูล

3.3 การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

การศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค สำหรับการวิเคราะห์สภาพการจราจรของทางแยกวงเวียน โดยใช้โปรแกรม PTV VISSIM ในการวิเคราะห์ และประยุกต์สร้างเป็นกรณีทางเลือกรูปแบบอื่น ๆ แสดงตัวอย่างการพัฒนาแบบจำลองดังรูปที่ 3.3



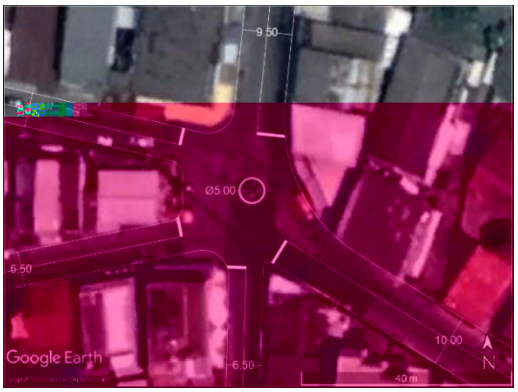
รูปที่ 3.3 การพัฒนาแบบจำลองบริเวณทางแยกวงเวียนสันติธรรม

3.4 การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

เพื่อให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพการจราจรในพื้นที่จริงมากที่สุด โดยใช้หลักเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค ดังแสดงในตารางที่ 2.1

3.5 ประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การศึกษานี้แบ่งกรณีทางเลือกการปรับปรุงทางแยกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ทางแยกวงเวียนสภาพปัจจุบัน 2) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน 3) การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยก ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.4 ถึงรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.4 รูปแบบที่ 1 ปัจจุบัน



รูปที่ 3.5 รูปแบบที่ 2 การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน



รูปที่ 3.6 การเพิ่มขนาดเกาะกลางของวงเวียน และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยก

3.6 การประเมินผล

การศึกษานี้ได้ใช้ตัวชี้วัดด้านสภาพการจราจร เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านการจราจรบริเวณทางแยก ได้แก่ ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้าเฉลี่ยของยาพาหนะ แถวคอยสูงสุด และจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการสำรวจปริมาณจราจร ความเร็วของยาพาหนะ และระยะเวลาในการเดินทาง

จากการสำรวจข้อมูลในช่วงเวลา 16.00 น. - 18.00 น. พบว่า ปริมาณจราจรคันต่อชั่วโมงสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 16.30 น. - 17.30 น.

มีค่าปริมาณจราจรต่อชั่วโมงที่ 1,976 คัน/ชั่วโมง โดยแบ่งตามประเภทของยานพาหนะ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกวงเวียน

ประเภทยานพาหนะ	จำนวน	ร้อยละ
รถจักรยานยนต์	1,571	80
รถยนต์ส่วนบุคคล	393	20
รถโดยสารสาธารณะ	12	1
รถบรรทุก	0	0
รวม	1,976	100

จากการสำรวจความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางแยก พบว่าผู้ขับขี่ใช้ความเร็วอยู่ในช่วง 12.0 – 30.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ผลการสำรวจระยะเวลาในการเดินทางจากภาคสนาม โดยระยะเวลาในการเดินทางผ่านทางแยกวงเวียนในสภาพปัจจุบันในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งแสดงผลการสำรวจได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจระยะเวลาในการเดินทาง

ทิศทาง	ระยะทาง (เมตร)	ระยะเวลาในการเดินทาง (วินาที)
D35	371.22	74.2
D52	174.30	40.3
D25	198.20	47.7
D53	498.26	103.0
D41	348.30	74.0
D15	247.65	57.0

4.2 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

การปรับปรับเทียบแบบจำลอง โดยใช้ผลต่างของปริมาณจราจร ค่าทางสถิติ GEH และระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งผลการปรับเทียบผ่านทุกเงื่อนไขตามเงื่อนไข Wiscosin DOT, 2014. ซึ่งแสดงผลการปรับเทียบดังตารางที่ 4.3 ถึง 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการปรับเทียบปริมาณจราจร

จุดสำรวจ	ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)		ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง	GEH
	ภาคสนาม	แบบจำลอง			
E1	588	586	2	0.35	0.09
E2	138	139	-1	0.73	0.09
E3	79	77	2	2.54	0.23
E4	430	426	4	0.94	0.20
E5	741	750	-9	1.22	0.33
รวม	1976	1978	-2	0.11	0.05

ตารางที่ 4.4 ผลการปรับเทียบระยะเวลาในการเดินทาง

ทิศทาง	ระยะทาง (เมตร)	ระยะเวลาในการเดินทาง (วินาที)		ร้อยละค่าแตกต่าง
		ภาคสนาม	แบบจำลอง	
D35	371.22	74.2	78.21	5.46
D52	174.30	40.3	35.17	12.72
D25	198.20	47.7	40.79	14.44
D53	498.26	103.0	105.18	2.12
D41	348.30	74.0	84.20	13.79
D15	247.65	57.0	51.24	10.11

4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการปรับปรุงทางแยกวงเวียน

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียนพบว่า แบบจำลองที่ 2 ประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของทิศทางที่ 4 ของทางแยกวงเวียนสันติธรรมได้เป็นอย่างดี โดยสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยได้สูงสุด 9.82 วินาที ลดความล่าช้าของยานพาหนะเฉลี่ยได้ 10.37 วินาที และสามารถลดความยาวแถวสูงสุดได้ถึง 10.46 เมตร แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียนดังตารางที่ 4.5 ถึง 4.7

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทาง

ทิศทาง	ระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยในแต่ละทิศทาง (วินาที)		
	แบบจำลองปัจจุบัน	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2
1	28.29	28.00	27.91
2	29.11	28.84	28.25
3	29.28	29.33	27.35
4	40.69	32.50	30.87
5	29.17	29.06	28.52

หมายเหตุ: มากที่สุด ปานกลาง น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยของยาพาหนะ

ทิศทาง	ความล่าช้าเฉลี่ยของยาพาหนะ (วินาที)		
	แบบจำลองปัจจุบัน	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2
1	2.27	1.78	1.51
2	3.16	2.77	1.88
3	3.08	3.94	1.86
4	14.64	6.13	4.27
5	3.03	2.27	1.64

หมายเหตุ: มากที่สุด ปานกลาง น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบความยาวแถวคอยสูงสุด

ทิศทาง	ความยาวแถวสูงสุด (เมตร)		
	แบบจำลองปัจจุบัน	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2
1	21.59	26.14	22.09
2	9.43	9.62	5.07
3	4.62	8.36	0.47
4	31.90	21.47	21.44
5	24.90	24.51	8.82

หมายเหตุ: มากที่สุด ปานกลาง น้อยที่สุด

จากผลการวิเคราะห์จำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกวงเวียนสันติธรรม พบว่าการปรับปรุงทางแยกทั้ง 2 รูปแบบสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกวงเวียนได้ มีจำนวนจุดขัดแย้งที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมดได้ของแยกได้ร้อยละ 42.82 เมื่อเทียบกับทางแยกปัจจุบัน และสามารถลดจุดขัดแย้งแบบตัดกันได้สูงสุดร้อยละ 76.92 ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบจุดขัดแย้ง ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบจุดขัดแย้ง

แบบจำลอง	จำนวนจุดขัดแย้ง		
	TTC ≤ 0.5	TTC ≤ 1.0	TTC ≤ 1.5
All			
แบบจำลองปัจจุบัน	16	14	26
แบบจำลองที่ 1	10	8	14
แบบจำลองที่ 2	12	7	13
Crossing			
แบบจำลองปัจจุบัน	5	4	4
แบบจำลองที่ 1	2	1	1
แบบจำลองที่ 2	2	1	0
Lane Change			
แบบจำลองปัจจุบัน	5	4	5
แบบจำลองที่ 1	3	4	5
แบบจำลองที่ 2	5	4	5
Rear End			
แบบจำลองปัจจุบัน	6	6	17
แบบจำลองที่ 1	5	3	8
แบบจำลองที่ 2	5	2	8

5. สรุปผลการศึกษา

การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางแยกวงเวียนสันติธรรมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียนได้ จากผลการศึกษาพบว่าการปรับปรุงทางแยกในรูปแบบที่ 2 การขยายเกาะกลางของทางแยก และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพทางเข้าทางแยก สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียนสันติธรรมได้ดีที่สุด

จากผลการวิเคราะห์จำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกวงเวียนสันติธรรม การขยายเกาะกลางของทางแยกสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกวงเวียนได้ ซึ่งสามารถลดจำนวนจุดขัดแย้งทั้งหมดได้ของแยกได้ร้อยละ 42.82 เมื่อเทียบกับทางแยกปัจจุบัน และสามารถลดจุดขัดแย้งแบบตัดกันได้สูงสุดร้อยละ 76.92

เอกสารอ้างอิง

[1] Federal Highway Administration 2000 (FHWA2000). Roundabout : An Information Guide. U.S. Department of Transportation Federal Adminstrantion.Virginia.

[2] The Transportation Research Board. (2010) Design Roundabouts. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.designroundabouts.com/Advantages. 15 มีนาคม 2558

[3] Wisconsin DOT, Microsimulation Guidelines http://www.wisdot.info/microsimulation/index.php?title=Model_Calibration: Wisconsin Department of Transportation. 2014.

[4] Gettman, D., & Head, L. (2003). Surrogate safety measures from traffic simulation models. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1840)

[5] ปวีร์ คูวิบูลย์. (2560). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการออกแบบทาง