การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินและปรับปรุงความปลอดภัย ณ จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี

นายวีรศักดิ์ โฉมชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2569

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินและปรับปรุงความปลอดภัย ณ จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี

นายวีรศักดิ์ โฉมชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2569

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินและปรับปรุงความปลอดภัย ณ จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี

โดย นายวีรศักดิ์ โฉมชัย

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

---------- รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสาวณิต สุขภารังษี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวัต ไชยชาณวาทิก)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล)

---------- กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช)

---------- กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

ชื่อ : นายวีรศักดิ์ โฉมชัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมินและปรับปรุงความปลอดภัย ณ จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล

ปีการศึกษา : 2569

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุบริเวณทางแยกและจุดกลับรถบนทางหลวงเป็นปัญหาสำคัญด้านความปลอดภัย โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของยานพาหนะซับซ้อนและมีปริมาณจราจรสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจราจรและประเมินแนวทางปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณแยกบ้านกล้วย จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี โดยพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM และประเมินความปลอดภัยด้วยโปรแกรม SSAM

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่า มีระดับการให้บริการ A ความยาวแถวคอยสูงสุด 20.72 เมตร ความขัดแย้งรวม 20 ครั้ง และค่า Time-to-Collision (TTC) เฉลี่ย 0.490 วินาที จากการเปรียบเทียบแนวทางปรับปรุง 3 รูปแบบ พบว่ารูปแบบที่ 3 ซึ่งจัดทิศทางการจราจรด้วยเกาะยกและเปิดจุดกลับรถทิศทางเดียว ยังคงระดับการให้บริการ A ลดความยาวแถวคอยสูงสุดร้อยละ 12 ลดความขัดแย้งรวมร้อยละ 25 และลดความขัดแย้งประเภท Crossing Conflict จาก 7 ครั้งเหลือ 0 ครั้ง ขณะที่ค่า TTC เฉลี่ยเพิ่มเป็น 0.592 วินาที หรือร้อยละ 21 ผลการศึกษาสะท้อนว่าแนวทางดังกล่าวสามารถเพิ่มความปลอดภัยโดยยังคงประสิทธิภาพการจราจร และสามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการปรับปรุงพื้นที่ศึกษาได้

(มีจำนวนทั้งสิ้น 88 หน้า)

คำสำคัญ : แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค จุดขัดแย้ง ความปลอดภัยทางถนน

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Mr. Weerasuk Chomchai

Thesis Title : Microsimulation-Based Traffic Model Development for Safety Evaluation and Improvement at the Intersection of Highway No. 340 and Rural Road SP.012, Suphan Buri Province

Major Field : Civil Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Thesis Advisor : Associate Professor Dr. Supornchai Utainarumol

Academic Year : 2026

ABSTRACT

Traffic accidents at highway intersections and U-turn locations are a significant safety concern, particularly in areas with complex vehicle movements and high traffic volumes. This study evaluates traffic conditions and safety improvement alternatives at Ban Kluai Intersection, Highway No. 340 and Rural Road SP.012, Suphan Buri Province, using VISSIM for microscopic traffic simulation and SSAM for safety assessment.

The existing condition showed LOS A, a maximum queue length of 20.72 m, 20 traffic conflicts, and an average Time-to-Collision (TTC) of 0.490 s. Among three improvement alternatives, Alternative 3, involving raised-island channelization and one-directional U-turns, maintained LOS A, reduced the maximum queue length by 12% and total conflicts by 25%, and eliminated crossing conflicts from 7 to 0. The average TTC increased to 0.592 s, or 21%. The results indicate that this alternative can improve safety while maintaining traffic operational efficiency.

(Total 88 Pages)

Keywords: Microscopic Traffic Simulation Traffic Conflicts Road Safety

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ และการสนับสนุนจากบุคคลและหน่วยงานหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ถ่ายทอดองค์ความรู้ ข้อคิด และข้อเสนอแนะ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน และรองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ แนวคิดทางวิชาการและถ่ายทอดองค์ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกรมทางหลวง สำนักทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี) แขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1 และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่สำรวจ และสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน และเพื่อนร่วมศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาและการจัดทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้ให้ความรัก ความห่วงใย กำลังใจ และการสนับสนุนในทุกด้านมาโดยตลอด จนทำให้ผู้วิจัยสามารถก้าวผ่านอุปสรรคต่าง ๆ และสำเร็จการศึกษาตามความมุ่งหมายได้ในที่สุด

วีรศักดิ์ โฉมชัย

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญตาราง ฌ

สารบัญตาราง(ต่อ) ญ

สารบัญรูปภาพ ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานงานวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 วิธีการวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 37

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 37

3.2 พื้นที่การศึกษา 39

3.3 การสำรวจข้อมูลภาคสนามและสภาพการจราจร 41

3.4 การวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยแบบจำลองการจราจร 42

3.5 การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 43

3.6 ประยุกต์ใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรหลังปรับปรุง 45

3.7 การวิเคราะห์ผลการศึกษา 47

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย 48

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการศึกษา 49

4.1 สภาพพื้นที่และปัญหาการจราจรในพื้นที่ศึกษา 49

4.2 ผลการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน 63

4.3 ผลการวิเคราะห์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 65

4.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลอง 70

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 74

5.1 สรุปผลการศึกษา 74

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 76

5.3 ข้อเสนอแนะ 76

บรรณานุกรม 77

ภาคผนวก ก การสำรวจปริมาณจราจรภาคสนาม 80

ภาคผนวก ข ผลการออกแบบสัญญาณไฟจราจรโดยโปรแกรม Signal2000 86

ประวัติผู้เขียน 88

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	สรุปสถิติอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 (พ.ศ. 2566 – พ.ศ. 2568)	2
2-1	ระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟ	16
2-2	ระยะห่างของจุดกลับรถตามลำดับชั้นถนน	16
2-3	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งของยวดยานที่กลับรถ	18
2-4	คำแนะนำเกี่ยวกับความกว้างของเกาะกลาง	22
2-5	ความกว้างของเกาะกลางที่เหมาะสมสำหรับจุดกลับรถประเภทต่าง ๆ	22
2-6	ขนาดและรัศมีการเลี้ยวของรถยนต์	23
2-7	ค่าหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PASSENGER CAR UNIT: PCU)	27
3-1	ระดับการให้บริการของทางแยก	42
3-2	เกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลอง	44
4-1	ตารางปริมาณการจราจรจากสุพรรณบุรี (SOUTH APPROACH: SA)	50
4-2	ตารางปริมาณการจราจรจากทางหลวงชนบท สพ.012 (WEST APPROACH:WA)	51
4-3	ตารางปริมาณการจราจรจากจชัยนาท (NORTH APPROACH: NA)	51
4-4	ตารางปริมาณการจราจรจากสะพานชลประทาน (EAST APPROACH: EA)	52
4-5	การตรวจสอบผลการรับรอง (WARRANTS) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	53
4-6	รายละเอียดแนวทางการปรับปรุงทางแยก	61
4-7	การปรับเทียบปริมาณการจราจรจากการสำรวจกับแบบจำลองฐาน	64
4-8	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิม (EXISTING MODEL)	65
4-9	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 1 (MODEL 1)	67
4-10	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 2 (MODEL 2)	68
4-11	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 3 (MODEL 3)	69
4-12	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลอง	70
4-13	ค่าตัวแปรของแบบจำลองปรับปรุงทางแยก	71
5-1	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลอง	75
ก-1	แสดงปริมาณการจราจรจากสุพรรณบุรี (SOUTH APPROACH: SA)	82
ก-2	แสดงปริมาณการจราจรจากทางหลวงชนบท สพ.012 (WEST APPROACH:WA)	83

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก-3 แสดงปริมาณการจราจรจากจชัยนาท (NORTH APPROACH: NA) 84

ก-4 แสดงปริมาณการจราจรจากสะพานชลประทาน (EAST APPROACH: EA) 85

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับ ทางหลวงชนบท สพ.012 3
1-2 แสดงพื้นที่การศึกษา 5
2-1 ประเภทของจุดขัดแย้งของกระแสจราจร (CONFLICT POINT) 7
2-2 ลักษณะจุดตัดกระแสจราจร (CONFLICT POINT) บนสี่แยกมาตรฐาน 8
2-3 ทางแยกระดับเดียวรูปแบบต่าง ๆ (AT GRADE INTERCHANGE) 9
2-4 ทางแยกต่างระดับรูปแบบต่าง ๆ (GRADE-SEPARATE INTERSECTION) 10
2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร รอบสัญญาณไฟ และความล่าช้า 11
2-6 การรวมกันเป็นกลุ่มสัญญาณ (SIGNAL GROUP) 11
2-7 ป้ายหยุด (STOP SIGN) และป้ายให้ทาง (YIELD SIGN) 12
2-8 ระยะมองเห็นที่ปลอดภัย 12
2-9 การตัดกระแสจราจรของจุดกลับรถธรรมดาและจุดกลับรถแบบแยกทิศทาง 17
2-10 องค์ประกอบของจุดกลับรถ 17
2-11 องค์ประกอบของทางแคบ 19
2-12 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบเกาะสี (FLUSH AND PAINTED MEDIAN) 20
2-13 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบยก (RAISED MEDIAN) 20
2-14 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบกดเป็นร่อง (DEPRESSED MEDIAN) 21
2-15 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบเป็นราวหรือกำแพงกั้น (BARRIER MEDIAN) 21
2-16 รูปลักษณะของการเลี้ยว 23
2-17 การจัดช่องการไหลที่สามแยกรูปตัวที (T-INTERSECTION) 24
2-18 ส่วนประกอบของช่องทางลดความเร็ว (DECELERATION LANE) 25
2-19 รายละเอียดของช่องทางเร่งความเร็ว (ACCELERATION LANE) 26
2-20 กราฟการกระจายตัวที่เหมาะสมของการยอมรับและปฏิเสธช่องว่าง 31
2-21 ลักษณะมุมของจุดขัดแย้ง (CONFLICT ANGLE) 34
3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 38
3-2 พื้นที่การศึกษาจุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับ ทางหลวงชนบท สพ.012 39
3-3 ลักษณะทางกายภาพทางแยก 40
3-4 ลักษณะสภาพปัญหาของการจราจ 40

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

3-5 การสำรวจปริมาณการจราจรโดยใช้การตั้งกล้องวีดีทัศน์ 41
3-6 รูปแบบพื้นฐาน (EXISTING MODEL) 45
3-7 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 (MODEL 1) 46
3-8 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 (MODEL 2) 46
3-9 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3(MODEL 3) 47
3-10 โปรแกรม SURROGATE SAFETY ASSESSMENT MODEL (SSAM) 48
3-11 ภาพแสดงแนวคิดของค่า TIME-TO-COLLISION (TTC) 48
4-1 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณการจราจรของยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา 50
4-2 สภาพการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา 60
4-3 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 (MODEL 1) 62
4-4 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 (MODEL 2) 62
4-5 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 (MODEL 3) 62
4-6 การสร้างแบบจำลองฐาน (EXISTING MODEL) ด้วยโปรแกรม VISSIM 63
4-7 แบบจำลองฐาน (EXISTING MODEL) ด้วยโปรแกรม VISSIM 65
4-8 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ EXISTING MODEL วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM 66
4-9 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 (MODEL 1) ด้วยโปรแกรม VISSIM 66
4-10 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ MODEL 1 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM 67
4-11 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 (MODEL 2) ด้วยโปรแกรม VISSIM 67
4-12 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ MODEL 2 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM 68
4-13 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 (MODEL 3) ด้วยโปรแกรม VISSIM 69
4-14 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ MODEL 3 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM 69
4-15 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของการปรับปรุงทางแยกรูปแบบต่าง ๆ 73
ก-1 ทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา 81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีระบบการคมนาคมและการขนส่งทางถนนเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักที่รองรับการเดินทางของประชาชนและการขนส่งสินค้าทั่วประเทศ ความเจริญทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเมือง ส่งผลให้จำนวนยานพาหนะจดทะเบียนเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกปี กรมการขนส่งทางบก (2567) รายงานว่ามีรถจดทะเบียนสะสมทั่วประเทศมากกว่า 44 ล้านคัน และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ปัญหาที่ตามมาคือการจราจรติดขัด การสิ้นเปลืองพลังงาน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุบัติเหตุทางถนนที่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

การขยายตัวของเมืองและชุมชนชนบทที่พัฒนาเชื่อมต่อกับเมืองใหญ่ก่อให้เกิดความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้น เส้นทางสายหลัก เช่น ทางหลวงแผ่นดิน ต้องรองรับทั้งการจราจรท้องถิ่นและการเดินทางระหว่างภูมิภาค ขณะที่ทางสายรองและถนนท้องถิ่นเชื่อมเข้าสู่โครงข่ายหลัก ส่งผลให้ปริมาณรถยนต์เพิ่มสูงขึ้น เกิดปัญหาคอขวดและอุบัติเหตุบริเวณทางแยกและจุดกลับรถเป็นจำนวนมาก แม้กรมทางหลวงจะพยายามปรับปรุงรูปแบบจุดกลับรถ เช่น การจัดทำช่องรอเลี้ยว การปิดจุดกลับรถที่อยู่ใกล้ทางแยกเกินไป และการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย แต่ปัญหายังคงเกิดขึ้นต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเส้นทางที่มีปริมาณจราจรหนาแน่นและใช้ความเร็วสูง

จังหวัดสุพรรณบุรีตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย มีความสำคัญทั้งด้านเศรษฐกิจ การเกษตร และวัฒนธรรม อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการคมนาคมที่เชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพมหานครกับจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง เช่น ชัยนาท อุทัยธานี และนครสวรรค์ ตลอดจนเชื่อมโยงต่อไปยังภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เส้นทางคมนาคมของจังหวัดจึงมีบทบาทสำคัญต่อการขนส่งสินค้าทางการเกษตร ผลผลิตอุตสาหกรรม รวมถึงการเดินทางของประชาชน

ทางหลวงหมายเลข 340 (บางบัวทอง–สุพรรณบุรี–ชัยนาท) เป็นหนึ่งในโครงข่ายทางหลวงสายหลักที่สำคัญของประเทศ ทำหน้าที่เป็น “เส้นทางขนส่งรอง” ควบคู่กับทางหลวงพหลโยธิน ทางหลวงหมายเลข 1 (อนุสาวรีย์หลักสี่ – กลางสะพานแม่น้ำสาย (เขตแดนไทย/เมียนมา) และทางหลวงหมายเลข 32 (บางปะอิน – แยกหลวงพ่อโอ) ซึ่งเป็นเส้นทางหลักในการเชื่อมต่อกรุงเทพมหานครกับภาคเหนือ การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปยังชัยนาทและจังหวัดตอนบนสามารถเลือกใช้ ทางหลวงหมายเลข 340 แทน ทางหลวงหมายเลข 1 ได้ ช่วยกระจายปริมาณการจราจร ลดความหนาแน่น และเพิ่มความคล่องตัวของระบบขนส่งระดับประเทศ

พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้คือ ทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 0302 ตอนสุพรรณบุรี–ศรีประจันต์ บริเวณ กม.94+900 หรือที่เรียกว่า “แยกบ้านกล้วย” ซึ่งถือเป็นจุดที่มีปัญหาด้านความปลอดภัยสูง เนื่องจากจุดตัดทางแยกตรงกับจุดกลับรถ ทำให้เกิดการตัดกระแสการจราจรระหว่างรถบนสายหลักที่ใช้ความเร็วสูงกับรถที่เลี้ยวหรือกลับรถ ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุซ้ำซาก จากสถิติช่วงปี พ.ศ. 2566–2568 พบว่าเกิดอุบัติเหตุรวม 12 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 1 ราย และบาดเจ็บ 16 ราย โดยลักษณะการชนที่พบ

มาก ได้แก่ การตัดหน้ากะทันหัน การชนท้าย และการชนประสานงาในบริเวณจุดกลับรถ สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแยกบ้านกล้วยเป็น “จุดเสี่ยง” ที่ควรได้รับการศึกษาและแก้ไขอย่างจริงจัง

ตารางที่ 1-1 สรุปสถิติอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 (พ.ศ. 2566 – พ.ศ. 2568)

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ	จำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนผู้บาดเจ็บ
2566	2	1	3
2567	1	-	-
2568	9	-	13
รวม	12	1	16

ที่มา: ข้อมูลจากแขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1 (2568) กรมทางหลวง

จาก ตารางที่ 1-1 สรุปสถิติอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 (พ.ศ. 2566– พ.ศ. 2568) สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุซ้ำในลักษณะคล้ายคลึงกันหลายครั้ง โดยเฉพาะกรณีรถที่กลับรถตัดกระแสการจราจรจากทางหลัก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการชนท้ายและการชนประสานงา ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาจุดเสี่ยงอันตรายของ กรมทางหลวง (สำนักสำรวจและออกแบบ, 2566) ที่กำหนดให้พื้นที่ที่มีอุบัติเหตุ 5 ครั้งขึ้นไปภายในระยะเวลา 3 ปี หรือมีผู้เสียชีวิตตั้งแต่ 2 รายขึ้นไป จัดเป็น “จุดเสี่ยงอันตราย (Black Spot)” พบว่าบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 เข้าข่ายเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงและควรได้รับการปรับปรุงในเชิงโครงสร้างและการจัดการจราจรอย่างจริงจัง เพื่อยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้ทางและลดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุในอนาคต

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงจุดเสี่ยงบริเวณแยกบ้านกล้วย โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation) เพื่อประเมินและเปรียบเทียบมาตรการแก้ไขที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดอุบัติเหตุ และยกระดับประสิทธิภาพของระบบทางหลวง ผลลัพธ์ของการศึกษาไม่เพียงเป็นแนวทางเชิงวิชาการสำหรับการแก้ไขปัญหาการจราจรและอุบัติเหตุในพื้นที่เท่านั้น แต่ยังสามารถขยายผลไปสู่การปรับปรุงจุดเสี่ยงอื่น ๆ บนโครงข่ายทางหลวงได้ในอนาคต



ภาพที่ 1-1 จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับ ทางหลวงชนบท สพ.012

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาการจราจรและอุบัติเหตุ รวมทั้งทบทวนแนวทางการปรับปรุงและการจัดการจราจรบริเวณทางแยกและจุดกลับรถ

1.2.2 เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงและจัดการจราจรที่เหมาะสมบริเวณทางแยก ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยมากขึ้น โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประเมินผล

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลของรูปแบบทางแยกเดิมและรูปแบบทางเลือกที่เสนอในด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัย เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาความเหมาะสมของแนวทางการปรับปรุงสำหรับพื้นที่ศึกษา

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

1.3.1 การปรับปรุงรูปแบบจุดกลับรถและทางแยกจะช่วยลดปัญหาการจราจรและลดความเสี่ยงอุบัติเหตุเมื่อเทียบกับรูปแบบเดิม

1.3.2 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคสามารถประเมินและระบุรูปแบบการปรับปรุงที่ให้ประสิทธิภาพและความปลอดภัยดีกว่าสภาพปัจจุบัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณแยกบ้านกล้วย กม.94+900 ทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 0302 ตอนสุพรรณบุรี – ศรีประจันต์ ซึ่งเป็นจุดตัดระหว่างทางหลวงแผ่นดินกับทางหลวงชนบทสาย สพ.012 และเป็นตำแหน่งที่มีจุดกลับรถตรงกับทางแยก

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 สำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดที่ศึกษา ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ความกว้างเกาะกลาง ความกว้างเขตทาง โครงข่ายถนนและลักษณะทางแยก เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

1.5.2 การเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรและความยาวแถวคอย บริเวณจุดที่ศึกษา โดยเลือกช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07.00 – 08.00 น.) และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (17.00 – 18.00น.) แล้วเลือกช่วงเวลาที่มีปริมาณรถสูงสุด เพื่อสะท้อนสภาพการจราจรที่แท้จริง ข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย

1.5.3 พัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร จากข้อมูลการจราจรโดยใช้โปรแกรม PTV VISSIM และปรับเทียบแบบจำลองให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรจริง เพื่อใช้เป็นแบบจำลองพื้นที่ศึกษาแบบเดิม (Existing Model)

1.5.4 พัฒนาแบบจำลองพื้นที่ศึกษา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยการจำลองสภาพปัจจุบันเป็นแบบจำลองฐาน และทางแยกที่ทาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ 3 รูปแบบ

1.5.4.1 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 (Model 1) เป็นการปรับปรุงทางแยกโดยติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อควบคุมสิทธิ์การผ่านทางของยานพาหนะจากทุกทิศทาง อันเป็นการลดความขัดแย้งของกระแสจราจรบริเวณทางแยกและจุดกลับรถ และช่วยจัดระเบียบการไหลของจราจรในพื้นที่ศึกษา

1.5.4.2 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 (Model 2) เป็นการปรับปรุงทางแยกโดยปิดจุดตัดเดิมและกำหนดจุดกลับรถใหม่ 2 ตำแหน่งบริเวณต้นทางและปลายทางของพื้นที่ศึกษา เพื่อลดความขัดแย้งแบบตัดกันของกระแสจราจรในบริเวณจุดตัดหลัก และเพิ่มความต่อเนื่องของการเคลื่อนที่บนทางสายหลัก

1.5.4.3 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 (Model 3) เป็นการปรับปรุงทางแยกโดยใช้เกาะยกในการจัดทิศทางการจราจร และกำหนดจุดกลับรถทิศทางเดียวบริเวณต้นทางและปลายทางของพื้นที่ศึกษา เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะให้เป็นระบบ ลดการตัดกันของกระแสจราจรโดยตรง และลดความขัดแย้งที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยก

1.5.5 นำข้อมูลจากแบบจำลองการจราจรในแต่ละรูปแบบมาวิเคราะห์โอกาสการเกิดอุบัติเหตุและความขัดแย้งของกระแสจราจรด้วยโปรแกรม SSAM โดยพิจารณา ค่าเวลาในการชน (Time to Collision: TTC) จำนวนความขัดแย้งรวม และลักษณะความขัดแย้งที่เกิดขึ้น เช่น การตัดกันของกระแสจราจร (Crossing) การชนท้าย (Rear End) และ การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Change) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้เปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองสภาพปัจจุบันกับแบบจำลองปรับปรุงแต่ละรูปแบบ และประกอบเสนอแนวทางการจัดการจราจรบริเวณทางแยกต่อไป



ภาพที่ 1-2 แสดงพื้นที่การศึกษา

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 เพื่อเสนอรูปแบบการปรับปรุงจุดกลับรถบริเวณแยกบ้านกล้วย กม.94+900 บนทางหลวงหมายเลข 340 ในพื้นที่ความรับผิดชอบของแขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1 เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุและเพิ่มความปลอดภัยในการสัญจร อันเป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

1.6.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านการจราจรของรูปแบบทางเลือกด้วยแบบจำลองระดับจุลภาค เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจของหน่วยงานในการพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพในพื้นที่จริง

1.6.3 เพื่อเป็นแนวทางเชิงวิชาการในการวิเคราะห์และประเมินรูปแบบการปรับปรุงทางแยกและจุดกลับรถ โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคร่วมกับการวิเคราะห์ความปลอดภัย เพื่อประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะปัญหาใกล้เคียงกันต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การติดขัดของกระแสจราจร

การติดขัดของกระแสจราจรเป็นปัญหาหลักของเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร โดยการติดขัดของจราจร (Traffic Congestion) สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการเกิด ได้แก่

2.1.1.1 การติดขัดที่เกิดขึ้นที่บริเวณและช่วงเวลาเดิมเป็นประจำ (Recurring Congestion) เป็นการติดขัดของกระแสจราจรที่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นที่ช่วงใดของถนนและช่วงเวลาใด เช่น บริเวณถนนพระราม 1 ช่วงหน้าสยามพารากอน ซึ่งจะมีการจราจรติดขัดมากในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น สาเหตุหลักมาจากปริมาณจราจร (Demand) ที่เกินความจุของถนนหรือทางแยก

2.1.1.2 การติดขัดที่ไม่ได้เกิดขึ้นที่บริเวณและช่วงเวลาเดิมเป็นประจำ (Non-recurring Congestion) เป็นการติดขัดของกระแสจราจรที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นที่ไหนและเมื่อใด โดยมีสาเหตุมาจากอุบัติการณ์ (Incident) ซึ่งก่อให้เกิดการติดขัดของกระแสจราจร เนื่องจากปริมาณจราจร (Demand) เกินกว่าความจุของถนนที่ลดลงเพราะอุบัติการณ์นั้น อุบัติการณ์ (Incident) หมายถึง เหตุการณ์ใด ๆ ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดหรือบริเวณใดของถนน ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระแสจราจร ตัวอย่างเช่น อุบัติเหตุ รถเสีย รถยางแตก หรือเศษวัสดุตกบนถนน เป็นต้น ตัวอย่าง Non-recurring Congestion สมมุติว่าถนนหนึ่งมี 3 ช่องจราจร (เลน) ความจุรวม 4,500 คันต่อชั่วโมง และมีปริมาณจราจร 4,000 คันต่อชั่วโมง หากเกิดอุบัติเหตุกลางถนน (Lane-blocking Incident) กีดขวางการจราจร 1 ช่องทาง จะทำให้ความจุลดลงเหลือประมาณ 3,000 คันต่อชั่วโมง ส่งผลให้ปริมาณจราจร (Demand) เกินความจุของถนน และก่อให้เกิดการติดขัดแบบ Non-recurring Congestion

ผลกระทบของการติดขัดของจราจร ก่อให้เกิดผลเสียในด้านต่างๆ เช่น

การสูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร

การสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ รวมถึงก่อปัญหาสภาวะโลกร้อน

ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และเสียง

ก่อให้เกิดความเครียดและเสียสุขภาพของผู้ขับขี่ ผู้โดยสารและผู้ใช้ถนน

อาจทาให้รถฉุกเฉิน (Emergency Vehicle) ไม่สามารถไปส่งผู้ป่วยได้ทันเวลา

ดังนั้นการที่หน่วยงานที่บริหารจัดการจราจร สามารถทราบเหตุ ว่าอุบัติการณ์เกิดขึ้น ณ เวลาใด บริเวณใดของถนน และเป็นอุบัติการณ์ประเภทใด ได้อย่างรวดเร็ว ก็จะสามารถลดการติดขัดของกระแสจราจรได้มากเท่านั้น การเกิดอุบัติการณ์ (Incident)ระยะเวลาเพียง 30 นาที อาจส่งผลให้เกิดการติดขัดของกระแสจราจรถึง 45-60 นาที

2.1.2 ทางแยก (Intersection)

ทางแยก คือบริเวณที่ถนนตั้งแต่สองสายขึ้นไปมาบรรจบหรือตัดกัน รวมถึงตัวถนนและองค์ประกอบข้างทางที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของจราจร ทำให้ผู้ใช้ทางสามารถเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางได้ โดยทั่วไปทางแยกมักมีลักษณะเป็นสามขาหรือสี่ขา และไม่นิยมออกแบบให้มีมากกว่าสี่ขา เนื่องจากทางแยกมีผลต่อความจุของถนน ความปลอดภัย ความเร็ว ความล่าช้า และค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรวม

ทางแยกเป็นบริเวณที่เกิดจุดขัดแย้งของกระแสจราจร (Conflict Point) และเป็นจุดสำคัญที่มีผลต่อความจุของโครงข่าย เนื่องจากเป็นบริเวณที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจากทิศทางต่าง ๆ มาพบหรือตัดกัน จึงมีแนวโน้มเกิดอุบัติเหตุได้สูงหากไม่มีการจัดการจราจรที่เหมาะสม นอกจากนี้ จุดขัดแย้งยังอาจเกิดระหว่างยานพาหนะกับคนเดินเท้าได้เช่นกัน โดยจำนวนจุดขัดแย้งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

จำนวนทิศทางของรถที่มุ่งเข้าสู่ทางแยก

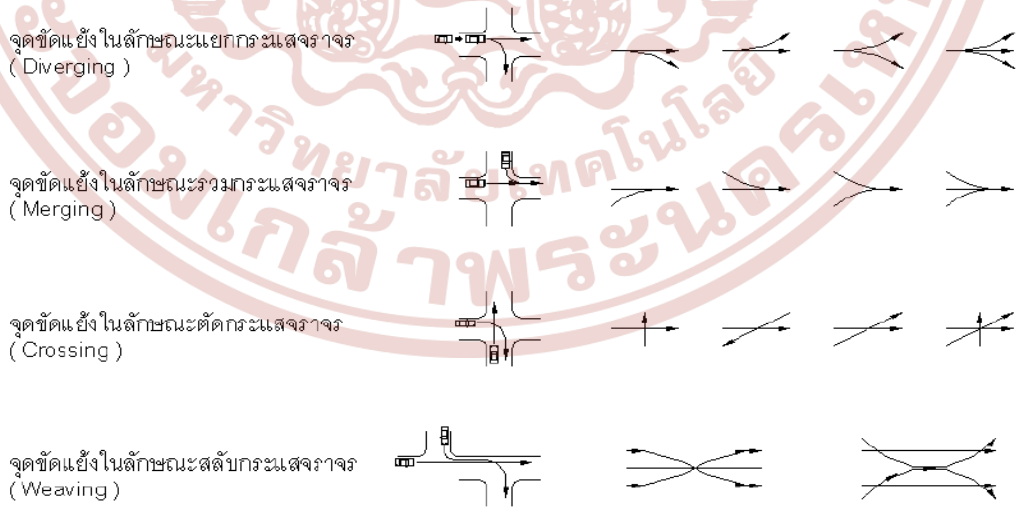
จำนวนช่องจราจรในแต่ละทิศทางที่มุ่งเข้าสู่ทางแยก

ประเภทของสัญญาณไฟจราจร

การจัดการช่องจราจรบริเวณทางแยก เช่น การเพิ่มช่องจราจร

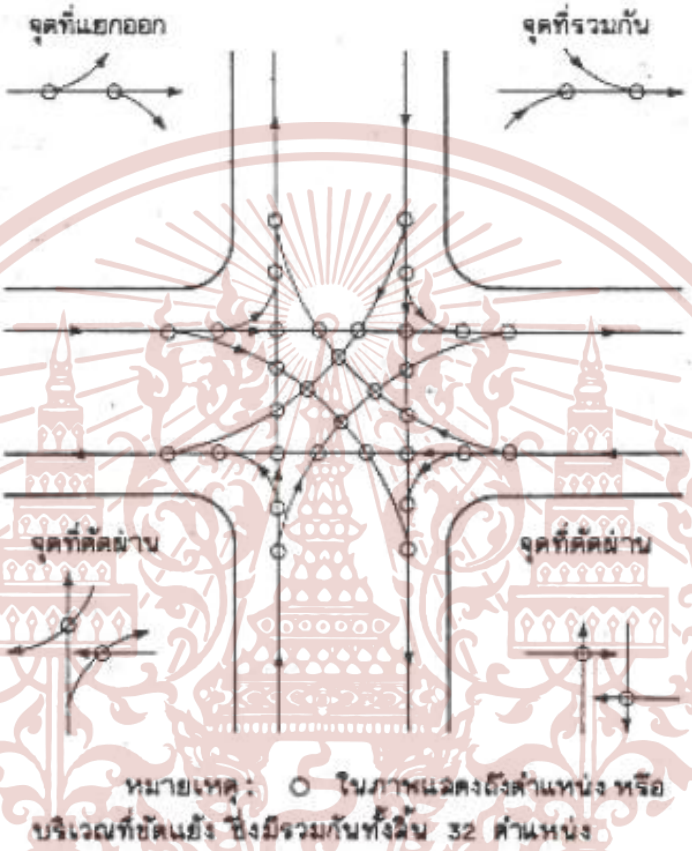
ทิศทางที่อนุญาตให้รถเคลื่อนที่ เช่น การไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาจะช่วยลดจำนวนจุดขัดแย้งกระแสจราจรลงได้ เป็นต้น

โดยทั่วไป จุดขัดแย้งของกระแสจราจร (Conflict Point) บริเวณทางแยกไม่ว่าจะเป็นจุดขัดแย้งกระแสจราจรระหว่างรถด้วยกัน หรือระหว่างคนกับรถ สามารถแบ่งออกเป็นสี่ประเภทตามทิศทางการเคลื่อนที่ ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ประเภทของจุดขัดแย้งของกระแสจราจร (Conflict Point) (ที่มา: National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA)

ในกรณีทางแยกแบบสี่ขาทั่วๆไปจะมีจุดขัดแย้งเกิดขึ้นทั้งหมด 32 จุดดังแสดงในภาพที่ 2-2 ซึ่งจุดขัดแย้งนี้จะลดลงเหลือ 8 จุดเมื่อมีการจัดการทางแยกเป็นแบบสัญญาณไฟจราจรแบบ 2 เฟส และจุดขัดแย้งอาจจะลดลงไปได้อีกในกรณีที่มีการออกแบบเฟสสัญญาณไฟจราจรให้ซับซ้อนมากขึ้น



ภาพที่ 2-2 ลักษณะจุดตัดกระแสจราจร (Conflict Point) บนสี่แยกมาตรฐาน

สมการหาจำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจร (Conflict point) ที่ทางแยก

Diverging + Merging point = np (n-2) (2-1)

Crossing point (portal) = [np(n-1)(n-2)(p-1)]/4 (2-2)

Crossing point (full) = [np2(n3- 6n2+ 11n - 6)]/24 (2-3)

Total conflict point = (2-1) + (2+2) + (2-3)

เมื่อ

n = จำนวนขาทางแยก

p = จำนวนช่องจราจร

เป้าหมายหลักในการออกแบบทางแยกนั้นก็เป็นการออกแบบเพื่อพิจารณาลดจุดขัดแย้งให้น้อยลงหรือเปลี่ยนลักษณะจุดขัดแย้ง (กรณีที่ลักษณะของจุดขัดแย้งส่งผลให้เกิดความอันตรายอย่างมากเมื่อมีการเกิดอุบัติเหตุ) บริเวณทางแยกให้มีความอันตรายน้อยลงซึ่งจะพิจารณาประกอบกับการพิจารณาความเร็วสัมพัทธ์ของยานพาหนะที่ทางแยกเพื่อให้การออกแบบทางแยกมีปลอดภัย แต่ทั้งนี้ก็จะต้องคำนึงถึงผลของการออกแบบกับการให้บริการของทางแยกด้วย

2.1.3 ชนิดของทางแยก

ทางแยกสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

ทางแยกระดับเดียว (At-grade Intersection) ดังแสดงในภาพที่ 2-3 ประกอบด้วย

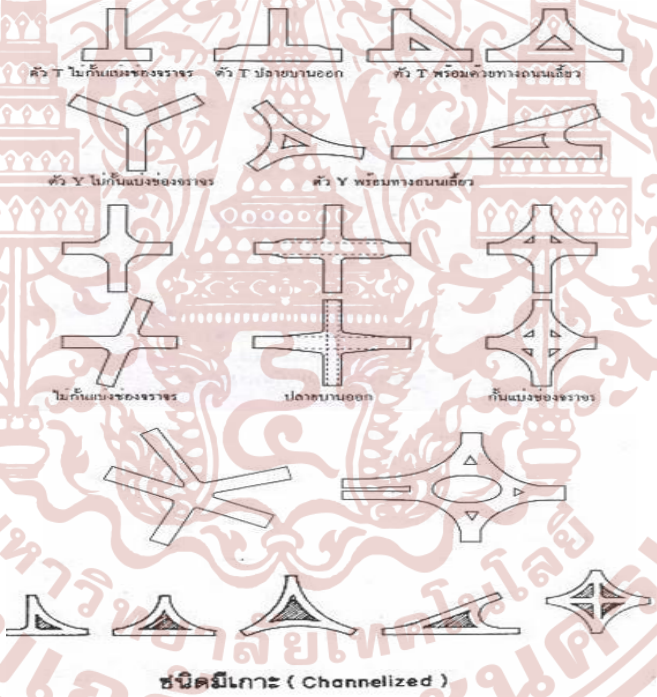
ทางแยกที่ไม่ใช้สัญญาณไฟจราจร (Non-Signalized Intersection)

ทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร (Signalized Intersection)

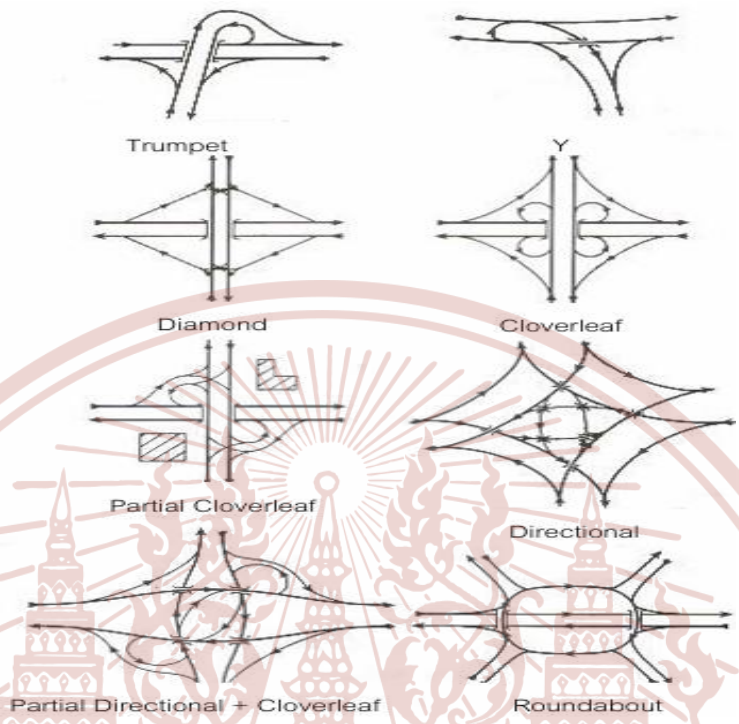
ทางแยกแบบวงเวียน (Rotary หรือ Roundabout)

ทางแยกต่างระดับที่ไม่มีทางลาดเชื่อม (Grade-Separated Intersection without Ramp) เช่น สะพานลอย หรือทางลอด

ทางแยกต่างระดับที่มีทางลาดเชื่อม (Grade-Separated Intersection with Ramp หรือ Interchange) ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-3 ทางแยกระดับเดียวรูปแบบต่าง ๆ (At Grade Interchange)



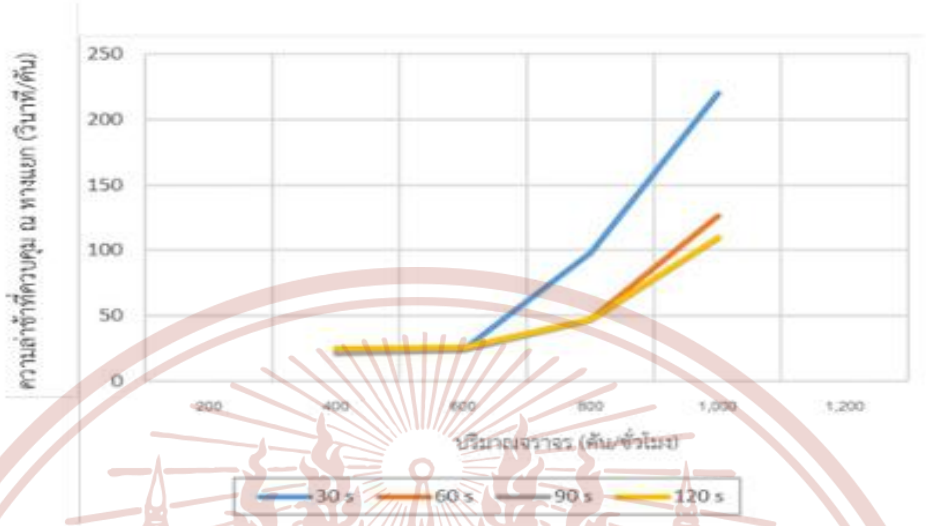
ภาพที่ 2-4 ทางแยกต่างระดับรูปแบบต่าง ๆ (Grade-Separate Intersection)

2.1.4 ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟ (Signalized Intersection)

ความจำเป็นของการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบนทางแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดอุบัติเหตุ โดยการลดจำนวนการตัดกันของกระแสจราจรและเพิ่มความจุของทางแยก โดยการจัดการกระแสการจราจรให้มีอัตราการไหลที่ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

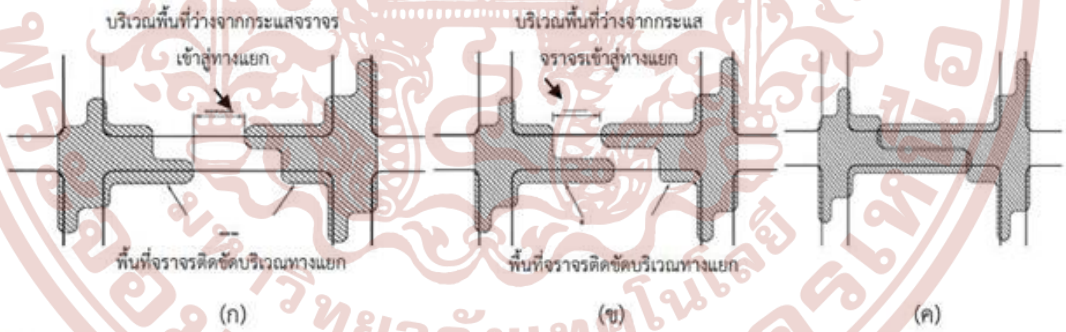
ในการออกแบบและจัดระบบสัญญาณไฟจราจร จะต้องคำนึงถึงตัวแปรสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ ความเร็ว (Speed) ของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก,ความยาวรอบสัญญาณไฟ (Cycle Length) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของหนึ่งรอบสัญญาณไฟ (ไฟเขียว–ไฟเหลือง–ไฟแดง),ระยะห่างระหว่างแยกที่ติดสัญญาณไฟจราจร (Signal Spacing) ซึ่งมีผลต่อการจัดลำดับการจราจรและการควบคุมความต่อเนื่องและประสิทธิภาพของรอบสัญญาณ (Efficiency of Progression) ในการอำนวยความสะดวกต่อกระแสการจราจรต่อเนื่องในเส้นทางหลัก ลักษณะทางแยกที่ใช้พิจารณาออกแบบสัญญาณไฟสามารถแบ่งได้ดังนี้:

2.1.4.1 ทางแยกเดี่ยว (Isolated Signal) การออกแบบสัญญาณไฟบริเวณทางแยกเดี่ยวจะต้องพิจารณาปัจจัยหลัก ได้แก่ รอบสัญญาณไฟ (Cycle Time),จังหวะสัญญาณไฟ (Signal Phasing)และระยะเวลาไฟเขียว (Split) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจร รอบสัญญาณไฟ และความล่าช้า

2.1.4.2 กลุ่มทางแยก (Signal Group) ทางแยกในเขตเมืองมักมีลักษณะกระจุกตัว ทำให้จำเป็นต้องจัดการร่วมกันเป็น กลุ่มสัญญาณ (Signal Group) เพื่อให้กระแสการจราจรสามารถไหลได้อย่างต่อเนื่อง (Progression) และเพื่อลดโอกาสการเกิดการติดขัดของทางแยก (Grid Lock) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 การรวมกันเป็นกลุ่มสัญญาณ (Signal Group) (ก) กรณีที่ระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่มากพอไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับแยกอื่น (ข) กรณีที่ระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่ปานกลาง ต้องเฝ้าระวังการเกิดผลกระทบกับแยกอื่น (ค) กรณีที่ระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่น้อย ทำให้เกิดผลกระทบกับแยกอื่น (ที่มา: Signalized Intersections: Informational Guide, FHWA, 2004)

2.1.5 ทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร (Non-Signalized Intersection)

รูปแบบทั่วไปของทางแยกประเภทนี้คือการใช้ ป้ายหยุด (Stop Sign) หรือ ป้ายให้ทาง (Yield Sign) เพื่อกำหนดทิศทางหลักและทิศทางรอง ช่วยให้ผู้ขับขี่ในแต่ละทิศสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกได้อย่างปลอดภัย

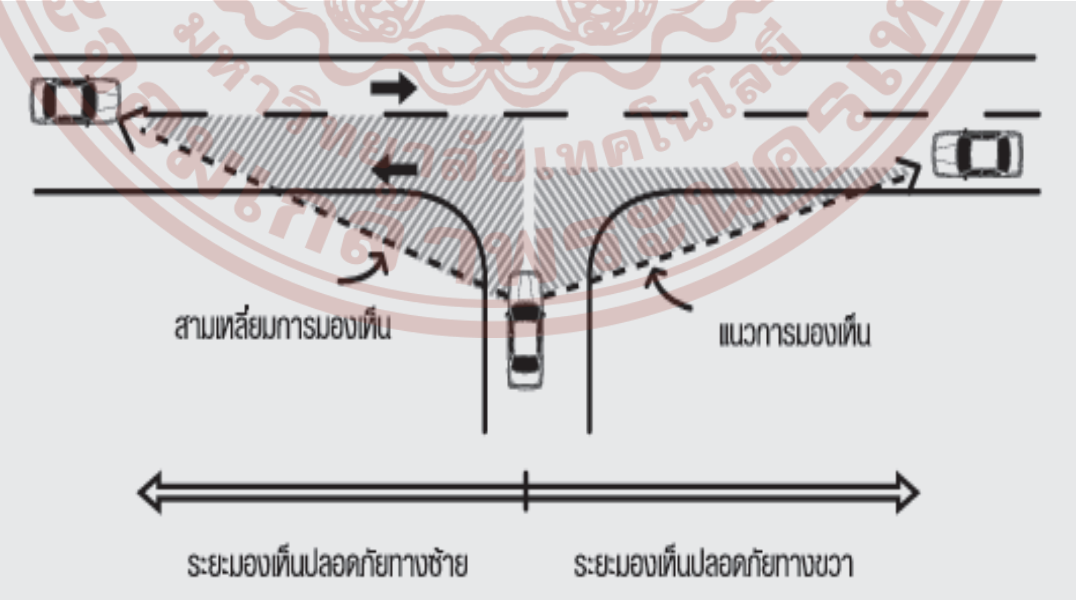
ในบางกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งป้ายในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจน อาจใช้ การตีเส้นหรือทำเครื่องหมายบนผิวจราจร แทนการติดตั้งป้ายได้



ภาพที่ 2-7 ป้ายหยุด (Stop Sign) และป้ายให้ทาง (Yield Sign)

2.1.6 การตรวจสอบระยะการมองเห็น

ในการออกแบบทางแยกเพื่อความปลอดภัย ผู้ออกแบบควรคำนึงถึง ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่ทั้งบนทางหลักและทางรอง โดยผู้ขับขี่ต้องสามารถมองเห็นยานพาหนะจากทิศทางตรงข้ามได้อย่างเพียงพอ เพื่อที่จะสามารถชะลอความเร็วหรือหยุดรถได้ทันเวลา และเปิดโอกาสให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านจุดตัดได้อย่างปลอดภัย ระยะที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นรถจากอีกทิศทางหนึ่งจนถึงจุดตัดทางแยก เรียกว่า “ระยะหยุด” (Stopping Sight Distance) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-8 ดังนั้น การตรวจสอบระยะการมองเห็นที่ปลอดภัย ควรพิจารณาจาก ระยะหยุดที่เหมาะสม โดยสัมพันธ์กับความเร็วของผู้ขับขี่บนทางหลักและทางรอง หากมีสิ่งกีดขวาง เช่น อาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง อยู่ใกล้บริเวณทางแยกซึ่งทำให้การมองเห็นสั้นลง จะต้องอ้างอิง ระยะการมองเห็นจริงจากผู้ขับขี่จนถึงจุดตัดทางแยก ที่สามารถมองเห็นรถอีกฝั่งได้ชัดเจนหลังพ้นสิ่งกีดขวางแล้ว



ภาพที่ 2-8 ระยะมองเห็นที่ปลอดภัย

2.1.7 ไฟสัญญาณจราจร (Traffic Control Signal or Traffic Signal)

ไฟสัญญาณจราจรเป็นอุปกรณ์ควบคุมการจราจรประเภทหนึ่ง ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ถนน ไม่ว่าจะเป็นคนเดินเท้า จักรยาน จักรยานยนต์ รถยนต์ หรือยานพาหนะประเภทอื่น ๆ โดยทำหน้าที่กำหนดให้ผู้ใช้ทางต้อง หยุด (Stop) เคลื่อนที่ต่อไป (Proceed) หรือเคลื่อนผ่านในช่องว่างระหว่างกระแสจราจรทิศตรงข้าม (Permit) เพื่อให้การจราจรดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับผู้ใช้ถนนทุกประเภท นอกจากนี้ ไฟสัญญาณจราจรยังต้องสามารถ ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ถนน ได้อย่างทั่วถึง ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ถนนทั่วไป ผู้สูงอายุ ผู้พิการทางสายตา ผู้พิการทางการได้ยิน รวมถึงผู้ใช้ถนนที่อาจอยู่ในสภาวะไม่พร้อม เช่น ขาดสมาธิหรือมีอาการเลื่อนลอย ซึ่งอาจไม่คาดคิดถึงการมีอยู่ของไฟสัญญาณจราจร ณ บริเวณดังกล่าว สัญญาณไฟจราจรถือเป็นเครื่องหมายจราจรที่ใช้ในการบริหารจัดการและควบคุมระบบการจราจร โดยเฉพาะบริเวณทางแยกและทางเชื่อม หรือจุดที่มีการขัดแย้งของกระแสจราจรที่สำคัญ เช่น บริเวณที่มีปริมาณจราจรมากและซับซ้อน หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถบริหารจัดการด้วยอุปกรณ์จราจรประเภทอื่นได้ โดยทั่วไปสัญญาณไฟจราจรประกอบด้วย 3 สี ได้แก่ แดง เหลือง และเขียว ซึ่งมีหน้าที่หลักดังต่อไปนี้ ควบคุมไม่ให้เกิดความขัดแย้งของการเคลื่อนที่ของจราจร,ช่วยให้กระแสการจราจรไหลคล่องตัวมากขึ้นและควบคุมการจราจรบริเวณทางข้ามรถไฟ และสะพานเปิด–ปิด

2.1.8 การพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

การพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก จำเป็นต้องประเมินความเหมาะสมจากสภาพการจราจรและเงื่อนไขของพื้นที่ เพื่อให้การควบคุมการจราจรมีประสิทธิภาพและความปลอดภัย ในการศึกษานี้อ้างอิงแนวทางจาก Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD) ของ Federal Highway Administration (FHWA, 2009) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร หรือ Traffic Signal Warrants

Warrant 1: Eight-Hour Vehicular Volume พิจารณาจากปริมาณจราจรของทางสายหลักและทางสายรองในช่วงเวลา 8 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น Condition A และ Condition B ตามลักษณะปริมาณจราจรของทางแยก

Warrant 2: Four-Hour Vehicular Volume พิจารณาจากปริมาณจราจรของทางสายหลักและทางสายรองในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง ตามเกณฑ์ความสัมพันธ์ของปริมาณจราจรที่กำหนด

Warrant 3: Peak Hour พิจารณาจากปริมาณจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน 1 ชั่วโมง โดยใช้กับพื้นที่ที่มีความต้องการด้านการจราจรสูงในช่วงเวลาหนึ่งของวัน

Warrant 4: Pedestrian Volume พิจารณาจากปริมาณคนเดินเท้าที่ต้องการข้ามทางสายหลักร่วมกับปริมาณจราจรของยานพาหนะ

Warrant 5: School Crossing พิจารณาความจำเป็นในการควบคุมการจราจรบริเวณทางข้ามที่มีนักเรียนใช้งาน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการข้ามถนน

Warrant 6: Coordinated Signal System พิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟเพื่อให้สามารถประสานการทำงานกับระบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณใกล้เคียง และเพิ่มความต่อเนื่องของกระแสจราจร

Warrant 7: Crash Experience พิจารณาจากประวัติการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกร่วมกับเงื่อนไขด้านปริมาณจราจรและมาตรการแก้ไขอื่นที่ได้ดำเนินการแล้ว

Warrant 8: Roadway Network พิจารณาความสำคัญของทางแยกต่อโครงข่ายถนนและการจัดระบบการจราจรโดยรวม

การผ่านเกณฑ์ Traffic Signal Warrant อย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าจะต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจรโดยทันที แต่เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาทางวิศวกรรม โดยต้องประเมินร่วมกับลักษณะทางกายภาพ สภาพการจราจร ความปลอดภัย และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เพื่อให้แนวทางที่เลือกมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ศึกษา

2.1.9 ประเภทของระบบสัญญาณไฟจราจร

ระบบสัญญาณไฟจราจรสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ระบบสัญญาณไฟควบคุมแบบอิสระ และระบบสัญญาณไฟควบคุมแบบประสานสัมพันธ์กัน ซึ่งมีลักษณะและการใช้งานแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และความหนาแน่นของการจราจร

2.1.9.1 ระบบสัญญาณไฟควบคุมแบบอิสระ (Isolated Signal Control)

ระบบนี้ใช้สำหรับทางแยกที่ตั้งห่างจากทางแยกอื่นในระยะทางมากพอ ทำให้การจราจรที่ผ่านแยกหนึ่งสามารถกระจายตัวก่อนเข้าสู่แยกถัดไป ระบบดังกล่าวแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

2.1.9.2 ระบบควบคุมด้วยรอบสัญญาณคงที่ (Pre-timed Control) เป็นการกำหนดรอบสัญญาณไฟเขียว-เหลือง–แดง ตายตัวตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ล่วงหน้า โดยอาจมี

โปรแกรมเดียว (Single Program): ใช้รอบสัญญาณเดียวกันตลอดทั้งวัน

หลายโปรแกรม (Multiple Programs): เปลี่ยนรอบสัญญาณให้สอดคล้องกับปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลา เช่น ช่วงเร่งด่วนเช้า เย็น และช่วงนอกเวลาเร่งด่วน

2.1.9.3 ระบบควบคุมปรับตามปริมาณจราจร (Traffic Actuated Control) เป็นการใช้เครื่องตรวจจับ (Detector) ตรวจวัดปริมาณยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยก และปรับเปลี่ยนช่วงเวลาสัญญาณไฟให้เหมาะสม แบ่งออกเป็น

กึ่งตรวจจับ (Semi-actuated Control): ติดตั้งตัวตรวจจับเฉพาะด้านทางรอง เพื่อให้ไฟเขียวด้านนี้ทำงานเมื่อมีรถเข้ามา

ตรวจจับเต็มรูปแบบ (Fully-actuated Control): ติดตั้งตัวตรวจจับในทุกทิศทางของทางแยก ระบบจะปรับช่วงเวลาสัญญาณโดยอัตโนมัติให้เหมาะกับปริมาณจราจรแต่ละด้าน

2.1.9.2 ระบบสัญญาณไฟควบคุมแบบประสานสัมพันธ์ (Coordinated Signal Control)

เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับถนนสายหลักที่มีทางแยกตั้งอยู่ต่อเนื่องและระยะห่างไม่มากนัก การควบคุมลักษณะนี้จะช่วยให้รถที่วิ่งตามแนวเส้นทางหลักสามารถผ่านทางแยกหลาย ๆ แห่งได้โดยหยุดรอน้อยครั้งหรือแทบไม่ต้องหยุดเลย ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ Green Wave การประสานสัมพันธ์อาจทำได้โดยการเชื่อมโยงตู้ควบคุมสัญญาณแต่ละแยกเข้าด้วยกัน หรือใช้ระบบ

ควบคุมการจราจรแบบเป็นพื้นที่ (Area Traffic Control: ATC) ที่สามารถปรับรอบสัญญาณไฟให้สัมพันธ์กับสภาพการจราจรจริงได้ทั้งเครือข่าย

2.1.10 จุดกลับรถ (U-turn)

จุดกลับรถ คือบริเวณที่จัดไว้สำหรับให้ผู้ขับขี่ที่ต้องการเปลี่ยนทิศทางการเดินทางสามารถเลี้ยวกลับรถได้อย่างสะดวกและปลอดภัย โดย AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018) ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการกำหนดตำแหน่งและการออกแบบช่องเปิดเกาะกลางสำหรับการกลับรถ (U-Turn Median Openings) โดยมีข้อพิจารณาด้านตำแหน่งและองค์ประกอบทางเรขาคณิตที่เหมาะสม ดังนี้

ตำแหน่งของจุดกลับรถ ควรอยู่ห่างจากเกาะกลางและจุดตัดของทางแยกอย่างเพียงพอ เพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดเกาะกลางบริเวณที่อาจมีทัศนวิสัยจำกัดและมีระยะมองเห็นไม่เพียงพอ หากภาพในจุดกลับรถไม่สามารถมองเห็นรถที่เคลื่อนผ่านได้ชัดเจน ควรหลีกเลี่ยงการเปิดช่องจุดกลับรถในบริเวณดังกล่าว

พื้นที่บริเวณจุดกลับรถ ควรมีความกว้างของเกาะกลางและช่องเปิดที่เพียงพอสำหรับให้ยานพาหนะกลับรถได้โดยไม่รบกวนการจราจรในทิศทางตรงข้าม รวมทั้งควรมีระยะรอ (Storage Space) เพียงพอสำหรับยานพาหนะที่จะกลับรถเพื่อไม่ให้กีดขวางการจราจร

ตำแหน่งของจุดกลับรถในกรณีที่อยู่ใกล้ทางแยก หากมีความจำเป็นต้องเปิดเกาะกลางใกล้ทางแยก ควรจัดตำแหน่งให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนต่อการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรหลัก รวมถึงต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยและความสะดวกของผู้ขับขี่

ทั้งนี้ การเปิดเกาะกลางเพื่อจุดกลับรถจำเป็นต้องพิจารณาเรื่องความกว้างช่องจราจรและรัศมีวงเลี้ยว โดยจะต้องคำนึงถึงยานพาหนะออกแบบ (Design Vehicle) ที่ใช้ในการออกแบบจุดกลับรถเพื่อให้สามารถกลับรถได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

2.1.11 จุดกลับรถที่ทางแยก

การอนุญาตให้มีการกลับรถที่ทางแยกสามารถทำได้ในกรณีที่มี ปริมาณความต้องการกลับรถสูง และทางแยกนั้นมี จังหวะสัญญาณไฟจราจร ที่เอื้อให้ยานพาหนะสามารถกลับรถได้โดยไม่ตัดกระแสจราจรอื่น ๆ เช่น การกำหนดให้รถที่จะกลับรถใช้จังหวะสัญญาณไฟร่วมกับรถที่เลี้ยวขวา

นอกจากนี้ จำเป็นต้องพิจารณา ความกว้างของเกาะกลางถนน ประกอบด้วย โดยมีค่ามาตรฐานดังนี้ รถยนต์ขนาดเล็ก (4 ล้อ) ควรมีความกว้างของเกาะกลางประมาณ 9 เมตร รถบรรทุกหรือรถขนาดใหญ่ (6 ล้อขึ้นไป) ควรมีความกว้างของเกาะกลางอย่างน้อย 19 เมตร

2.1.11.1 จุดกลับรถบนเกาะกลาง ในกรณีที่ทางแยกมีระยะห่างกันมาก และมี ปริมาณการกลับรถสูง อาจเกิดความจำเป็นต้องจัดให้มีจุดกลับรถระหว่างช่วงทางแยก โดยการเปิดเกาะกลางเพื่อให้กลับรถถือเป็น ทางเลือกที่สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด อย่างไรก็ตาม จุดกลับรถลักษณะนี้มักทำให้เกิด การตัดกระแสจราจรจำนวนมาก อันอาจกลายเป็น คอขวด ส่งผลกระทบต่อการจราจรและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ดังนั้น การเปิดเกาะกลางเพื่อใช้เป็นจุดกลับรถจึงจำเป็นต้อง

พิจารณา ระยะห่างที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับลำดับชั้นของถนนและความเร็วของกระแสจราจร โดยสามารถอ้างอิงได้จาก ตารางที่ 2-1 และตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 ระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟ

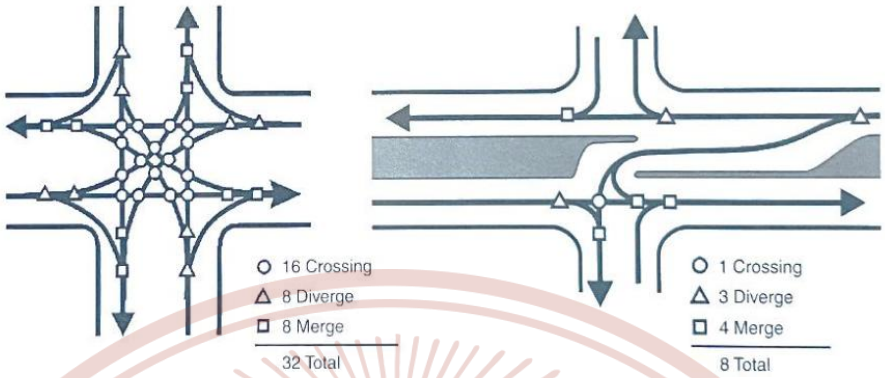
ความเร็วจำกัด (กม./ชม.)	ระยะห่างที่น้อยที่สุด (ม.)
48	110
56	140
64	160
72	205
80	240
88	280

ตารางที่ 2-2 ระยะห่างของจุดกลับรถตามลำดับชั้นถนน

ลำดับชั้นถนน	ระยะห่างของจุดกลับรถ (ม.)		
	เขตเมือง	ชานเมือง	ชนบท
ถนนสายหลัก	200	200	400
ถนนสายรอง	100	200	400

ที่มา: Koepke, Frank and Stover Vergil, 1988

2.1.11.2 จุดกลับรถแบบแยกทิศทาง (Directional Median Opening) จุดกลับรถแบบแยกทิศทางเป็นรูปแบบที่ช่วยลดจำนวนทิศทางของการตัดกระแสจราจร จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานบนถนนสายหลักมากกว่าจุดกลับรถแบบสองทิศทาง ดังแสดงใน ภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 การตัดกระแสจราจรของจุดกลับรถธรรมดาและจุดกลับรถแบบแยกทิศทาง *(ที่มา:* WSP USA (2025), อ้างอิงจาก Transportation Research Board (2003)*)*

2.1.11.3 องค์ประกอบของจุดกลับรถ (Element of U-Turn) จุดกลับรถประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

ช่องจราจรทางตรง (Through Lane)

เลนชะลอความเร็ว (Deceleration Lane)

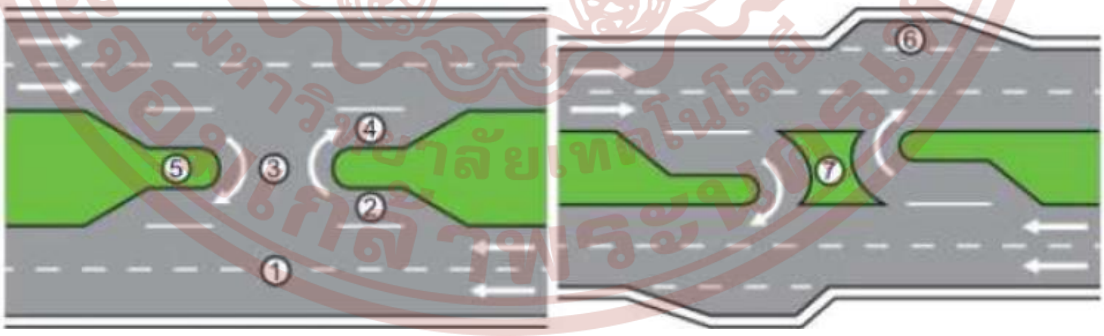
ช่องเปิดเกาะกลาง (Median Opening)

เลนเร่งความเร็ว (Acceleration Lane)

ความกว้างของเกาะกลาง (Median Width)

การขยายผิวจราจรเพิ่มเติม (Pavement Widening)

เกาะกำหนดทิศทาง (Directional Island)



ภาพที่ 2-10 องค์ประกอบของจุดกลับรถ

2.1.11.4 ผลกระทบของจุดกลับรถ การกลับรถบนเกาะกลางถนนถือเป็นรูปแบบที่สร้างผลกระทบต่อการจราจรสูงที่สุด เนื่องจากเกิดผลกระทบทั้งสองทิศทาง กล่าวคือ เกิด คอขวด (Bottleneck) จากการลดจำนวนช่องจราจรที่ถูกใช้สำหรับการกลับรถ รวมถึงการเปลี่ยนช่องทางของยานพาหนะก่อนถึงจุดกลับรถ และส่งผลกระทบต่อ ความจุของกระแสจราจรในทิศทางที่ถูกตัดกระแสจราจร ทั้งนี้ ระดับผลกระทบจะแตกต่างกันตาม ขนาดของเกาะกลาง โดยจุดกลับรถบนเกาะ

กลางที่มีขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดผลกระทบน้อยกว่า เนื่องจากจำนวนการตัดกระแสจราจรมีน้อยลง ผลการศึกษาพบว่า ยวดยานที่ทำการกลับรถสามารถประเมินในรูปของ ค่าเทียบเท่ารถยนต์ (Equivalent Unit: EU) โดยทั่วไป ช่องกลับรถ 1 ช่องจราจรสามารถรองรับการกลับรถได้ประมาณ 400 PCE/ชั่วโมง หรือคิดเป็น 100 EU/ชั่วโมง (โดยในการคำนวณเทียบว่า รถยนต์ที่กำลังกลับรถมีค่าเท่ากับ 4 เท่าของรถยนต์ที่วิ่งทางตรง) ดังแสดงใน ตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งของยวดยานที่กลับรถ

ชนิดของยานพาหนะ	U-turn (EU)
รถจักรยานยนต์ (MC)	0.4
รถยนต์ชนิด 4 ล้อ และรถบรรทุกขนาดเล็ก (SU)	1.0
รถบรรทุกขนาดกลาง (M)	1.2
รถบรรทุกขนาดใหญ่ (T)	1.5
รถ Trailer (WB)	3.0

ที่มา: กรมทางหลวง, คู่มือออกแบบทางแยก (2550)

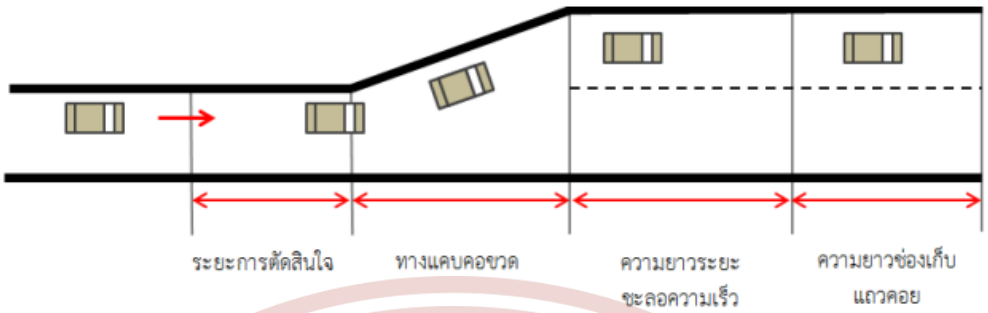
2.1.11.5 ปัจจัยสำคัญในการพิจารณากำหนดจุดกลับรถในการกำหนดจุดกลับรถบนเกาะกลาง จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยสำคัญดังต่อไปนี้

ปริมาณจราจรและความต้องการใช้ (Traffic Demand)ต้องพิจารณาจำนวนรถที่จะกลับรถในแต่ละช่วงเวลา เพื่อกำหนดความยาวช่องรอเลี้ยวและตำแหน่งที่เหมาะสม

ระยะการมองเห็น (Sight Distance) ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่ ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพของถนนและเกาะกลาง จุดกลับรถต้องมีระยะห่างจากทางแยกหรือจุดสำคัญอื่นที่เพียงพอ และผู้ขับขี่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเพื่อความปลอดภัย

ระยะห่างของจุดกลับรถหรือระยะห่างจากทางแยกที่เหมาะสม (Spacing/Distance from Intersection)ต้องออกแบบให้ลดจุดขัดแย้ง ไม่ก่อให้เกิดคอขวด และรองรับรถขนาดใหญ่ได้อย่างปลอดภัย เพื่อให้การจราจรมีความต่อเนื่องและปลอดภัย

ช่องจราจรเพื่อลดความเร็ว (Deceleration Lane) และพื้นที่รองรับแถวคอย (Queue Storage) ต้องออกแบบความยาวของเลนชะลอและพื้นที่เก็บรถให้สอดคล้องกับความเร็วของการจราจรบนสายทาง ดังแสดงใน ภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 องค์ประกอบของทางแคบ

2.1.12 เกาะกลางถนน (Road Medians)

มักออกแบบให้อยู่ในถนนชนิดที่มีการแยกทิศทางการจราจร (**Divided Highway**) สำหรับถนนที่มีช่องจราจรตั้งแต่ 4 ช่องขึ้นไป หรือถนนที่อยู่ในเขตชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์และประโยชน์ดังต่อไปนี้

เพื่อแยกกระแสการจราจรในทิศทางที่ต่างกันออกจากกัน ป้องกันการชนแบบประสานงา หรือรถที่วิ่งข้ามช่องทาง

ใช้สำหรับเป็นพื้นที่ช่องจราจรเสริม สำหรับรถฉุกเฉิน หรือรถเสีย รวมทั้งเพื่อให้รถที่ออกมาจากทางแยก สามารถรอคอยความสะดวกก่อนเข้าสู่กระแสจราจรทางตรง

ใช้เป็นที่รอของรถโดยสารประจำทางในกรณีที่มีที่พักผู้โดยสารอยู่บนเกาะกลาง

ใช้เป็นพื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ประกอบถนน เช่น เสาไฟฟ้า ป้ายจราจร หรืออุปกรณ์ความปลอดภัยอื่น ๆ รวมทั้งสามารถใช้ปลูกต้นไม้เพื่อความสวยงามและสิ่งแวดล้อม

ใช้เป็นพื้นที่เพื่อสำรองไว้สำหรับการขยายช่องจราจรในอนาคต

2.1.12.1 ประเภทของเกาะกลางถนน

ตามหลักการทั่วไป เกาะกลางถนนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

เกาะกลางถนนแบบเกาะสี (Flush and Painted Median) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-12

เกาะกลางถนนแบบยก (Raised Median) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-13

เกาะกลางถนนแบบกดเป็นร่อง (Depressed Median) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-14

เกาะกลางถนนแบบเป็นราวหรือกำแพงกั้น (Barrier Median) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-12 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบเกาะสี (Flush and Painted Median)



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบยก (Raised Median)



ภาพที่ 2-14 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบกดเป็นร่อง (Depressed Median)



ภาพที่ 2-15 ตัวอย่างเกาะกลางถนนแบบเป็นราวหรือกำแพงกั้น (Barrier Median)

2.1.12.2 ขนาดความกว้างของเกาะกลาง (Median Width)

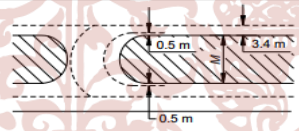
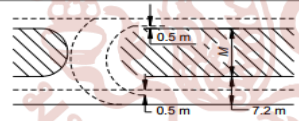
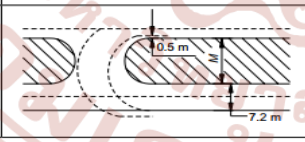
การกำหนดความกว้างของเกาะกลางเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อทั้งความปลอดภัยและประสิทธิภาพการจราจร โดยควรมีความกว้างเพียงพอสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัย การจัดภูมิทัศน์ และการรองรับการกลับรถของยานพาหนะ โดยทั่วไปเกาะกลางควรกว้างไม่น้อยกว่า 1.20 เมตรสำหรับสิ่งก่อสร้างด้านความปลอดภัย และมากกว่า 2.40 เมตรหากใช้เพื่อการปลูกต้นไม้หรือจัดภูมิทัศน์ สำหรับกรณีที่มีช่องเปิดเพื่อใช้เป็นจุดกลับรถ จำเป็นต้องมีความกว้างมากขึ้น โดยมาตรฐานกรมทางหลวงแนะนำให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 12 เมตร เพื่อรองรับรถบรรทุกและรถโดยสารได้อย่างปลอดภัย หากพื้นที่มีข้อจำกัด อาจใช้มาตรการเสริม เช่น ช่องรอเลี้ยว เกาะคอนกรีตยก หรือการปรับรัศมีโค้งให้เหมาะสม ทั้งนี้ แนวทางความกว้างเกาะกลางของกรมทางหลวงและ AASHTO แสดงในตารางที่ 2-4 และ 2-5 ตามลำดับ

ตารางที่ 2-4 คำแนะนำเกี่ยวกับความกว้างของเกาะกลาง

กรณีของความกว้าง	ความกว้างเกาะ (เมตร)	หมายเหตุ
ความกว้างต่ำสุด	1.2	สำหรับติดตั้งไฟสัญญาณและป้ายจราจร
ความกว้างให้มีช่องจราจรรอเลี้ยว	มากกว่า 4.2	บริเวณทางแยก ทางเชื่อม
ความกว้างให้รถเลี้ยวกลับรถได้สะดวก (U-Turn)	6–10 หรือมากกว่า	ขึ้นกับประเภทของรถและช่องจราจรเมื่อรถเลี้ยวกลับ
ความกว้างเผื่อขยายเพิ่มช่องจราจรในอนาคต	ความกว้างปกติข้างต้นบวกเพิ่มอีก 7 เมตรหรือมากกว่า	ขึ้นกับจำนวนช่องจราจรในอนาคต

ที่มา : กรมทางหลวง (2554)

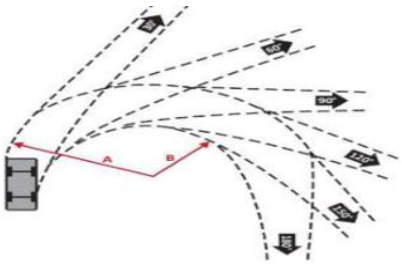
ตารางที่ 2-5 ความกว้างของเกาะกลางที่เหมาะสมสำหรับจุดกลับรถประเภทต่าง ๆ

Metric							
Type of Maneuver	M—Minimum Width of Median (m) for Design Vehicle						
	P	WB-12	SU-9	BUS	SU-12	WB-19	WB-20
	Length of Design Vehicle (m)						
	5.7	15.0	9.0	12.0	12.0	21.0	22.4
Inner Lane to Inner Lane 	9	18	19	19	23	21	21
Inner Lane to Outer Lane 	5	15	15	16	19	17	17
Inner Lane to Shoul-der 	2	12	12	12	16	14	14

ที่มา : AASHTO–A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2018)

2.1.13 รัศมีการเลี้ยว

รัศมี (Radius) คือระยะจากจุดศูนย์กลางถึงเส้นรอบวง โดยรัศมีการเลี้ยว (Turning Radius) หมายถึงรัศมีของแนวการเคลื่อนที่ของยานพาหนะขณะเลี้ยว สำหรับการศึกษานี้พิจารณาการกลับรถแบบ 180 องศา โดยแบ่งเป็นวงเลี้ยวขอบล้อด้านนอก (Outer Wheel Path Radius) และวงเลี้ยวขอบล้อด้านใน (Inner Wheel Path Radius) ทั้งนี้ ใช้ค่า Outer Wheel Path Radius เป็นหลักในการวิเคราะห์.



ภาพที่ 2-16 รูปลักษณะของการเลี้ยว *(ที่มา: AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets)*

AASHTO ได้กำหนดค่ารัศมีการกลับรถขั้นต่ำสำหรับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาทั้งรัศมีวงเลี้ยวล้อนอก (Outer Wheel Path Radius) และรัศมีวงเลี้ยวล้อใน (Inner Wheel Path Radius) ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ขนาดและรัศมีการเลี้ยวของรถยนต์

Design Vehicle Type	Passen-ger Car	Single-Unit Truck	Single-Unit Truck (Three Axle)	Intercity Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conven-tional School Bus (65 pass.)	Large School Bus (84 pass.)	Articu-lated Bus	Interme-diate Semi-trailer
Symbol	P	SU-30	SU-40	BUS-40	BUS-45	CITY-BUS	S-BUS36	S-BUS40	A-BUS	WB-40
Minimum Design Turning Radius (ft)	23.8	41.8	51.2	41.7	44.0	41.6	38.6	39.1	39.4	39.9
Center-lineb Turning Radius (CTR) (ft)	21.0	38.0	47.4	37.8	40.2	37.8	34.9	35.4	35.5	36.0
Minimum Inside Radius (ft)	14.4	28.4	36.4	24.3	24.7	24.5	23.8	25.3	21.3	19.3
Design Vehicle Type	**Interstate Semitrailer**		**"Double Bottom" Combi-nation**	**Rocky Mtn Double**	**Triple Semi-trailer/ Trailers**	**Turnpike Double Semi-trailer/ Trailer**	**Motor Home**	**Car and Camper Trailer**	**Car and Boat Trailer**	**Motor Home and Boat Trailer**
Symbol	WB-62*	WB-67**	WB-67D	WB-92D	WB-100T	WB-109D*	MH	P/T	P/B	MH/B
Minimum Design Turning Radius (ft)	44.8	44.8	44.8	82.0	44.8	59.9	39.7	32.9	23.8	49.8
Cen-terlineb Turning Radius (CTR) (ft)	41.0	41.0	40.9	78.0	40.9	55.9	36.0	30.0	21.0	46.0
Minimum Inside Radius (ft)	7.4	1.9	19.1	55.6	9.7	13.8	26.0	18.3	8.0	35.0

ที่มา : AASHTO–A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2018)

2.1.14 การจัดช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยว (Turn Lane Design)

การจัดช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยวเป็นองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบทางแยก เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพการจราจร โดยช่วยแยกรถเลี้ยวออกจากกระแสจราจรหลัก ลดจุดขัดแย้ง (Conflict Points) และลดความล่าช้าของรถทางตรง ช่องเลี้ยวสามารถแบ่งเป็นช่องเลี้ยวซ้ายและช่องเลี้ยวขวา ซึ่งการออกแบบต้องพิจารณาปริมาณจราจร ความเร็วของถนนสายหลัก และ

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ทั้งนี้ การแบ่งช่องทางอาจใช้เครื่องหมายจราจร คันหิน เกาะ ราวกั้น หรือรั้วตามความเหมาะสมครับ

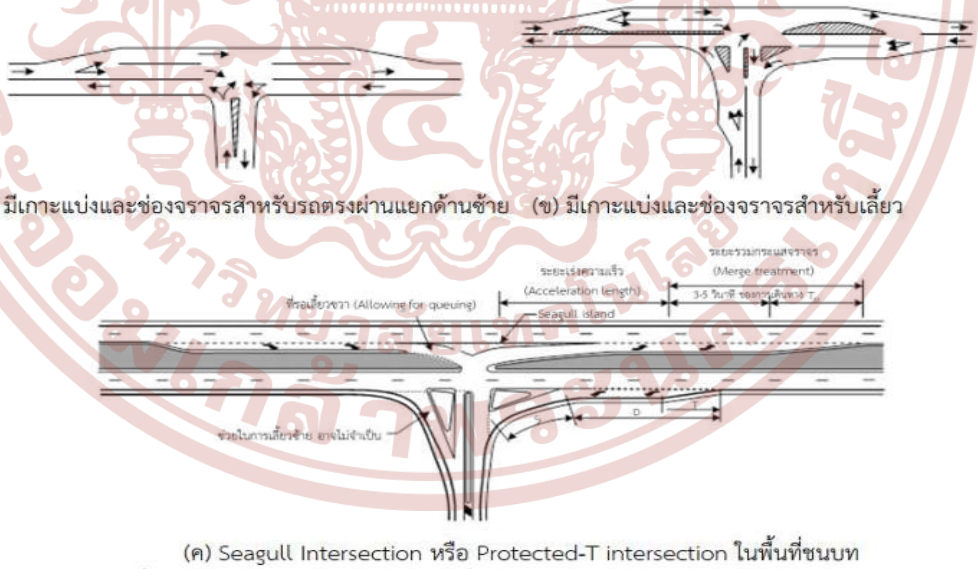
2.1.14.1 การจัดช่องจราจรการไหลบริเวณทางแยก

สามารถใช้กับการออกแบบบริเวณทางแยกสามแยกรูปตัวที (T-Intersection)

2.1.14.1.1 รูปแบบทางสามแยกที่จัดให้มีเกาะแบ่งทิศทางจราจร (Divisional Island) บนทางสายรอง และช่องจราจรสำหรับรถตรงผ่านแยกด้านซ้าย (Left Passing Lane) ดังแสดงใน ภาพที่ 2-17(ก)

2.1.14.1.2 รูปแบบทางสามแยกที่เพิ่มเกาะแบ่งทิศทางจราจรบนทางสายหลัก พร้อมช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยวขวาและเลี้ยวซ้ายบนทางสายหลัก และรถเลี้ยวซ้ายบนทางสายรอง ดังแสดงในภาพที่ 2-17(ข)

2.1.14.1.3 รูปแบบทางสามแยกที่เรียกว่า Seagull Intersection (ในประเทศออสเตรเลีย) หรือ Protected-T Intersection (ในสหรัฐอเมริกา) ดังแสดงในภาพที่ 2-17(ค) ทางสามแยกประเภทนี้มีจุดเด่นด้านความปลอดภัยของรถเลี้ยวขวาจากทางสายรองเข้าสู่ทางสายหลัก โดยมีการจัดเกาะป้องกันรถเลี้ยวขวาจากทางสายรอง (Seagull Island) และมีพื้นที่เร่งความเร็วเพื่อรวมเข้ากับกระแสจราจร เพิ่มเติมจากรูปแบบสามแยกทั่วไปที่แสดงในภาพที่ 2-17(ก) และภาพที่ 2-17(ข) ส่วนที่เพิ่มขึ้นนี้ช่วยให้รถจากทางสายรองสามารถเลี้ยวขวา เร่งความเร็ว และรวมเข้ากับกระแสจราจรทางตรงได้อย่างปลอดภัยยิ่งขึ้น



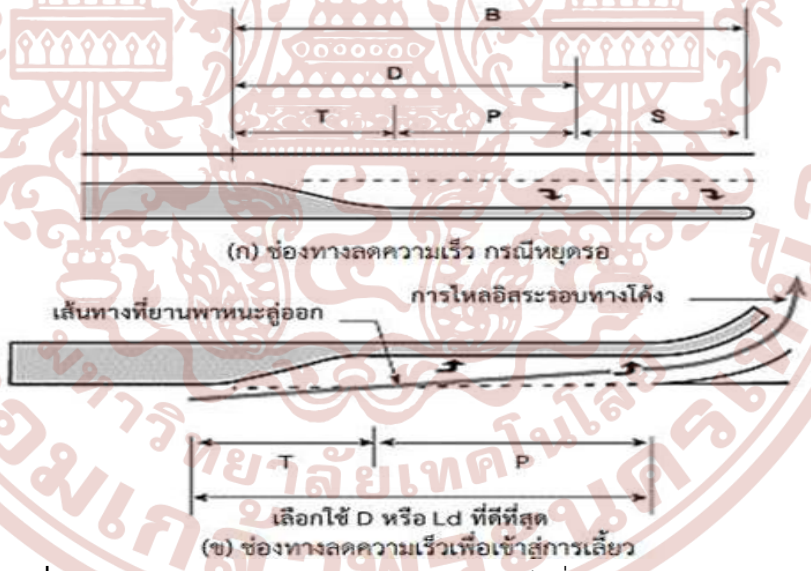
ภาพที่ 2-17 การจัดช่องการไหลที่สามแยกรูปตัวที (T-Intersection)*(ที่มา: Austroads, 2017)*

2.1.15 ช่องทางพิเศษ (Auxiliary Lane)

หมายถึง ช่องทางที่จัดเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษบริเวณทางแยกจากช่องทางปกติ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการจราจร โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะหลัก ได้แก่ ช่องทางลดความเร็ว (Deceleration Lane)และช่องทางเร่งความเร็ว (Acceleration Lane) ช่องทางพิเศษสามารถจัดให้มี

ได้ทั้งก่อนและหลังทางแยก ทั้งนี้ในการออกแบบควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ส่งผลกระทบต่อความจุของช่องทางจราจรทางตรงให้น้อยที่สุด ความยาวของช่องทางพิเศษจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ การลดความเร็วเพื่อหยุดรอเลี้ยว การลดความเร็วเพื่อเลี้ยวรถ การเพิ่มความจุของแถวคอยสำหรับรถที่รอเลี้ยวและ การเร่งความเร็วหลังจากเลี้ยว เพื่อให้สามารถเข้ากับความเร็วของกระแสจราจรทางตรงได้อย่างปลอดภัย

2.1.15.1 ช่องทางลดความเร็ว (Deceleration Lane) บนถนนสายหลักที่มีปริมาณจราจรสูง มักจัด ช่องลดความเร็ว (Deceleration Lane) เพื่อแยกรถที่ต้องการเลี้ยวออกจากกระแสจราจรทางตรงก่อนถึงทางแยก และให้ยานพาหนะสามารถลดความเร็วได้อย่างปลอดภัยก่อนเข้าสู่ช่องทางเลี้ยว การออกแบบช่องลดความเร็วควรพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ทั้งในเขตเมืองและนอกเขตเมือง โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้ ระยะเบนออก (Diverge Length) ระยะลดความเร็ว (Deceleration Length) ความยาวช่องแถวคอย (Storage Length) ระยะผาย (Length of Taper) ความยาวของช่องทางลดความเร็วจะพิจารณาตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งอาจเกิดขึ้นในกรณีต่าง ๆ ได้แก่ การลดความเร็วเพื่อเตรียมหยุดรอเลี้ยว การลดความเร็วเพื่อเข้าสู่ช่องทางเลี้ยว และความยาวเพิ่มเติมพิเศษที่จำเป็นสำหรับรองรับยานพาหนะที่เข้าแถวคอย



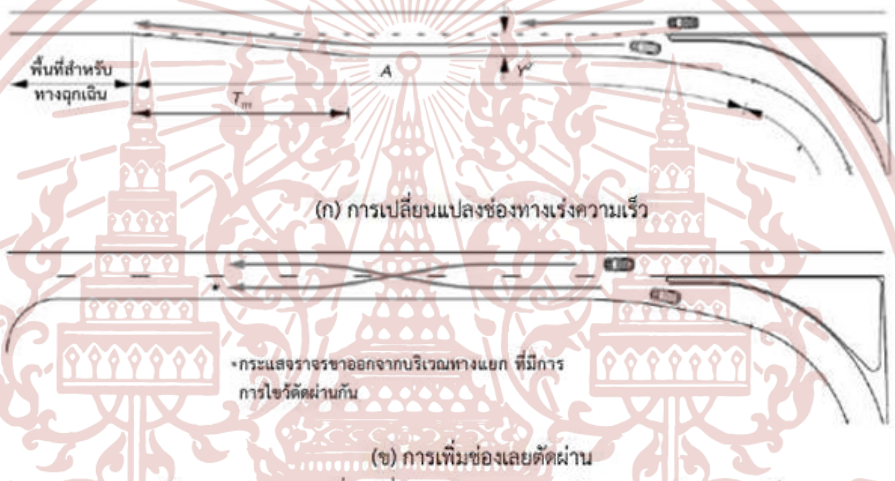
ภาพที่ 2-18 ส่วนประกอบของช่องทางลดความเร็วที่มา: Austroads, 2017)

2.1.15.2 ช่องทางเร่งความเร็ว (Acceleration Lane)

บริเวณที่ยานพาหนะเลี้ยวออกจากช่องเลี้ยวเข้าสู่ถนนสายหลัก จำเป็นต้องมีระยะสำหรับการเร่งความเร็ว เพื่อหาช่องว่างในการรวมเข้ากับกระแสจราจรทางตรงอย่างปลอดภัย จึงต้องจัดให้มีช่องทางเร่งความเร็ว (Acceleration Lane)

ช่องทางเร่งความเร็ว (Acceleration Lane) เป็นช่องทางที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้ยานพาหนะที่ออกจากทางรองสามารถเร่งความเร็วและรวมเข้ากับกระแสจราจรบนทางหลักได้อย่างราบรื่นและปลอดภัย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนไหวของรถในช่องทางหลัก

การพิจารณาความยาวของช่องทางเร่งความเร็วขึ้นอยู่กับระยะทางที่รถต้องใช้ในการเร่งความเร็วที่จุดเชื่อมต่อ เพื่อให้มีความเร็วเท่ากับรถในกระแสหลัก ทั้งนี้ในการออกแบบควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของรถยนต์โดยทั่วไป และในบางกรณีควรพิจารณาประสิทธิภาพของรถบรรทุกหนักร่วมด้วย องค์ประกอบสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบช่องทางเร่งความเร็ว ได้แก่ ระยะทางสำหรับการเร่งความเร็ว (Acceleration Length) ระยะทางสำหรับการรวมกระแสจราจร (Merge Length) จาก ภาพที่ 2-19 แสดงให้เห็นรูปแบบโดยทั่วไปของช่องทางเร่งความเร็ว โดยในกรณีที่มีการจัดช่องทางเพิ่มเติมต่อเนื่องตลอดแนว จำเป็นต้องพิจารณา สัญญาณไฟสำหรับคนเดินข้ามและจักรยานเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้ทางร่วมกันของผู้ใช้ถนนทุกประเภท



หมายเหตุ: Y* คือ ระยะการเคลื่อนที่ด้านข้าง และ A คือ ระยะเร่งความเร็ว

ภาพที่ 2-19 รายละเอียดของช่องทางเร่งความเร็ว (Acceleration Lane)

2.1.16 การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร

ในการศึกษาปริมาณการจราจร จำเป็นต้องคำนึงถึงความแตกต่างของขนาดและลักษณะของยานพาหนะบนสายทางแต่ละประเภท เนื่องจากยานพาหนะมีขนาดและสมรรถนะที่ไม่เท่ากัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้บนพื้นฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดให้ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) เป็นหน่วยมาตรฐานกลางในการวัดและเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ถนน รวมถึงความคล่องตัวในการเคลื่อนที่

หน่วยที่ใช้ในการเปรียบเทียบเรียกว่า หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่ง (Passenger Car Unit: PCU) โดยจะใช้ ค่าสัมประสิทธิ์เทียบเท่ารถยนต์นั่ง (Passenger Car Equivalence Factor: PCE Factor) เป็นตัวแปลงค่าของยานพาหนะทุกประเภทให้เทียบเท่ากับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ปริมาณการจราจรได้อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน ปริมาณการจราจร (Traffic Volume) หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนผ่านจุดหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่งของถนนภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็น “คันต่อชั่วโมง (vehicles/hour)” ทั้งนี้ อาจแยกประเภทของยานพาหนะในการนับ เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถบรรทุก หรือรถจักรยานยนต์

การวัดหรือคำนวณหาปริมาณการจราจรมักใช้หน่วย รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit; PCU) เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับมาตรฐานของ สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (Department of Highways, DOH) ดังแสดงใน ตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ค่าหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit: PCU)

ลำดับที่	ประเภทยานพาหนะ	ค่า PCU ต่อ 1 หน่วยยานพาหนะ
1	รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1.00
2	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	1.00
3	รถโดยสารขนาดเล็ก	1.50
4	รถโดยสารขนาดกลาง	1.50
5	รถโดยสารขนาดใหญ่	2.10
6	รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ	1.00
7	รถบรรทุกกลาง 6 ล้อ	2.10
8	รถบรรทุก 10 ล้อ	2.50
9	รถบรรทุกพ่วง	2.50
10	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	2.50
11	รถจักรยานยนต์	0.33

ที่มา: สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (2563)

2.1.16.1 การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Intersection Traffic Volume Data) การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยกเป็นกระบวนการสำคัญในการวิเคราะห์สมรรถนะของทางแยกและการออกแบบปรับปรุงการจราจรให้มีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจะใช้วิธี การนับยานพาหนะตามทิศทางการเคลื่อนที่ (Turning Movement Count: TMC) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจำนวนรถที่เคลื่อนที่ไปในแต่ละทิศทางของแยก ได้แก่ เลี้ยวซ้าย (Left Turn), ตรงไป (Through) และ เลี้ยวขวา (Right Turn) จากแต่ละทิศทางของถนนที่เข้าสู่ทางแยก การสำรวจมักทำในช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนของการจราจรจริง เช่น ช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้าและตอนเย็น เพื่อสะท้อนสภาพการใช้งานสูงสุดของทางแยก ข้อมูลที่ได้จากการนับการเคลื่อนที่ของรถในแต่ละทิศทางจะถูกนำมาจัดทำเป็น แผนผังการเคลื่อนที่ (Turning Movement Diagram) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคำนวณสมรรถนะของทางแยก เช่น ระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS), อัตราการหน่วงเวลาเฉลี่ย (Average Delay) รวมถึงการออกแบบช่องรอเลี้ยวและการตั้งเวลาไฟสัญญาณจราจร (Signal Timing) ในกรณีที่เป็นทางแยกควบคุมสัญญาณไฟ นอกจากนี้ ยังสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไป

ใช้ในการ จำลองการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการปรับปรุงต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ

2.1.16.2 ความเร็ว เวลาในการเดินทาง และความล่าช้า (Speed, Travel Time, and Delay) ข้อมูลความเร็ว เวลาในการเดินทาง และความล่าช้า เป็นตัวชี้วัดพื้นฐานที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจราจรและคุณภาพการให้บริการของถนน โดยทั้งสามปัจจัยมีความสัมพันธ์กันโดยตรงและสามารถรับรู้ได้จากประสบการณ์ของผู้ใช้ทาง เช่น การเดินทางจากบ้านไปที่ทำงานในช่วงเวลาเช้าและเย็นที่แม้ใช้เส้นทางเดียวกัน แต่ระยะเวลาในการเดินทางอาจแตกต่างกันเนื่องจากสภาพจราจรที่เปลี่ยนไป ความเร็วในการเดินทางระหว่างช่วงเวลาปกติและช่วงเทศกาล หรือความล่าช้าที่เกิดจากสัญญาณไฟและปริมาณรถหนาแน่น การเก็บข้อมูลเหล่านี้สามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น-การสำรวจด้วยยานพาหนะสำรวจ (Floating Car Method) โดยให้รถที่สำรวจวิ่งตามการจราจรจริง เพื่อบันทึกเวลาและความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง การใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ (Automatic Speed/Travel Time Recorder) เช่น เครื่องตรวจจับด้วยคลื่นไมโครเวฟ, GPS Logger หรือกล้องจับความเร็วและการสำรวจด้วยระบบจำลองการจราจร (Simulation-based Estimation) เพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาเดินทางและความล่าช้าภายใต้รูปแบบการจราจรหรือมาตรการปรับปรุงที่แตกต่าง

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้วิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เช่น การคำนวณ ระดับการให้บริการของทางแยก (Level of Service: LOS) การประเมินประสิทธิภาพของทางกลับรถ หรือการตรวจสอบผลกระทบจากมาตรการจัดการจราจร การเก็บข้อมูลจึงจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบครบถ้วน และปราศจากอคติหรือผลกระทบจากปัจจัยภายนอก เช่น สภาพอากาศ หรือเหตุการณ์ไม่คาดคิด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สะท้อนสภาพการจราจรจริงอย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ

2.1.16.2.1 ความเร็ว (Speed)

ความเร็วเป็นพารามิเตอร์พื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์หลายด้านของงานวิศวกรรมจราจร เช่น การประเมินความจุของถนน (Capacity Analysis) การวิเคราะห์อุบัติเหตุ (Crash Analysis) รวมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถนนก่อนและหลังการปรับปรุง (Before-and-After Study) ข้อมูลความเร็วที่ได้ยังใช้ประกอบการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) และการสร้างแบบจำลองจำลองการจราจร (Traffic Simulation Model) อีกด้วย ความเร็วเฉพาะตำแหน่ง (Spot Speed หรือ Time Mean Speed, $\bar{\mu}_t$) เป็นค่าความเร็วที่เก็บได้ ณ จุดหรือช่วงระยะทางสั้น ๆ ภายใต้สภาวะการไหลอิสระ (Free-Flow Condition) เพื่อสะท้อนพฤติกรรมความเร็วจริงของผู้ขับขี่โดยไม่มีอิทธิพลจากการจราจรหนาแน่นหรือสิ่งรบกวนภายนอก การสำรวจสามารถทำได้โดยใช้กล้องจับเวลา (Stopwatch Method), กล้องวิดีโอ, หรืออุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติ เช่น Radar Gun, Laser Speed Detector หรือระบบ GPS Tracking

$$\bar{\mu}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} vi}{n}$$

ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งหมดในช่วงถนน (Space Mean Speed, $\bar{\mu}_s$)ความเร็วเฉลี่ยเชิงระยะทาง (Space Mean Speed: $\bar{\mu}_s$) คือ ค่าความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งหมดที่วิ่งผ่านช่วงถนนหนึ่ง ๆ ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยพิจารณาจากระยะทางที่รถแต่ละคันเคลื่อนที่และเวลาที่ใช้ในการเดินทางจริง ซึ่งสะท้อนลักษณะการไหลของจราจรได้ดีกว่าความเร็วเฉพาะตำแหน่ง (Time Mean Speed) เนื่องจากคำนวณจากข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันผ่านช่วงทางนั้น

$$\bar{\mu}s = \frac{d}{\sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{d}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{v_i}}$$

โดยที่

$\bar{\mu}_t$ = Time Mean Speed

$\bar{\mu}_s$ = Space Mean Speed

d = ระยะทางที่พิจารณา

t_i = ระยะเวลาที่รถคันที่ i ใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านช่วงถนนในระยะทาง d

v_i = ความเร็วของรถคันที่ i

n = จำนวนรถทั้งหมดในช่วงเวลาที่พิจารณา

2.1.16.2.2 เวลาในการเดินทาง (Travel Time) เวลาในการเดินทาง (Travel Time) หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ใช้ทางใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางตามเส้นทางที่กำหนด ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจราจร การวิเคราะห์การไหลของจราจร และการวางแผนควบคุมการใช้ถนนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเวลาที่ใช้ในการเดิน ทางสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วเฉลี่ยและระดับความหนาแน่นของการจราจร รวมถึงปัจจัยด้านกายภาพของถนนและพฤติกรรมของผู้ขับขี่

การเก็บข้อมูลเวลาในการเดินทางและความล่าช้าที่เกิดขึ้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการจดทะเบียนรถยนต์ (License Plate Method): ใช้กล้องหรือเจ้าหน้าที่บันทึกหมายเลขทะเบียนรถ ณ จุดตรวจสองจุด เพื่อนำเวลาผ่านแต่ละจุดมาคำนวณเป็นเวลาในการเดินทางเฉลี่ยระหว่างสองจุด วิธีแจกบัตรผ่าน (Code Card Studies): แจกบัตรหรือโค้ดให้กับผู้ขับขี่ที่ผ่านจุดแรก และเก็บคืนที่จุดปลายทาง โดยเวลาที่ใช้ในการผ่านทั้งสองจุดคือค่าเวลาเดินทาง วิธีใช้รถยนต์ขับทดสอบ (Test Car Runs): เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด โดยใช้รถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์จับเวลาเดินทางไปตามสภาพจราจรจริง เพื่อบันทึกเวลาในการเดินทางและระบุจุดที่เกิดความล่าช้า (Delay Points) ซึ่งสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพของถนนหรือทางแยกได้อย่างแม่นยำ

2.1.16.2.3 ความล่าช้า (Delay) ความล่าช้า (Delay) หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ใช้ทางเสียไปจากสาเหตุต่าง ๆ ทางด้านการจราจร ทำให้เวลาในการเดินทางจริงยาวนานกว่าระยะเวลาที่ใช้เดินทางภายใต้สภาวะการไหลอิสระ (Free-Flow Condition) ความล่าช้าเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบจราจร โดยเฉพาะในบริเวณทางแยก ซึ่งสามารถจำแนกความล่าช้าออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

ความล่าช้าเนื่องจากการจราจรปกติ (Operational Delay) เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นตามสภาพการจราจรทั่วไป ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็น

Ride Friction: ความล่าช้าที่เกิดจากพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทาง เช่น การชะลอเพื่อเลี้ยวการเข้าจอดรถ หรือการหยุดให้คนข้ามถนน

Internal Friction: ความล่าช้าที่เกิดจากสภาพการจราจร เช่น ปริมาณรถหนาแน่น ช่องจราจรไม่เพียงพอ หรือสภาพถนนคับแคบ

ความล่าช้าคงที่จากการหยุดนิ่งของรถ (Fixed Delay) เป็นความล่าช้าที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เนื่องจากต้องหยุดรอสิ่งควบคุมการจราจร เช่น ป้ายหยุด (STOP Sign) หรือสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal)

ความล่าช้าจากการชะลอรถ (Stopped Time Delay) เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นขณะยานพาหนะหยุดนิ่งชั่วคราวจากสาเหตุหนึ่งสาเหตุใด เช่น รถติดจากคอขวด การรอช่องว่างเพื่อเลี้ยว หรือสิ่งกีดขวางบนถนน

ความล่าช้าในการเดินทาง (Travel Time Delay) เป็นความล่าช้าที่เกิดจากการชะลอความเร็วในระหว่างการเดินทางและช่วงเวลาในการเร่งความเร็วเพื่อกลับเข้าสู่การไหลปกติของจราจร ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพโดยรวมของถนนในช่วงเวลานั้น

ความล่าช้าแต่ละประเภทมีผลโดยตรงต่อระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) ของถนนหรือทางแยก และมักถูกใช้เป็นตัวแปรหลักในการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการปรับปรุงจราจร เช่น การเพิ่มช่องทาง การปรับเวลาไฟสัญญาณ หรือการปรับรูปแบบการจราจรในพื้นที่เสี่ยงอันตราย

2.1.16.3 จำนวนตัวอย่างของการสำรวจข้อมูล (Sample Size Determination) ในการเก็บข้อมูลจราจรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ จำเป็นต้องกำหนดจำนวนตัวอย่างที่มากเพียงพอเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ การกำหนดจำนวนตัวอย่าง (Sample Size) ที่เหมาะสมจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลและเพิ่มระดับความเชื่อมั่นในการวิเคราะห์ ผลที่ได้จึงสามารถสะท้อนลักษณะของประชากรทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง

จำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$n = (\frac{Z\sigma}{\varepsilon})^2$$

โดยที่

n = จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ

Z= ค่าระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงความเชื่อมั่นที่ต้องการ เช่น 95%

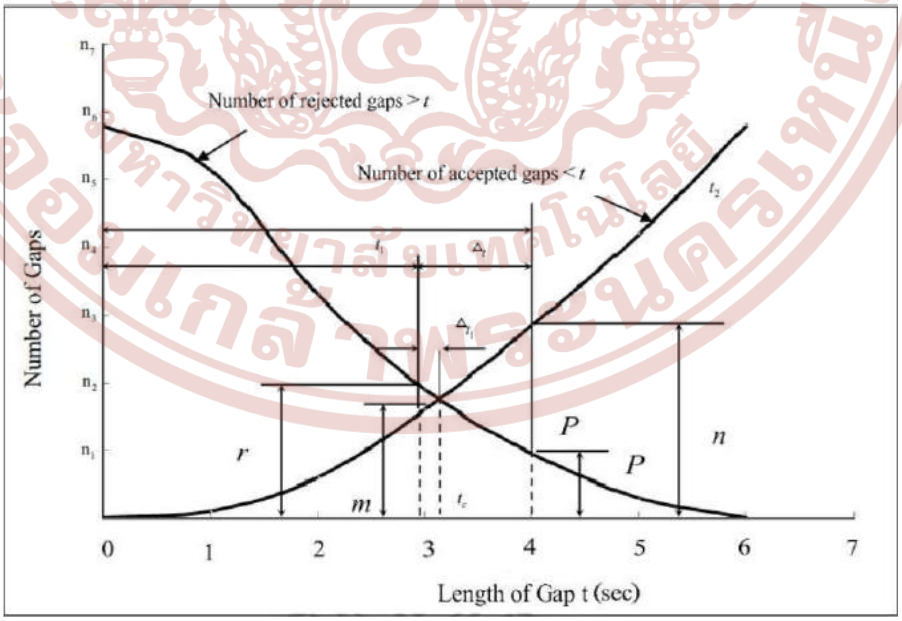
σ= ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Standard Deviation)

ε= ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Acceptable Error)

2.1.17 ช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) และการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance)

ยานพาหนะที่ต้องการแทรกตัวเข้าร่วมกระแสจราจรสายหลัก การยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance) คือการตัดสินใจของผู้ขับขี่ว่าจะสามารถแทรกเข้าสู่กระแสจราจรหลักได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ ส่วนช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) คือช่วงเวลาขั้นต่ำที่ผู้ขับขี่ยอมรับสำหรับการเข้าร่วมกระแสจราจร ตามแนวคิดของ Raff (1960) ค่า Critical Gap คือค่าที่จำนวนช่องว่างที่ยอมรับซึ่งสั้นกว่ามีจำนวนเท่ากับช่องว่างที่ปฏิเสธซึ่งยาวกว่า โดยสามารถหาได้จากจุดตัดของเส้นโค้ง Accepted Gaps และ Rejected Gaps ด้วยวิธีเชิงกราฟิก.

ทั้งนี้ ค่า Critical Gap สามารถหาค่าได้จาก การ พล็อตกราฟ (Graphical Method) เพื่อหาจุดตัดระหว่างเส้นโค้งของ Accepted และ Rejected Gaps หรือ การ คำนวณโดยวิธีเชิงกราฟฟิก (Graphical Calculation Method) ตามแนวทางของ Raff ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ขับขี่ในการเข้าร่วมกระแสจราจรอย่างเหมาะสม



ภาพที่ 2-20 กราฟการกระจายตัวที่เหมาะสมของการยอมรับและปฏิเสธช่องว่าง

2.1.18 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation Model)

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation Model) หมายถึง การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะรายคันในลักษณะแบบพลวัต (Dynamic) โดยอาศัยการจำลองการเคลื่อนไหวของยานพาหนะแต่ละประเภทในโครงข่ายถนนจริง เพื่อศึกษารูปแบบการจราจรในสถานการณ์ต่าง ๆ และประเมินประสิทธิภาพของระบบการจราจรทั้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ได้อย่างละเอียด

แบบจำลองดังกล่าวเป็นเครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้สามารถจำลองพฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้ทางภายใต้เงื่อนไขหรือมาตรการต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจร หรือการจัดการระบบสัญญาณไฟจราจร โดยอาศัยหลักการพื้นฐานสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ แบบจำลองการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (Car-Following Model) อธิบายพฤติกรรมของรถคันหลังที่ตอบสนองต่อความเร็วและระยะห่างจากรถคันหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงการชนและรักษาการไหลของจราจรให้ต่อเนื่อง และ แบบจำลองการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane-Changing Model) อธิบายการตัดสินใจของผู้ขับขี่ในการเปลี่ยนช่องทาง โดยพิจารณาจากความหนาแน่น ความเร็ว และแรงจูงใจในการเปลี่ยนช่องทางในแต่ละสถานการณ์

แบบจำลองระดับจุลภาคใช้หลักการทางสถิติและความน่าจะเป็น (Stochastic Modeling) ในการสร้างสถานการณ์จำลอง เช่น การกำหนดต้นทาง–ปลายทาง (Origin–Destination), การสุ่มลักษณะของผู้ขับขี่, และการจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะ เพื่อให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับสภาพจราจรจริงมากที่สุด

กระบวนการพัฒนาแบบจำลองประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญสองขั้นตอน ได้แก่ การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration): เพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามจริง เช่น ปริมาณจราจร ความเร็วเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนช่องทาง และ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation): เพื่อประเมินความแม่นยำของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบผลจำลองกับข้อมูลจริง เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงนโยบายหรือมาตรการได้อย่างน่าเชื่อถือ

ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์จำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลหลายโปรแกรม เช่น AIMSUN, CORSIM, NETSIM, PARAMICS, และ VISSIM โดยแต่ละโปรแกรมมีข้อเด่นแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร เนื่องจากสามารถจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะได้อย่างละเอียดและยืดหยุ่นในการกำหนดพารามิเตอร์ อีกทั้งสามารถนำผลการจำลองไปวิเคราะห์ต่อด้วยโปรแกรม Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) เพื่อประเมินทั้งประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยของทางแยกในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม

2.1.18.1 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร VISSIM

โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรแบบจุลภาค (Microscopic Traffic Simulation Software) ที่พัฒนาโดยบริษัท PTV Group จากประเทศเยอรมนี ใช้สำหรับการจำลอง

รูปแบบการจราจรในเขตเมืองและระบบขนส่งมวลชน โดยสามารถวิเคราะห์การไหลของยานพาหนะและผู้ใช้ทางในสถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น ทางแยก คอขวด จุดกลับรถ หรือเส้นทางที่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

โปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการประเมินมาตรการทางด้านการจราจร (Traffic Management Measures) เนื่องจากสามารถคำนวณและแสดงผลตัวชี้วัดประสิทธิภาพการจราจรได้อย่างละเอียด เช่น ปริมาณการจราจร (Traffic Volume), ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed), ความยาวแถวคอย (Queue Length), ความล่าช้า (Delay) และ เวลาในการเดินทาง (Travel Time) เป็นต้น

VISSIM ใช้หลักการจำลองพฤติกรรมการขับขี่ตามแนวคิดทางจิตวิทยาการรับรู้ของผู้ขับขี่ เป็นการจำลองการตอบสนองของผู้ขับขี่ต่อสิ่งเร้าในสภาพจราจรจริง แบบจำลองนี้อธิบายว่าผู้ขับขี่จะรับรู้ระยะห่างจากรถคันหน้าและปรับพฤติกรรมการขับขี่ของตนเองให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยพฤติกรรมดังกล่าวจะอยู่ในสภาวะหลัก ได้แก่ การขับขี่อิสระ (Free Driving) ผู้ขับขี่สามารถเลือกความเร็วได้ตามต้องการ การลดความเร็ว (Approaching) ผู้ขับขี่เริ่มลดความเร็วลงเมื่อระยะห่างจากรถคันหน้าลดลง การขับขี่ตามกัน (Car-Following) ผู้ขับขี่รักษาระยะห่างและความเร็วให้สอดคล้องกับรถคันหน้า และการหยุดรถ (Stopping) ผู้ขับขี่หยุดนิ่งเมื่อต้องรอสิ่งกีดขวางหรือสัญญาณไฟจราจร แบบจำลองนี้ทำให้โปรแกรมสามารถจำลองสภาพจราจรได้ใกล้เคียงกับสภาพจริง โดยผลลัพธ์จากการจำลองสามารถนำไปใช้ในการประเมินและเปรียบเทียบทางเลือกในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การปรับสัญญาณไฟ การเพิ่มช่องจราจร หรือการย้ายจุดกลับรถ เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมต่อการแก้ไขปัญหาการจราจรในพื้นที่ศึกษา

2.1.18.2 การประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติในการสร้างแบบจำลองการจราจร

GEH (Geoffrey E. Havers, 2007) เป็นค่าทางสถิติที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานด้านวิศวกรรมจราจร เพื่อใช้ในการ ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองปริมาณการจราจร (Traffic Volume Model Calibration) โดยค่า GEH Statistics ถูกพัฒนามาจากหลักการทางสถิติของการทดสอบ ไคสแควร์ (Chi-Squared Test) ซึ่งใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่คาดการณ์ (Modeled Values) และค่าที่สังเกตได้จริงจากการสำรวจ (Observed Values)

ค่าดัชนี GEH จึงเป็นตัวชี้วัดความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าปริมาณจราจรที่ได้จากการจำลองด้วยแบบจำลองและค่าปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ภายในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง โดยมีสมการคำนวณดังแสดงใน สมการ

$$GEH = \sqrt{\left(\frac{Simulated - Observed}{0.5x(Simulated + Obs)}\right)^2}$$

- GEH = ค่าดัชนี GEH (Geoffrey E. Havers) ใช้ประเมินความแตกต่างระหว่างค่าจำลองกับค่าจริง
- Simulated = ค่าปริมาณจราจรที่ได้จากการจำลอง (แบบจำลอง)
- Observed = ค่าปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

ค่า GEH ที่คำนวณได้ เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องและคุณภาพของข้อมูลระหว่างผลการจำลองกับข้อมูลจริงจากภาคสนาม โดยสามารถแปลผลได้ดังนี้

ค่า GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามอยู่ในระดับดี สามารถยอมรับได้

ค่า 5.0 < GEH < 10.0 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการจำลองเริ่มมีความคลาดเคลื่อน จำเป็นต้องทำการปรับเทียบ (Calibration) แบบจำลองใหม่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

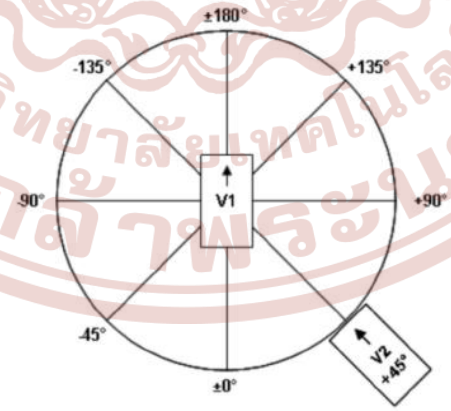
ค่า GEH > 10.0 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการจำลองมีความแตกต่างจากข้อมูลภาคสนามในระดับสูง แบบจำลองไม่สามารถสะท้อนสภาพจราจรจริงได้ ต้องดำเนินการปรับปรุงแบบจำลองใหม่ทั้งหมด

แบบจำลองนี้ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ความขัดแย้งของกระแสจราจร (Traffic Conflicts) เพื่อประเมินระดับความปลอดภัยของการจราจรในพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณารูปแบบของความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างยานพาหนะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ตามลักษณะและมุมของการเกิดความขัดแย้ง ดังแสดงในภาพที่ 2-21 ได้แก่

ความขัดแย้งแบบการตัดกัน (Crossing Conflict) เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ตัดกันในมุมใกล้ 90 องศา เช่น รถที่ขับผ่านทางแยกหรือตัดกระแสจราจรอีกทิศทางหนึ่ง

ความขัดแย้งแบบชนท้าย (Rear-End Conflict) เกิดจากการที่ยานพาหนะคันหลังมีความเร็วสูงกว่าคันหน้าในช่องทางเดียวกันและต้องชะลอหรือเบรกกะทันหัน

ความขัดแย้งแบบเปลี่ยนช่องทาง (Lane-Changing Conflict) เกิดจากการที่ยานพาหนะเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากช่องทางหนึ่งไปยังอีกช่องทางหนึ่ง ซึ่งอาจตัดกระแสการเคลื่อนที่ของยานพาหนะอื่น



ภาพที่ 2-21 ลักษณะมุมของจุดขัดแย้ง (Conflict Angle) *(Douglas Gettman et al., 2008)*

ตามแนวคิดของ Gettman et al. (2008) การประเมินจำนวนความขัดแย้งด้วยแบบจำลอง Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) อาศัยตัวชี้วัดทางจลนพลศาสตร์ (Kinematic

Indicators) เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ โดยมีตัวชี้วัดสำคัญดังต่อไปนี้

- Time to Collision (TTC) — เวลาที่เหลือก่อนที่ยานพาหนะสองคันจะชนกัน หากไม่มีการชะลอหรือหลบหลีก
- Post Encroachment Time (PET) — ช่วงเวลาระหว่างที่ยานพาหนะคันแรกผ่านจุดขัดแย้ง และเวลาที่คันที่สองมาถึงจุดเดียวกัน (หากค่า PET = 0 หมายถึงเกิดการชนกันจริง)
- Deceleration Rate (DR) — อัตราการชะลอความเร็วของยานพาหนะ ซึ่งสะท้อนระดับความรุนแรงของสถานการณ์ขัดแย้ง
- Maximum Speed (Max S) — ความเร็วสูงสุดของยานพาหนะที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ความขัดแย้ง
- Speed Differential (ΔS) — ค่าความแตกต่างของความเร็วระหว่างยานพาหนะทั้งสองคันในช่วงเกิดความขัดแย้ง

ตัวชี้วัดเหล่านี้ถูกนำมาใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อระบุความรุนแรงและความถี่ของจุดขัดแย้งภายในพื้นที่ศึกษา ช่วยให้สามารถประเมินระดับความปลอดภัยของทางแยกหรือจุดกลับรถได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น.

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กล้าณรงค์ ปวนมล (2566) ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคเพื่อปรับปรุงการจราจรบริเวณทางแยกทางหลวงหมายเลข 1 กับทางหลวงชนบท สบ.1026 จังหวัดสระบุรี โดยใช้โปรแกรม VISSIM และ SSAM เปรียบเทียบแนวทางปรับปรุง 3 รูปแบบ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบที่ 3 ซึ่งมีการย้ายตำแหน่งจุดกลับรถและปรับปรุงองค์ประกอบทางแยกให้ผลเหมาะสมที่สุด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยบริเวณทางแยก

กรกฎ เขื่อนงูเหลือม (2566) ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกลับรถบริเวณจุดอันตรายบนทางหลวงหมายเลข 4 จังหวัดนครปฐม โดยใช้โปรแกรม VISSIM และ SSAM ในการประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัย ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบขยายเกาะกลางและจัดช่องกลับรถเฉพาะมีจำนวนความขัดแย้งต่ำที่สุด รวม 6 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของเกาะกลางและช่องกลับรถสามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยของการจราจรได้

วัชรพงษ์ วรรณวัต และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน (2566) ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพจุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงศ์ บริเวณหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ โดยใช้โปรแกรม VISSIM และ SSAM ประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัย ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยวและกำหนดจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ช่วยลดเวลาเดินทางและความล่าช้า โดยมีค่า TTC เท่ากับ 0.88 วินาที และมีจำนวนความขัดแย้งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่น

ศราวุธ คีรีวงษ์ ธเนศ สเถียรนาม วชิดา สเถียรนาม และนพดล กรประเสริฐ (2562) ศึกษาการปรับปรุงจุดอันตรายบริเวณกลุ่มทางแยกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคประเมินมาตรการปรับปรุงหลายรูปแบบ ผลการศึกษาพบว่า การ

ปรับปรุงเป็นวงเวียนให้ผลเหมาะสมที่สุด โดยลดความยาวแถวคอยร้อยละ 50 ความล่าช้าเฉลี่ยร้อยละ 44 และจุดขัดแย้งร้อยละ 41 เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน

อัครพงษ์ เทพแก้ว รัชฎาพร ธิสาไชย และธนา น้อยเรือน (2565) ศึกษาการประเมินจำนวนจุดขัดแย้งและประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียน กรณีศึกษาวงเวียนสันติธรรม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเปรียบเทียบ 3 รูปแบบ ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขนาดเกาะกลางร่วมกับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของทางเข้าทางแยกช่วยลดจำนวนจุดขัดแย้งและเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรได้ดีกว่ารูปแบบอื่น

บัญชา มะโน และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน (2565) ศึกษาความขัดแย้งบริเวณจุดกลับรถกรณีมีและไม่มีช่องรอเลี้ยว โดยใช้โปรแกรม VISSIM และ SSAM เปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัย ผลการศึกษาพบว่า การจัดให้มีช่องรอเลี้ยวช่วยลดความล่าช้า ลดจำนวนความขัดแย้ง และเพิ่มค่า TTC ขณะที่การเพิ่มความยาวช่องรอเลี้ยวยังช่วยลดความขัดแย้งแบบชนท้ายได้อีกด้วย

เกศแก้วเงิน มหาคชเสนีย์ชัย โสภณ ชัยเลิศ ศิลาวรรณ จินดา และสมใจ เจริญยศ (2565) ศึกษาการประยุกต์ใช้วงเวียนระดับดินเพื่อปรับปรุงปัญหาการจราจรบนทางหลวง โดยประเมินทางเลือกจากปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจร เศรษฐศาสตร์และการเงิน และสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบวงเวียนระดับดินเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทางในพื้นที่ศึกษาได้

ผลการศึกษาดังกล่าวถือเป็นแนวทางสำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงทางแยกและจุดกลับรถในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีปริมาณจราจรสูงและมีการใช้ทางร่วมระหว่างยานพาหนะหลายประเภท เช่น ทางหลวงหมายเลข 340 ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Eisele และ Frawley มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ค่าตัวชี้วัดความปลอดภัย Time-to-Collision (TTC) ผ่านโปรแกรม SSAM เพื่อประเมินระดับความปลอดภัยของการออกแบบและแนวทางการปรับปรุงจุดกลับรถในพื้นที่ศึกษา

ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวคิด ทฤษฎี และผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษา โดยใช้โปรแกรม VISSIM ร่วมกับ SSAM เพื่อจำลองสภาพการจราจรในปัจจุบันและประเมินมาตรการปรับปรุงในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทบทวนในบทนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการออกแบบกระบวนการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล และการสร้างแบบจำลองที่นำเสนอใน บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปอย่างเป็นระบบและบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานของการศึกษาไว้ดังนี้

3.1.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

3.1.2 สำรวจข้อมูลภาคสนาม

3.1.3 สร้างแบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิม (Existing Model)

3.1.4 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

3.1.5 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3.1.6 ประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาข้อมูลสภาพการจราจรหลังปรับปรุง

3.1.6.1 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 (Model 1)

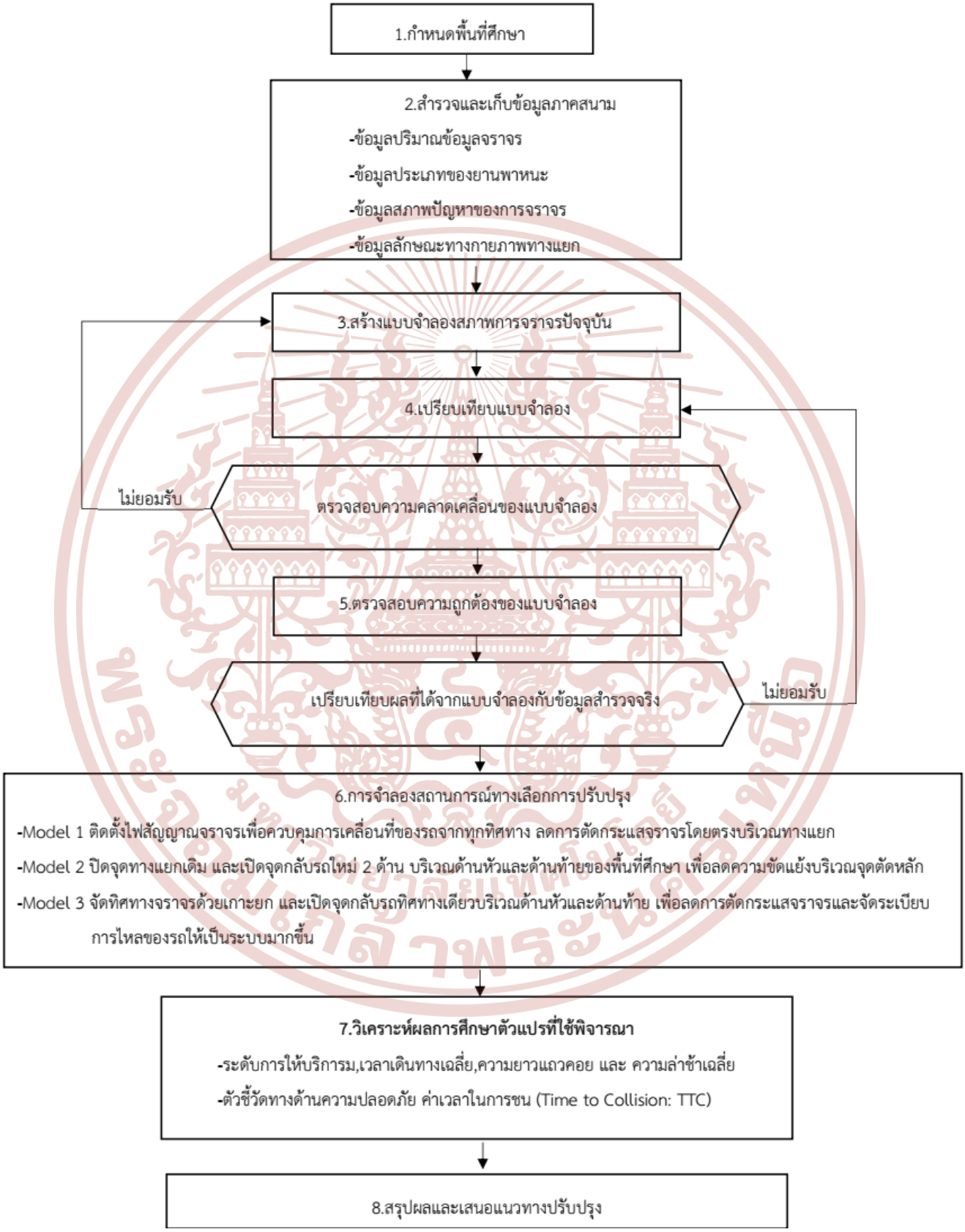
3.1.6.2 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 (Model 2)

3.1.6.3 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 (Model 3)

3.1.7 วิเคราะห์ผลการศึกษา

3.1.8 สรุปผลการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 0302 ช่วงสุพรรณบุรี–ศรีประจันต์ ที่ กม.94+900 ซึ่งเป็นจุดตัดกับทางหลวงชนบท สพ.012 และมีจุดกลับรถบริเวณเกาะกลางของทางสายหลัก พื้นที่มีลักษณะเป็นทางแยกสามแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจรรองรับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะหลายประเภทและหลายทิศทาง ทั้งรถส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์และรถบรรทุก ส่งผลให้เกิดความซับซ้อนของกระแสจราจร โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน นอกจากนี้บริเวณใกล้เคียงยังมีสะพานข้ามคลองชลประทานซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านกายภาพของพื้นที่ ทั้งนี้ พื้นที่ศึกษามีความสำคัญต่อการเดินทางของชุมชนบ้านกล้วยและการเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดสุพรรณบุรีกับจังหวัดชัยนาท ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 0302 ช่วงสุพรรณบุรี–ศรีประจันต์ ที่ กม.94+900 ตำบลวังน้ำซับ อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นจุดตัดระหว่างทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบทสาย สพ.012 มีลักษณะเป็นทางแยกสามแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร และเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างทางสายหลักกับเส้นทางเข้าสู่พื้นที่ชุมชนโดยรอบ

ทางหลวงหมายเลข 340 เป็นถนนสายหลักขนาด 4 ช่องจราจร ทิศทางละ 2 ช่อง ความกว้างช่องละ 3.50 เมตร มีไหล่ทางด้านนอกกว้าง 2.50 เมตร และด้านในกว้าง 1.00 เมตร แบ่งทิศทางด้วยเกาะกลางแบบเว้าร่อง (Depressed Median) และมีช่องรอเลี้ยวบริเวณเกาะกลางเพื่อรองรับการเปลี่ยนทิศทางของยานพาหนะ ส่วนทางหลวงชนบทสาย สพ.012 เป็นถนนสายรองขนาด 2 ช่องจราจร ช่องละ 3.00 เมตร เชื่อมต่อพื้นที่ชุมชนบ้านกล้วยกับทางหลวงสายหลัก

บริเวณใกล้เคียงมีสะพานข้ามคลองชลประทาน ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านกายภาพของพื้นที่ พื้นที่ศึกษาอยู่ในความรับผิดชอบของแขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1 และเป็นช่วงทางสำคัญต่อการเดินทางระหว่างจังหวัดสุพรรณบุรีกับจังหวัดชัยนาท รวมถึงการเข้าถึงชุมชนและพื้นที่โดยรอบ อีกทั้งบริเวณดังกล่าวมีปริมาณการจราจรหนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วน และมีประวัติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง จึงเป็นพื้นที่ที่ควรได้รับการวิเคราะห์และพิจารณาแนวทางปรับปรุงด้านการจราจรและความปลอดภัยอย่างเหมาะสม



ภาพที่ 3-2 พื้นที่การศึกษาจุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับ ทางหลวงชนบท สพ.012



ภาพที่ 3-3 ลักษณะทางกายภาพทางแยก



ภาพที่ 3-4 ลักษณะสภาพปัญหาของการจราจ

3.3 การสำรวจข้อมูลภาคสนามและสภาพการจราจร

การสำรวจข้อมูลภาคสนามเป็นขั้นตอนสำคัญในการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาความขัดแย้งและความปลอดภัยบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 ของทางหลวงหมายเลข 340 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีรูปแบบทางกายภาพและรูปแบบการจราจรซับซ้อน การสำรวจประกอบด้วยการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ข้อมูลปริมาณจราจร ประเภทยานพาหนะ และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.3.1 สำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษา

สำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางแยกบริเวณจุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองการจราจร โดยสำรวจจำนวนและความกว้างของช่องจราจร รูปแบบและความกว้างของเกาะกลาง รวมถึงลักษณะจุดกลับรถ ช่องเปิดเกาะกลาง ช่องรอเลี้ยว และความยาวช่องชะลอ นอกจากนี้ ยังสำรวจสิ่งอำนวยความปลอดภัยบนทาง ได้แก่ ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง และราวกันอันตราย เพื่อให้แบบจำลองสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงอย่างถูกต้องมากที่สุด

3.3.2 เก็บข้อมูลจราจรบริเวณทางแยก

ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพการจราจรในช่วงเวลาเร่ง โดยจากการลงพื้นที่พบว่า ช่วงเวลา 17.00–18.00 น. เป็นช่วงที่มีปริมาณการจราจรสูงที่สุด จึงนำข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวมาใช้เป็นข้อมูลหลักในการวิเคราะห์

การสำรวจดำเนินการโดยติดตั้งกล้องวีดีทัศน์เพื่อบันทึกปริมาณและประเภทของยานพาหนะ จากนั้นนำข้อมูลมาจำแนกเป็น 11 ประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง รถยนต์ส่วนบุคคลมากกว่า 7 ที่นั่ง รถโดยสารขนาดเล็ก รถโดยสารขนาดกลาง รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถบรรทุกกึ่งพ่วง เพื่อใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรและเป็นข้อมูลนำเข้าในการพัฒนาแบบจำลองให้สอดคล้องกับสภาพจริงของพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3-5 การสำรวจปริมาณการจราจรโดยใช้การตั้งกล้องวีดีทัศน์

3.3.3 สำรวจแถวคอยเพื่อเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังปรับปรุงทางแยก

สำรวจความยาวแถวคอยของยานพาหนะบริเวณทางแยกเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุงทางแยก โดยทำการบันทึกความยาวแถวคอยสูงสุดและค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนทั้งเช้าและเย็น เพื่อนำไปใช้ประเมินผลกระทบต่อความสามารถรองรับการจราจรของทางแยก นอกจากนี้ ยังได้ทำการสำรวจค่าความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะบริเวณทางแยก เพื่อใช้ประกอบการประเมินระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในคู่มือ Highway Capacity Manual, 7th Edition (Transportation Research Board, 2022) ซึ่งกำหนดระดับการให้บริการจำแนกตามค่าความล่าช้าจากการควบคุม (Control Delay) โดยค่าความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกใช้เป็นตัวชี้วัดในการประเมินระดับการให้บริการ และใช้ประกอบการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบทางแยกทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 3-1 ระดับการให้บริการของทางแยก

Level of Service	Average Control Delay (sec/veh)	General Description (Signalized Intersections)
A	≤ 10	จราจรคล่องตัว เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
B	> 10–20	จราจรคล่องตัว มีความล่าช้าเล็กน้อย
C	> 20–35	จราจรคล่องตัวความล่าช้าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้
D	> 35–55	ความเร็วลดลงอาจต้องรอสัญญาณไฟมากกว่า 1 รอบ
E	> 55–80	การจราจรเริ่มติดขัด ความล่าช้าสูง
F	> 80	การจราจรติดขัด มีแถวคอยสูง

ที่มา: Transportation Research Board (2022), *Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis*, 7th Edition.

3.4 การวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยแบบจำลองการจราจร

การวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหาการจราจรในบริเวณจุดกลับรถทางหลวงหมายเลข 340 ที่ กม.94+900 ใช้การจำลองการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือหลัก โดยทำการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรปัจจุบันและพัฒนาแบบจำลองทางเลือกเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยก่อน–หลังการปรับปรุงขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองแบ่งออกเป็นลำดับดังต่อไปนี้

3.4.1 สร้างองค์ประกอบของถนน ดำเนินการกำหนดรูปแบบเรขาคณิตของถนนในพื้นที่ศึกษา เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องทาง รูปแบบเกาะกลาง บริเวณจุดกลับรถ เส้นแบ่งช่องทาง และจุดเชื่อมต่อของทางหลวงชนบทสาย สพ.012 เพื่อให้สภาพของแบบจำลองใกล้เคียงกับพื้นที่จริงมากที่สุด

3.4.2 จำลองตัวแทนยานพาหนะ กำหนดประเภทของยานพาหนะตามข้อมูลสำรวจภาคสนาม เช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถโดยสารขนาดเล็ก–ใหญ่ รถบรรทุก และรถบรรทุกพ่วง รวม 11 ประเภท พร้อมสัดส่วนของแต่ละประเภทให้สอดคล้องกับสภาพจราจรจริง

3.4.3 สร้างกราฟการกระจายตัวความเร็วของยานพาหนะ กำหนดค่าความเร็วสูงสุด ความเร็วเฉลี่ย และความแปรปรวนตามข้อมูลสำรวจความเร็ว เพื่อสะท้อนพฤติกรรมผู้ขับขี่และลักษณะของถนนสายหลักที่เป็นทางวิ่งความเร็วสูง

3.4.4 กำหนดค่าตัวแปรด้านพฤติกรรมการขับขี่ เพื่อให้พฤติกรรมของรถในแบบจำลองใกล้เคียงกับผู้ใช้ทางในพื้นที่จริง

3.4.5 นำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและทิศทางการจราจร ใช้ข้อมูลปริมาณจราจรนำเข้าสู่แบบจำลองเพื่อทดสอบสภาพการจราจรตามช่วงเวลาที่มีปริมาณรถสูงสุด

3.4.6 กำหนดตัวแปร Simulation กำหนดระยะเวลา Simulation, จำนวนรอบการจำลอง และ Seed Value เพื่อให้ผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือและปราศจากอคติจากความแปรปรวนของข้อมูล

3.4.7 เลือกเครื่องมือเพื่อประมวลผลและบันทึกข้อมูล ใช้ฟังก์ชันของ VISSIM เพื่อนำไปวิเคราะห์ความปลอดภัยด้วยโปรแกรม SSAM (Surrogate Safety Assessment Model)

3.5 การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) เป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม VISSIM เพื่อให้ผลการจำลองมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงในพื้นที่ศึกษา โดยเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ทั้งด้านปริมาณจราจร เวลาในการเดินทาง ความเร็ว และลักษณะการเกิดแถวคอย เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองสามารถสะท้อนพฤติกรรมการจราจรจริงได้อย่างเหมาะสมก่อนนำไปใช้วิเคราะห์รูปแบบปรับปรุง

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยอ้างอิงเกณฑ์การยอมรับการปรับเทียบแบบจำลองของ Wisconsin Department of Transportation (2002) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตรวจสอบทั้งด้านปริมาณการจราจร ความสอดคล้องทางสถิติด้วยค่า GEH เวลาในการเดินทาง ตลอดจนการตรวจสอบความเร็วและแถวคอยในเชิงพฤติกรรม โดยรายละเอียดของเกณฑ์การยอมรับแสดงดัง ตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลอง

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

ที่มา : Wisconsin Department of Transportation (2002)

และใช้ค่าทางสถิติ GEH ในการปรับเทียบปริมาณการจราจร ดังแสดงในสมการที่ 3-1

$$GEH = \sqrt{\left(\frac{Simulated - Observed}{0.5x(Simulated + Obs)}\right)^2}$$

โดยที่

Simulated คือ ค่าปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจจริง

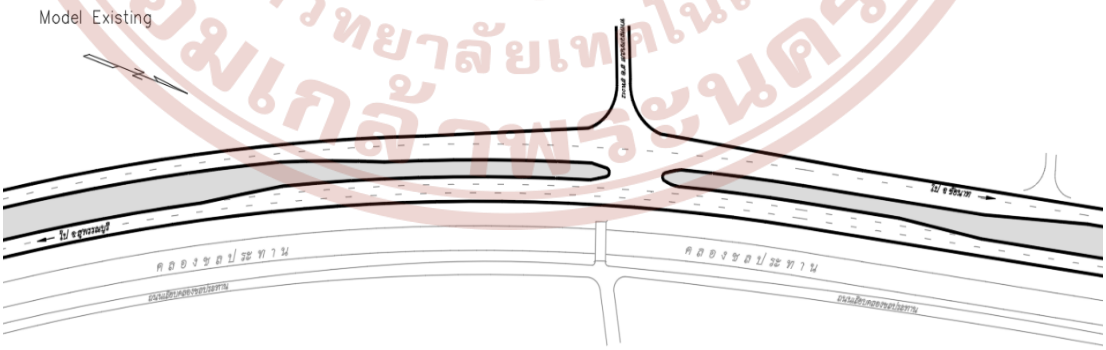
3.6 ประยุกต์ใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรหลังปรับปรุง

เพื่อประเมินแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของทางแยกบ้านกล้วย ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM โดยอาศัยข้อมูลภาคสนามด้านลักษณะทางกายภาพ ปริมาณการจราจร ความเร็ว และพฤติกรรมการขับขี่ พร้อมดำเนินการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงในพื้นที่ศึกษา

จากแบบจำลองฐาน (Existing Model) ซึ่งใช้แทนสภาพปัจจุบัน ได้พัฒนาแบบจำลองทางเลือกเพิ่มเติม 3 รูปแบบ เพื่อเปรียบเทียบผลด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัย ได้แก่ การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร การปรับเปลี่ยนตำแหน่งการเชื่อมต่อและการกลับทิศทางของยานพาหนะ และการจัดทิศทางการจราจรด้วยเกาะยก โดยรายละเอียดของแบบจำลองทั้ง 4 รูปแบบมีดังต่อไปนี้

3.6.1. แบบจำลองพื้นฐาน — สภาพปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา

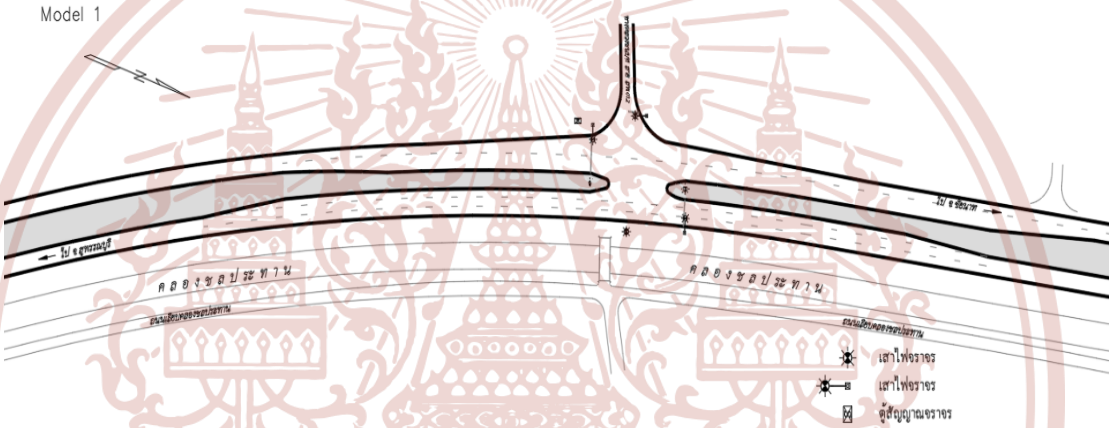
แบบจำลองพื้นฐานสร้างขึ้นเพื่อสะท้อนลักษณะทางกายภาพและรูปแบบการจราจรของแยกบ้านกล้วยในสภาพใช้งานจริง โดยทำการป้อนข้อมูลด้านกายภาพ เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ระยะเกาะกลาง ตำแหน่งจุดกลับรถ รวมถึงปริมาณจราจรจริงแยกตามทิศทางและประเภทของยานพาหนะ นอกจากนี้ยังได้ทำการสอบเทียบ และตรวจสอบความถูกต้อง ตามค่าผลิตผลด้านความเร็ว แถวคอย และค่าความล่าช้าเฉลี่ย เพื่อให้แบบจำลองสะท้อนพฤติกรรมการจราจรที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด แบบจำลองนี้ใช้เป็นฐานสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการปรับปรุงทางเลือกต่าง ๆ



ภาพที่ 3-6 รูปแบบพื้นฐาน (Existing Model)

3.6.2 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 (Model 1): การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

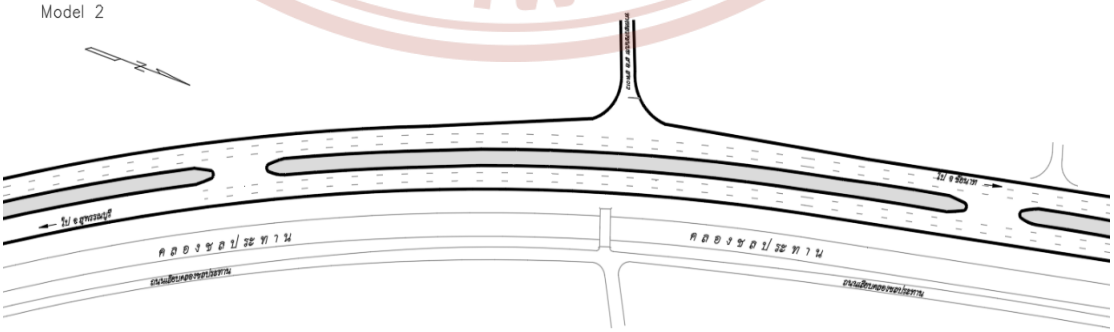
แบบจำลองทางเลือกที่ 1 เป็นการปรับปรุงทางแยกบ้านกล้วยโดยติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อควบคุมการไหลของรถจากทุกทิศทาง แทนการให้สิทธิ์ตามกฎหมายแบบเดิมที่มีความเสี่ยงสูงต่อการตัดผ่านและการแทรกตัวของรถในชั่วโมงเร่งด่วน แบบจำลองได้กำหนดแผนสัญญาณให้เหมาะสมกับปริมาณจราจรจริง ทั้งช่วงทิศเหนือ–ใต้และทางหลวงชนบท สพ.012 รวมถึงกำหนดเฟสและระยะเวลาไฟเขียว–ไฟแดงอย่างเหมาะสมก่อนนำไปจำลองในโปรแกรม VISSIM ผลการจำลองถูกใช้ประเมินค่าความล่าช้า ความยาวแถวคอย และระดับการให้บริการ เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันและพิจารณาความเหมาะสมของการใช้สัญญาณไฟจราจรใน พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3-7 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 (Model 1)

3.6.3 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 (Model 2)

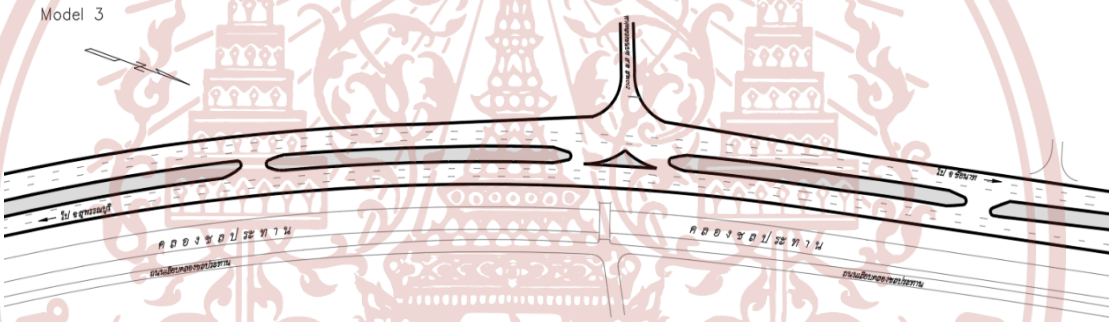
แบบจำลองทางเลือกที่ 2 มุ่งแก้ไขปัญหาการตัดผ่านของกระแสจราจรบนทางหลวงหมายเลข 340 โดยย้ายตำแหน่งจุดกลับรถให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อลด Conflict และเปิดจุดกลับรถใหม่จำนวน 2 ตำแหน่ง บนทางหลวงหมายเลข 340 โดยจัดให้อยู่ด้านต้นทางและด้านปลายทางของบริเวณแยก เพื่อให้การกลับรถและการเปลี่ยนทิศทางของยานพาหนะเกิดขึ้นนอกบริเวณจุดตัดหลัก แบบจำลองนี้ถูกจำลองในโปรแกรม VISSIM เพื่อตรวจสอบผลด้านความล่าช้า แถวคอย และการปรับปรุงการไหลของจราจรดังแสดงในภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-8 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 (Model 2)

3.6.4 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 (Model 3)

แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 เป็นการปรับปรุงรูปแบบการจราจรโดย จัดทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบริเวณทางแยกด้วยเกาะยก เพื่อควบคุมรูปแบบการไหลของรถให้เป็นระเบียบมากขึ้น และลดการเคลื่อนที่ตัดกันโดยตรงในบริเวณจุดตัดหลัก พร้อมทั้งกำหนดให้มี จุดกลับรถจำนวน 2 ตำแหน่ง บริเวณด้านต้นทางและด้านปลายทางของพื้นที่ศึกษา เพื่อรองรับการเปลี่ยนทิศทางของยานพาหนะบน ทางหลวงหมายเลข 340 การจัดรูปแบบดังกล่าวช่วยให้รถจากสายรองสามารถรอเลี้ยวขวาได้อย่างปลอดภัยและเป็นสัดส่วน ลดพฤติกรรมการตัดหน้าแบบฉุกเฉินซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของอุบัติเหตุในรูปแบบเดิม นอกจากนี้ยังช่วยให้กระแสจราจรบนสายหลักมีความต่อเนื่องมากขึ้น ไม่เกิดการชะลอตัวจากการรอรถเลี้ยวขวาบนเกาะกลาง เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน รูปแบบนี้มีศักยภาพในการลดจุดขัดแย้งของการจราจรและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญ



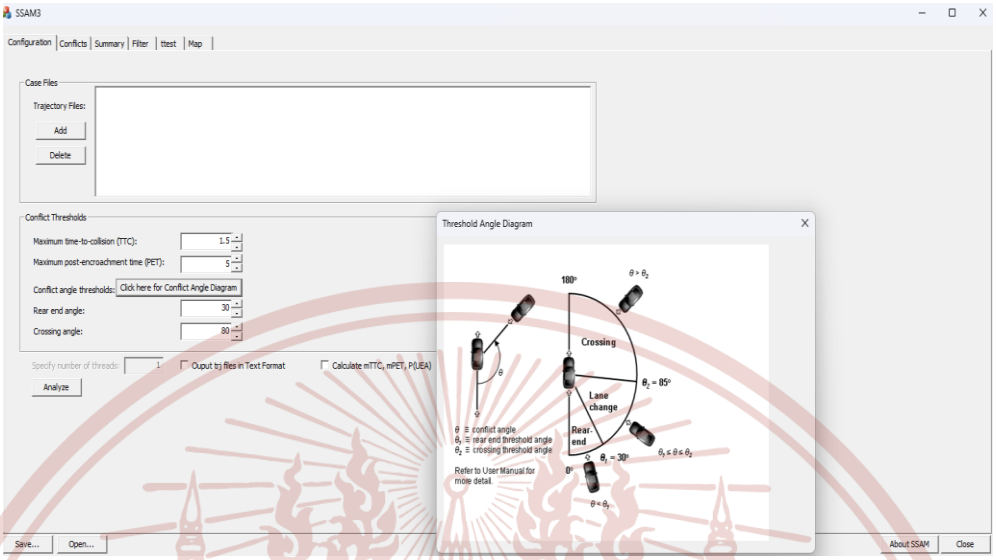
ภาพที่ 3-9 รูปแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3(Model 3)

3.7 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

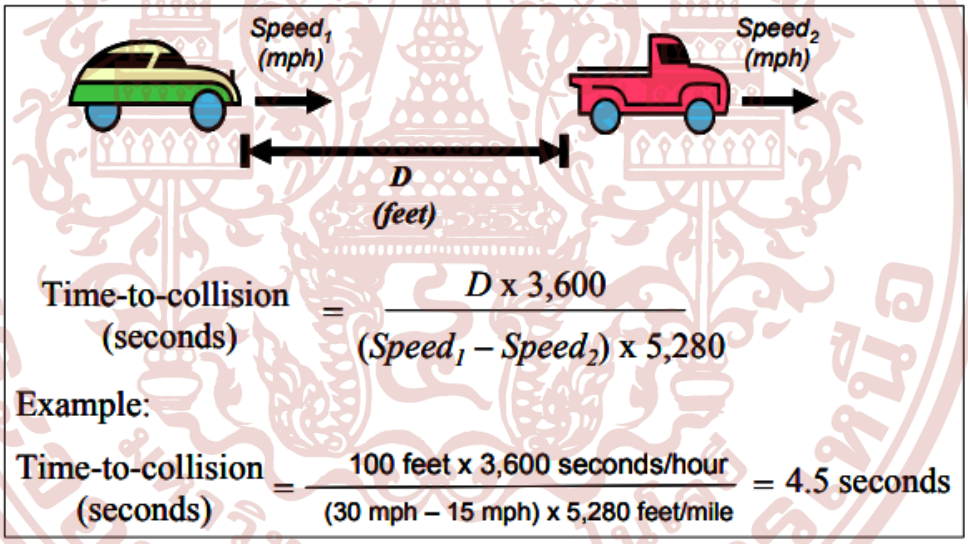
จากการสำรวจข้อมูลการจราจรภาคสนามและการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM สำหรับทั้ง 3 รูปแบบที่นำมาศึกษา ได้นำผลการจำลองมาเปรียบเทียบกับรูปแบบปัจจุบัน เพื่อประเมินประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุงบริเวณแยกบ้านกล้วย โดยพิจารณาตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ ระดับการให้บริการ ความเร็วเฉลี่ย ความล่าช้า และความยาวแถวคอย

ในส่วนของการประเมินความปลอดภัย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SSAM วิเคราะห์เหตุการณ์เสี่ยง (Conflict) ที่อาจนำไปสู่อุบัติเหตุ โดยพิจารณาเหตุการณ์สำคัญ 3 ประเภท ได้แก่ การชนท้าย (Rear-end), การเปลี่ยนช่องจราจร (Lane change) และการตัดหน้าหรือขวางทิศทาง (Crossing) โดยใช้ค่าระยะเวลาใกล้จุดปะทะ (Time to Collision: TTC) เป็นตัวชี้วัดในการประเมินความเสี่ยงเชิงป้องกัน

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวใช้ประกอบการพิจารณาว่ารูปแบบการปรับปรุงใดช่วยลดปัญหาการจราจรและเพิ่มความปลอดภัยได้ดีที่สุดในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3-10 โปรแกรม Surrogate Safety Assessment Model (SSAM)



ภาพที่ 3-11 ภาพแสดงแนวคิดของค่า Time-to-Collision (TTC) (William L. Eisele และ Casey M. Toycen, 2005)

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์
3. กล้องบันทึกภาพ/กล้องวิดีโอ
4. นาฬิกาจับเวลา
5. อุปกรณ์สื่อสาร (วิทยุสื่อสาร/โทรศัพท์มือถือ)
6. เทปวัดระยะ
7. วัสดุอุปกรณ์สำนักงาน

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม VISSIM จำลองสภาพการจราจร โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพปัจจุบันและแบบจำลองปรับปรุง 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่ 1 การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่จากทุกทิศทาง แบบที่ 2 การปิดจุดตัดเดิมและเปิดจุดกลับรถใหม่ 2 ตำแหน่งบริเวณต้นทางและปลายทาง เพื่อลดความขัดแย้งของกระแสจราจร และแบบที่ 3 การจัดทิศทางการจราจรด้วยเกาะยก พร้อมเปิดจุดกลับรถทิศทางเดียวบริเวณต้นทางและปลายทาง เพื่อให้การเคลื่อนที่ของยานพาหนะเป็นระเบียบและลดการตัดกระแสจราจรโดยตรง

การพัฒนาแบบจำลองอาศัยข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ได้แก่ ปริมาณและทิศทางการจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน จำนวนและความกว้างช่องจราจร ตลอดจนองค์ประกอบของทางแยก เพื่อให้โครงข่ายจำลองใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด

การประเมินผลพิจารณาทั้งด้านประสิทธิภาพการจราจร ได้แก่ ระดับการให้บริการ เวลาเดินทางเฉลี่ย ความยาวแถวคอยสูงสุด และความล่าช้าเฉลี่ย รวมถึงด้านความปลอดภัยด้วยโปรแกรม SSAM โดยพิจารณาค่า Time to Collision (TTC) จำนวนความขัดแย้งรวม และประเภทความขัดแย้ง ได้แก่ Crossing, Rear End และ Lane Change เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างสภาพปัจจุบันกับแบบจำลองปรับปรุงแต่ละรูปแบบ และใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางปรับปรุงบริเวณแยกบ้านกล้วย กม.94+900 ทางหลวงหมายเลข 340

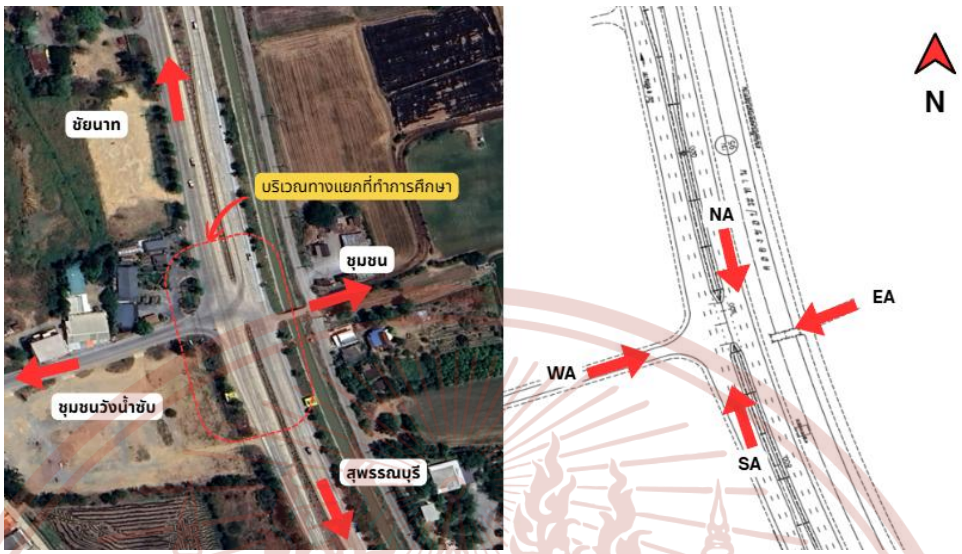
4.1 สภาพพื้นที่และปัญหาการจราจรในพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สภาพพื้นที่และปัญหาการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองและกำหนดแนวทางการปรับปรุง โดยพิจารณาลักษณะทางกายภาพของทางแยก ปริมาณและองค์ประกอบของยานพาหนะ รวมถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง

4.1.1 สภาพพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณแยกบ้านกล้วย กม.94+900 บนทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 0302 ช่วงสุพรรณบุรี–ศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นจุดตัดกับทางหลวงชนบทสาย สพ.012 มีลักษณะเป็นทางแยกสามแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร และมีจุดกลับรถบริเวณเกาะกลางใกล้กับทางแยก ส่งผลให้รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรมีความซับซ้อน

ทางหลวงหมายเลข 340 เป็นทางสายหลักขนาด 4 ช่องจราจร ทิศทางละ 2 ช่อง ความกว้างช่องละ 3.50 เมตร แบ่งทิศทางด้วยเกาะกลางแบบเว้าร่อง และมีช่องรอเลี้ยวกลับรถ 1 ช่องต่อทิศทาง ส่วนทางหลวงชนบทสาย สพ.012 เป็นถนนสายรองขนาด 2 ช่องจราจร ความกว้างช่องละ 3.00 เมตร เชื่อมต่อพื้นที่ชุมชนกับทางหลวงสายหลัก นอกจากนี้ บริเวณใกล้เคียงยังมีสะพานข้ามคลองชลประทาน ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านกายภาพและมีผลต่อรูปแบบการไหลของการจราจร



ภาพที่ 4-1 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณการจราจรของยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา

4.1.2 ปริมาณการจราจรและสัดส่วนประเภทยานพาหนะ

ผู้วิจัยได้สำรวจปริมาณจราจรและสัดส่วนประเภทยานพาหนะในช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรและพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาค ผลการสำรวจพบว่า ทางหลวงหมายเลข 340 ซึ่งเป็นทางสายหลักมีปริมาณการจราจรสูงกว่าทางหลวงชนบทสาย สพ.012 เนื่องจากรองรับทั้งการเดินทางของประชาชนและการขนส่งระหว่างพื้นที่

องค์ประกอบของยานพาหนะส่วนใหญ่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ และรถบรรทุก โดยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุกขนาดเล็กมีสัดส่วนค่อนข้างสูง ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาใช้กำหนดปริมาณจราจรและองค์ประกอบยานพาหนะในโปรแกรม VISSIM โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4-1 ถึงตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-1 ปริมาณการจราจรจากสุพรรณบุรี (South Approach: SA)

	รถเลี้ยวซ้ายไป สพ.012 NB1-1	คิดเป็น %	รถตรงไปชัยนาท NB2-1,NB2-2	คิดเป็น %	รถยูเทิร์นกลับสุพรรณบุรี NB3-U	คิดเป็น %	รถเลี้ยวขวาไปสะพานชลประทาน NB3-to	คิดเป็น %
PHF	0.76							
Hourly Volume	120		712		25		6	
CAR	32	26.67	289	40.59	9	36.0	3	50.00
LGV	52	43.33	279	39.19	1	4.0	1	16.67
HGV	17	14.17	57	8.01	6	24.0	0	0.00
Bus	0	0.00	1	0.14	0	0.0	0	0.00
MC	19	15.83	86	12.08	7	28.0	2	33.33
Bike	0	0.00	0	0.00	2	8.0	0	0.00

ตารางที่ 4-2 ปริมาณการจราจรจากทางหลวงชนบท สพ.012 (West Approach:WA)

	รถเลี้ยวซ้ายไปชัยนาท EB4-1	คิดเป็น %	รถตรงไปสะพานชลประทาน EB5-1	คิดเป็น %	รถเลี้ยวขวาไปสุพรรณบุรี EB6-1	คิดเป็น %
PHF	0.75					
Hourly Volume	45		38		90	
CAR	7	15.56	10.00	26.32	28	31.11
LGV	21	46.67	10.00	26.32	40	44.44
HGV	6	13.33	2.00	5.26	8	8.89
Bus	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
MC	11	24.44	16.00	42.11	14	15.56
Bike	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00

ตารางที่ 4-3 ปริมาณการจราจรจากจชัยนาท (North Approach: NA)

	รถยูเทิร์นกลับชัยนาท SB7-U	คิดเป็น %	รถเลี้ยวขวาไปสพ.012 SB7-to SP012	คิดเป็น %	รถตรงไปสุพรรณบุรี SB8-1,SB8-2	คิดเป็น %	รถเลี้ยวซ้ายไปสะพานชลประทาน SB9-1	คิดเป็น %
PHF	0.78							
Hourly Volume	64		98		737		43	
CAR	18	28.13	28.00	28.57	305	41.38	16	37.21
LGV	25	39.06	37.00	37.76	290	39.35	11	25.58
HGV	6	9.38	10.00	10.20	64	8.68	3	6.98
Bus	0	0.00	0.00	0.00	1	0.14	0	0.00
MC	15	23.44	23.00	23.47	77	10.45	12	27.91
Bike	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	1	2.33

ตารางที่ 4-4 ปริมาณการจราจรจากสะพานชลประทาน (East Approach: EA)

	รถเลี้ยวซ้าย ไปสุพรรณบุรี	คิดเป็น %	รถตรง ไป สพ.012	คิดเป็น %	รถขวา ไป ชัยนาท	คิดเป็น %
	WB10-1		WB11-1		WB12-1	
PHF	0.72					
Hourly Volume	21		23		22	
CAR	9	42.86	8	34.78	14	63.64
LGV	4	19.05	6	26.09	2	9.09
HGV	1	4.76	2	8.70	0	0.00
Bus	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MC	7	33.33	6	26.09	6	27.27
Bike	0	0.00	1	4.35	0	0.00

4.1.3 การพิจารณาเกณฑ์การรับรองความเหมาะสมในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเกณฑ์ความเหมาะสมในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (Warrants) บริเวณแยก โดยอ้างอิงแนวทางของ Federal Highway Administration (FHWA, 2009) เพื่อประเมินความเหมาะสมของการควบคุมทางแยกด้วยสัญญาณไฟจราจร จากข้อมูลปริมาณจราจร ลักษณะการใช้งานของทางแยก และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง

ผลการพิจารณาพบว่า พื้นที่ศึกษาผ่านเกณฑ์ Warrant 1 โดยเฉพาะเกณฑ์ย่อย 1B ซึ่งพิจารณาจากปริมาณจราจร 8 ชั่วโมง รวมทั้งผ่าน Warrant 2 เนื่องจากปริมาณจราจรอยู่เหนือเกณฑ์มากกว่า 4 ชั่วโมง และผ่าน Warrant 3 จากการมีจุดข้อมูลอยู่เหนือเส้นเกณฑ์อย่างน้อย 1 จุด นอกจากนี้ Warrant 7 สามารถพิจารณาผ่านได้จากเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับ Warrant 1B ส่วน Warrant 4, 5, 6 และ 8 ยังไม่สามารถสรุปผลได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากข้อมูลประกอบไม่เพียงพอหรือไม่เข้าเงื่อนไขที่กำหนด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 การตรวจสอบผลการรับรอง (Warrants) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

Warrant	รายละเอียด	เกณฑ์	ถนน	ปริมาณจราจรตามเกณฑ์ (คัน/		ผลการรับรอง
1	ปริมาณจราจร 8 ชั่วโมง (Eight-Hour Vehicular Volume)	1A	ถนนหลัก	420	5 ชั่วโมง	ไม่ผ่าน
			ถนนสายรอง	105		
		1B	ถนนหลัก	630	> 8 ชั่วโมง	ผ่าน
			ถนนสายรอง	53		

Warrant	รายละเอียด	เกณฑ์			ผลการรับรอง
2	ปริมาณจราจร 4 ชั่วโมง (Four-Hour Vehicular Volume)	มีปริมาณจราจรอยู่เหนือเส้นกราฟ มากกว่า 4 ชั่วโมง		>4 ชั่วโมง	ผ่าน
Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ปริมาณจราจรจากการสำรวจที่ผ่านเกณฑ์	ผลการรับรอง
3	ปริมาณจราจรสูงสุด 1 ชั่วโมง (Peak-Hour)	3A	มีปริมาณจราจรอยู่เหนือเส้นกราฟอย่างน้อย 1 ชั่วโมง	>1 ชั่วโมง	ผ่าน
		3B	กรณีมี Stop Control บนถนนสายรอง และผ่าน 3 เงื่อนไข	ไม่ผ่านอย่างน้อย 1 เงื่อนไข	ไม่ผ่าน

Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ปริมาณจราจรจากการสำรวจที่ผ่านเกณฑ์	ผลการรับรอง
4	คนเดินข้ามถนน (Pedestrian)	1	คนเดินข้ามบนถนนสายหลักมีปริมาณทางแยกเท่ากับหรือมากกว่า 100 คน ใน 4 ชั่วโมงใด ๆ และจำนวน Acceptable Gap บนถนนสายหลักน้อยกว่า 60 Gap ต่อชั่วโมง	ไม่มีข้อมูล	-
		2	คนเดินข้ามถนนสายหลักมีปริมาณทางแยกเท่ากับหรือมากกว่า 190 คน ใน 1 ชั่วโมงใด ๆ และจำนวน Acceptable Gap บนถนนสายหลักน้อยกว่า 60 Gap ต่อชั่วโมง		
		3	สัญญาณไฟที่ใกล้สุดบนถนนสายหลักอยู่ห่างไม่เกิน 90 เมตร หรืออาจไกลกว่า 90 เมตร แต่สัญญาณไฟที่จะติดตั้งต้องไม่ไปจำกัดการเคลื่อนตัวอย่างต่อเนื่องของกระแสจราจร		

Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ข้อยกเว้น	ผลการรับรอง
5	บริเวณทางข้ามหน้าโรงเรียน (School Crossing)	1	ปริมาณนักเรียนข้ามถนนสายหลักอย่างน้อย 20 คน ในช่วงชั่วโมงที่มีการข้ามถนนสูงสุด	ไม่มีโรงเรียนอยู่ใกล้บริเวณทางแยก	ไม่ผ่าน
		2	จำนวน Acceptable Gap บนถนนสายหลักที่นักเรียนข้ามถนนน้อยกว่าจำนวนคนที่ข้ามในช่วงเวลาเดียวกัน		
		3	สัญญาณไฟที่ใกล้สุดบนถนนสายหลักอยู่ห่างไม่เกิน 90 เมตร หรืออาจไกลกว่า 90 เมตร แต่สัญญาณไฟที่จะติดตั้งต้องไม่ไปจำกัดการเคลื่อนตัวอย่างต่อเนื่องของกระแสจราจร		

Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ข้อสันนิษฐาน	ผลการรับรอง
6	การประสานสัญญาณไฟ (Coordinated Signal System)	1	สำหรับถนนที่เดินรถทางเดียว และสัญญาณไฟที่อยู่ติดกันนั้นอยู่ห่างมากจนทำให้การรวมกลุ่มของกระแสจราจรไม่เป็นกลุ่ม	ไม่มีข้อมูล	-
		2	สำหรับถนนที่เดินรถสองทาง สัญญาณไฟที่อยู่ใกล้เคียงกันนั้นไม่ใกล้เกินไปที่จะทำให้เกิดการไหลของกระแสจราจรเป็นกลุ่มในระยะที่จะนำพอไป และเมื่อติดตั้งสัญญาณไฟใหม่ร่วมกับสัญญาณไฟเดิมที่อยู่ติดกันนี้จะก่อให้เกิดการไหลของกระแสจราจรเป็นกลุ่ม		

Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ข้อมูลพื้นที่	ผลการรับรอง
7	สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (Crash Experience)	1	ผ่าน Warrant 1A หรือ ผ่าน Warrant 1B หรือ ผ่าน Warrant 4 ที่เกินที่ 80 เปอร์เซ็นต์	ผ่าน Warrant 1B	-
		2	ไม่ได้การทดลองผลสถิติการเกิดอุบัติเหตุโดยวิธีอื่น ๆ แล้ว แต่การเกิดอุบัติเหตุไม่ลดลง	ไม่มีข้อมูล	
		3	ในระยะเวลา 1 ปี มีจำนวนอุบัติเหตุ มากกว่าหรือเท่ากับ 5 ครั้ง	ไม่มีข้อมูล	

Warrant	รายละเอียด	รายละเอียดเงื่อนไข		ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข	ผลการรับรอง
8	โครงข่ายถนน (Road Network)	ถ้าผ่านอย่างน้อย 1 ข้อ (จาก 2 ข้อ) และ Major Route สำหรับถนนนี้มีลักษณะเข้าข่ายอย่างน้อย 1 ข้อ		ไม่มีข้อมูล	
		1	ปริมาณจราจรรวม อย่างน้อย 1,000 คันต่อชั่วโมง ในชั่วโมงสูงสุดระหว่างวันจันทร์-ศุกร์ และปริมาณจราจรตลอดภายใน 5 ชั่วโมงนับว่า ผ่าน Warrant 1 หรือ 2 หรือ 3 อย่างน้อย 1 Warrant	-	-
		2	ปริมาณจราจรรวมทั้งหมด อย่างน้อย 1,000 คัน ต่อชั่วโมง สำหรับ 5 ชั่วโมงใด ๆ ในช่วงวันเสาร์และอาทิตย์	-	-
		ลักษณะของเส้นทางหลัก(Major Route)			
		1	เป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ทำหน้าที่เป็นโครงข่ายถนนหลักสำหรับการไหลผ่านของกระแสจราจร	-	-
		2	เป็นส่วนหนึ่งของทางหลวงของมลรัฐของเมืองที่อยู่ข้างนอก เข้าสู่หรือผ่านเมือง	-	-
		3	เป็นเส้นทางหลัก (Major Route) ในแผน (Official Plan) อย่างเป็นทางการ	-	-

ที่มา : Federation Highway Administration, FHWA (2009)

4.1.4 สภาพปัญหาการจราจรและแนวทางการปรับปรุงเบื้องต้น

จากการสำรวจสภาพการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่าทางหลวงสายหลักมีขนาด 2 ช่องจราจรต่อทิศทาง และมีจุดกลับรถตั้งอยู่ในระยะใกล้กับทางแยก ส่งผลให้เกิดการตัดกันของกระแสจราจรระหว่างรถที่กลับรถหรือเลี้ยวขวากับรถที่วิ่งตรงบนทางหลัก ผู้ขับขี่จึงต้องชะลอความเร็วหรือเปลี่ยนช่องจราจรกะทันหัน ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ ปริมาณจราจรจากทางสายรองที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องยังส่งผลให้เกิดการสะสมแถวคอยบริเวณจุดกลับรถและทางแยก โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน ส่งผลให้ระดับการให้บริการของทางแยกลดลง และเกิดความขัดแย้งของการเคลื่อนที่ในหลายรูปแบบ เช่น การชนท้าย การตัดหน้ากระชั้นชิด และการชนประสานงา ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการตัดกันของกระแสจราจรและพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของผู้ขับขี่

เมื่อพิจารณาตามหลักเกณฑ์การวิเคราะห์จุดเสี่ยงอันตรายของกรมทางหลวง พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มเข้าข่ายเป็นจุดเสี่ยงอุบัติเหตุ เนื่องจากมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุซ้ำในรูปแบบเดิมและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้ทางอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางแยก รวมถึงการจัดการจราจรให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง เพื่อเพิ่มความปลอดภัย ลดความล่าช้า และยกระดับประสิทธิภาพ

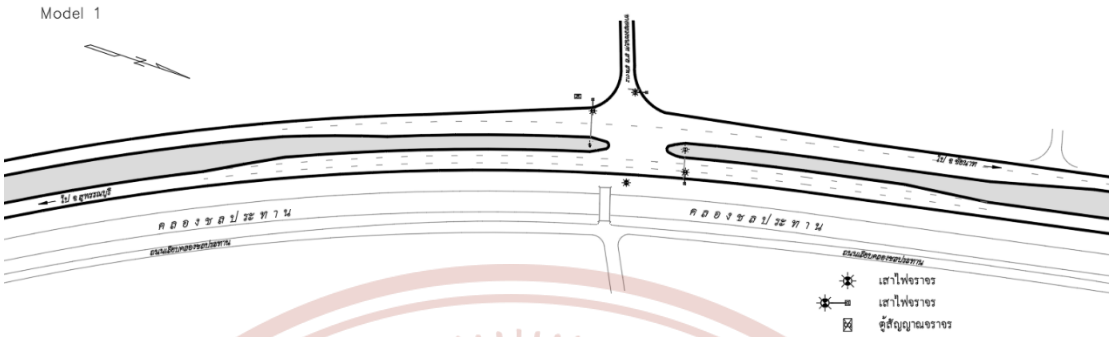


ภาพที่ 4-2 สภาพการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา

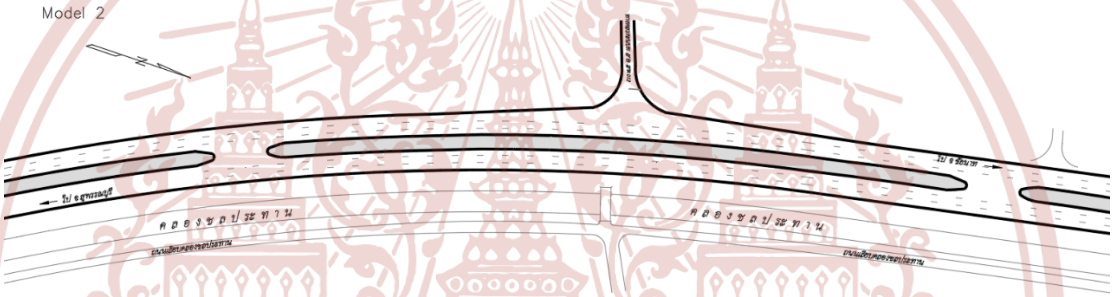
จากการวิเคราะห์ปัญหาการจราจรในพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการปรับปรุงรูปแบบทางแยกเพื่อนำไปใช้ในการจำลองและเปรียบเทียบผล เพื่อพิจารณาเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดในการยกระดับความปลอดภัยและลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 รายละเอียดแนวทางการปรับปรุงทางแยก

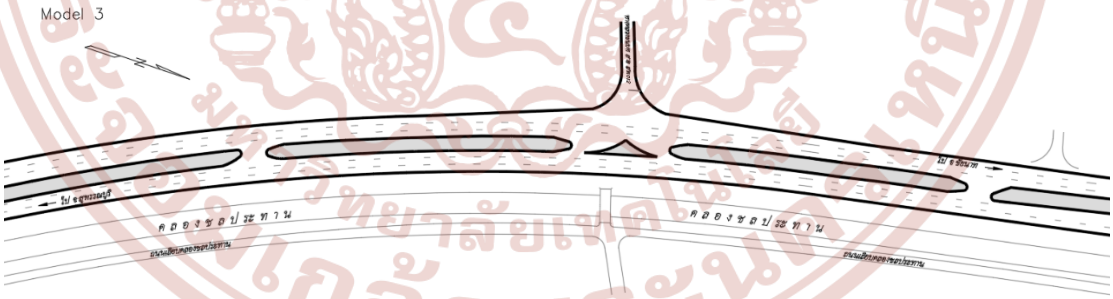
แบบจำลอง	การปรับปรุง
Existing Model	-
Model 1	ออกแบบปรับปรุงทางแยกโดย ติดตั้งไฟสัญญาณจราจร เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจากทุกทิศทางลดความขัดแย้งที่เกิดจากการตัดกันของกระแสจราจรบริเวณทางแยกและจุดกลับรถและเพิ่มความเป็นระเบียบของการไหลจราจรในพื้นที่ศึกษา
Model 2	ออกแบบปรับปรุงโดย ปิดจุดทางแยกเดิม และ เปิดจุดกลับรถใหม่ 2 ตำแหน่ง บริเวณด้านหัวและด้านท้ายของพื้นที่ศึกษาเพื่อย้ายตำแหน่งการเปลี่ยนทิศทางออกจากจุดตัดหลัก ลดความขัดแย้งแบบตัดกันของกระแสจราจร และเพิ่มความต่อเนื่องของการไหลจราจรบนทางสายหลัก
Model 3	ออกแบบปรับปรุงโดย จัดทิศทางจราจรด้วยเกาะยก และ เปิดจุดกลับรถทิศทางเดียวบริเวณด้านหัวและด้านท้ายของพื้นที่ศึกษาเพื่อควบคุมรูปแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะให้เป็นระเบียบมากขึ้น ลดการตัดกระแสจราจรโดยตรงบริเวณทางแยก และเพิ่มความปลอดภัยในการเดินทางผ่านพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4-3 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 (Model 1)



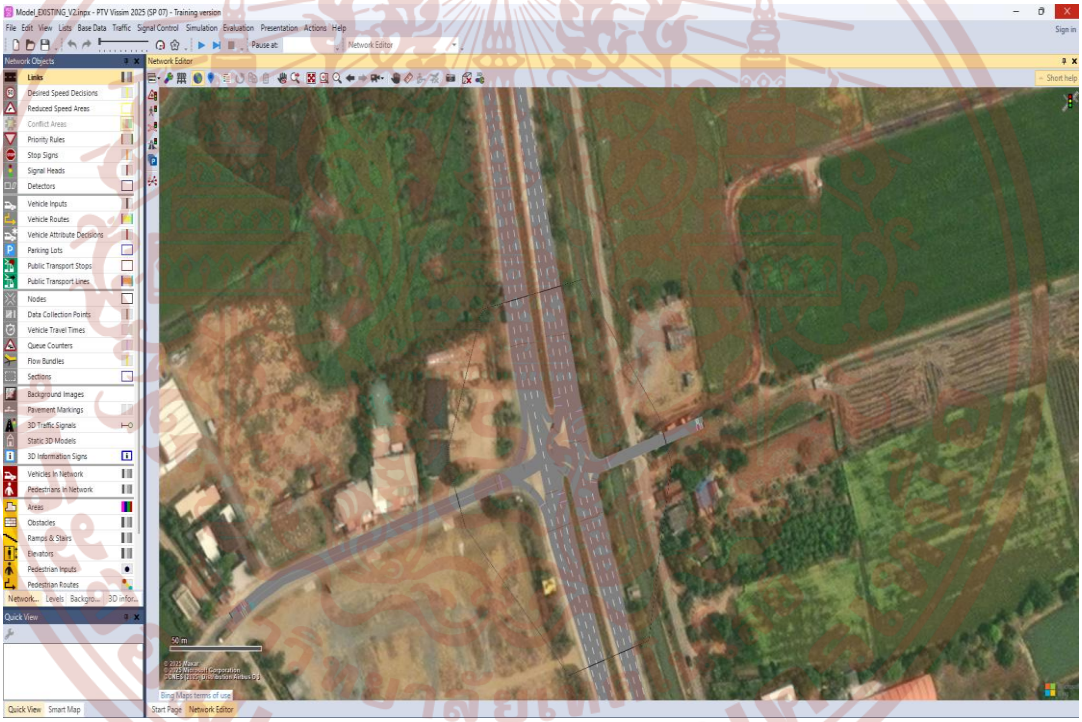
ภาพที่ 4-4 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 (Model 2)



ภาพที่ 4-5 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 (Model 3)

4.2 ผลการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน

จากการปรับเทียบปริมาณจราจร งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ปริมาณการจราจรในช่วงเวลา 17.00 น. – 18.00 น. ของวันทำการ ซึ่งเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนที่มีปริมาณจราจรบนสายทางหลักเข้าสู่พื้นที่ศึกษาสูงที่สุด อันเนื่องมาจากเป็นช่วงเวลาการเดินทางกลับจากที่ทำงานและสถานศึกษา ส่งผลให้จำนวนยานพาหนะสะสมบนโครงข่ายเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และก่อให้เกิดความหนาแน่นของการจราจร รวมถึงความขัดแย้งของการเคลื่อนที่ในบริเวณทางแยกมากกว่าช่วงเวลาอื่น ดังนั้นช่วงเวลาดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการนำข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรด้วยแบบจำลองระดับจุลภาค เพื่อใช้ในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองให้สามารถสะท้อนสภาพการจราจรจริงของพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ



ภาพที่ 4-6 การสร้างแบบจำลองฐาน (Existing Model) ด้วยโปรแกรม VISSIM

ผู้วิจัยได้ปรับเทียบแบบจำลองฐานโดยเปรียบเทียบปริมาณการจราจรจากการสำรวจภาคสนามกับผลการจำลองด้วยโปรแกรม VISSIM โดยใช้ค่า GEH และค่าคลาดเคลื่อนร้อยละเป็นเกณฑ์ตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า GEH เฉลี่ยเท่ากับ 0.46 และผลการตรวจสอบตามเกณฑ์ Wisconsin DOT อยู่ในระดับผ่าน แสดงว่าแบบจำลองฐานมีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรจริงและสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 การปรับเทียบปริมาณการจราจรจากการสำรวจกับแบบจำลองฐาน

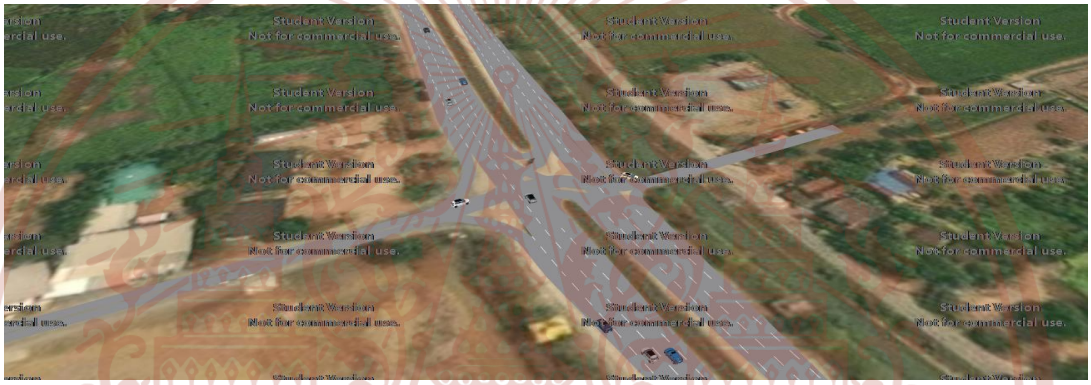
ทิศทางการเลี้ยว	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.)		GEH < 5	ผล	เกณฑ์การปรับเทียบ Wisconsin DOT				
	สำรวจ	แบบจำลอง			หลักเกณฑ์ (คัน/ชม.)	เกณฑ์การประเมิน	ความแตกต่าง	ร้อยละความแตกต่าง	ผล
ซ้ายไปสพ.012	120	115	0.45	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	4.83	4.03	ผ่าน
ตรงไปชัยนาท	712	720	0.30	ผ่าน	700< Flow< 2,700	น้อยกว่า 15%	7.94	1.12	ผ่าน
ขวายูเทิร์นไปสุพรรณบุรี	23	25	0.43	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	2.12	9.27	ผ่าน
ขวาไปสะพานชลประทาน	6	5	0.31	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	0.72	12.59	ผ่าน
ซ้ายไปชัยนาท	43	41	0.26	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	1.66	3.89	ผ่าน
ตรงไปสะพานชลประทาน	29	27	0.44	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	2.33	7.94	ผ่าน
ขวาไปสุพรรณบุรี	88	88	0.05	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	0.46	0.52	ผ่าน
ขวายูเทิร์น ไปชัยนาท	62	61	0.07	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	0.544	0.88	ผ่าน
ขวาไปสพ.012	92	98	0.58	ผ่าน	Flow < 700	น้อยกว่า 100 คัน	5.684	6.16	ผ่าน
ตรงไปสุพรรณบุรี	748	730	0.65	ผ่าน	700 < Flow < 2,700	น้อยกว่า 15%	17.56	2.35	ผ่าน
ซ้ายสะพานชลประทาน	36	40	0.58	ผ่าน	Flow < 700	น้อยกว่า 100 คัน	3.57	9.80	ผ่าน
ซ้ายไปสุพรรณบุรี	17	16	0.20	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	0.83	4.93	ผ่าน
ตรงไปสพ.012	20	27	1.46	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	7.07	35.47	ผ่าน
ขวาไปชัยนาท	20	17	0.70	ผ่าน	Flow< 700	น้อยกว่า 100 คัน	3.00	15.00	ผ่าน
		เฉลี่ย	0.46	ผ่าน					

4.3 ผลการวิเคราะห์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การศึกษานี้จำลองสภาพการจราจรทั้งสภาพปัจจุบันและรูปแบบปรับปรุงด้วยโปรแกรม VISSIM และประเมินความปลอดภัยด้านความขัดแย้งของการจราจรด้วยโปรแกรม SSAM โดยผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิม (Existing Model)

ผลการจำลองสภาพปัจจุบันด้วยโปรแกรม VISSIM พบว่า แบบจำลองสามารถสะท้อนลักษณะการเคลื่อนที่ของยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาได้ใกล้เคียงกับสภาพจริง ทั้งการวิ่งตรง การเลี้ยว และกากลับรถ ซึ่งมีการตัดกระแสจราจรบริเวณทางแยก ดังแสดงในภาพที่ 4-7

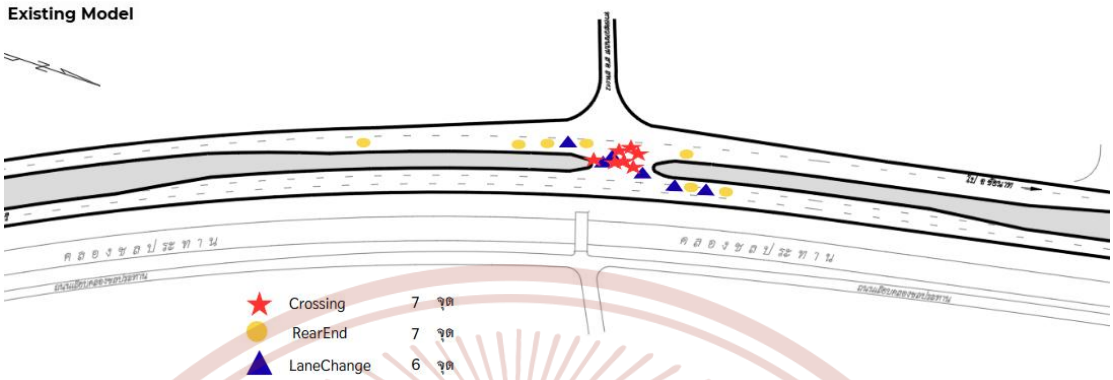


ภาพที่ 4-7 แบบจำลองฐาน (Existing Model) ด้วยโปรแกรม VISSIM

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพปัจจุบันพบว่า มีระดับการให้บริการอยู่ในระดับ A เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 27.12 วินาที ความยาวแถวคอยสูงสุด 20.72 เมตร และความล่าช้าเฉลี่ย 2.97 วินาที ผลการประเมินด้านความปลอดภัยด้วยโปรแกรม SSAM พบว่า ค่า TTC เฉลี่ยเท่ากับ 0.490 วินาที และมีความขัดแย้งรวม 20 ครั้ง ประกอบด้วย Crossing 7 ครั้ง Rear End 7 ครั้ง และ Lane Change 6 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิม (Existing Model)

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC(วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ(ครั้ง)	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากโปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Existing Model	A	27.12	20.72	2.97	0.490	20	7	7	6



ภาพที่ 4-8 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ Existing Model วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM

4.3.2 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 (Model 1)

แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 เป็นการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจากทุกทิศทางให้เป็นระบบมากขึ้น และลดความขัดแย้งจากการตัดกระแสจราจรบริเวณทางแยกหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4-8 ซึ่งส่งผลให้รูปแบบการไหลจราจรเปลี่ยนจากการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องเป็นการหยุด–ออกตัวตามรอบสัญญาณไฟจราจร

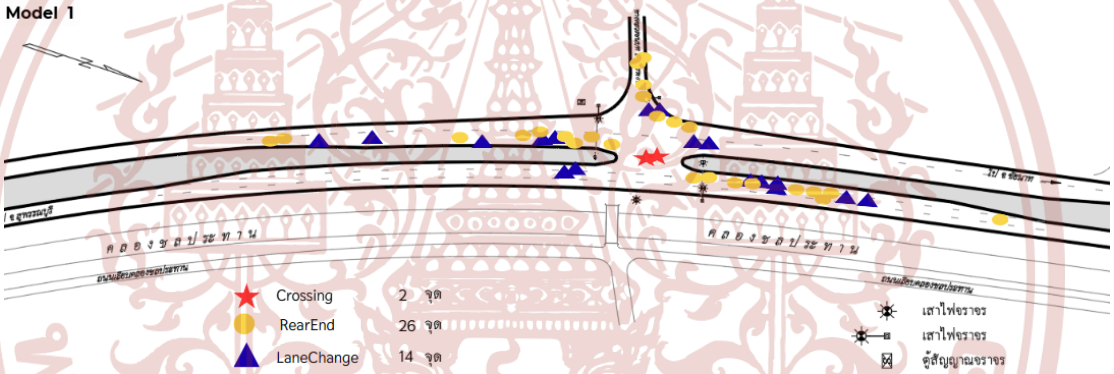


ภาพที่ 4-9 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 1 (Model 1) ด้วยโปรแกรม VISSIM

ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองดังกล่าวมี ระดับการให้บริการอยู่ในระดับ C มี เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 64.10 วินาที ความยาวแถวคอยสูงสุด 95.40 เมตร และ ความล่าช้าเฉลี่ย 39.31 วินาที จากนั้นได้นำผลการจำลองไปประมวลผลด้วยโปรแกรม SSAM เพื่อวิเคราะห์ด้านความปลอดภัย พบว่าแบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 1 มี ค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (TTC) เท่ากับ 0.592 วินาที และมี จำนวนความขัดแย้งรวม 42 ครั้ง โดยจำแนกเป็น Crossing 2 ครั้ง, Rear End 26 ครั้ง และ Lane Change 14 ครั้งดังแสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 1 (Model 1)

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย(วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC(วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ(ครั้ง)	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากโปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Model 1	C	64.10	95.40	39.31	0.592	42	2	26	14



ภาพที่ 4-10 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ Model 1 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM

4.3.3 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 (Model 2)

แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 เป็นการปิดจุดทางแยกเดิมและเปิดจุดกลับรถใหม่จำนวน 2 จุด บริเวณด้านหัวและด้านท้ายของพื้นที่ศึกษา เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและลดความขัดแย้งจากการตัดกระแสจราจรบริเวณทางแยกหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4-9 ซึ่งส่งผลให้การเคลื่อนที่ของยานพาหนะเปลี่ยนจากการตัดผ่านบริเวณทางแยกหลักไปเป็นการผสานและเปลี่ยนช่องจราจรบริเวณจุดกลับรถแทน

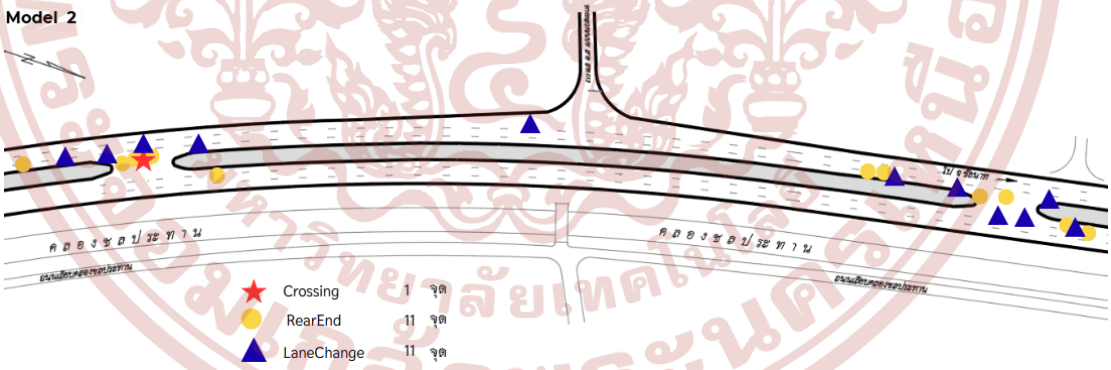


ภาพที่ 4-11 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 2 (Model 2) ด้วยโปรแกรม VISSIM

ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองดังกล่าวมี ระดับการให้บริการอยู่ในระดับ A โดยมี เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 37.48 วินาที ความยาวแถวคอยสูงสุด 22.03 เมตร และ ความล่าช้าเฉลี่ย 3.76 วินาที ในส่วนของการประเมินด้านความปลอดภัย เมื่อนำผลการจำลองไปประมวลผลด้วยโปรแกรม SSAM พบว่าแบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 2 มี ค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (TTC) เท่ากับ 0.577 วินาที และมี จำนวนความขัดแย้งรวม 23 ครั้ง ประกอบด้วย Crossing 1 ครั้ง, Rear End 11 ครั้ง และ Lane Change 11 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 2 (Model 2)

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย(วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC(วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ(ครั้ง)	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ จาก โปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Model 2	A	37.48	22.03	3.76	0.577	23	1	11	11



ภาพที่ 4-12 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ Model 2 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM

4.3.4 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 (Model 3)

แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 เป็นการจัดทิศทางจราจรด้วยเกาะยกบริเวณจุดทางแยกเดิมและเปิดจุดกลับรถทิศทางเดียวจำนวน 2 จุด บริเวณด้านหัวและด้านท้ายของพื้นที่ศึกษา เพื่อจัดระเบียบการไหลของยานพาหนะและลดความขัดแย้งจากการตัดกระแสจราจรบริเวณทางแยกหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4-10 ซึ่งส่งผลให้การเคลื่อนที่ของยานพาหนะเป็นระบบมากขึ้น และลดการเคลื่อนที่ตัดผ่านบริเวณจุดตัดหลักได้อย่างชัดเจน

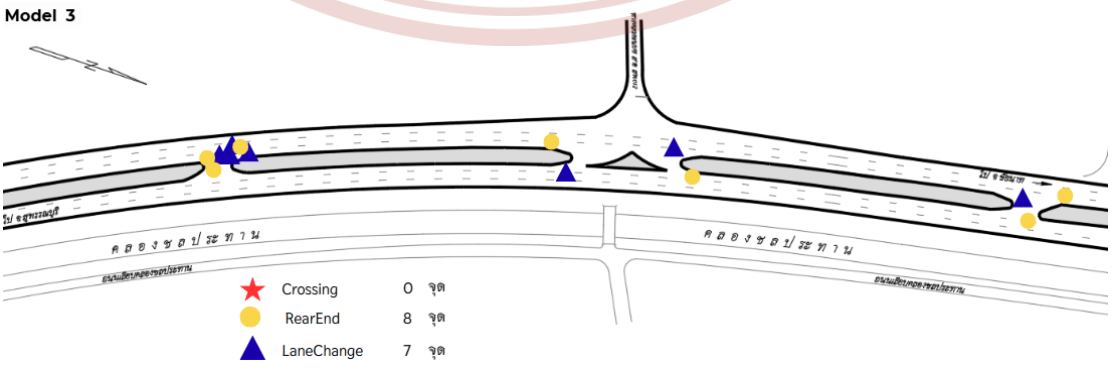


ภาพที่ 4-13 แบบจำลองปรับปรุงทางแยกรูปแบบที่ 3 (Model 3) ด้วยโปรแกรม VISSIM

ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองดังกล่าวมี ระดับการให้บริการอยู่ในระดับ A มี เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 37.73 วินาที ความยาวแถวคอยสูงสุด 18.21 เมตร และ ความล่าช้าเฉลี่ย 3.85 วินาที จากนั้นได้นำผลการจำลองไปประมวลผลด้วยโปรแกรม SSAM แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 มี ค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (TTC) เท่ากับ 0.592 วินาที และมี จำนวนความขัดแย้งรวม 15 ครั้ง โดยจำแนกเป็น Crossing 0 ครั้ง, Rear End 8 ครั้ง และ Lane Change 7 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบที่ 3 (Model 3)

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย(วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC(วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ(ครั้ง)	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากโปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Model 3	A	37.73	18.21	3.85	0.592	15	0	8	7



ภาพที่ 4-14 ตำแหน่งโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ Model 3 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SSAM

4.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิมและแบบจำลองปรับปรุง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ผลของแบบจำลองสภาพปัจจุบันและแบบจำลองปรับปรุงแต่ละรูปแบบแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบร่วมกัน เพื่อพิจารณาความแตกต่างของแต่ละแนวทางทั้งในด้านประสิทธิภาพการจราจรและด้านความปลอดภัย โดยใช้ตัวชี้วัดสำคัญ ได้แก่ ระดับการให้บริการ เวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความยาวแถวคอยสูงสุด ความล่าช้าเฉลี่ย ค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (TTC) และจำนวนความขัดแย้งที่ได้จากโปรแกรม SSAM รายละเอียดผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิมและแบบจำลองปรับปรุงรูปแบบต่าง ๆ

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย(วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC(วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ(ครั้ง)	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากโปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Existing Model	A	27.12	20.72	2.97	0.490	20	7	7	6
Model 1	C	64.10	95.40	39.31	0.592	42	2	26	14
Model 2	A	37.48	22.03	3.76	0.577	23	1	11	11
Model 3	A	37.73	18.21	3.85	0.592	15	0	8	7

ตารางที่ 4-13 ค่าตัวแปรของแบบจำลองปรับปรุงทางแยกเทียบกับแบบจำลองทางแยกรูปแบบเดิม

แบบจำลอง	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC (วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ (ครั้ง)
Model 1	136%	360%	1223%	21%	110%
Model 2	38%	6%	27%	18%	15%
Model 3	39%	-12%	29%	21%	-25%

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างแบบจำลองสภาพปัจจุบันและแบบจำลองปรับปรุงแต่ละรูปแบบ พบว่า ด้านระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) แบบจำลองสภาพปัจจุบัน Model 2 และ Model 3 มีระดับการให้บริการอยู่ในระดับ A ขณะที่ Model 1 มีระดับการให้บริการลดลงเป็นระดับ C แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการปรับปรุงดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้บริการของทางแยกมากกว่ารูปแบบอื่น

สำหรับเวลาในการเดินทางเฉลี่ย แบบจำลองสภาพปัจจุบันมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 27.12 วินาที ขณะที่ Model 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 64.10 วินาที ส่วน Model 2 และ Model 3 มีค่าใกล้เคียงกันที่ 37.48 และ 37.73 วินาที ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน Model 1 ทำให้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 136 ขณะที่ Model 2 และ Model 3 เพิ่มขึ้นร้อยละ 38 และ 39 ตามลำดับ

ด้านความยาวแถวคอยสูงสุด แบบจำลองสภาพปัจจุบันมีค่า 20.72 เมตร โดย Model 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 95.40 เมตร หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 360 ส่วน Model 2 มีค่า 22.03 เมตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 6 ขณะที่ Model 3 มีค่า 18.21 เมตร ซึ่งลดลงจากสภาพปัจจุบันร้อยละ 12 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการปรับปรุงแต่ละแนวทางมีผลต่อการสะสมของแถวคอยแตกต่างกันอย่างชัดเจน

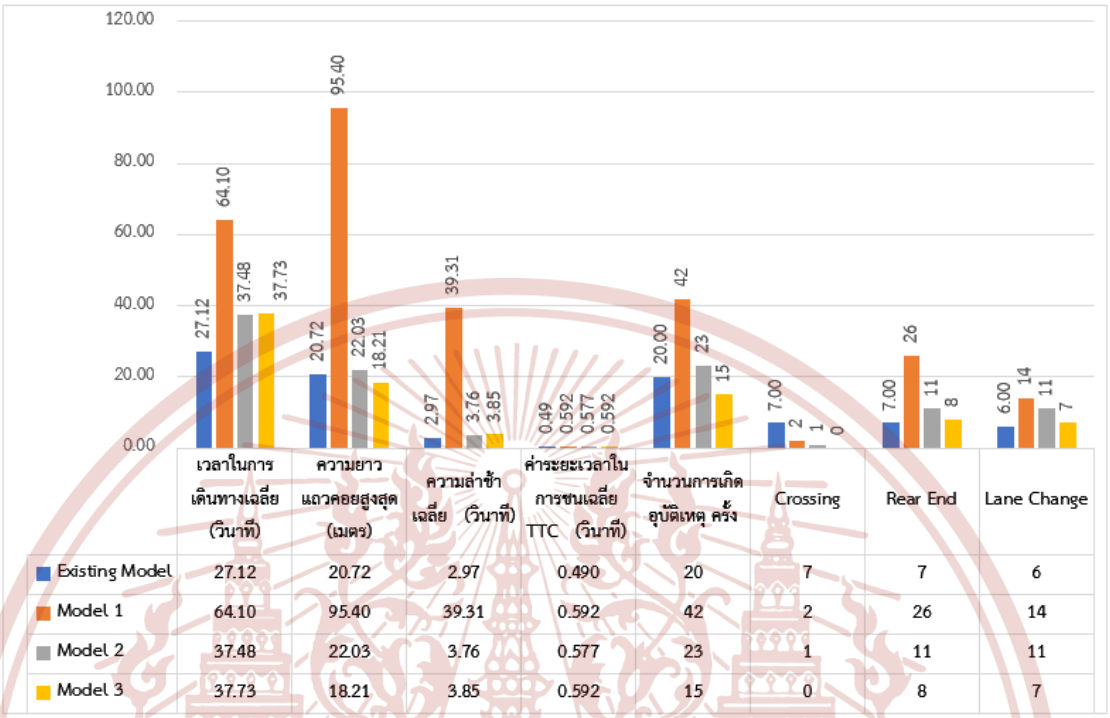
เมื่อพิจารณาความล่าช้าเฉลี่ย พบว่าแบบจำลองสภาพปัจจุบันมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.97 วินาที ขณะที่ Model 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 39.31 วินาที หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1,223 ส่วน Model 2 และ Model 3 มีค่า 3.76 และ 3.85 วินาที ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบันร้อยละ 27 และ 29 แสดงให้เห็นว่า Model 1 ส่งผลต่อความล่าช้าของการเดินทางอย่างเด่นชัด ขณะที่ Model 2 และ Model 3 ให้ผลในระดับใกล้เคียงกัน

สำหรับค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (Time to Collision: TTC) แบบจำลองสภาพปัจจุบันมีค่า 0.490 วินาที ขณะที่ Model 1 และ Model 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากันที่ 0.592 วินาที หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 21 ส่วน Model 2 มีค่า 0.577 วินาที เพิ่มขึ้นร้อยละ 18 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองปรับปรุงทุกแบบมีค่า TTC สูงกว่าสภาพปัจจุบัน

ด้านจำนวนความขัดแย้งรวม แบบจำลองสภาพปัจจุบันมีจำนวน 20 ครั้ง โดย Model 1 มีค่าสูงที่สุดที่ 42 ครั้ง หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 110 ขณะที่ Model 2 มีจำนวน 23 ครั้ง เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 และ Model 3 มีจำนวน 15 ครั้ง ซึ่งลดลงจากสภาพปัจจุบันร้อยละ 25 แสดงให้เห็นว่าแนวทางการปรับปรุงแต่ละรูปแบบมีผลต่อจำนวนความขัดแย้งรวมแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาประเภทความขัดแย้งจากโปรแกรม SSAM พบว่า ความขัดแย้งแบบ Crossing ในสภาพปัจจุบันมีจำนวน 7 ครั้ง โดยลดลงเหลือ 2 ครั้งใน Model 1 และ 1 ครั้งใน Model 2 ขณะที่ Model 3 ไม่พบความขัดแย้งประเภทดังกล่าว ส่วนความขัดแย้งแบบ Rear End จากเดิม 7 ครั้ง เพิ่มขึ้นเป็น 26, 11 และ 8 ครั้งใน Model 1, Model 2 และ Model 3 ตามลำดับ สำหรับ Lane Change จากเดิม 6 ครั้ง เพิ่มขึ้นเป็น 14, 11 และ 7 ครั้ง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแต่ละแนวทางมีผลต่อรูปแบบและจำนวนความขัดแย้งแตกต่างกัน

โดยภาพรวม Model 1 มีเวลาในการเดินทาง ความยาวแถวคอย ความล่าช้า และจำนวนความขัดแย้งรวมสูงที่สุด ขณะที่ Model 2 ให้ผลอยู่ในระดับปานกลาง และ Model 3 มีผลเด่นในด้านการลดความยาวแถวคอย จำนวนความขัดแย้งรวม และความขัดแย้งแบบ Crossing เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบัน ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแนวทางการปรับปรุงแต่ละรูปแบบส่งผลต่อประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยแตกต่างกัน โดยบางรูปแบบเพิ่มความล่าช้าและแถวคอย ขณะที่บางรูปแบบสามารถลดความขัดแย้งและปรับปรุงสภาพการจราจรได้ รายละเอียดการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 4-15



	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด (เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC (วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ครั้ง	Crossing	Rear End	Lane Change
Existing Model	27.12	20.72	2.97	0.490	20	7	7	6
Model 1	64.10	95.40	39.31	0.592	42	2	26	14
Model 2	37.48	22.03	3.76	0.577	23	1	11	11
Model 3	37.73	18.21	3.85	0.592	15	0	8	7

ภาพที่ 4-15 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของการปรับปรุงทางแยกรูปแบบต่าง ๆ

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองสภาพปัจจุบันกับแบบจำลองปรับปรุงทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าแต่ละแนวทางให้ผลแตกต่างกันทั้งด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัย กล่าวคือ Model 1 และ Model 2 สามารถช่วยปรับปรุงสภาพการจราจรและลดปัญหาบางประการของพื้นที่ศึกษาได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการลดความขัดแย้งของกระแสจราจรบริเวณจุดตัดหลัก โดยเฉพาะความขัดแย้งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ตัดกันของรถจากทางหลัก ทางรอง และจุดกลับรถ ซึ่งยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของแยกบ้านกล้วย ดังนั้น แม้แบบจำลองทั้งสองจะให้ผลดีในบางตัวชี้วัด แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเชิงโครงสร้างของพื้นที่ได้อย่างชัดเจนเท่ากับ Model 3

สำหรับ Model 3 พบว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่ศึกษา เนื่องจากสามารถลดความขัดแย้งของกระแสจราจรได้สอดคล้องกับลักษณะปัญหาหลักของแยกบ้านกล้วย ซึ่งเกิดจากการมีจุดกลับรถอยู่ใกล้กับทางแยก ทำให้การเคลื่อนที่ของยานพาหนะหลายทิศทางต้องตัดกันในพื้นที่เดียวกัน สาระสำคัญของ Model 3 ไม่ได้อยู่เพียงที่ค่าตัวแปรบางตัวดีขึ้นเท่านั้น แต่เกิดจากการปรับรูปแบบการไหลของจราจรให้เป็นระบบมากขึ้น โดยใช้เกาะยกช่วยกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ และย้ายการเปลี่ยนทิศทางออกจากบริเวณจุดตัดหลัก จึงช่วยลดการตัดกระแสจราจรโดยตรง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของความขัดแย้งแบบ Crossing ในสภาพปัจจุบัน

ผลการเปรียบเทียบเชิงปริมาณระหว่างสภาพปัจจุบันกับ Model 3 พบว่า ระดับการให้บริการ (LOS) ยังคงอยู่ที่ระดับ A แสดงให้เห็นว่าระบบจราจรยังคงทำงานได้ในเกณฑ์ดี ขณะที่ ความยาวแถวคอยลดลงจาก 20.72 เมตร เหลือ 18.21 เมตร หรือลดลงร้อยละ 12 สะท้อนว่ารูปแบบการจัดการจราจรใหม่ช่วยลดการสะสมของรถบริเวณจุดวิกฤตได้อย่างชัดเจน ในด้านความปลอดภัย ค่าเวลาในการชนเฉลี่ย (TTC) เพิ่มขึ้นจาก 0.490 วินาที เป็น 0.592 วินาที หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 21 ซึ่งแสดงถึงการมีระยะเผื่อด้านความปลอดภัยมากขึ้น อีกทั้ง จำนวนเหตุขัดแย้งรวมลดลงจาก 20 ครั้ง เหลือ 15 ครั้ง หรือลดลงร้อยละ 25 โดยเฉพาะความขัดแย้งแบบ Crossing ลดจาก 7 ครั้ง เหลือ 0 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า Model 3 สามารถแก้ปัญหาการตัดกระแสจราจรโดยตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ความขัดแย้งแบบ Rear End เพิ่มจาก 7 เป็น 8 ครั้ง และ Lane Change เพิ่มจาก 6 เป็น 7 ครั้ง สะท้อนว่าภายหลังการปรับปรุง รูปแบบความขัดแย้งได้เปลี่ยนจากการตัดกันของกระแสจราจรมาเป็นความขัดแย้งในทิศทางเดียวกันมากขึ้น

ในด้านประสิทธิภาพการจราจร พบว่า ความล่าช้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 2.97 วินาที เป็น 3.85 วินาที หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 29 และ เวลาในการเดินทางของ Model 3 มีค่า 37.73 วินาที ซึ่งแม้จะเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบันบ้าง แต่ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับผลที่ได้รับด้านความ

ปลอดภัย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นดังกล่าวเป็นผลจากการจัดระเบียบการเคลื่อนที่ให้รัดกุมขึ้น ลดการตัดสินใจแบบฉับพลัน ลดการแทรกตัวเข้าสู่กระแสหลักโดยตรง และทำให้ผู้ขับขี่รับรู้ทิศทางการเดินรถได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ส่งผลให้การไหลของจราจรมีความเป็นระเบียบมากขึ้นในภาพรวม

ทั้งนี้ ผลการเปรียบเทียบค่าตัวแปรสำคัญระหว่างแบบจำลองสภาพปัจจุบันกับแบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 แสดงดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แบบจำลองรูปแบบเดิมกับแบบปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3

แบบจำลอง	Level Of Service	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย(วินาที)	ความยาวแถวคอยสูงสุด(เมตร)	ความล่าช้าเฉลี่ย(วินาที)	ค่าระยะเวลาในการชนเฉลี่ย TTC (วินาที)	จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ครั้ง	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากโปรแกรม SSAM		
							Crossing	Rear End	Lane Change
Existing Model	A	27.12	20.72	2.97	0.490	20	7	7	6
Model 3	A	37.73	18.21	3.85	0.592	15	0	8	7
เปอร์เซ็นต์ %		เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง			
		39%	-12%	29%	21%	-25%			

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ร่วมกันทั้งด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัย จึงสรุปได้ว่า แบบจำลองปรับปรุงทางแยกแบบที่ 3 (Model 3) เป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับพื้นที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันและแบบจำลองปรับปรุงรูปแบบอื่น เนื่องจากสามารถรักษาระดับการให้บริการให้อยู่ในเกณฑ์ดี ลดความยาวแถวคอย เพิ่มค่า TTC ลดจำนวนเหตุขัดแย้งรวม และขจัดความขัดแย้งแบบ Crossing ได้ทั้งหมด แม้ว่าจะทำให้ค่าความล่าช้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นบ้าง แต่ถือเป็นผลแลกเปลี่ยนที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับประโยชน์ด้านความปลอดภัยที่ได้รับ จึงควรพิจารณา Model 3 เป็นทางเลือกหลัก สำหรับการนำไปใช้ประกอบการวางแนวทางปรับปรุงบริเวณแยกบ้านกล้วยต่อไป

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า การประเมินแนวทางปรับปรุงบริเวณแยกควรพิจารณาทั้งด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัยร่วมกัน เนื่องจากแม้สภาพปัจจุบันจะมีระดับการให้บริการอยู่ในระดับ A และมีค่าความล่าช้าค่อนข้างต่ำ แต่ยังพบความขัดแย้งของกระแสจราจร โดยเฉพาะความขัดแย้งแบบตัดกัน ซึ่งเกิดจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีจุดตัดทางแยกและจุดกลับรถอยู่ใกล้กัน ทำให้ยานพาหนะจากหลายทิศทางต้องตัดกระแสกันโดยตรง ดังนั้น ความคล่องตัวของการจราจรเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถใช้สะท้อนระดับความปลอดภัยของพื้นที่ได้ทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบแนวทางปรับปรุงทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าแต่ละรูปแบบมีผลแตกต่างกัน โดย Model 1 ช่วยลดการตัดกระแสได้บางส่วน แต่ทำให้เกิดการหยุดรอและการสะสมของยานพาหนะมากขึ้น ขณะที่ Model 2 ลดความขัดแย้งบริเวณจุดตัดหลักได้ แต่ยังมีผลจากการรวมกระแสและการเปลี่ยนช่องจราจร ส่วน Model 3 สามารถจัดทิศทางการเคลื่อนที่ได้ชัดเจน ลดการตัดกระแสโดยตรง และยังคงประสิทธิภาพการให้บริการของทางแยกได้ดี จึงแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพให้สอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะสามารถช่วยลดความขัดแย้งได้อย่างเหมาะสม

สำหรับค่า Time-to-Collision (TTC) ควรพิจารณาร่วมกับจำนวนและประเภทของความขัดแย้ง เนื่องจากโปรแกรม SSAM ใช้ค่า Maximum TTC เป็นเกณฑ์คัดกรองเหตุการณ์ความขัดแย้ง ดังนั้นค่า TTC ที่ต่ำกว่า 1.5 วินาทีจึงไม่ได้หมายความว่ายานพาหนะทั้งหมดในระบบอยู่ในสภาวะอันตราย แต่เป็นค่าของเหตุการณ์ที่ถูกจำแนกเป็นความขัดแย้งแล้ว โดย Model 3 มีค่า TTC เพิ่มขึ้นพร้อมกับจำนวนความขัดแย้งรวมลดลงและไม่พบ Crossing Conflict จึงสะท้อนแนวโน้มด้านความปลอดภัยที่ดีขึ้น

ผลการศึกษาจึงสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่มุ่งวิเคราะห์ปัญหา เปรียบเทียบแนวทางปรับปรุง และประเมินผลทั้งด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัย โดย Model 3 แสดงความสมดุลของทั้งสองด้านได้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ การนำไปใช้จริงควรพิจารณาร่วมกับข้อจำกัดด้านกายภาพ งบประมาณ และผลกระทบต่อผู้ใช้ทางและพื้นที่โดยรอบด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ประเมินความเหมาะสมของแนวทางปรับปรุงทางแยกโดยอาศัยหลักวิศวกรรมจราจรและการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม ในการนำผลการศึกษาไปใช้จริงควรพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น งบประมาณ ความคุ้มค่าในการลงทุน ผลกระทบระหว่างการก่อสร้าง และผลกระทบต่อพื้นที่โดยรอบ

แม้งานวิจัยนี้จะเสนอแนวทางที่เหมาะสมสำหรับแยกบ้านกล้วย แต่การนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นควรพิจารณาเงื่อนไขเฉพาะของพื้นที่ เช่น ลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งจุดกลับรถ ปริมาณจราจร ระยะมองเห็น และพฤติกรรมผู้ขับขี่ เพื่อให้แนวทางปรับปรุงมีความเหมาะสมทั้งด้านประสิทธิภาพการจราจรและความปลอดภัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรกฏ เขื่อนงูเหลือม.การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกลับรถบริเวณจุดอันตราย บนทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) กม.ที่ 62+300 จังหวัดนครปฐม วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2566.

กรมการขนส่งทางบก. รายงานประจำปี 2567. กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก, 2567.

กรมทางหลวง. คู่มือออกแบบทางแยก. กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง, 2550.

กิตติชัย ธนทรัพย์สิน. วิศวกรรมจราจรเบื้องต้น (Introduction to Traffic Engineering). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

กล้าณรงค์ ปวนมล. การพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคเพื่อปรับปรุงการจราจร บริเวณแยกทางหลวงหมายเลข 1 กับทางหลวงชนบท สบ.1026 จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2566.

เกศแก้วเงิน มหาคชเสนีย์ชัย, โสภณ ชัยเลิศ, ศิลาวรรณ จินดา และสมใจ เจริญยศ. การประยุกต์ใช้วงเวียนระดับดินเพื่อปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวง กรณีศึกษา: ทางหลวงหมายเลข 34 แยกคลองอ้อม จ.ฉะเชิงเทรา, ทางหลวงหมายเลข 3 แยกหนองแฟบและแยก ปตท. จ.ระยอง และทางหลวงหมายเลข 3 แยกเจ จ.ชลบุรี การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24–26 สิงหาคม 2565.

แขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1. ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ กม.94+900 พ.ศ. 2566–2568. ข้อมูลภายใน. สุพรรณบุรี: กรมทางหลวง, 2568.

บัญชา มะโน และกิตติชัย ธนทรัพย์สิน. การวิเคราะห์ความขัดแย้งบริเวณจุดกลับรถกรณีมีช่องรอเลี้ยวและไม่มีช่องรอเลี้ยว การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24–26 สิงหาคม 2565

วัชรพงษ์ วรรณวัต และกิตติชัย ธนทรัพย์สิน. การศึกษาการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจุดกลับรถบนถนนจรัญสนิทวงศ์บริเวณจุดกลับรถหน้าสถานีดับเพลิงบางอ้อ. Engineering and Technology Horizons, ปีที่ 41 ฉบับที่ 1, บทความเลขที่ 410106, 2567.

ศราวุธ คีรีวงษ์, ธเนศ สเถียรนาม, วิชุดา สเถียรนาม และนพดล กรประเสริฐ. การศึกษาเพื่อปรับปรุงจุดอันตรายบริเวณกลุ่มทางแยกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา), ปีที่ 19 ฉบับที่ 1, 2562.

สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง. DESIGN GUIDELINE ประเภทของเกาะกลางถนน (Road Medians) และการออกแบบรูปตัดงานขยายทางหลวง (Road Widening). กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง, 2554.

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. คู่มือ การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง เรื่อง การวิเคราะห์จุดอันตราย (Black Spot Analysis). กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง, 2549.

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. คู่มือแนะนำการออกแบบไฟสัญญาณจราจร. กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. รายงานปริมาณการเดินทางบนทางหลวงประจำปี 2563. กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง, 2563.

อัครพงษ์ เทพแก้ว, รัชฎาพร ธิสาไชย และธนา น้อยเรือน. การประเมินจำนวนจุดขัดแย้งและประสิทธิภาพของทางแยกวงเวียน กรณีศึกษา: วงเวียนสันติธรรม จังหวัดเชียงใหม่. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24–26 สิงหาคม 2565.

ภาษาอังกฤษ

American Association of State Highway and Transportation Officials. A policy on the geometric design of highways and streets. 7th ed. Washington, DC : AASHTO, 2018 .

Austroads. Guide to Road Design Part 4A: Unsignalised and Signalised Intersections. 3rd ed. Sydney: Austroads Inc., 2017.

Eisele, William L., and William E. Frawley. Estimating the Impacts of Access Management with Micro-Simulation: Lessons Learned. Proceedings of the 6th National Conference on Access Management, Kansas City, 2004.

Federal Highway Administration (FHWA). Signalized Intersections: Informational Guide. Washington, D.C.: Federal Highway Administration, 2004.

Federal Highway Administration (FHWA). Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, 2009 Edition. Washington, D.C.: Federal Highway Administration, 2009.

Gettman, Douglas, Lili Pu, Tarek Sayed, and Steve Shelby. Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report. Report No. FHWA-HRT-08-051. McLean, Virginia: Federal Highway Administration, 2008.

National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA). Intersections at Grade. Guide to Traffic Engineering Practice, Part 5. Milsons Point, New South Wales: NAASRA, 1988.

Transportation Research Board. Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis. 7th ed. Washington, DC : National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2022.

Wisconsin Department of Transportation. Paramics Calibration and Validation Guidelines. Freeway System Operational Assessment, Technical Report I-33, District 2, Milwaukee, Wisconsin, 2002.



ภาคผนวก ก

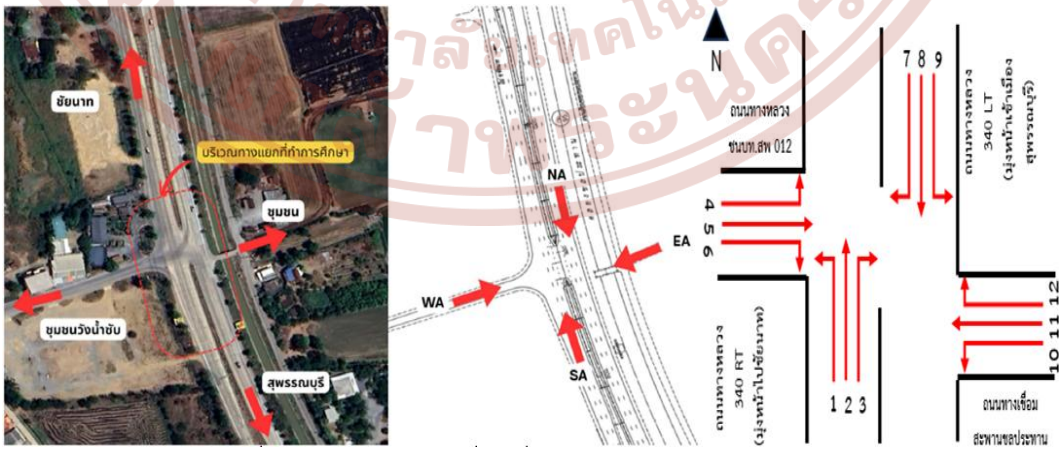
การสำรวจปริมาณจราจรภาคสนาม

ภาคผนวก ก ผลการสำรวจปริมาณจราจรและการจำแนกประเภทยานพาหนะ

การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา ดำเนินการเก็บข้อมูลการจราจรตลอดทั้งวัน โดยบันทึกปริมาณการจราจรตามทิศทางการเคลื่อนที่และจำแนกประเภทยานพาหนะจากข้อมูลภาคสนาม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์สภาพการจราจรและพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM จากการสำรวจพบยานพาหนะทั้งหมด 11 ประเภท และเมื่อพิจารณาปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นระหว่างเวลา 17.00–18.00 น. เป็นช่วงที่มีปริมาณการจราจรสูงสุด จึงเลือกข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นตัวแทนของสภาพการจราจรช่วงวิกฤตสำหรับนำเข้าสู่แบบจำลอง

ทั้งนี้ เพื่อให้เหมาะสมกับการกำหนดองค์ประกอบของยานพาหนะ (Vehicle Composition) ในโปรแกรม VISSIM ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มยานพาหนะที่มีลักษณะและสมรรถนะการเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน ดังนี้

- CAR หมายถึง รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ได้แก่ รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน
- LGV หมายถึง รถบรรทุกขนาดเล็ก ได้แก่ รถบรรทุก 4 ล้อ และรถกระบะ
- HGV หมายถึง รถบรรทุกขนาดกลางและขนาดใหญ่ ได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถบรรทุกกึ่งพ่วง
- Bus หมายถึง รถโดยสาร ได้แก่ รถโดยสารขนาดเล็ก รถโดยสารขนาดกลาง และรถ โดยสารขนาดใหญ่
- MC หมายถึง รถจักรยานยนต์
- Bike หมายถึง รถจักรยาน



ภาพที่ ก-1 ทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณการจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ ก-1 แสดงปริมาณการจราจรจากสุพรรณบุรี (South Approach: SA)

เวลา	ปริมาณจราจร														SA
	ทิศทางที่ 1														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
		137	122	108				340	90		26		25	848	
07:00 - 08:00	0	16	15	13	0	0	0	41	11	0	1	0	3	100	96.33
08:00 - 09:00	0	14	12	11	0	0	0	34	9	0	3	0	3	86	85.66
09:00 - 10:00	0	10	9	8	0	0	0	24	6	0	3	0	2	62	62.83
10:00 - 11:00	0	3	2	2	0	0	0	7	2	0	0	0	1	17	16.00
11:00 - 12:00	0	11	10	9	0	0	0	27	7	0	2	0	2	68	67.16
12:00 - 13:00	0	13	12	10	0	0	0	33	9	0	3	0	3	83	83.33
13:00 - 14:00	0	8	7	6	0	0	0	20	5	0	2	0	0	48	48.16
14:00 - 15:00	0	10	9	8	0	0	0	24	6	0	0	0	1	58	54.33
15:00 - 16:00	0	12	11	10	0	0	0	31	8	0	3	0	2	77	77.50
16:00 - 17:00	0	14	12	11	0	0	0	34	9	0	4	0	3	87	88.16
17:00 - 18:00	0	19	17	15	0	0	0	48	13	0	4	0	4	120	119.83
18:00 - 19:00	0	7	6	5	0	0	0	17	5	0	1	0	1	42	41.33
Total	0	137	122	108	0	0	0	340	90	0	26	0	25	848	840.62

เวลา	ปริมาณจราจร														SA
	ทิศทางที่ 2														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	2	615	1860	204	0	3	6	1987	175	92	84	65	5	5098	
07:00 - 08:00	1	74	223	25	0	1	1	238	21	11	10	8	1	614	615.20
08:00 - 09:00	1	62	187	21	0	1	1	199	18	10	8	7	1	516	518.10
09:00 - 10:00	0	43	130	14	0	0	0	139	12	6	6	5	0	355	355.43
10:00 - 11:00	0	12	37	4	0	0	0	40	4	2	2	1	0	102	102.70
11:00 - 12:00	0	49	149	17	0	0	0	159	13	7	7	5	0	406	405.53
12:00 - 13:00	0	61	186	20	0	0	1	199	18	9	8	7	1	510	511.83
13:00 - 14:00	0	37	112	12	0	0	0	119	11	6	5	4	0	306	306.93
14:00 - 15:00	0	43	130	14	0	0	0	139	12	6	6	5	0	355	355.43
15:00 - 16:00	0	55	167	18	0	0	1	179	16	8	8	5	0	457	457.73
16:00 - 17:00	0	62	186	20	0	1	1	199	18	9	8	7	1	512	513.66
17:00 - 18:00	0	86	260	29	0	0	1	278	24	13	12	8	1	712	712.06
18:00 - 19:00	0	31	93	10	0	0	0	99	8	5	4	3	0	253	252.33
Total	2	615	1860	204	0	3	6	1987	175	92	84	65	5	5098	5106.93

เวลา	ปริมาณจราจร														SA
	ทิศทางที่ 3														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	23	62	45	21					41	4	7			203	
07:00 - 08:00	3	7	5	3	0	0	0	0	5	0	1	0	0	24	21.33
08:00 - 09:00	2	6	6	2	0	0	0	0	4	2	1	0	0	23	23.36
09:00 - 10:00	3	4	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	14	10.83
10:00 - 11:00	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2.83
11:00 - 12:00	2	5	4	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	17	15.33
12:00 - 13:00	2	6	5	2	0	0	0	0	4	0	1	0	0	20	18.16
13:00 - 14:00	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	6.66
14:00 - 15:00	2	4	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	13	10.50
15:00 - 16:00	2	6	3	2	0	0	0	0	4	0	1	0	0	18	16.16
16:00 - 17:00	2	7	5	2	0	0	0	0	4	1	1	0	0	22	20.60
17:00 - 18:00	3	9	6	5	0	0	0	0	6	1	1	0	0	31	28.60
18:00 - 19:00	1	3	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	7.33
Total	23	62	45	21	0	0	0	0	41	4	7	0	0	203	181.69

ตารางที่ ก-2 แสดงปริมาณการจราจรจากทางหลวงชนบท สพ.012 (West Approach:WA)

เวลา	ปริมาณจราจร														WA
	ทิศทางที่ 4														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
		77	26	24				135	27		12		12	313	
07:00 - 08:00	0	9	3	3	0	0	0	16	3	0	1	0	1	36	33.00
08:00 - 09:00	0	8	3	2	0	0	0	14	3	0	1	0	1	32	29.66
09:00 - 10:00	0	5	2	2	0	0	0	9	2	0	1	0	1	22	21.16
10:00 - 11:00	0	2	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	7	6.16
11:00 - 12:00	0	6	2	2	0	0	0	11	2	0	1	0	1	25	23.50
12:00 - 13:00	0	8	3	2	0	0	0	14	3	0	1	0	1	32	29.66
13:00 - 14:00	0	5	2	1	0	0	0	8	2	0	1	0	1	20	19.16
14:00 - 15:00	0	5	2	2	0	0	0	9	2	0	1	0	1	22	21.16
15:00 - 16:00	0	7	2	2	0	0	0	12	2	0	1	0	1	27	24.83
16:00 - 17:00	0	8	3	2	0	0	0	14	3	0	1	0	1	32	29.66
17:00 - 18:00	0	11	4	3	0	0	0	19	4	0	2	0	2	45	42.66
18:00 - 19:00	0	4	1	1	0	0	0	7	1	0	1	0	1	16	15.33
Total	0	78	28	22	0	0	0	136	28	0	12	0	12	316	295.94

เวลา	ปริมาณจราจร														WA
	ทิศทางที่ 5														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	2	115	50	24				69	9	2	3		2	276	
07:00 - 08:00	0	14	6	3	0	0	0	8	1	0	0	0	0	32	23.16
08:00 - 09:00	1	12	5	2	0	0	0	7	1	0	0	0	0	28	19.83
09:00 - 10:00	0	8	4	2	0	0	0	5	1	0	0	0	1	21	16.16
10:00 - 11:00	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	2.66
11:00 - 12:00	0	9	4	2	0	0	0	6	1	0	0	0	0	22	16.50
12:00 - 13:00	0	12	5	2	0	0	0	7	1	0	0	0	0	27	19.50
13:00 - 14:00	0	7	3	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	16	11.83
14:00 - 15:00	0	7	2	2	0	0	0	5	0	1	0	0	0	17	13.43
15:00 - 16:00	1	10	5	2	0	0	0	6	1	0	0	0	0	25	18.16
16:00 - 17:00	0	12	5	4	0	0	0	7	1	1	2	0	0	32	28.60
17:00 - 18:00	0	16	7	3	0	0	0	10	1	0	1	0	0	38	29.33
18:00 - 19:00	0	6	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	14	10.00
Total	2	115	50	24	0	0	0	69	9	2	3	0	2	276	209.16

เวลา	ปริมาณจราจร														WA
	ทิศทางที่ 6														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
		102	169	27				289	23	14	13			637	
07:00 - 08:00	0	13	20	3	0	0	0	35	3	2	2	0	0	78	76.03
08:00 - 09:00	0	10	17	3	0	0	0	29	2	1	1	0	0	63	59.93
09:00 - 10:00	0	7	12	2	0	0	0	20	2	1	1	0	0	45	43.93
10:00 - 11:00	0	2	3	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	12	10.66
11:00 - 12:00	0	8	14	2	0	0	0	23	2	1	1	0	0	51	49.26
12:00 - 13:00	0	10	17	3	0	0	0	29	2	1	1	0	0	63	59.93
13:00 - 14:00	0	6	10	2	0	0	0	17	1	1	1	0	0	38	37.10
14:00 - 15:00	0	7	12	2	0	0	0	20	2	1	1	0	0	45	43.93
15:00 - 16:00	0	9	15	2	0	0	0	26	2	1	1	0	0	56	53.60
16:00 - 17:00	0	10	17	3	0	0	0	29	3	1	1	0	0	64	61.43
17:00 - 18:00	0	14	24	4	0	0	0	40	3	3	2	0	0	90	88.46
18:00 - 19:00	0	6	8	1	0	0	0	14	1	1	1	0	0	32	31.10
Total	0	102	169	27	0	0	0	289	23	14	13	0	0	637	615.36

ตารางที่ ก-3 แสดงปริมาณการจราจรจากจชัยนาท (North Approach: NA)

เวลา	ปริมาณจราจร														NA
	ทิศทางที่ 7														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
		268	260	70				446	27	53	38			1162	
07:00 - 08:00	0	32	33	8	0	0	0	54	3	6	5	0	0	141	135.26
08:00 - 09:00	0	28	26	7	0	0	0	48	3	5	4	0	0	121	115.33
09:00 - 10:00	0	19	20	5	0	0	0	31	2	4	3	0	0	84	81.23
10:00 - 11:00	0	6	5	1	0	0	0	9	1	1	1	0	0	24	23.10
11:00 - 12:00	0	22	21	6	0	0	0	36	2	6	3	0	0	96	93.43
12:00 - 13:00	0	27	26	7	0	0	0	46	3	5	4	0	0	118	113.00
13:00 - 14:00	0	16	17	5	0	0	0	27	2	3	2	0	0	72	68.63
14:00 - 15:00	0	19	18	5	0	0	0	31	1	4	3	0	0	81	77.73
15:00 - 16:00	0	27	23	6	0	0	0	41	2	5	3	0	0	107	100.00
16:00 - 17:00	0	29	27	9	0	0	0	47	3	6	4	0	0	125	119.76
17:00 - 18:00	0	38	36	10	0	0	0	62	4	7	5	0	0	162	153.86
18:00 - 19:00	0	5	8	1	0	0	0	14	1	1	1	0	0	31	30.76
Total	0	268	260	70	0	0	0	446	27	53	38	0	0	1162	1112.09

เวลา	ปริมาณจราจร														NA
	ทิศทางที่ 8														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
		543	1920	238		3	5	2049	214	92	83	64	9	5220	
07:00 - 08:00	0	66	233	29	0	0	1	248	26	11	10	8	1	633	642.20
08:00 - 09:00	0	54	192	24	0	1	1	205	21	9	8	7	1	523	531.50
09:00 - 10:00	0	38	134	17	0	1	0	143	16	6	6	4	1	366	370.76
10:00 - 11:00	0	11	38	5	0	0	0	41	4	2	2	1	0	104	105.36
11:00 - 12:00	0	44	154	18	0	0	0	163	17	7	7	5	1	416	420.86
12:00 - 13:00	0	54	192	24	0	0	1	205	21	9	8	6	1	521	527.50
13:00 - 14:00	0	31	110	14	0	0	0	119	13	5	5	4	0	301	305.83
14:00 - 15:00	0	39	136	17	0	0	0	145	15	7	6	5	1	371	376.70
15:00 - 16:00	0	48	173	21	0	1	0	184	19	8	7	6	1	468	474.30
16:00 - 17:00	0	54	192	24	0	0	1	205	21	10	8	6	1	522	529.60
17:00 - 18:00	0	77	271	34	0	0	1	289	30	13	12	9	1	737	747.56
18:00 - 19:00	0	27	95	11	0	0	0	102	11	5	4	3	0	258	261.50
Total	0	543	1920	238	0	3	5	2049	214	92	83	64	9	5220	5293.67

เวลา	ปริมาณจราจร														NA
	ทิศทางที่ 9														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	10	83	70	42				70	11	8	1		4	299	
07:00 - 08:00	1	10	8	5	0	0	0	8	1	1	0	0	2	36	30.26
08:00 - 09:00	1	8	7	4	0	0	0	7	1	1	0	0	0	29	24.60
09:00 - 10:00	0	6	5	3	0	0	0	5	1	1	0	0	0	21	18.60
10:00 - 11:00	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	3.66
11:00 - 12:00	1	7	6	3	0	0	0	6	1	1	0	0	0	25	21.26
12:00 - 13:00	1	8	7	4	0	0	0	7	1	0	1	0	0	29	25.00
13:00 - 14:00	1	5	4	3	0	0	0	4	1	0	0	0	0	18	14.50
14:00 - 15:00	1	6	5	3	0	0	0	5	0	1	0	0	0	21	17.43
15:00 - 16:00	1	7	6	4	0	0	0	6	1	1	0	0	0	26	22.26
16:00 - 17:00	1	8	7	4	0	0	0	7	1	1	0	0	1	30	25.60
17:00 - 18:00	1	12	10	6	0	0	0	10	2	1	0	0	1	43	36.43
18:00 - 19:00	1	4	4	2	0	0	0	4	1	0	0	0	0	16	13.16
Total	10	83	70	42	0	0	0	70	11	8	1	0	4	299	252.76

ตารางที่ ก-4 แสดงปริมาณการจราจรจากสะพานชลประทาน (East Approach: EA)

เวลา	ปริมาณจราจร														EA
	ทิศทางที่ 10														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	2	47	33	25				29	5	2				143	
07:00 - 08:00	1	6	4	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	18	13.83
08:00 - 09:00	1	5	3	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	16	12.50
09:00 - 10:00	0	3	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	7.00
10:00 - 11:00	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	3.33
11:00 - 12:00	0	4	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	11	8.33
12:00 - 13:00	0	5	3	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	13	10.16
13:00 - 14:00	0	3	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	7.00
14:00 - 15:00	0	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7	5.66
15:00 - 16:00	0	4	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	12	9.33
16:00 - 17:00	0	5	3	3	0	0	0	3	1	2	0	0	0	17	16.36
17:00 - 18:00	0	7	5	4	0	0	0	4	1	0	0	0	0	21	16.83
18:00 - 19:00	0	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	4.66
Total	2	47	33	25	0	0	0	29	5	2	0	0	0	143	114.99

เวลา	ปริมาณจราจร														EA
	ทิศทางที่ 11														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	4	42	37	21				35	9	6	2		5	161	
07:00 - 08:00	0	5	4	4	0	0	0	4	1	1	0	0	1	20	18.26
08:00 - 09:00	0	4	4	2	0	0	0	4	2	1	0	0	1	18	17.43
09:00 - 10:00	0	3	3	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	10	8.50
10:00 - 11:00	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	2.00
11:00 - 12:00	1	3	3	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	13	10.83
12:00 - 13:00	0	4	4	2	0	0	0	4	1	1	0	0	1	17	15.93
13:00 - 14:00	0	3	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	9	7.50
14:00 - 15:00	0	3	3	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	10	8.50
15:00 - 16:00	0	4	3	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	13	11.93
16:00 - 17:00	0	4	4	2	0	0	0	4	1	1	0	0	1	17	15.93
17:00 - 18:00	1	6	5	3	0	0	0	5	1	1	0	0	1	23	19.93
18:00 - 19:00	0	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7	5.66
Total	4	42	37	21	0	0	0	35	11	6	0	0	5	161	142.40

เวลา	ปริมาณจราจร														EA
	ทิศทางที่ 12														
	รถจักรยาน	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ไม่นั่งเกิน 7 คน	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถพ่วง	รถกึ่งพ่วง	รถเครื่องจักรและรถดัดแปลง	Total (คัน)	Total (PCU)
	3	44	45	21	32	2	3						4	154	
07:00 - 08:00	1	6	6	3	4	0	0	0	0	0	0	0	1	21	16.33
08:00 - 09:00	2	4	5	2	3	0	2	0	0	0	0	0	1	19	17.20
09:00 - 10:00	0	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6.00
10:00 - 11:00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.33
11:00 - 12:00	0	4	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10.33
12:00 - 13:00	0	4	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11.33
13:00 - 14:00	0	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7.00
14:00 - 15:00	0	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7.00
15:00 - 16:00	0	4	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10.33
16:00 - 17:00	0	4	5	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	17	16.43
17:00 - 18:00	0	6	6	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	22	18.00
18:00 - 19:00	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5.66
Total	3	44	45	21	32	2	3	0	0	0	0	0	4	154	126.94



ภาคผนวก ข

ผลการออกแบบสัญญาณไฟจราจรโดยโปรแกรม Signal2000

ภาคผนวก ข ผลการออกแบบสัญญาณไฟจราจรโดยโปรแกรม Signal2000

SuphanBuri 03/22/26
No340 cross rural sp012 22:35:18

TEAPAC[Ver 9.50.02] - Optimized Phasings Ranked by Crit Delay

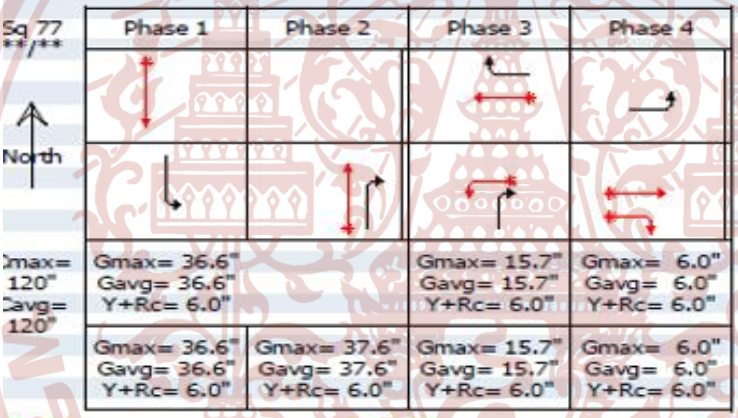
Intersection # 1 -

Seq **/**	Crit LOS	Crit Targ	Req'd G/C+Y/C	Best Cycle	No. of Phases	Min Cycle	Succ--Cycles 60..120(10)
77	S	100	1.022	120	4	44	
Design Criteria:		35	80	5	90	100	5

TEAPAC[Ver 9.50.02] - Capacity Analysis Summary (HCM 2016)

Intersection Averages for Int # 1 -
V/C 0.896 (Critical V/C 0.982) Control Delay 71.0 Level of Service E

Sq 77 **/**





Lane Group	Width/ Lanes	q/C Max	q/C Avg	SatFlo	Capcty	Adj Volume	v/c	HCM Delay	L S	Queue Model 1
N Approach								71.0	E	
TH	22/2	0.305	0.305	3434	1022	1054	1.032	78.3	*F	685 ft
LT	11/1	0.305	0.305	1675	511	219	0.428	35.9	D+	220 ft
S Approach								55.7	E+	
RT	11/1			1495	469	162	0.345	33.7	C	167 ft
TH	22/2	0.314	0.314	3434	1051	1004	0.955	59.2	*E+	581 ft
E Approach								105.4	F	
RT	10/1	0.025	0.131	1495	196	61	0.311	51.3	D	88 ft
TH+LT	10/1	0.131	0.131	1737	227	234	1.029	119.5	*F	405 ft
W Approach								138.0	F	
RT+TH	10/1	0.050	0.050	1667	84	86	1.027	163.0	*F	207 ft
LT	10/1	0.050	0.050	1675	84	30	0.356	66.5	E+	54 ft

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายวีรศักดิ์ โฉมชัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเพื่อประเมิน และปรับปรุงความปลอดภัย ณ จุดตัดทางหลวงหมายเลข 340 กับทางหลวงชนบท สพ.012 จังหวัดสุพรรณบุรี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ประวัติ นายวีรศักดิ์ โฉมชัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา-ทรัพยากรน้ำ จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ภายหลังสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ได้เริ่มปฏิบัติงานด้าน วิศวกรรมโยธา โดยมีประสบการณ์ทั้งด้านการประมาณราคา การออกแบบและการควบคุมงานก่อสร้างต่อมาเข้าปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมทางหลวง การประปาส่วนภูมิภาค และกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
ปัจจุบันดำรงตำแหน่งวิศวกรโยธาปฏิบัติการ สังกัดแขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม
สามารถติดต่อได้ที่ 4/3 หมู่ที่ 2 ตำบลม่วงหัก อำเภอ พยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ เบอร์โทรศัพท์ 096-664-6490