การวิเคราะห์การจัดการจราจรของชุดทางแยกต่อเนื่อง กรณีศึกษาเทศบาลนครหาดใหญ่

An Analysis of Traffic Management of Multiple Consecutive Intersections: A Case Study of Hat Yai Municipality

ชัยวัฒน์ ใหญ่บก* ปรเมศวร์ เหลือเทพ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

Chaiwat Yaibok* Paramet Luathep
Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90112
Tel : 08-2432-3812, E-mail: Chaiwat.y3@gmail.com

บทคัดย่อ

หาดใหญ่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและสังคมของภาคใต้ตอนล่าง ก่อให้เกิดการเดินทางภายในตัวเมืองหาดใหญ่เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีปัญหาการจราจรติดขัดตามมาโดยเฉพาะในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ปัญหาดังกล่าวมีความรุนแรงเป็นอย่างมากบนช่วงถนนที่มีทางแยกต่อเนื่อง แต่แนวทางการจัดการจราจรในปัจจุบันมักพิจารณาทางแยกเป็นอิสระจากกัน บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการวิเคราะห์การจัดการจราจรของชุดทางแยกต่อเนื่อง โดยใช้ถนนกาญจนวนิช ช่วงระหว่างแยกคลองเรียนถึงแยกหน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ระยะทาง 1.25 กิโลเมตร แต่มีทางแยกต่อเนื่อง 4 จุด) เป็นกรณีศึกษา คณะผู้วิจัยได้สำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา เพื่อเสนอวิธีการจัดการจราจร และวิเคราะห์ลักษณะการจราจรจากการจัดการแบบทางแยกเดี่ยวเปรียบเทียบกับแบบชุดทางแยก โดยใช้แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค จากผลการศึกษา พบว่า การจัดการจราจรแบบชุดทางแยกสามารถลดเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอยของทุกทางแยก ได้เฉลี่ยร้อยละ 31 27 และ 32 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนการจัดการจราจรบ่งชี้ว่าผลประโยชน์จากการวิเคราะห์กรณีปรับปรุงเฉพาะแยกคลองเรียนให้ผลคุ้มค่าที่สุด

คำหลัก ชุดทางแยกต่อเนื่อง การจัดการจราจรแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค หาดใหญ่

Abstract

Hat Yai is the economic and social center of lower southern Thailand. The city directly generates various trips, consequently causing traffic congestion problem, particularly in Hat Yai municipality area. The problem often occurs on the road sections connecting multiple continuous intersections. Existing approaches of traffic management consider each intersection independently. This paper aims to propose an analysis of traffic management of multiple continuous intersections by using the Kanjanavanit road between Khlongrien and Prince of Songkla University intersection (1.25 km. with four consecutive intersections) as a case study. The researchers surveyed the physical characteristics of the study area, proposed traffic management schemes, and analyzed the traffic conditions from the single and multiple intersection approaches by applying traffic micro-simulation. The results reveal that the proposed approach could reduce the travel time, delay, and queue length about 31%, 27%, and 32%, respectively. In addition, the results of benefit cost analysis indicate that the benefit from the improvement of Khlongrien intersection is the best improvement policy.

Keywords: multiple consecutive intersections, traffic

management, traffic micro-simulation, Hat Yai

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

หาดใหญ่ เป็นเมืองศูนย์กลางที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการท่องเที่ยวของภาคใต้ตอนล่าง และเป็นจุดเชื่อมต่อในการเดินทางไปยังประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ ส่งผลให้ปัจจุบันเมืองหาดใหญ่ โดยเฉพาะในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ประสบปัญหาการจราจรติดขัดและมีแนวโน้มที่ปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นเมื่อมีการเปิดการค้าเสรีอาเซียนในอนาคตอันใกล้

ถนนกาญจนวนิช เป็นเส้นทางสายหลักที่เชื่อมระหว่างตัวเมืองหาดใหญ่กับอำเภอสะเดา ซึ่งสามารถเดินทางข้ามแดนต่อไปยังประเทศมาเลเซียได้ เส้นทางดังกล่าวมีปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับลักษณะทางกายภาพของถนนได้ถูกออกแบบมานานไม่สอดคล้องกับลักษณะการจราจรในปัจจุบัน ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็นเกือบทุกวัน ถึงแม้หน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องได้บูรณาการความร่วมมือเพื่อขอกำลังตำรวจจราจรมาอำนวยความสะดวกในช่วงเวลาเร่งด่วน ปัญหาการจราจรติดขัดอาจบรรเทาความรุนแรงลงได้บ้าง แต่เมื่อไม่มีเจ้าหน้าที่หรือมีไม่เพียงพอ ปัญหาดังกล่าวก็กลับมาดังเดิม การแก้ปัญหาในลักษณะนี้อาจไม่ยั่งยืนเมื่อเทียบกับเมืองหาดใหญ่ที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง

ชัยวัฒน์ และปรเมศวร์ [1] ได้ศึกษาและเสนอการจัดการจราจรบนถนนกาญจนวนิช ช่วงระหว่างแยกคลองเรียนถึงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ซึ่งมีระยะทางประมาณ 1.25 กิโลเมตร แต่มีทางแยกสัญญาณไฟจราจรต่อเนื่องกัน 4 ทางแยก และมีปัญหาการจราจรติดขัดเรื้อรังมาเป็นเวลานาน แนวทางการจัดการจราจรเบื้องต้นที่ได้นำเสนอ เน้นการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก เช่น ขนาดของช่องรอเลี้ยว ความยาวและความกว้างของเกาะกลาง เป็นต้น การจัดการทิศทางและกระแสจราจร และการจำกัดระยะการจอดรถริมทางก่อนถึงทางแยก อย่างไรก็ตาม ชัยวัฒน์ และปรเมศวร์ [1] ได้วิเคราะห์มาตรการการจัดการจราจรแบบต่างๆ ด้วยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของแต่ละทางแยกอิสระต่อกัน จากผลการศึกษา พบว่า การรวมทุกมาตรการช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดได้ในระดับหนึ่ง โดยสามารถลดเวลาในการเดินทางได้ร้อยละ 13.7 ความล่าช้าร้อยละ 13.9 และความยาวแถวคอยร้อยละ 13.2

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์การจัดการจราจรของทางแยกต่อเนื่องแบบชุดทางแยก ซึ่งจะสามารถอธิบายผลประโยชน์และผลกระทบจากการจัดการจราจรของทางแยกหนึ่งหรือหลายทางแยกที่มีผลต่อภาพรวมของชุดทางแยกต่อเนื่องได้

บทความนี้ ประกอบด้วย 5 หัวข้อ หัวข้อต่อไปกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการศึกษากล่าวในหัวข้อที่ 3 ส่วนผลการศึกษาได้นำเสนอและอภิปรายในหัวข้อที่ 4 และสุดท้ายเป็นการสรุปผลและเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค หมายถึง การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่อยู่ในโครงข่ายถนน ซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขการจราจร 2 ลักษณะ คือ 1) แบบพลวัต (dynamic) 2) แบบสุ่ม (stochastic) การจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะจะถูกพิจารณาทุกๆ ช่วงเวลาย่อย (time step) โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ และพฤติกรรมการขับขี่ของยานพาหนะแต่ละคัน [2] ผลที่ได้จากแบบจำลองสามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของถนน เช่น ระดับการให้บริการ เวลาและความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย เป็นต้น

2.2 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้จำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคให้มีความถูกต้องแม่นยำหลายโปรแกรม เช่น AIMSUN CORSIM NETSIM PARAMICS VISSIM และ Simtraffic เป็นต้น Mosseri และคณะ [3] ได้เปรียบเทียบคุณลักษณะของโปรแกรมข้างต้น เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคของ ocean parkway ในเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา บริเวณพื้นที่ศึกษาครั้งนั้นเป็นถนนในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทาง

แบบผสมผสานและมีลักษณะทางกายภาพของถนนในเขตเมืองไม่เป็นไปตามมาตรฐาน จากการศึกษา พบว่าโปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมที่สุด สามารถรองรับโครงข่ายถนนแบบ link-connector และโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนและหนาแน่น นอกจากนี้โปรแกรม VISSIM ยังรองรับการแจกแจงการเดินทางได้ทั้งแบบ static และ dynamic โดยใช้ข้อมูลจากตารางการเดินทาง (OD matrix) เพียงอย่างเดียวก็ได้

Pitaksringkarn และคณะ [4] ได้อธิบายกระบวนการ พัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM เพื่อประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกในการปรับปรุงทางแยกต่างระดับระหว่าง Interstate 5 กับ state route 56 ในเมืองซานดิเอโก รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา โดยมีการสำรวจข้อมูลที่จำเป็นสำหรับพัฒนาแบบจำลองฯ เช่น ความเร็วของยานพาหนะบนช่วงถนน ความยาวของช่องรอเลี้ยว สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในกระแสจราจร และความยาวแถวคอย เป็นต้น คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรในปัจจุบัน แล้วทำการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฯ ที่สร้างขึ้น โดยตัวแปรสำคัญในการปรับเทียบแบบจำลองฯ แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองฯ โดยตรง (global parameters) เช่น ลักษณะของยานพาหนะ และเวลาห่างที่น้อยที่สุด เป็นต้น 2) กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองบางส่วน (local parameters) เช่น ความเร็ว รอบสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

วราศักดิ์ ปะสังติโย และคณะ [5] ได้ศึกษาและวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจรบนช่วงถนนศรีจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยกำหนดมาตรการจัดการจราจร ประกอบด้วย 1) การกำหนดพื้นที่เฉพาะสำหรับหยุดรอสัญญาณไฟจราจร และ 2) การกำหนดช่องทางเฉพาะด้านซ้ายร่วมกับการวิ่งแบบ hook turn สำหรับรถที่ต้องการเลี้ยวขวา จากผลการศึกษา พบว่า มาตรการทั้งสองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการบริเวณทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยวัดประสิทธิภาพจากเวลาเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอย ซึ่งดัชนีดังกล่าวมีค่าที่ลดลง นอกจากนี้ ยังพบว่า มาตรการข้างต้นช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษของยานพาหนะในภาพรวมบริเวณทางแยกได้อีกด้วย

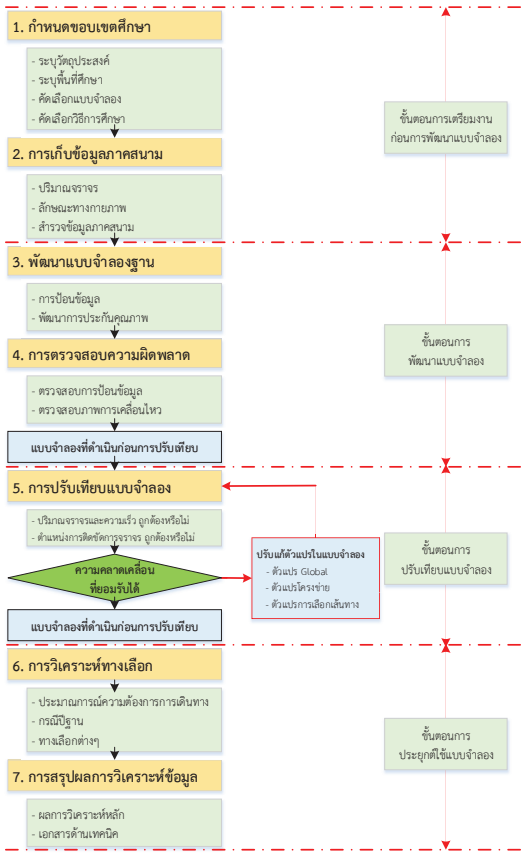
เสกสรร บุญฉวี และคณะ [6] ได้วิเคราะห์หาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (continuous flow intersection หรือ CFL) โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบริเวณสี่แยกประตูเมืองขอนแก่น และได้พิจารณาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจราจร อีกทั้งได้วิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมของตัวแทน CFI ในแต่ละเงื่อนไขของการจราจร เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะในการออกแบบระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองให้สอดคล้องกับสภาพการจราจร ลักษณะทางกายภาพของทางแยก และการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณทางแยก

Oketch และคณะ [7] ได้นำเสนอหลักเกณฑ์ในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม จะต้องมีความคลาดเคลื่อนในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักการทางสถิติ หรือที่เรียกโดยย่อว่า GEH ค่าที่ยอมรับได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งโดยทั่วไปการปรับเทียบแบบจำลองมักใช้ค่าปริมาณจราจรบนช่วงถนนหรือปริมาณจราจรที่ทางแยก ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้นมักใช้ค่าของเวลาในการเดินทางเฉลี่ยและความยาวแถวคอย

2.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคสามารถแบ่งได้ 7 ขั้นตอน [5, 8, 9] ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตการศึกษา ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการสร้างแบบจำลองฯ เช่น การกำหนดระยะเวลา เครื่องมือ บุคลากร วิธีการ และการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ต่อมาเป็นการสำรวจข้อมูลภาคสนาม โดยเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างและปรับเทียบแบบจำลองฯ เช่น ลักษณะทางกายภาพ การควบคุมการจราจร ปริมาณจราจร เป็นต้น จากนั้นเป็นการพัฒนาแบบจำลองฐาน (base model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุด หลังจากนั้นต้องตรวจสอบความผิดพลาดของแบบจำลองที่อาจเกิดขึ้น ลำดับถัดไปคือ การปรับเทียบ

แบบจำลอง โดยเลือกตัวแปรบางตัวในแบบจำลองฯ มาทำการปรับเทียบและใช้กระบวนการทำซ้ำๆ เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับข้อมูลสำรวจจริงมากที่สุด โดยสามารถใช้เกณฑ์ที่แนะนำโดย Wisconsin Department of Transportation (Wisconsin DOT) ดังตารางที่ 1 ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลานานหากต้องการผลที่ถูกต้องมาก ต่อไปเป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองฯ ซึ่งใช้ค่าสถิติของ GEH [5, 8, 9] โดยคำนวณได้จากสมการที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค [8]

$$GEH = \sqrt{\left(\frac{Simulated - Observed}{0.5 \times (Simulated + Observed)}\right)^2} \qquad (1)$$

โดยที่ Simulated คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง
Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

ค่า GEH ที่คำนวณได้ สามารถประมวลผลได้ดังนี้

1) GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณการจราจรจากแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

2) 5 < GEH < 10 หมายถึง ต้องปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

3) GEH > 10 หมายถึง ปริมาณการจราจรจากแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

ตารางที่ 1 เกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของ Wisconsin DOT [5, 8, 9]

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
Sum of all links flows	Within 5% of sum of all link counts
GEH statistics < 5 for Individual link flows	> 85% of cases
GEH statistics for sum of all link flows	GEH < 4 for sum of all link counts
Travel times, Model Versus Observed	
Journey times, Within 15% (or 1 min, if higher)	> 85% of cases
Visual Audits	
Individual link speeds	To analyst's satisfaction
Visually acceptable speed-flow relationship	
Bottlenecks	To analyst's satisfaction
Visually acceptable queuing	

จากนั้นวิเคราะห์ทางเลือก ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ โดยมีการประเมินแบบหลายทางเลือก และนำข้อมูลจากแบบจำลองฐานที่มีข้อมูลชุดเดียวกันมาประมวลผลของแบบจำลอง และเปรียบเทียบผลของแบบจำลองแต่ละทางเลือก และประเมินหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด สำหรับขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงานการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองฯ และสรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ทางเลือกต่างๆ พร้อมทั้งจัดเตรียมการนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

3. วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บนถนนกาญจนวนิช ระหว่างแยกคลองเรียนถึงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระยะ 1.25 กิโลเมตร ประกอบด้วย 4 ทางแยกสัญญาณไฟจราจร (ดังรูปที่ 2) ได้แก่ แยกคลองเรียน ปุณณกัณฑ์ วัดโคกนาว และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ส่วนลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยกดังแสดงในรูปที่ 3 อย่างไรก็ตาม บทความนี้เน้นพิจารณาการจัดการจราจรเพียง 3 ทางแยกตามแผนการพัฒนาระยะเร่งด่วนของหน่วยงานท้องถิ่น ได้แก่ แยกคลองเรียน ปุณณกัณฑ์ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

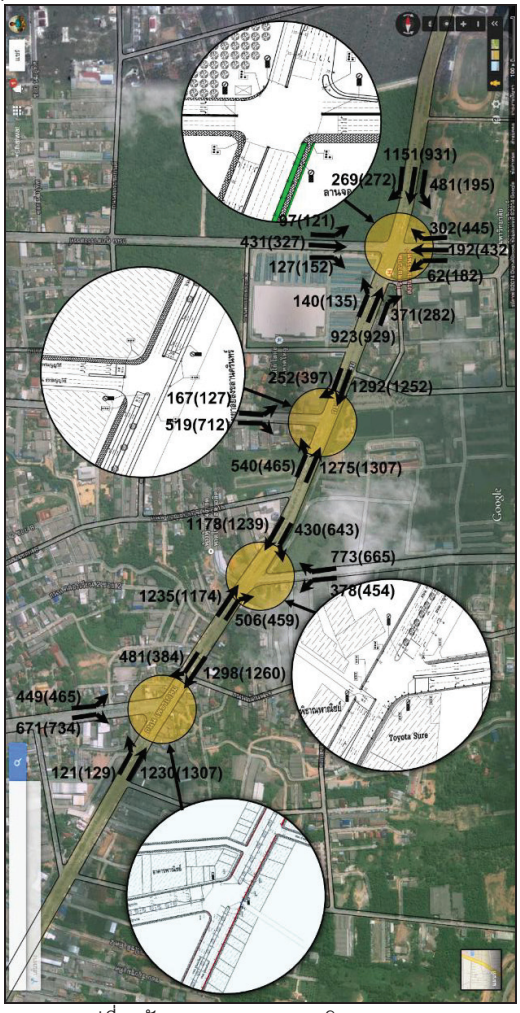
รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษาของงานวิจัย

3.2 การสำรวจข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลสำหรับพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษา ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณทางแยกช่วงเร่งด่วน
2) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก
3) ข้อมูลการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก
4) ข้อมูลสภาพปัญหาต่างๆ บริเวณทางแยก

ข้อมูลข้างต้นได้สำรวจในวันทำงาน 2 ช่วงเวลา คือ 07:00-09:00 น. และ 16:00-18:00 น. ในรูปที่ 3 ข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็นแสดงเป็นตัวเลขนอกและในวงเล็บตามลำดับ ปริมาณดังกล่าวได้รวมยานพาหนะ 4 ประเภท (รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก และรถบัสขนาดใหญ่) เป็นหน่วยรถยนต์ส่วนบุคคลเทียบเท่า (pcu) ตามดัชนีของกรมทางหลวง [10]



รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก

3.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 7.0 ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างแบบจำลองฐาน โดยสร้างโครงข่ายถนนให้เสมือนสภาพพื้นที่ศึกษาจริงมากที่สุด เช่น การสร้างลักษณะทางแยก การเชื่อมต่อทางแยก จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร เป็นต้น

2) การปรับเทียบแบบจำลองและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แบบจำลองฐานที่ได้จากข้อ 1 ได้ถูกนำมาปรับเทียบ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07:00-09:00 น.) ซึ่งเป็นเวลาที่มี

ปัญหาการจราจรติดขัดมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (เกณฑ์ในตารางที่ 1)

เมื่อได้แบบจำลองที่ปรับเทียบแล้ว ต่อมาเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยนำแบบจำลองที่ได้มาใส่ข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (17:00 -18:00 น.) แล้วเปรียบเทียบปริมาณการจราจร ความเร็ว และ ความล่าช้า ซึ่งผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ดังตารางที่ 1 และสมการที่ 1)

3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกสำหรับจัดการจราจรบริเวณทางแยกในบทความนี้ คณะผู้วิจัยได้มาตรการปรับปรุงทางแยกจาก [1] ซึ่งประกอบด้วย การห้ามจอดรถใกล้ทางแยก การปรับเปลี่ยนทิศทางกระแสจราจร และการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ โดยแบ่งแบบจำลองทางเลือกเป็น 8 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 แบบจำลองสภาพการจราจรปัจจุบัน

กรณีที่ 2 แบบจำลองปรับปรุงแยกคลองเรียน

กรณีที่ 3 แบบจำลองปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์

กรณีที่ 4 แบบจำลองปรับปรุงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กรณีที่ 5 แบบจำลองที่ปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกปุณณกัณฑ์

กรณีที่ 6 แบบจำลองที่ปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กรณีที่ 7 แบบจำลองที่ปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์และแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กรณีที่ 8 แบบจำลองที่ปรับปรุงร่วมกันทุกทางแยก

จากแบบจำลองทั้ง 8 กรณี คณะผู้วิจัยไม่ได้นำทางแยกวัดโคกนาวมาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองครั้งนี้ เนื่องจากไม่ได้อยู่ในแผนการจัดการจราจรระยะเร่งด่วนของหน่วยงานท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในอนาคตควรมีการพิจารณาแยกวัดโคกนาวด้วย

4) การประเมินผลการจัดการจราจร โดยพิจารณาจาก เวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ย และความยาวแถวคอยเฉลี่ย ที่ผ่านทางแยก

3.4 สมมติฐานและข้อจำกัดของแบบจำลองที่พัฒนา

คณะผู้วิจัยได้สรุปสมมติฐานและข้อจำกัดต่างๆ ของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1) การจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็น ส่งผลกระทบต่อการจราจรบริเวณทางแยกที่แตกต่างกัน คณะผู้วิจัยพิจารณาเฉพาะปริมาณการจราจรช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ซึ่งส่งผลกระทบในวงกว้างมากกว่าชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

2) ลักษณะของยานพาหนะในแบบจำลอง อาจมีขนาด ความยาว และรูปแบบไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

3) ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงพฤติกรรมการขับขี่ในโปรแกรมแบบจำลองบางส่วน เช่น การเปลี่ยนช่องจราจร การแซงของยานพาหนะ เป็นต้น คณะผู้วิจัยใช้ค่าที่กำหนดมาจากโปรแกรม (default)

4) คณะผู้วิจัยได้สำรวจปริมาณจราจรและได้แบ่งประเภทของยานพาหนะไว้ 8 ประเภท แต่คณะผู้วิจัยได้รวมให้เหลือเพียง 4 ประเภท เนื่องจากโปรแกรมมีข้อจำกัดในด้านประเภทของยานพาหนะ เช่น รถตุ๊กตุ๊ก รถสามล้อพ่วงข้าง เป็นต้น

4. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หัวข้อย่อยดังนี้

4.1 ปัญหาและมาตรการจัดการจราจรในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจพื้นที่ ทำให้ทราบปัจจัยหลักๆ ที่ส่งผลต่อการจราจรติดขัดบริเวณทางแยก ดังนี้

1) การจอดรถในที่ห้ามจอด (ขาว-แดง) การจอดรถใกล้ทางแยก และการจอดรถซ้อนคัน ทำให้ยานพาหนะที่ต้องการผ่านทางแยก ไม่สามารถผ่านไปได้ หรืออาจผ่านไปได้ด้วยอัตราการไหลที่ลดลง

2) ลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะสม เช่น ช่องรอเลี้ยวขวาสั้นกว่าแถวคอยของรถที่ต้องการเลี้ยว หัวเกาะกลางยื่นเลยกึ่งกลางทางแยกทำให้เลี้ยวยาก

3) การจัดทิศทางกระแสจราจรไม่สอดคล้องกับปริมาณการจราจรปัจจุบัน เช่น ปริมาณจราจรที่ต้องการเลี้ยวมาก แต่ช่องสำหรับเลี้ยวมีเพียงช่องเดียว เป็นต้น

4) รอบสัญญาณไฟจราจรไม่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร ส่งผลให้แถวคอยยาวมาก

5) เส้นนำทาง เครื่องหมายจราจรบนผิวถนนไม่ชัดเจน ทำให้ผู้ขับขี่เกิดความสับสน

6) ตะแกรงเหล็กระบายน้ำมีระดับต่ำกว่าผิวจราจรและร่องระบายน้ำข้างทางไม่มีฝาปิด ทำให้ผู้ขับขี่ต้องชะลอความเร็ว

7) การจอดรอรับส่งผู้โดยสารรถสาธารณะไม่ตรงป้าย และจอดเป็นเวลานาน

8) การวางสิ่งกีดขวาง เช่น ตะแกรงเหล็กสำหรับรถปีนขึ้นทางเท้า ล้ำเข้ามาในช่องจราจร

9) จำนวนช่องจราจรไม่ต่อเนื่อง (จาก 3 ช่อง เหลือ 2 ช่อง)

จากปัญหาข้างต้น คณะผู้วิจัยได้เสนอมาตรการทางเลือกในการจัดการจราจรบริเวณทางแยกประกอบด้วย

1) การห้ามจอดรถก่อนถึงทางแยกระยะ 100 เมตร

2) การเพิ่มระยะทางช่องรอเลี้ยวขวาจากเดิม 10-30 เมตร เป็นระยะ 50-100 เมตร

3) การปรับความกว้าง ทิศทางกระแสจราจร และปรับจำนวนช่องจราจรให้ต่อเนื่อง เช่น จากเดิมความกว้าง 2.2 3.3 เมตร ปรับใหม่ให้มีความกว้างเฉลี่ยเป็น 2.9 3.5 เมตร เป็นต้น

4) การลดระยะหัวเกาะกลางให้เหมาะสม โดยลดลงจากระยะเดิม 5 เมตร

5) การเพิ่มช่องจราจรสำหรับเลี้ยวซ้ายเฉพาะ กรณีทางแยกปุณณกัณฑ์

6) การย้ายสิ่งกีดขวางบนผิวจราจร (เสาไฟ หรือป้ายโฆษณา) เพื่อเพิ่มรัศมีในการเลี้ยว และความกว้างของช่องจราจร

7) การติดตั้งเครื่องหมายจราจรบนผิวจราจรให้ชัดเจน

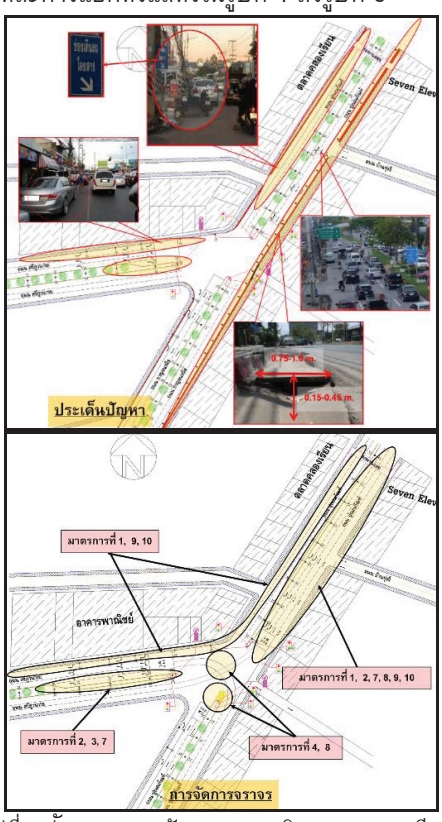
8) การติดตั้งป้ายให้ได้มาตรฐานและการขีดเส้นนำทางสำหรับการเลี้ยว

9) การปรับปรุงตะแกรงเหล็กระบายน้ำและคูระบายน้ำข้างทางให้อยู่ระดับเดียวกับผิวจราจร

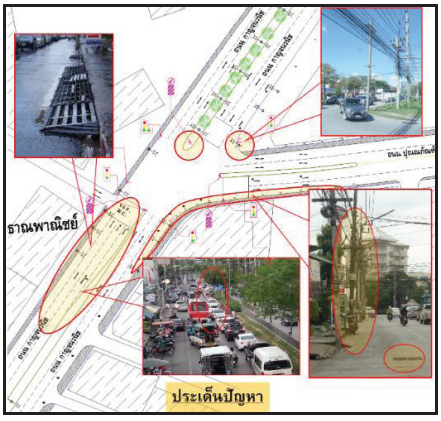
10)การห้ามวางตะแกรงเหล็กสำหรับยานพาหนะปีนขึ้นทางเท้า

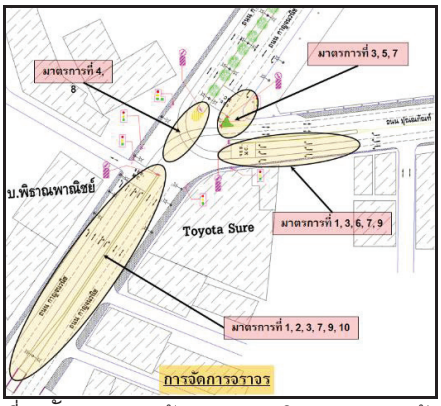
จากมาตรการที่ 6 และ 10 สามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้โดยเพิ่มความกว้างของช่องจราจรซ้ายสุด แต่มาตรการที่ 7-9 ไม่สามารถประเมินผลได้จากแบบจำลองในการศึกษานี้ จำเป็นต้องมีการศึกษาและปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับจำลองพฤติกรรมการขับขี่หลังมีมาตรการดังกล่าว นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยไม่ได้พิจารณามาตรการปรับปรุงระบบสัญญาณไฟจราจร เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งประเด็นดังกล่าวควรได้รับการพิจารณาในการวิจัยในอนาคต

จากปัญหาที่พบและมาตรการที่นำเสนอข้างต้น คณะผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาและมาตรการจัดการจราจรของแต่ละทางแยกดังแสดงในรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6

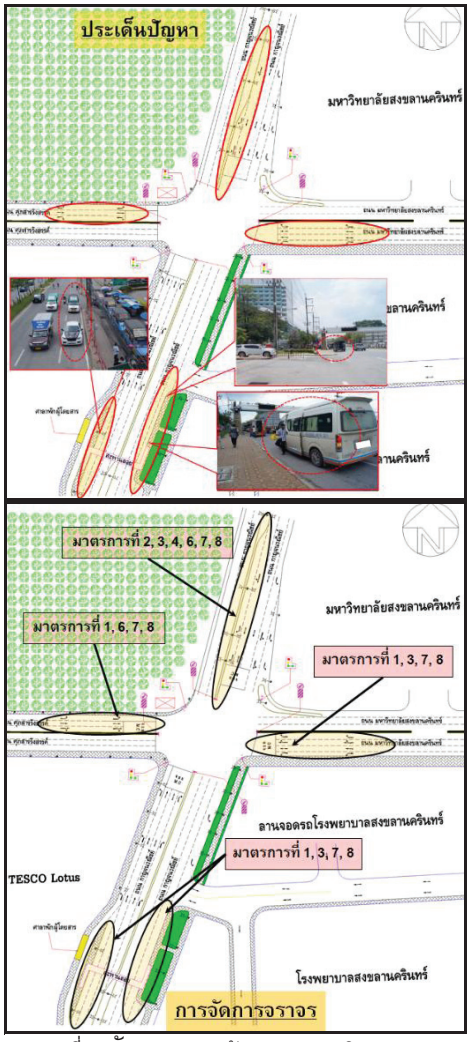


รูปที่ 4 ปัญหาและการจัดการจราจรบริเวณแยกคลองเรียน





รูปที่ 5 ปัญหาและการจัดการจราจรบริเวณแยกปุณณกัณฑ์



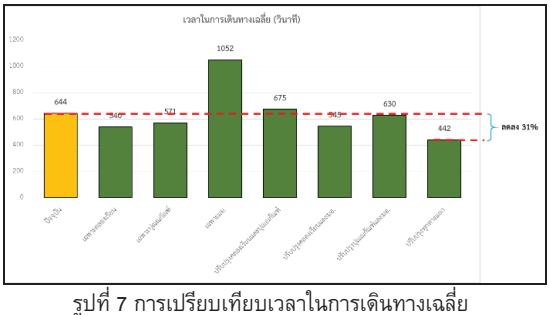
รูปที่ 6 ปัญหาและการจัดการจราจรบริเวณแยก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกการจัดการจราจรแบบชุดทางแยก

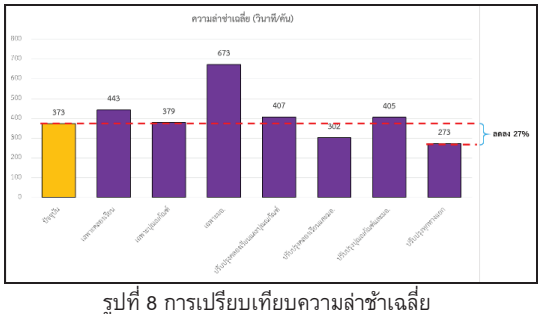
คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคกรณีฐาน (สภาพปัจจุบัน) ที่พัฒนาขึ้น มาทดสอบกับมาตรการทางเลือกการจัดการจราจรในหัวข้อก่อนหน้านี้ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 8 กรณี จากการวิเคราะห์แบบจำลองฯ สามารถสรุปผลตัวชี้วัด ด้านเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอย ได้ดัง

ตารางที่ 2 ส่วนการเปรียบเทียบแต่ละตัวชี้วัด แสดงในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 9 ตามลำดับ

จากรูปที่ 7 พบว่า การปรับปรุงทุกทางแยก (กรณีที่ 8) สามารถลดเวลาในการเดินทางผ่านทั้ง 4 ทางแยกได้เฉลี่ยร้อยละ 31 จากกรณีปัจจุบัน และยังพบว่า การปรับปรุงเฉพาะแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 4) และการปรับปรุงแยกคลองเรียนกับแยกปุณณกัณฑ์ (กรณีที่ 5) ไม่ได้ช่วยลดเวลาในการเดินทาง แต่กลับเพิ่มตัวชี้วัดดังกล่าวให้สูงขึ้น (ร้อยละ 63 และร้อยละ 5 ตามลำดับ) เนื่องจากการปรับปรุงในสองกรณีดังกล่าวเป็นเพียงการแก้ปัญหาเฉพาะทางแยก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทางแยกอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษา



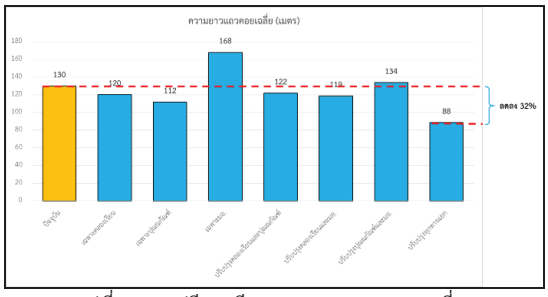
รูปที่ 7 การเปรียบเทียบเวลาในการเดินทางเฉลี่ย



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย

จากรูปที่ 8 พบว่า การปรับปรุงทุกทางแยก (กรณีที่ 8) สามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยได้ร้อยละ 27 จากกรณีปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงในกรณีอื่นๆ กลับเพิ่ม

ความล่าช้าเฉลี่ย มีเพียงการปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 6) ที่สามารถลดความล่าช้าเฉลี่ย (ร้อยละ 19) เช่นเดียวกับกรณีที่ 8



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบความยาวแถวคอยเฉลี่ย

จากรูปที่ 9 การปรับปรุงทุกทางแยกยังคงช่วยลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ (ร้อยละ 32) นอกจากนี้ยังพบว่า เกือบทุกกรณีสามารถลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยได้ ยกเว้น การปรับปรุงเฉพาะแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 4) และการปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์กับแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 7)

จากผลการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การปรับปรุงทุกทางแยก (กรณีที่ 8) สามารถลดค่าตัวชี้วัดได้ทั้งสามตัวแปร ส่วนการปรับปรุงเฉพาะแยกหน้ามหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 4) กลับเป็นการเพิ่มค่าตัวชี้วัดทั้งสามตัวแปร เนื่องจากการจราจรบริเวณแยกดังกล่าวมีปริมาณสูงมาก เมื่อปรับปรุงเฉพาะแยกนี้ปริมาณการจราจรจะไหลต่อเนื่องจนก่อปัญหาให้กับทางแยกใกล้เคียง นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้ว่า การปรับปรุงทางแยกอิสระต่อกันถึงแม้จะสามารถบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดของแยกนั้นๆ ได้ แต่อาจส่งผลกระทบต่อโครงข่ายถนนในภาพรวมทำให้การจราจรติดขัดมากขึ้นได้หากไม่ได้พิจารณาและวิเคราะห์โดยละเอียด

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากมาตรการการจัดการจราจร

แม้ผลการปรับปรุงทุกทางแยกจากแบบจำลองฯ จะลดปัญหาการจราจรได้ดีที่สุด แต่ในทางปฏิบัติหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนจากมาตรการการจัดการจราจร

คณะผู้วิจัยได้ประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างของมาตรการการจัดการจราจรเป็นหลัก และประมาณเนื้องานในแต่ละทางแยกโดยอ้างอิงราคากลางจากสำนักงานบำรุงทางสงขลาที่ 2 [11] ผลการประมาณต้นทุนของมาตรการการจัดการจราจรของทางแยกดังตารางที่ 3

เนื่องจากคณะผู้วิจัยได้พิจารณาปริมาณจราจรในแบบจำลองเฉพาะช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเท่านั้น ซึ่งมีหน่วยเป็น pcu/ชั่วโมง ดังนั้น การคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ในการศึกษานี้ จึงมีหน่วยเป็น บาท/ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม หากต้องวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์โดยละเอียดก็สามารถกระทำได้โดยต้องปรับปรุงแบบจำลองให้ครอบคลุมทุกช่วงเวลาและวิเคราะห์หาค่าดัชนีต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณประโยชน์ที่ได้รับต่อวัน

ในการคำนวณผลประโยชน์จากมาตรการจัดการจราจรของแต่ละกรณีแบบจำลอง คณะผู้วิจัยพิจารณาผลประโยชน์ของผู้ใช้รถจากเวลาในการเดินทางและความล่าช้าที่ลดลง (เทียบกับแบบจำลองฐาน) ซึ่งข้อมูลนี้และปริมาณการจราจรผ่านทางแยกได้จากแบบจำลองฯ ส่วนมูลค่าเวลาเดินทางของรถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบัส กำหนดไว้ที่ 0.783 0.890 และ0.890 บาท/นาที มูลค่าเวลารอรถกำหนดไว้ที่ 1.528 1.536 และ1.536 บาท/นาที และจำนวนผู้ขับขี่และผู้โดยสารรถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารสาธารณะ (รถตุ๊กตุ๊ก รถสองแถว รถตู้) รถบรรทุก และรถบัส กำหนดไว้ที่ 1.013 2.750 10.315 1.00 และ 22.140 คน/คัน ตามลำดับ [12]

ส่วนต้นทุนจากมาตรการการจัดการจราจร ได้ประมาณราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด (หน่วยเป็นบาท) และกำหนดอายุการใช้งานไว้ที่ 5 ปี สำหรับอัตราส่วนลดกำหนดไว้ที่ 7% ต่อปี เมื่อคำนวณค่า annuity factor ได้เท่ากับ 4.10 บาท/ปี จากนั้นแปลงหน่วยต้นทุน (บาท/ปี) ให้อยู่ในหน่วยเดียวกับผลประโยชน์ (บาท/ชั่วโมง)

คณะผู้วิจัยได้พิจารณาใช้อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนแต่ละปี (benefit cost ratio, BCR) [13] มาเปรียบเทียบกรณีทางเลือกต่างๆ ในการศึกษานี้ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประโยชน์ ต้นทุน และ BCR ดังแสดงในตารางที่ 4

$$BCR = \frac{U_{before} - U_{after}}{A_{after} - A_{before}} \quad (2)$$

โดยที่ U_{before} คือ ผลประโยชน์ก่อนการปรับปรุง

U_{after} คือ ผลประโยชน์หลังการปรับปรุง

A_{after} คือ เงินลงทุนหลังการปรับปรุงถนน
A_{before} คือ เงินลงทุนก่อนการปรับปรุงถนน

จากตารางที่ 4 พบว่า มาตรการปรับปรุงแยกคลองเรียน (กรณีที่ 2) มีความเหมาะสมเป็นลำดับที่ 1 รองลงมาคือมาตรการปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์ (กรณีที่ 3) มาตรการปรับปรุงทุกทางแยกร่วมกัน (กรณีที่ 8) มาตรการปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 6) และมาตรการปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์และแยกมหาวิทยาลัยฯ (กรณีที่ 7) ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ 4 และ 5 ค่า BCR เท่ากับ 0 เนื่องจากทั้งสองกรณีไม่สามารถลดเวลาและความล่าช้าในการเดินทางได้

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองทางเลือกในการจัดการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลอง	ตัวชี้วัด								
	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง	ร้อยละ	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง	ร้อยละ	ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (เมตร)	ความแตกต่าง	ร้อยละ
1. สภาพการจราจรปัจจุบัน	644	0	0%	373	0	0%	130	0	0%
2. ปรับปรุงเฉพาะทางแยกคลองเรียน	540	-104	-16%	443	70	19%	120	-10	-7%
3. ปรับปรุงเฉพาะทางแยกปุณณกัณฑ์	571	-73	-11%	379	5	1%	112	-18	-14%
4. ปรับปรุงเฉพาะทางแยกมหาลัยสงขลานครินทร์	1052	408	63%	673	300	80%	168	38	29%
5. ปรับปรุงทางแยกคลองเรียนและทางแยกปุณณกัณฑ์	675	30	5%	407	34	9%	122	-8	-6%
6. ปรับปรุงทางแยกคลองเรียนและทางแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	545	-99	-15%	302	-71	-19%	119	-11	-9%
7. ปรับปรุงทางแยกปุณณกัณฑ์และทางแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	630	-15	-2%	405	32	9%	134	4	3%
8. ปรับปรุงร่วมกันทุกทางแยก	442	-202	-31%	273	-100	-27%	88	-41	-32%

ตารางที่ 3 ต้นทุนจากมาตรการจัดการจราจร

ประเภทงาน	แยกคลองเรียน (บาท)	แยกปุณณกัณฑ์ (บาท)	แยกวัดโคกนาว (บาท)	แยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (บาท)
1. งานรื้อเกาะกลางถนน	45,202	25,818	24,800	25,308
2. งานเกาะกลางถนน (สีขาว-แดง)	260,993	189,327	169,327	224,327
3. งานถนนคอนกรีต	320,427	253,270	207,584	260,427
4. งานขีดสีตีเส้น (สีขาว)	17,242	17,589	13,895	21,897
5. งานขีดสีตีเส้น (สีเหลือง)	53,176	47,844	45,844	49,843
รวม	697,040	533,848	461,450	581,802

ตารางที่ 4 อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการการจัดการจราจร

แบบจำลองฯ มาตราการจัดการจราจร	เวลาในการเดินทาง (วินาที/คัน)	ความล่าช้า (วินาที/คัน)	ผลประโยชน์ (Benefit) (บาท/ชั่วโมง)	ต้นทุน (Cost)		สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	ลำดับความน่าสนใจ
				(บาท)	(บาท/ชั่วโมง)		
กรณีที่ 1 สภาพการจราจรปัจจุบัน	-	-	-	-	-	-	-
กรณีที่ 2 มาตรการปรับปรุงเฉพาะแยกคลองเรียน	104.00	0.00	4981.42	697040.00	19.41	256.69	1
กรณีที่ 3 มาตรการปรับปรุงเฉพาะแยกปุณณกัณฑ์	73.00	0.00	3496.58	533848.00	14.86	235.25	2
กรณีที่ 4 มาตรการปรับปรุงเฉพาะแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	0.00	0.00	0.00	581802.00	16.20	0.00	-
กรณีที่ 5 มาตรการปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกปุณณกัณฑ์	0.00	0.00	0.00	1692338.00	47.12	0.00	-
กรณีที่ 6 มาตรการปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	99.00	19.00	6350.85	1740292.00	48.45	131.07	4
กรณีที่ 7 มาตรการปรับปรุงแยกปุณณกัณฑ์และแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	15.00	0.00	718.47	1577100.00	43.91	16.36	5
กรณีที่ 8 มาตรการปรับปรุงทุกทางแยกร่วมกัน	202.00	27.00	11961.82	2274140.00	63.32	188.92	3

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับทางแยกต่อเนื่อง โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค และใช้ถนนกาญจนวนิชช่วงที่ผ่านเมืองหาดใหญ่ตั้งแต่แยกคลองเรียนถึงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับตามเกณฑ์แนะนำของ Wisconsin DOT และค่าทางสถิติของ GEH จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการจราจรติดขัดในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ การจอดรถในที่ห้ามจอดหรือใกล้บริเวณทางแยก ลักษณะทางกายภาพและทิศทางกระแสจราจรบริเวณทางแยกไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน จากผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อพิจารณามาตรการจัดการจราจรในกรณีต่างๆ 8 กรณี พบว่า การปรับปรุงทุกทางแยกร่วมกันเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาการจราจรของพื้นที่ศึกษามากที่สุด โดยสามารถลดเวลาเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอยได้เฉลี่ยร้อยละ 31 ร้อยละ 27 และร้อยละ 32 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ กลับพบว่า การปรับปรุงเฉพาะแยกคลองเรียนมีความเหมาะสมมากที่สุด (BCR = 259.69) รองลงมา คือ การปรับปรุงเฉพาะแยกปุณณกัณฑ์ การปรับปรุงทุกทางแยกร่วมกัน การปรับปรุงแยกคลองเรียนและแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และการปรับปรุงทางแยกปุณณกัณฑ์และแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ตามลำดับ ดังนั้น อาจสรุปได้ว่าการวิเคราะห์การจัดการจราจรของชุดทางแยกที่ต่อเนื่องกัน ควรพิจารณาอย่างรอบคอบในทุกมิติทั้งประเด็นของประสิทธิภาพ (เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ความยาวแถวคอย) และความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งส่งผลต่อภาพรวมของระบบโครงข่ายถนนที่ศึกษา หากวิเคราะห์โดยไม่รอบคอบแล้วอาจเป็นการเสียงบประมาณที่กลับสร้างปัญหาการจราจรให้กับโครงข่ายถนนรวมมากขึ้น

งานวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เช่น การปรับปรุงแบบจำลองให้ครอบคลุมพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะทุกประเภท การเพิ่มมาตรการปรับปรุงระบบสัญญาณไฟจราจร เช่น การหารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม การพิจารณาผลประโยชน์และต้นทุนเป็นรายวันหรือรายปี และการศึกษามูลค่าเวลาในการเดินทางและมูลค่าเวลารอรถแต่ละประเภท

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนเพื่อการวิจัยวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ 2556 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณ คุณกฤตานนท์ ศรีคละมะหันโต ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและเสนอแนะในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชัยวัฒน์ ใหญ่บก, ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2557. การวิเคราะห์การจัดการจราจรบริเวณทางแยกบนถนนกาญจนวนิชตั้งแต่ทางแยกสถานีขนส่งถึงทางแยกคอหงส์. เอกสารประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 19, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 14-16 พฤษภาคม 2557: 2157-2166.

[2] ทวี วิชัยเมธาวี. 2546. การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอิ่มตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.

[3] Mosseri, G., Hall, M., Meyers, J.J. 2004. VISSIM micro-simulation modeling of complex geometry and traffic control: a case study of ocean parkway, NY. Paper presented at the ITE 2004 Annual Meeting and Exhibit, Lake Buena Vista (FL), USA. Aug. 1-4, 2004.

[4] Pitaksringkarn, J. and Pitaksrigkran, L. 2003. The use of micro-simulation modeling in the comprehensive transportation planning process: San Diego's experience. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, 2003: 2133-2135.

[5] วราศักดิ์ ปะสังติโย, ธเนศ เสถียรนาม, วิชุดา เสถียรนาม, และอรรถพล สีดำ. 2556. การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 18, เชียงใหม่, ประเทศไทย, 8-10 พฤษภาคม 2556: หน้า TRP 236 - TRP 242.

[6] เสกสรร บุญฉวี. 2553. การวิเคราะห์ระยะห่างที่เหมาะสมของทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, ประเทศไทย.

[7] Oketch, T., Carrick, M. 2005. Calibration and validation of a micro-simulation model in network analysis. Presentation at the TRB Annual Meeting, 2005.

[8] วราศักดิ์ ปะสังติโย. 2556. การวิเคราะห์มาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, ประเทศไทย.

[9] วุฒิไกร ไชยปัญหา และ พนกฤษณ คลังบุญครอง. 2553. การวิเคราะห์ทางเลือกของระบบการจัดการจราจร ณ บริเวณห้าแยก (ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง) จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS. เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิทยาการวิจัยแห่งเอเชีย (ATRANS) ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 27 สิงหาคม 2553: หน้า 28 - 38.

[10] กลุ่มสถิติสารสนเทศ สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. 2556. รายงานปริมาณการเดินทางบนทางหลวง ปี 2556.

[11] สำนักงานบำรุงทางสงขลาที่ 2. 2557. แผนรายประมาณการกิจกรรมบูรณะทางหลวงสายหลักมาตรการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ 2558, สงขลา, ประเทศไทย.

[12] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย. 2557. โครงการศึกษาความเป็นไปได้สำรวจและออกแบบเบื้องต้นทางพิเศษเพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์, มิถุนายน 2557.

[13] วัชรินทร์ วิทยกุล. 2537. การประเมินผลทางด้านเศรษฐกิจของโครงการทางด้านขนส่ง. หนังสือเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมการทาง, มกราคม 2537.