



การศึกษาระบบการประสานสัญญาณไฟจราจร : กรณีศึกษาถนนโครงการพระราชดำริ
ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9

A STUDY OF TRAFFIC SIGNAL COORDINATION SYSTEM: A CASE STUDY OF
THE ROYAL INITIATE PROJECT ROAD OF HIS MAJESTY KING RAMA IX

ลดาวัลย์ สวนจันทร์^{1*} และ จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร²

¹นักศึกษา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

*Corresponding author: ladawans2r@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาเมืองหรือพื้นที่เศรษฐกิจบริเวณกว้างย่อมก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้า - ออกพื้นที่ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมากประการหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อพัฒนาเมืองและแหล่งเศรษฐกิจ รวมไปถึงการสัญจรบนท้องถนนที่มากขึ้นก่อให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด การจัดการระบบสัญญาณไฟจราจรเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาก็ได้รับความนิยมนานที่จะช่วยลดความล่าช้าเฉลี่ยของรถยนต์และความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุให้น้อยลง ในงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาระบบการประสานงานสัญญาณไฟจราจรเพื่อปรับปรุงสภาพการจราจรและลดจำนวนจุดติดบนถนนสายหลัก บริเวณพื้นที่ที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจ (ห้างสรรพสินค้า) บนถนนพระราชดำริ ช่วงระหว่างแยกถนนพระราชดำริ - ถนนเพชรอุทัย - ทางด่วนศรีรัช ไปจนถึงแยกโรงพยาบาลปิยะเวท โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรในระดับมหภาค Synchro ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการจำลองการประสานสัญญาณไฟ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปัจจุบันมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้เทคนิคและตัวแปรต่าง ๆ ในการประเมิน ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการประสานสัญญาณไฟนั้นเป็นแนวทางในการลดความล่าช้าและเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่เศรษฐกิจ ช่วยปรับปรุงสภาพการจราจรและลดจุดติดบนทางเดินรถสายหลัก

คำสำคัญ: สัญญาณไฟจราจร, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับมหภาค, การประสานสัญญาณไฟจราจรร่วม, Synchro

ABSTRACT

Developing a city or a wide area in the economic will result in an increase in the number of vehicles - especially the enter in and exit out at the city. This is one of the most important problems that will affect road traffic, causing traffic congestion. The main approach is to increase promote the usage of the mass transit system. However, reducing traffic congestion on major roadway coordinate is also very important as well. Improving the intersection operation to accommodate increased usage and increasing the coordination system of the system is an accepted solution. In this research work, a traffic signal coordination study is conducted to improve a traffic flow condition and to reduce the number of stops on the main roadway. A case study of The Royal Initiate Project Road of His Majesty King Rama IX (Pra Ratchadumri

Ladawan Suanchan^{1*} and Jumrus Pitaksringkarn²

¹Student, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

²Assistant Professor, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Road) between Pra Ratchadumri Road – Phet Uthai Road – Si Rat Expressway Intersection and Piyavate Hospital Intersection. Synchro – a traffic signal coordination simulation software is used to experiment and test for this technique. A result of this study shows that applying the traffic signal coordination technique does help improve traffic flow conditions and reduce vehicle stops on this main corridor.

KEYWORDS: Traffic Signal, Traffic Macro Simulation Model, Traffic Signal Coordination, Synchro

1. บทนำ

ปัจจุบันหลายประเทศให้ความสำคัญกับการพัฒนาด้านเศรษฐกิจซึ่งเป็นแนวทางสำคัญที่จะก่อให้เกิดความมั่นคงของประเทศ การพัฒนาเมืองหรือพื้นที่เศรษฐกิจของประเทศไทยได้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วนับตั้งแต่มีการประกาศใช้ แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ เมื่อ พ.ศ. 2504 ส่งผลให้กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางความเจริญทุกด้านของประเทศ ทั้ง ด้านการค้า การลงทุน การจ้างงาน การศึกษา การท่องเที่ยว ตลอดจนการเมืองการปกครอง และยังเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญที่สุด ของประเทศไทยด้วย การที่มีกิจกรรมทุกรูปแบบกระจุกตัวอยู่อย่างหนาแน่น ส่งผลให้ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครกำลังประสบกับ ปัญหาการจราจรติดขัดและมีแนวโน้มว่าปัญหามักรุนแรงมากยิ่งขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากความต้องการในการเดินทางของ ประชาชนที่เพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้า - ออกพื้นที่ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมากประการหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อ การพัฒนาเมืองและแหล่งเศรษฐกิจอีกทั้งยังกระทบไปจนถึงการสัญจรบนท้องถนนที่มากขึ้นทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด และ เนื่องจากปัญหาการจราจรเป็นปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งเกิดจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น ความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี หรือ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ ดังนั้นแนวทางการแก้ไขจึงจำเป็นต้องอาศัยหลาย ๆ แนวทางมาใช้ร่วมกัน ได้แก่ การเพิ่มช่องทางจราจร การ ติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจร การส่งเสริมระบบขนส่งมวลชนและบริการที่ครอบคลุมทั่วถึง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สมัยใหม่เพื่อพัฒนาระบบขนส่ง เป็นต้น แต่แนวทางแก้ไขซึ่งได้รับความนิยมมาก คือ การจัดการและการติดตั้งระบบสัญญาณไฟ จราจร ซึ่งเป็นตัวช่วยในการลดความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งหมดและความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุให้น้อยลง เนื่องจากไป ลดจุดที่ก่อให้เกิดการขัดแย้งในกระแสจราจร สัญญาณไฟจราจรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมการสัญจรของรถและคนข้าม ถนนเพื่อจัดการจราจรในแต่ละทิศทางให้เหมาะสม ดังนั้นการออกแบบและการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในทางแยกต่าง ๆ จะต้องมี การศึกษาและการออกแบบให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์จึงจะก่อให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการจราจร

ปริมาณจราจรที่หนาแน่นในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด การควบคุมที่ ผิดพลาดเพียงเล็กน้อยมักส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง ในกรณีที่ปริมาณความต้องการการเดินทางใกล้เคียงหรือมากเกินความสามารถ ของสัญญาณไฟ วิธีการควบคุมจะเปลี่ยนจากการมุ่งเน้นการลดความล่าช้าและความต่อเนื่องของสัญญาณไฟไปเป็นการบริหาร จัดการความยาวแถวคอยและลดผลกระทบสู่ทางแยกข้างเคียง

งานวิจัยนี้จึงได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเป็นการศึกษาระบบการประสานสัญญาณไฟจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจ (ห้างสรรพสินค้า) โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรในระดับมหภาค Synchro ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ในการประสาน สัญญาณไฟจราจรได้ดีที่สุด โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บสำรวจในปัจจุบันมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยมีแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่เศรษฐกิจและเกิดผลกระทบกับปริมาณจราจรบนถนนสายหลักน้อยที่สุด

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ทางแยกโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะตามการควบคุมจราจร คือ ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟจราจรและทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร ซึ่งทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจรนี้อาจถูกพิจารณาปรับให้เป็นแยกแบบควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรได้ โดยสามารถอ้างอิงแนวทางของ Manual on Uniform Traffic Control Devices for Street and Highway [1] (MUTCD) ของ FHWA เรียกว่า Signal Warrant เป็นการพิจารณาความเหมาะสมว่าควรติดตั้งสัญญาณไฟบนทางแยกนั้นหรือไม่ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งได้แบ่งตัวแปรการพิจารณาไว้ ดังนี้

- Warrant 1 ปริมาณจราจรรอบ 8 ชั่วโมง แสดงถึงความต้องการสัญญาณไฟสำหรับสภาพจราจรสำหรับ 8 ชั่วโมงต่อวัน
- Warrant 2 ปริมาณจราจรรอบ 4 ชั่วโมง สำหรับทางแยกที่ปริมาณจราจรต้องการสัญญาณไฟน้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- Warrant 3 ปริมาณจราจรช่วงชั่วโมงสูงสุด
- Warrant 4 ปริมาณจราจรผู้สัญจรทางเท้าผ่านทางแยก
- Warrant 5 ปริมาณผู้สัญจรผ่านเพื่อไปยังสถานศึกษา (กรณีมีสถานศึกษาอยู่ในบริเวณทางแยก)
- Warrant 6 การประสานสัญญาณไฟกับทางแยกใกล้เคียง **
- Warrant 7 สถิติการเกิดอุบัติเหตุ
- Warrant 8 โครงข่ายถนน

2.2 การควบคุมจราจรที่ทางแยก

การควบคุมการจราจรที่ทางแยกที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย ป้ายจราจร (Traffic Signs) เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง (Pavement Markings) การใช้กฎพื้นฐานของการขับขี่ (ไม่มีการควบคุม) เช่น ถ้ามีรถอื่นอยู่ก่อนแล้วให้รถที่อยู่ก่อนได้ไปก่อน แต่ถ้ามารถึงพร้อมกันและไม่มีการอยู่ในทางแยกให้รถที่อยู่ด้านซ้ายไปก่อน (พบ. จราจรทางบก 2522) การกำหนดสิทธิผ่าน (Right of way) เช่น ป้ายให้ทาง ป้ายหยุด เป็นต้น ตลอดจนการใช้สัญญาณไฟจราจร

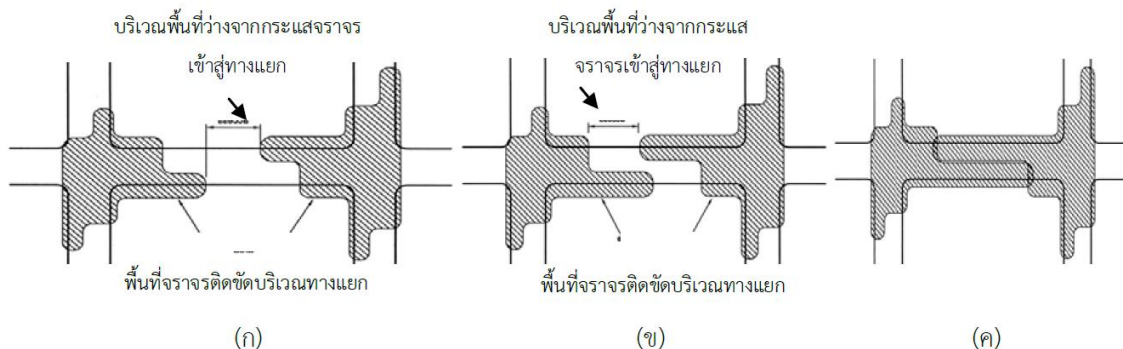
วัตถุประสงค์หลักในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกคือเพื่อจัดการกระแสจราจรที่ติดขัดกันบริเวณทางแยกให้สามารถเดินทางผ่านไปได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพไม่เกิดความล่าช้าในการเดินทางโดยแยกกระแสจราจรให้ใช้พื้นที่ร่วมกันบริเวณทางแยกคนละช่วงเวลา จากประวัติพบว่าสัญญาณไฟจราจรตัวแรกถูกติดตั้งที่หน้ารัฐสภาของประเทศอังกฤษในปี 1868 หลังจากนั้นเป็นต้นมาเทคโนโลยีได้ถูกนำมาพัฒนาระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอย่างต่อเนื่อง การควบคุมสัญญาณไฟสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของวิธีการกำหนดสัญญาณไฟในแต่ละจังหวะ [2] ได้แก่ (1) การควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time) : จังหวะสัญญาณไฟจะถูกเลือกจากรูปแบบของจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เก็บมาก่อนในอดีต ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจร การควบคุมแบบคงที่จะไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาพการจราจร (2) การควบคุมแบบตอบสนอง (Actuated Control) : การควบคุมแบบนี้ใช้การเชื่อมโยงระหว่างเครื่องตรวจจับปริมาณการจราจร (Detectors) และจังหวะสัญญาณไฟจราจร โดยปกติแล้วเฟสของจังหวะไฟจะเริ่มต้นจากค่าไฟเขียวต่ำสุด (Minimum Green) และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อมีรถยนต์เคลื่อนมาที่เครื่องตรวจจับปริมาณการจราจร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเฟสจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรว่ามีมากหรือน้อย และ (3) การควบคุมแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ (Adaptive Control) การควบคุมแบบนี้จะคล้ายกับการควบคุมแบบตอบสนอง ตรงที่จังหวะสัญญาณไฟจราจรจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพการจราจรที่วัดจากเครื่องตรวจจับ ปริมาณ

การจราจร แต่สิ่งที่แตกต่างคือ การควบคุมแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติจะมีการคาดการณ์ในอนาคตว่าปริมาณการจราจรเป็นอย่างไรต่อไป จากนั้นก็คำนวณหาจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่มีความเหมาะสมที่สุด

2.3 การประสานสัญญาณไฟจราจร

ในโครงข่ายจราจรที่มีทางแยกสัญญาณไฟจราจรอยู่อย่างหนาแน่น การประสานทางแยก (Coordination) [3] เข้าเป็นระบบจะเป็นส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงข่าย ถ้าทางแยกเหล่านั้นมีการประสานสัญญาณไฟจราจรของแต่ละทางแยกอย่างเหมาะสมแล้วก็จะทำให้ความล่าช้าในการเดินทางลดลงและทำให้การจราจรมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบสัญญาณไฟจราจรแบบประสาน คือการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบนทางแยกในบริเวณเดียวกันตั้งแต่ 2 ทางแยกขึ้นไปให้ทำงานสอดคล้องกัน โดยเป็นระบบสัญญาณไฟจราจรแบบตั้งเวลาไว้ก่อนหรือแบบตั้งเวลาไว้แน่นอน ซึ่งทุกสัญญาณไฟจราจรบนทางแยกในระบบจะต้องใช้รอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle Time) เท่ากัน แต่ถ้าปริมาณจราจรไม่สูงมากก็อาจจะปรับเปลี่ยนรอบเวลาตามความเหมาะสมได้ อย่างไรก็ตามในเบื้องต้นระบบสัญญาณไฟจราจรแบบประสานจะมีช่วงเวลาไฟเขียวบวกกับเหลืองอย่างน้อยเท่ากับร้อยละ 50 ของรอบสัญญาณไฟจราจร โดยประเภทของระบบสัญญาณไฟจราจรแบบประสาน โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะของระบบ [4] ได้แก่ (1) การกำหนดแบบหนึ่งระบบ : ในระบบนี้จะควบคุมการจราจรแต่ละทางแยกเพียงหนึ่งระบบและยอมให้มีเพียงหนึ่งรอบสัญญาณไฟ (Cycle Time) (2) การกำหนดแบบสามระบบ : ในระบบนี้จะควบคุมการจราจรแต่ละทางแยกเป็น 3 ระบบเวลา โดยจัดคู่ระหว่างรอบเวลาสัญญาณไฟกับการจัดจังหวะได้ถึง 3 คู่แยกเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะเหมาะสมสำหรับสภาพการจราจรในแต่ละช่วงเวลา เช่น ในช่วงเวลาเร่งด่วน และนอกเวลาเร่งด่วน เป็นต้น

การพิจารณาระยะห่างระหว่างทางแยกที่เหมาะสมสำหรับการประสานสัญญาณไฟจราจร จะเป็นไปตามการพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร warrant 6 การประสานสัญญาณไฟกับทางแยกใกล้เคียง [1] โดยสัญญาณไฟตาม warrant นี้ไม่ควรติดตั้งหากเมื่อติดตั้งแล้วทำให้ระยะห่างระหว่างสัญญาณไฟจราจรเดิมน้อยกว่า 300 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นประกอบด้วย เช่น ความเร็ว และสภาพโดยรอบบริเวณใกล้เคียงทางแยกนั้น ๆ อย่างไรก็ตามหากพื้นที่ ที่มีทางแยกอยู่ใกล้กันก็จำเป็นต้องปรับรอบสัญญาณไฟให้สั้นลงกว่าพื้นที่ที่ทางแยกอยู่ห่างกันเพื่อให้เหมาะสมตามลักษณะของพื้นที่



ที่มา : สำนักงานงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

- รูปที่ 1 (ก) กรณีระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่มากพอ ไม่เกิดผลกระทบกับแยกอื่น ๆ
(ข) กรณีระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่ปานกลาง เสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบกับแยกอื่น ๆ
(ค) กรณีระยะห่างระหว่างแยกมีพื้นที่น้อย เกิดผลกระทบกับแยกอื่น ๆ

2.3 ดัชนีชี้วัดสภาพจราจร

ดัชนีที่ใช้บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการจราจรนั้นมีหลายชนิด เช่น ความล่าช้า ระดับการให้บริการ และความยาวแถวคอย เป็นต้น โดยดัชนีแต่ละตัวจะแสดงถึงสภาพการจราจรในภาพรวม และส่วนใหญ่จะแสดงสภาพการจราจรในช่วงเวลาที่รถไม่ติดขัด ได้อย่างดี แต่ในสภาพการจราจรติดขัดนั้น ดัชนีบางตัวอาจจะไม่แสดงผลในเชิงเปรียบเทียบได้ชัดเจน ในงานวิจัยนี้จะใช้ดัชนีชี้วัดในการเปรียบเทียบสภาพการจราจรในงานวิจัย คือ (1) ความล่าช้า (Delay) [1] : เป็นตัวชี้วัดที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับทางแยก คือ เวลาที่สูญเสียไปในขณะเดินทาง อันเป็นผลมาจากปัญหาสภาพการจราจรติดขัดและระบบที่ใช้ควบคุมการจราจร หรือสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งในบางครั้งผู้ขับขี่ไม่สามารถจัดการได้ โดยความล่าช้าจะแสดงผลออกมาในรูปแบบของตัวเลขในหน่วยวินาทีต่อคัน (2) ความเร็วในการเดินทาง (Speed) [1] : เป็นอัตราการเคลื่อนที่ในหน่วยระยะทางต่อเวลา หรือคือส่วนกลับของเวลาที่ขบวนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนด คูณด้วยระยะทางหรือเป็นระยะทางที่ขบวนเดินทางไปได้ในระหว่างช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะแสดงผลเป็นตัวเลขในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ เมตรต่อวินาทีและ (3) ระดับการให้บริการ (Level of Service) : เป็นการวัดเชิงคุณภาพที่บอถึงสภาพการจราจร และประเมินระดับความติดขัดหรือคล่องตัวบนถนนซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความเร็วและเวลาในการเดินทาง อิสระในการขับขี่ การเลือกใช้ความเร็วและความปลอดภัย สำหรับรูปแบบการประเมินระดับการให้บริการ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของถนน นั่นคือ ตัวแปรที่ใช้อธิบายคุณภาพของถนนที่เป็นตัวบอถึงประสิทธิภาพ เกณฑ์ที่ใช้กำหนดระดับการให้บริการอ้างอิงตาม Highway Capacity Manual (2000) [5] โดยแสดงเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ 6 ตัว ได้แก่ A, B, C, D, E และ F ค่าแต่ละค่าจะแสดงถึงลักษณะและสภาพการจราจรที่แตกต่างกัน โดยระดับการให้บริการ A หรือ LOS A แสดงสภาพการจราจรที่ดีที่สุด และในทางตรงกันข้าม ระดับการให้บริการ F หรือ LOS F จะแสดงสภาพการจราจรที่แย่ที่สุด

2.4 การจำลองสภาพการจราจรและโปรแกรมการวิเคราะห์

ในทางวิศวกรรมขนส่งการจำลองส่วนใหญ่จะหมายถึงการจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulation) [3] คือการสร้างแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของลักษณะสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนท้องถนนทางแยกหรือโครงข่ายถนนหนึ่ง ๆ ได้เพื่อนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้มาใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบผลที่ได้กับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงเป็นการนำเสนอสภาพการจราจร โดยการแสดงในรูปของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยการสังเกตและเก็บข้อมูลทางสถิติผ่านทางแบบจำลองสภาพการจราจร (Traffic Modeling) ซึ่งแบบจำลองสภาพการจราจร (Traffic Modeling) คือ รูปแบบการนำเสนอหรือชิ้นงานที่ได้จากการจำลองสภาพการจราจรเป็นเครื่องมือสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์การเดินทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นการแสดงพฤติกรรมของขบวนและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนนอีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Synchro [6] ซึ่งเป็นชุดของโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยบริษัท Traffic ware เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบสัญญาณไฟจราจร และการจำลองสภาพการจราจรที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window โดยได้รับความนิยมนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะหน่วยงานและบริษัทที่ปรึกษาทางด้านวิศวกรรมจราจรและวิศวกรรมขนส่งในประเทศสหรัฐอเมริกา Kaseko (2002) [7] โดยโปรแกรม Synchro เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรของโครงข่ายถนนทั้งบริเวณทางแยกและทางแยกเดี่ยวให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยอาศัยหลักการในการลดความล่าช้าของการเดินทางและจำนวนครั้งของการหยุดบริเวณทางแยกเพื่อให้เหลือเป็นจำนวนที่น้อยที่สุด โดยความสามารถหลักของโปรแกรม คือ เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ความจุของบริเวณทางแยกที่ถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจร สามารถออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรให้ทำงานประสานกันแบบต่อเนื่องหลายทางแยก ทั้งแบบที่มีเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรแบบเดี่ยว

หรือแบบที่มีเครื่องควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรหลายเครื่อง และสามารถออกแบบระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบแปรเปลี่ยนตามปริมาณจราจรบริเวณทางแยกได้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรม Synchro ที่ได้จะประกอบด้วยค่า Total Delay, Stop Delay, Total Stop, Stop / Vehicle, LOS, Maximum Queue Length, Queue Penalty, Dilemma Vehicles, Fuel Consumption, ระยะทาง, ระยะเวลาในการเดินทาง และระดับมลภาวะที่เกิดขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม Synchro ยังมักจะถูกใช้งานสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าโปรแกรม Sim Traffic, โปรแกรม CORSIM, โปรแกรม HCS, โปรแกรม TEANSYT – 7F, โปรแกรม Passer และ โปรแกรม Vissim อีกด้วย

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก ๆ ได้แก่ ขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูล และขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยได้เริ่มจากการกำหนดพื้นที่ศึกษา สำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามตลอดจนรวบรวมข้อมูลด้านการจราจรที่จำเป็น จากนั้นจึงนำข้อมูลมาสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ เปรียบเทียบและทบทวนแบบจำลองเพื่อให้ผลที่ได้คล้ายคลึงกับสภาพการจราจรจริงมากที่สุด แล้วจึงทำการวิเคราะห์และสรุปผล

3.2 พื้นที่ศึกษาและสภาพในปัจจุบัน

“ถนนพระราชดำริ” เป็นถนนที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ทรงเห็นถึงความสำคัญของปัญหาจราจรที่นับวันมีแต่เพิ่มมากขึ้น จึงได้พระราชทานโครงการพระราชดำริเกี่ยวกับการคมนาคมให้แก่เจ้าหน้าที่และหน่วยงานรับผิดชอบดูแล ถนนพระราชดำริเป็นโครงการก่อสร้างถนนคู่ขนานถนนพระราม 9 จากแยกเข้าวัดอุทัยธารามก่อนถึงทางด่วนชั้นที่ 2 ในปี พ.ศ.2536 [8] ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาบริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร โดยมีลักษณะเป็นโครงข่ายที่เชื่อมต่อกันตั้งแต่แยกเพชรอุทัย – ทางด่วนชั้นที่ 2 (แยกมารยาทดี) ผ่านไปยังแยกอาร์ ซี เอ (RCA) และไปสิ้นสุดที่บริเวณแยกสัญญาณไฟด้านหน้าโรงพยาบาลปิยะเวท โดยมีระยะห่างระหว่างทางแยกอยู่ที่ 500 – 600 เมตร ซึ่งบริเวณที่ทำการศึกษาในปัจจุบันมีปริมาณจราจรที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากบริเวณพื้นที่สองข้างทางประกอบด้วยอาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ที่มีการเข้า-ออกสูง รวมถึงยังเป็นจุดเชื่อมต่อไปยังทางพิเศษศรีรัชด้วย โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีการสัญจรของรถอย่างหนาแน่นจนทำให้เกิดแถวคอยขึ้น ซึ่งจากการสำรวจพบว่าแถวคอยของแต่ละทางแยกนั้นมีแถวคอยที่ยาวแต่ไม่สัมพันธ์กันเนื่องจากลักษณะรอบสัญญาณไฟที่ใช้อยู่นั้นไม่สอดคล้องกัน ยกตัวอย่างเช่น ในแยกอาร์ ซี เอ มีแถวคอยในทิศมุ่งตะวันตกยาว 390 เมตร ซึ่งเกินครึ่งของระยะห่างระหว่างทางแยก ทำให้รถที่มาจากแยกโรงพยาบาลปิยะเวทจะมาสะสมที่แยกอาร์ ซี เอ ทำให้เกิดความล่าช้าในการรอสัญญาณไฟเขียวเพิ่มมากขึ้น

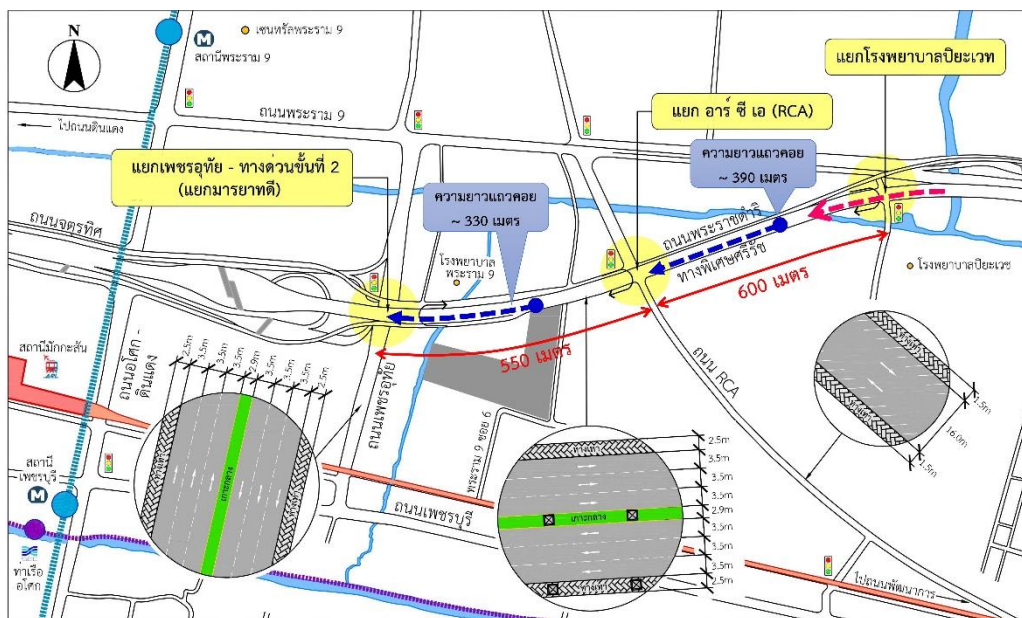
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก ๆ 2 แหล่งด้วยกัน คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามโดยผู้วิจัยเอง และข้อมูลจากสำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร [A] ดังแสดงในตารางที่ 1

3.4 การวิเคราะห์แบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกจำลองสถานการณ์แบ่งเป็นช่วงเวลา ได้แก่ 1. ช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Hour Count) ในวันทำงาน (Weekday) ทั้งในช่วงเร่งด่วนเช้า (7.00 น. – 8.00 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (17.00 น. – 18.00 น.) 2. ช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Hour

Count) ในวันหยุด (Weekend) ทั้งในช่วงเร่งด่วนเช้า (9.00 น. – 10.00 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (17.00 น. – 18.00 น.) และ 3. ช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (Off Peak Hour Count) ซึ่งจะวิเคราะห์เฉพาะในวันทำงานเท่านั้น (12.00 น. – 13.00 น.) โดยการประสานสัญญาณไฟจราจรนั้นจะพิจารณาทางแยกที่ใกล้เคียงเป็นหลัก รูปแบบการจำลองสภาพการจราจรในสถานการณ์ต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2



รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้	แยกเพชรอุทัย – ทางด่วนชั้นที่ 2	แยกอาร์ ซี เอ (RCA)	แยกโรงพยาบาล ปิยะเวท	ทางเข้า – ออก ห้างสรรพสินค้า
ปริมาณจราจร	[A] + สํารวจ	[A] + สํารวจ	[A] + สํารวจ	สํารวจ
รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร ช่วงเร่งด่วน	สํารวจ	สํารวจ	สํารวจ	สํารวจ
รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร นอกช่วงเร่งด่วน	สํารวจ	สํารวจ	สํารวจ	สํารวจ
ความกว้างช่องจราจร	[A]	[A]	[A]	สํารวจ
จำนวนช่องจราจรและการจัดช่องจราจร	[A] + สํารวจ	[A] + สํารวจ	[A] + สํารวจ	สํารวจ

ตารางที่ 2 รูปแบบการจำลองสภาพการจราจรในสถานการณ์ที่จะทำการวิเคราะห์

กรณีที่ทำการศึกษา	แยกเพชรอุทัย – ทาง ด่วนชั้นที่ 2	แยกอาร์ ซี เอ (RCA)	แยกโรงพยาบาล ปิยะเวท
กรณีที่ 1 : การใช้งานในปัจจุบัน	ควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time)	ควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time)	ควบคุมโดยเจ้าหน้าที่
กรณีที่ 2 : ควบคุมแบบคงที่ทั้งหมด	ควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time)	ควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time)	ควบคุมแบบคงที่ (Fixed-time)
กรณีที่ 3 : ควบคุมแบบตอบสนองทั้งหมด (ไม่มีการประสานสัญญาณไฟ)	ควบคุมแบบตอบสนอง (Actuated Control)	ควบคุมแบบตอบสนอง (Actuated Control)	ควบคุมแบบตอบสนอง (Actuated Control)
กรณีที่ 4 : ประสานสัญญาณไฟจราจร	ประสานสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Coordination)		

3.5 การสร้างแบบจำลองและการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการสร้างและพัฒนาแบบจำลองระดับมหภาคด้วยโปรแกรม Synchro โดยการนำตัวแปรด้านจราจร ได้แก่ ความล่าช้าที่เกิดจากการเดินทาง และความเร็วในการเดินทาง มาใช้ในการเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ในกรณีต่าง ๆ ซึ่งในการสร้างแบบจำลองนั้นจะมีเทคนิคเฉพาะในการสร้างแบบจำลองที่แตกต่างกันออกไป [9] โดยในส่วนนี้จะนำเสนอเฉพาะเทคนิคที่ใช้ในการจำลองสภาพจราจรในกรณีศึกษานี้เท่านั้น ดังนี้

1) สมมติฐานของปริมาณจราจร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลปริมาณจราจรในอดีตด้วย เพื่อให้ปริมาณจราจรที่จะใช้ในแบบจำลองนั้นคล้ายคลึงกับสภาพปัจจุบันมากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งกล้องวีดีโอ บริเวณทางแยกที่ศึกษาและนำปริมาณจราจรที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณจราจรในอดีต เพื่อให้ได้อัตราส่วนและแนวโน้มของปริมาณจราจรที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับกระแสจราจรในทิศทางต่าง ๆ

2) สัดส่วนรถบรรทุก (Truck Percentage) สำหรับงานวิจัยนี้ ได้มีการกำหนดให้สัดส่วนของรถบรรทุกมีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการจำแนกประเภทของยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสาร และรถบรรทุก แต่เนื่องจากว่าปริมาณจราจรดังกล่าวมีความแตกต่างกันทั้งขนาดและน้ำหนักจึงส่งผลให้ลักษณะการใช้พื้นที่บนถนนก็แตกต่างกันด้วย อีกทั้งในโปรแกรม Synchro นั้นไม่สามารถนำเข้าปริมาณจราจรในรูปแบบแยกประเภทได้ ดังนั้นเพื่อให้ยานพาหนะมีค่ามาตรฐานและสามารถเปรียบเทียบได้บนพื้นฐานเดียวกัน ผู้วิจัยจึงได้มีการใช้ค่าเทียบเท่ารถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit : PCU) โดยใช้ค่าปัจจัยเทียบเท่ารถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน (Passenger Car Equivalence Factor, PCE Factor) เป็นตัวแปลงค่า โดยค่า PCE Factor [10] ของยานพาหนะแต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งการแปลงปริมาณดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ความล่าช้าและความยาวแถวคอยเนื่องจากการแปลงค่าเทียบเท่านี้ เป็นการแสดงผลของการใช้พื้นที่บนถนนให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ตัวอย่างเช่น การใช้พื้นที่ของรถบรรทุกขนาดขนาดใหญ่ 1 คัน จะเท่ากับ ค่าเทียบเท่าการใช้พื้นที่ของรถยนต์ 2.5 คัน เป็นต้น

ประเภทยานพาหนะ	ค่า factor (ที่แปลงเป็น Passenger Car Unit : PCU)
รถจักรยานยนต์	0.33
รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1
รถโดยสารขนาดเล็ก / ขนาดกลาง / ขนาดใหญ่	1.5 / 1.5 / 2.1
รถบรรทุกขนาดกลาง / รถบรรทุกขนาดใหญ่	1.5 / 2.5

3) การสลับทิศทางการเคลื่อนที่ของรถใน โปรแกรม Synchro เนื่องจาก โปรแกรม Synchro นั้นถูกออกแบบมาสำหรับการวิเคราะห์การจราจรในประเทศที่รถวิ่งคนละทางกันกับประเทศไทย คือจะวิ่งชิดขวา ดังนั้นเมื่อนำโปรแกรม Synchro มาใช้ในการวิเคราะห์การจราจรของประเทศไทยจึงต้องมีการสลับทิศทางเพื่อความถูกต้องของทิศทาง

4) การเพิ่มขอย่อยและจุดเชื่อมต่ออื่น ๆ ในระบบ ซึ่งจากพื้นที่ศึกษาพบว่าในบางช่วงเวลาจะมีปริมาณจราจรที่แตกต่างกันมากเกินไป ซึ่งเกิดจากการที่ถนนที่ทำการศึกษามีขอย่อย ๆ และจุดเชื่อมต่อที่จะทำให้ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากการเข้า-ออกขอย่อยและจุดเชื่อมต่อนั้น ๆ ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองจึงต้องมีการเพิ่มขอย่อยและจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น ทางเชื่อมทางด่วนและพื้นที่อาคารขนาดใหญ่ เป็นต้น

5) การปรับถนนให้เลี้ยวซ้ายก่อนถึงทางแยก เนื่องจากถนนในสภาพจริงนั้นมักจะให้มีการเลี้ยวซ้ายก่อนจะถึงทางแยก (เลี้ยวซ้ายผ่านตลอด) ซึ่งจากงานวิจัยนี้ทางแยกที่มีลักษณะในรูปแบบดังกล่าวคือ แยกเพชรอุทัย – ทางด่วนขั้นที่ 2 ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกแบบเส้นทางในโปรแกรมให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Synchro จะต้องใช้การเพิ่มช่องทางเสริม (Storage Lane) สำหรับรถเลี้ยวซ้ายให้มีความยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างแยกจนถึงจุดที่อนุญาตให้เลี้ยวได้



รูปที่ 3 แบบจำลองสภาพจรรยาบรรณระดับมหภาค โปรแกรม Synchro

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลการประสานสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร ซึ่งในกระบวนการนี้จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบและทวนแบบจำลองให้มีสภาพคล้ายกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาในกรณีต่าง ๆ ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ และเปรียบเทียบเพื่อสรุปผลการศึกษา ซึ่งในส่วนนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์โดยพิจารณาแยกเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบในรูปแบบของตารางตามค่าดัชนีชี้วัด ได้แก่ ค่าความล่าช้า (วินาที/คัน) และความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง) เป็นรายแยกแสดงดังตารางที่ 4 ถึง ตารางที่ 8

ตารางที่ 4 ค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละแยกเมื่อใช้การจำลองในกรณีต่าง ๆ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า วันธรรมดา

กรณี	ความล่าช้า (Delay) วินาที/คัน				ความเร็วในการเดินทาง (Speed) กม./ชม.			
	แยกเพชร อุทัย – ทาง ด่วนขึ้นที่ 2	แยก RCA	แยก รพ. ปิยะเวท	ความล่าช้า เฉลี่ยลดลง (%)	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันออก	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันตก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันออก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันตก
1	134.9	947.1	-	-	20	29	-	-
2	134.9	947.1	180.4	22%	24	30	9%	2%
3	123.1	887.4	162.2	28%	26	31	13%	3%
4	95.3	709.6	138.8	42%	29	33	18%	6%

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า วันธรรมดา เป็นการจราจรที่ผู้คนเริ่มออกไปทำงานหรือออกไปยังสถานศึกษา และเนื่องจากบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นถนนที่เชื่อมต่อไปยังทางพิเศษศรีรัชได้ จึงพบว่าปริมาณจราจรที่มุ่งไปทางทิศตะวันตกค่อนข้างหนาแน่น ค่าความล่าช้าโดยรวมมีค่ามากโดยเฉพาะแยกอาร์ ซี เอ เนื่องจากถนนอาร์ ซี เอ เป็นทางลัดที่เชื่อมจากถนนกำแพงเพชรทำให้รถที่เลี้ยวซ้ายเพื่อมุ่งสู่ถนนพระราชดำริค่อนข้างมาก และในกรณีของการประสานสัญญาณไฟจราจรสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยโดยรวมลดลงได้ 42 %

ตารางที่ 5 ค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละแยกเมื่อใช้การจำลองในกรณีต่าง ๆ ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น วันธรรมดา

กรณี	ความล่าช้า (Delay) วินาที/คัน				ความเร็วในการเดินทาง (Speed) กม./ชม.			
	แยกเพชร อุทัย – ทาง ด่วนขึ้นที่ 2	แยก RCA	แยก รพ. ปิยะเวท	ความล่าช้า เฉลี่ยลดลง (%)	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันออก	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันตก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันออก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันตก
1	148.4	772.6	-	-	29	28	-	-
2	148.4	772.6	149.6	23%	32	29	5%	2%
3	136.9	723.8	147.7	27%	34	33	8%	8%
4	116.7	602.0	150.9	37%	37	34	12%	10%

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น วันธรรมดา มีปริมาณจราจรที่น้อยลงจากช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า อาจเนื่องด้วยมีการกระจายการเดินทางออกตามช่วงเวลาต่าง ๆ อย่างไรก็ตามปริมาณจราจรที่มุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตกยังคงมากกว่า และในกรณีของการประสานสัญญาณไฟจราจรสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยโดยรวมลดลงได้ 37 %

ตารางที่ 6 ค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละแยกเมื่อใช้การจำลองในกรณีต่าง ๆ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า วันหยุด

กรณี	ความล่าช้า (Delay) วินาที/คัน				ความเร็วในการเดินทาง (Speed) กม./ชม.			
	แยกเพชร อุทัย-ทาง ด่วนชั้นที่ 2	แยก RCA	แยก รพ. ปิยะเวท	ความล่าช้า เฉลี่ยลดลง (%)	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันออก	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันตก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันออก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันตก
1	116.1	443.4	-	-	34	37	-	-
2	116.1	443.4	51.1	27%	37	40	4%	4%
3	102.1	419.5	38.8	33%	39	41	7%	5%
4	73.1	329.6	35.9	48%	46	42	15%	6%

ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า วันหยุด การจราจรเบาบางลงอย่างเห็นได้ชัดจะสังเกตได้จากความล่าช้าที่ลดลงจากในวันธรรมดาก่อนข้างมาก โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรพบว่าในกรณีของการประสานสัญญาณไฟจราจรสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยโดยรวมลดลงได้ 48 %

ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น วันหยุด ปริมาณจราจรโดยรวมลดลงจากช่วงเวลาอื่น ๆ แต่อาจจะมีปริมาณจราจรที่ยังคงสูงอยู่บ้างในบางทิศทาง โดยกรณีที่ดีที่สุดของการจำลองสภาพการจราจรที่ทำให้ค่าความล่าช้าลดลงสูงสุดที่สุด 56 % คือกรณีของการประสานสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 7 ค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละแยกเมื่อใช้การจำลองในกรณีต่าง ๆ ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น วันหยุด

กรณี	ความล่าช้า (Delay) วินาที/คัน				ความเร็วในการเดินทาง (Speed) กม./ชม.			
	แยกเพชร อุทัย-ทาง ด่วนชั้นที่ 2	แยก RCA	แยก รพ. ปิยะเวท	ความล่าช้า เฉลี่ยลดลง (%)	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันออก	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันตก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันออก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันตก
1	113.7	568.8	-	-	39	43	-	-
2	113.7	568.8	57.1	28%	41	45	3%	2%
3	100.3	521.8	46.5	35%	47	45	9%	2%
4	56.9	355.9	37.2	56%	49	46	11%	3%

ตารางที่ 8 ค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละแยกเมื่อใช้การจำลองในกรณีต่าง ๆ ช่วงนอกเวลาเร่งด่วน วันธรรมดา

กรณี	ความล่าช้า (Delay) วินาที/คัน				ความเร็วในการเดินทาง (Speed) กม./ชม.			
	แยกเพชร อุทัย – ทาง ด่วนขึ้นที่ 2	แยก RCA	แยก รพ. ปิยะเวท	ความล่าช้า เฉลี่ยลดลง (%)	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันออก	ถนน พระราชดำริ ทิศมุ่ง ตะวันตก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันออก	ความเร็ว เพิ่มขึ้น (%) ทิศมุ่ง ตะวันตก
1	109.3	531.1	-	-	40	46	-	-
2	109.3	531.1	44.6	29%	43	46	4%	0%
3	95.0	504.3	31.9	34%	47	47	8%	1%
4	52.8	326.8	26.9	58%	54	48	15%	2%

นอกช่วงเวลาเร่งด่วน วันธรรมดา ปริมาณจราจรในช่วงเวลานี้มีความคล่องตัวกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนทั้งเช้าและเย็น ซึ่งค่าความล่าช้าของทุกทางแยกในกรณีต่าง ๆ ลดลงมากที่สุด และแน่นอนในกรณีของการประสานสัญญาณไฟจราจรยังคงสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยโดยรวมลดลงได้ 58 %

จากค่าความล่าช้าและความเร็วของแต่ละทางแยกเมื่อใช้การจำลองสภาพการจราจรทั้ง 4 สถานการณ์ พบว่า กรณีที่ 1 นั้นมีการใช้รอบสัญญาณไฟจราจรที่ต่างกันค่อนข้างมาก ทำให้บริเวณถนนสายหลักเกิดแถวคอยาวทุก ๆ ทางแยก แต่เมื่อลองปรับใช้การควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามรูปแบบกรณีที่ 2 จะมีข้อดีตรงที่การบริหารจัดการง่าย แต่ข้อเสียคือจะทำให้รถที่อยู่ในทิศทางการสัญจรที่เยอะกว่าต้องเสียเวลาในการรอจังหวะสัญญาณไฟจากทิศทางที่มีรถสัญจรอยู่น้อย แต่เมื่อเราเปลี่ยนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรมาเป็นกรณีที่ 3 การเสียเวลาที่เกิดจากการรอจังหวะสัญญาณไฟจากทิศทางที่มีรถสัญจรน้อยจะหายไป แต่ข้อเสียคือ การใช้งานจะเหมาะสมกับช่วงนอกเวลาเร่งด่วนเท่านั้น ในส่วนของกรณีที่ 4 เป็นการประสานระบบสัญญาณไฟของทุกทางแยกให้ทำงานอย่างสัมพันธ์กัน ข้อดีคือช่วยลดค่าความล่าช้าลงอย่างมาก แต่ข้อเสียของรูปแบบการควบคุมนี้จะไม่เหมาะกับช่วงเวลาที่ปริมาณจราจรนั้นมีไม่มากนัก

5. สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาระบบการประสานสัญญาณไฟจราจร กรณีศึกษาถนนโครงการพระราชดำริ โดยแบ่งการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองระดับมหภาคด้วยโปรแกรม Synchro ออกเป็นแต่ละช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นของวันธรรมดาและวันหยุด และนอกช่วงเวลาเร่งด่วนของวันธรรมดา โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีมีรูปแบบการใช้สัญญาณไฟจราจรในปัจจุบัน กรณีมีการตั้งค่าเวลาการปล่อยสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ทุกทางแยก กรณีมีการตั้งค่าการปล่อยสัญญาณไฟจราจรให้ปรับตามปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางทุกทางแยก และกรณีการประสานสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่อยู่ใกล้เคียงกันให้มีการทำงานร่วมกัน สรุปได้ว่า ในช่วงเวลาที่มีปริมาณจราจรหนาแน่น คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นของวันธรรมดา สมควรให้มีการประสานสัญญาณไฟจราจรไปยังแยกที่อยู่ใกล้เคียงเพราะจะทำให้ค่าความล่าช้าในการเดินทางลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทิศทางการจราจรทางหลัก สำหรับการจราจรในช่วงเวลาที่ปริมาณจราจรเบาบางลงนั้น ถึงแม้ว่าจากผลการวิเคราะห์นั้น ในกรณีที่มีการประสานสัญญาณไฟจราจรจะทำให้ความล่าช้าลดลงมากที่สุดก็ตาม แต่ในช่วงเวลาที่ปริมาณจราจรเบาบางนี้สามารถใช้รูปแบบการปล่อยสัญญาณไฟจราจรที่มีการตั้งค่าปรับเปลี่ยนไปตามปริมาณจราจรในแต่ละ

ทิศทางได้ ซึ่งจะช่วยทำให้ปริมาณจราจรมีความคล่องตัวมากขึ้นเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการรอสัญญาณไฟจราจรให้กับทิศทางที่ไม่มีรถสัญจร โดยการใช้สัญญาณไฟจราจรในรูปแบบนี้จะทำให้ค่าความล่าช้าเฉลี่ยโดยรวมลดลงอยู่ที่ร้อยละ 33 – 35

อย่างไรก็ตาม การนำผลการวิเคราะห์จากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้หรือศึกษาต่ออื่น อาจจะมีการศึกษาในขอบเขตที่กว้างออกไปครอบคลุมพื้นที่ทางแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่มากขึ้น และอาจจะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกับเลือกใช้แบบจำลองที่หลากหลายมากขึ้นกว่าการใช้โปรแกรม Synchro อีกทั้งควรจะมีการลองนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปปรับใช้กับสัญญาณไฟจราจรจริงเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผลที่ได้นี้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือไม่ สุดท้ายนี้งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการตั้งเวลาของรอบสัญญาณไฟจราจรได้ในอนาคต และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดรอบสัญญาณไฟสามารถใช้การศึกษานี้เพื่ออ้างอิงในการพัฒนาระบบสัญญาณไฟต่อไปบนเส้นทางอื่น ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร ที่กรุณาให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านทั้งในการสำรวจและเก็บข้อมูล รวมถึงหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of Transport and Traffic Policy and Planning. *Draft report on standards for traffic management*. Bangkok: Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2016.
- [2] Polthep Lertworanavanich. *Design of traffic lights on the highway*. Report No. 283 Office of Research and Development. (in thai) Department of Highways, 2010.
- [3] Roger P. Roess, William R. Mcshane and Elena S. Prassas. *Traffic engineering*, 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1989.
- [4] Louis J Pignataro. *Traffic Engineering Theory and Practice*. New Jersey: Prentice-Hall, 1973. pp. 375.
- [5] Highway Capacity Manual. *Transportation Research Board*. Washington D.C., USA., 2000.
- [6] David Husch and John Albech. “*Trafficware Synchro 5.0 User Guide for Windows*”, Trafficware Corporation. Copyright 1993-2001.
- [7] Kaseko. “Comparative Evaluation of Simulation Software for Traffic Operation.” *Traffic and Traffic Planning*. 2002, pp. 101-206.
- [8] Office of the Royal Development Projects Board (ORDPB). *Royal Development Projects*, 2019. Available from: <http://km.rdpb.go.th/Project/View/6647>
- [9] Wuttichai Amornprasitphol, Harit Prasertsin, Jittichai Ruchanakanoknat and Songrit Chayanan. Application of Traffic Simulation Programs for Improving Traffic Signal Timing on Highway 351. In: *Proceedings of the Eighteenth National Convention on Civil Engineering Volume 2*. Toulouse, 8-10 May 2013, pp.90-97.
- [10] Office of Transport and Traffic Policy and Planning. *Integrated plan for transportation and traffic network system development*, 2019. Available from: <https://transpos.azurewebsites.net/transport2.php>