การวิเคราะห์การจราจรบริเวณสามแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
Traffic Analysis at the Intersection in front of Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

ภัทรดนัย เฉิน[1] แผ่นภพ เปี่ยมพาน[2] ช.ธเนศร์ ชูนาคา[3,*] และ ปนัดดา กสิกิจวิวัฒน์[4]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม
**Corresponding author; E-mail address: chothanet.c@ku.th*

บทคัดย่อ

บริเวณสามแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นจุดที่มีการปริมาณการจราจรหนาแน่นโดยเฉพาะช่วงเวลาเร่งด่วน สาเหตุของการจราจรที่ติดขัดคือปริมาณการจราจรที่ไม่สัมพันธ์กับสัญญาณไฟจราจร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจร หาสาเหตุของการจราจรที่ติดขัด และเพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมแบบจำลอง SUMO จึงได้ทำการศึกษาโดยการนำข้อมูลปริมาณการจราจรและรอบสัญญาณไฟจราจรมาใช้กับโปรแกรม SUMO (Simulation of Urban Mobility) ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรโดยการเปรียบเทียบรอบสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการสำรวจกับรอบสัญญาณไฟที่ได้จากการออกแบบโดยการออกแบบสัญญาณไฟจราจรจะใช้วิธีของ Webster ในการออกแบบ ใช้ค่าดัชนีชี้วัด 3 ตัว ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทาง ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอ และค่าความเร็วเฉลี่ย ผลการศึกษาสรุปได้ว่ารอบสัญญาณไฟจราจรที่ได้ทำการออกแบบดีกว่ารอบสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการสำรวจ พบว่าการออกแบบสัญญาณไฟจราจรช่วยให้ลดเวลาการเดินทางได้ และมีสภาพการจราจรที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทาง, ค่าเฉลี่ยเวาลาที่รอ, ค่าความเร็วเฉลี่ย, Simulation of Urban Mobility

Abstract

The intersection in front of Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, experiences heavy traffic, particularly during rush hours. The primary cause of congestion at this location is the mismatch between traffic volume and traffic signal timing. This study aims to analyze traffic signal cycles, identify the causes of congestion, and explore the application of the SUMO (Simulation of Urban Mobility) program in traffic modeling. Real-world traffic volume data and signal timing cycles were used to create a simulation model in SUMO to analyze traffic conditions. The study compares the existing traffic signal cycles, obtained through field surveys, with redesigned signal cycles based on Webster's method. Three performance indicators were used for comparison: average travel time, average waiting time, and average speed. The results indicate that the redesigned traffic signal cycles outperform the existing ones. It was found that the redesigned signal cycles helped reduce travel time and improve overall traffic flow.

Keywords: Average Travel Time, Average Waiting Time, Average Speed, Simulation of Urban Mobility (SUMO)

1. คำนำ

ทางแยกถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงข่ายถนน และมีบทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการการจราจรและการออกแบบวิศวกรรมการทาง ทางแยกเป็นจุดที่มีการจราจรมากที่สุดเป็นพื้นที่ที่มีการรวมกันของปริมาณการจราจรที่มาจากหลายทิศทาง ซึ่งมุ่งสู่ทางแยกเดียวกันซึ่งปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้นในทางแยกสามารถส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆเช่น การคับคั่งของการจราจร(Traffic Congestion) ความล่าช้าของการจราจร(Delay) และความยาวของแถวคอย (Queue Length)

หนึ่งในปัญหาที่คาดว่าคือการที่มีรอบสัญญาณไฟที่ยาวเกินไปซึ่งอาจทำให้มีปริมาณการจราจรที่หยุดรอตรงบริเวณสัญญาณไฟมากเกินไป ปริมาณการจราจรไม่สามารถไหลผ่านได้อย่างคล่องตัวซึ่งส่งผลให้เกิดเวลาเฉลี่ยที่รอเวลาเดินทางเฉลี่ยมีค่ามากจนเกินไป และความเร็วเฉลี่ยที่ลดลง

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การประเมินประสิทธิภาพและการออกแบบสัญญาณไฟจราจรของการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบสัญญาณไฟจราจร

โดยทั่วไปการออกแบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกจะคำนึงถึงปัจจัยหลัก คือ ปริมาณรถและคนเดินข้ามถนน สำหรับเวลาที่เหมาะสมของแยกสัญญาณไฟจราจรนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับพื้นที่ ที่จะติดตั้งสัญญาณไฟและต้องมีรอบสัญญาณไฟจราจรที่สั้นที่สุด วิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจรมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 หาจังหวะสัญญาณไฟจราจร (Signal Phase)

2.2.2 ปรับค่าให้รถทุกทิศทางเป็นรถยนต์ส่วนบุคคลที่วิ่งทางตรง

2.2.3 หาปริมาณรถสูงสุดของแต่ละจังหวัดสัญญาณไฟ(Critical Lane Volumes)

2.2.4 หาค่าเวลาของไฟเหลืองและไฟแดงพร้อมกัน

$$YT = t_p + \frac{v}{2a + 2Gg}$$

$$AR = \frac{w + l}{v}$$

2.2.5 หาค่าเวลาของรอบสัญญาณไฟจราจร (Cycle Length)

$$C = \frac{(1.5 \times L) + 5}{1 - \sum_{i=1}^{n} Yi}$$

2.2.6 หาสัดส่วนของไฟเขียว (Proportion Green Time)

$$Green\ Time = \frac{C.L.V.@\emptyset}{\sum C.L.V\ all\ \emptyset} \times Total$$

2.2.7 สรุปเวลาที่เหมาะสมจังหวะสัญญาณไฟจราจร(Signal Indication Diagram

2.2 การจำลองสภาพการจราจร

ในทางวิศวกรรมขนส่งการจำลองส่วนใหญ่จะหมายถึงการจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulation) คือการสร้างแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของลักษณะสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนท้องถนนทางแยกหรือโครงข่ายถนนหนึ่งได้เพื่อนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานี้ใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบผลที่ได้กับสภาพจราจรที่เกิดขึ้นจริง

2.3 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation)

Dowling et al. (2004) ได้กล่าวว่า แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคสามารถจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะในแต่ละคันได้ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานการจำลองการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (Car Following) และการจำลองการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Changing) โดยทั่วไปแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคใช้หลักการกระจายตัวทางสถิติขึ้นอยู่กับการกำหนดต้นทาง ปลายทางของยานพาหนะแต่ละประเภท และลักษณะของการขับขี่ในแต่ละประเภท ซึ่งในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ต้องคำนึงถึงการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

2.4 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

เป็นการปรับค่าตัวแปรเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาที่มากที่สุด เช่น พฤตกรรมการขับขี่ (Driving Behavior Parameters) การตอบสนองต่อวัตถุ (Lateral Clearance) เป็นต้น โดยผลที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลการสำรวจพื้นที่ศึกษาต้องแตกต่างกันไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ ซึ่งจะใช้เกณฑ์การปรับเทียบที่แนะนำโดย State of Wisconsin Department of Transportation [WisDOT] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

Criteria and Measures	Calibration Acceptance Targets
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 15%,for700 veh/h < Flow < 2700 veh/h	> 85% of cases
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 100 veh/h, for Flow < 700 veh/h	> 85% of cases
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 400 veh/h, for Flow > 2700 veh/h	> 85% of cases
Sum of All Link Flows	Within 5% of sum of all link counts
GEH Statistic < 5 for individual Link Flows	> 85% of cases
GEH Statistic for Sum of All Link Flows	GEH < 4 for sum of all link counts
Travel Times, Model Versus Observed Journey Times, Network: Within 15 % (or 1 min, if higher)	> 85% of cases

ที่มา : Wisconsin DOT (2002)

การปรับเทียบแบบจำลองจะใช้ข้อมูลใน “ ช่วงเวลาเร่งด่วน ” ตัวแปรส่วนใหญ่ที่จะนำมาพิจารณา ได้แก่ ปริมาณจราจรบนช่วงถนนหรือที่ทางแยก ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

2.5 ระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS)

เป็นการปรับค่าตัวแปรเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษามากที่สุด เช่น พฤติกรรมการขับขี่ การตอบสนองต่อวัตถุ เป็นต้น โดยผลที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ศึกษาจะต้องแตกต่างกันไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้

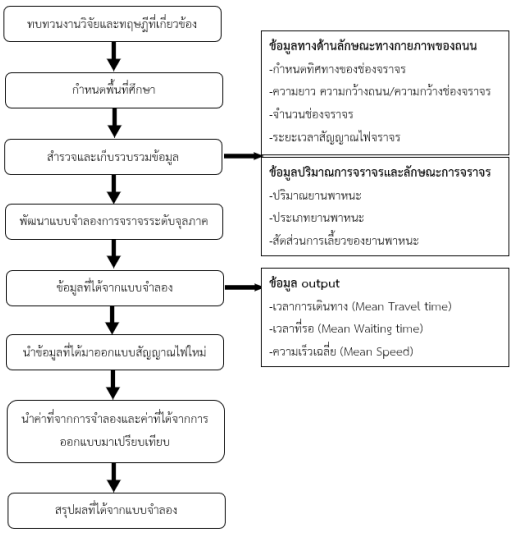
การวิเคราะห์คุณลักษณะการไหลของจราจรแบบถูกกีดขวาง ในประเภททางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร (Signalized Intersection) จะมีตัวแปรที่นำมาพิจารณาในรูปแบบของมาตรวัดประสิทธิภาพ (Measure of Effectiveness, MOE) ได้แก่ ความล่าช้า (sec/veh) ความล่าช้าเฉลี่ย (sec/veh) เป็นต้น ซึ่งจะสามารถใช้เกณฑ์ของ Highway Capacity Manual 2010 (Transportation Research Board,2010) ในประเมิน LOS ของสภาพจราจรบนช่วงถนนได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ระดับการให้บริการทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร

Level of Service	Average Control Delay (seconds/vehicle)	General Descrition
A	< 10	Free Flow
B	> 10-20	Stable Flow
C	> 20-35	Stable Flow
D	> 35-55	Approaching unstable Flow
E	> 55-80	Unstable Flow
F	> 80	Forced Flow

ที่มา : TRB (2010)

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่จะศึกษาคือ บริเวณทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (ถนนมาลัยแมนไปสุพรรณบุรี) ซึ่งตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา

3.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การเก็บข้อมูลทางกายภาพและลักษณะทางเรขาคณิต

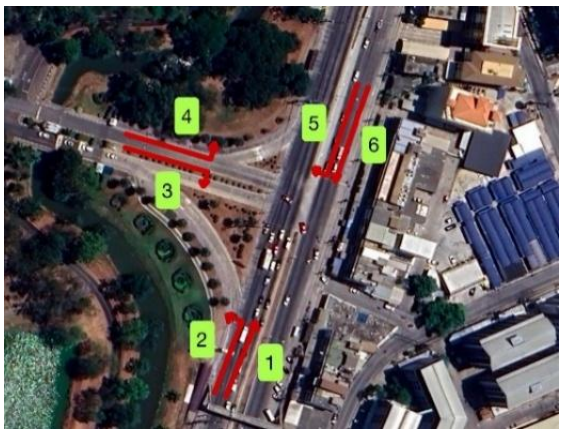
ข้อมูลลักษณะทางแยกที่ศึกษา จะทำการสำรวจพื้นที่บริเวณที่ทำการศึกษาตรงสามแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยการเก็บข้อมูลทางกายภาพนั้นประกอบด้วย ความกว้างของถนนต่อช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ทิศทางการเลี้ยวบริเวณทางแยกแต่ละจุด และการเก็บรอบสัญญาณไฟจราจร

3.2.2 การสำรวจข้อมูลสภาพจราจร

การสำรวจปริมาณจราจรบนทางแยกทำให้ทราบสัดส่วนการเดินทางในทิศทางต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ณ ทางแยกนั้นๆ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการจราจรบริเวณทางแยก ทำการแยกประเภทของยานพาหนะในการสำรวจปริมาณการจราจรออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุก รถยนต์ รถจักรยานยนต์ สำหรับการสำรวจนี้โดยผู้วิจัยจะทำการนับปริมาณจราจรโดยแยกทิศทางของรถที่วิ่งผ่านในแต่ละทิศทางของทางแยก

3.2.3 ระยะเวลาการเก็บข้อมูล

ระยะเวลาการเก็บข้อมูลจะเก็บในหลายๆช่วงเวลาเพื่อให้ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลาดังนี้ ช่วงเวลา (6.00-10.00น.) และ (16.00-19.00น.) ของวันธรรมดาและวันหยุด โดยจะทำการเก็บค่าการนับปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที



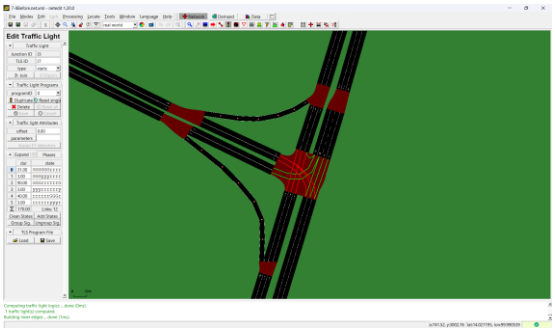
รูปที่ 3 ลักษณะทางแยกและทิศทางการขับขี่ แยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

3.3 การเปรียบเทียบแบบจำลองระดับจุลภาค (Calibration Micro Simulation Model)

การเปรียบเทียบแบบจำลองจะใช้ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ย (Mean Travel Time) ในการปรับเทียบตามมาตรฐาน โดยจะทำการเปรียบเทียบปริมาณการจราจรน้อยกับปริมาณการจราจรมากแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า (7.00-7.30 น.) และช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็น (17.00-17.30 น.) ทำการเก็บข้อมูลเส้นสุพรรณบุรีไปนครปฐม

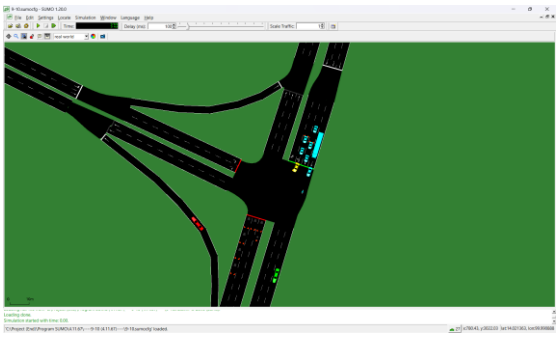
3.4 การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

สร้างแบบจำลองการจราจสามแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม NetEdit ในการสร้างโครงข่าย และใส่ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ เช่น ความกว้างของถนน จำนวนช่องจราจร ปริมาณการจราจร และรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น



รูปที่ 4 การสร้างแบบจำลองการจราจรบริเวณทางแยกหน้ามหาวิทยาลัย โดยโปรแกรม NetEdit

ทำการบันทึกข้อมูลเอาต์พุตที่จะนำมาวิเคราะห์ แล้วทำการ run simulation โดยใช้โปรแกรม Sumo หลังจากนั้นจะได้ไฟล์ข้อมูลเอาต์พุตมาวิเคราะห์ต่อในขั้นถัดไป



รูปที่ 5 การ run simulation ด้วยโปรแกรม Sumo

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางแยกที่ทำการศึกษา

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางแยกที่ทำการศึกษา ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความกว้างของช่องจราจร การควบคุมสัญญาณไฟจราจรและจังหวะรอบสัญญาณไฟจราจร ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสำรวจที่จะต้องนำเข้าในแบบจำลองสภาพการจราจรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สามารถนำข้อมูลที่ถูกต้องและตรงกลับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดแล้ว ผลที่ได้ก็จะมีความคลาดเคลื่อนน้อยลงด้วย

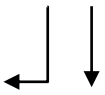
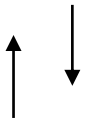
4.1.1 จำนวนช่องจราจรและความกว้างของช่องจราจร

ตารางที่ 3 : ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแยกที่ศึกษา

ถนน	จำนวนช่องจราจร	ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)
ถนนมาลัยแมน	3	3.5
ถนนภายในมหาวิทยาลัย	2	3.8

4.1.2 ข้อมูลสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 4 : รอบสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการสำรวจ

Phase	I	II	II
			
ไฟเขียว (วินาที)	120	90	40
ไฟเหลือง (วินาที)	3	3	3
ไฟแดง (วินาที)	47	77	127
รอบสัญญาณไฟ (วินาที)	170		

4.2 การออกแบบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมจราจร

ตารางที่ 5 : รอบสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการออกแบบ

Phase	I	II	II
ไฟเขียว (วินาที)	18	52	33
ไฟเหลือง (วินาที)	3	3	3
ไฟแดง (วินาที)	97	63	82
รอบสัญญาณไฟ (วินาที)	118		

4.3 การปรับเทียบแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง (Calibration & Validation)

ผลการปรับเทียบจะใช้ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ย (Mean Travel Time) ในการปรับเทียบแบบจำลอง ของทิศทางการเก็บข้อมูล โดยการปรับเทียบใช้ปริมาณจราจรในช่วงเวลาไม่เร่งด่วนตอนเช้า (7.00-7.30 น.) และช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็น (17.00-17.30 น.) ของทิศทางการเก็บข้อมูลเดียวกัน

ตารางที่ 6 : ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

ทิศทาง	เวลา	เวลาการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)		%
		ข้อมูลจากการสำรวจ	ข้อมูลจากโปรแกรม	
Travet Times, Network: Within 15% (or 1min, if higher)				
6	7.00-7.30	28.14	29.78	5.82
6	17.00-17.30	27.37	30.89	12.86

หมายเหตุ หมายเลข 6 คือ ทิศทางสามารถดูในรูปที่ 3

4.4 การวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยก (Level of Service: LOS)

ระดับการให้บริการของทางแยก (LOS) เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของสัญญาณไฟจราจร โดยพิจารณาจาก ค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Delay Time) ของยานพาหนะที่เคลื่อนผ่านแยก ซึ่งสามารถจำแนกระดับการให้บริการออกเป็น 6 ระดับ ได้ A ถึง F ตามเกณฑ์มาตรฐานการจราจร โดยทำการเปรียบเทียบค่าความล่าช้าก่อนและหลังการออกแบบสัญญาณไฟจราจร เพื่อวิเคราะห์ว่า การปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟส่งผลต่อการลดความแออัดและปรับปรุงประสิทธิภาพของแยกได้มากน้อยเพียงใด โดยแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 : ระดับการให้บริการของทางแยก (LOS)

ทิศทาง	ความล่าช้า (วินาที)		ระดับการให้บริการ	
1 (นครปฐม>สุพรรณบุรี)	สำรวจ	ออกแบบ	สำรวจ	ออกแบบ
2 (นครปฐม>ถนนมหาวิทยาลัย)	29.97	28.52	C	C
3 (ถนนมหาวิทยาลัย>นครปฐม)	68.76	37.74	E	D
4 (ถนนมหาวิทยาลัย>สุพรรณบุรี)	10.81	11.96	B	B
5 (สุพรรณบุรี>นครปฐม)	66.52	50.57	E	D
6 (สุพรรณบุรี>ถนนมหาวิทยาลัย)	5.04	3.40	A	A

หมายเหตุ หมายเลข 1,2,3,4,5 และ6 คือ ทิศทางสามารถดูในรูปที่ 3

จากตารางที่ 7 พบว่า การออกแบบสัญญาณไฟจราจรใหม่ช่วยลดค่าความล่าช้าได้ในหลายทิศทาง โดยเส้นทางที่มีการเลี้ยวขวาและเลี้ยวซ้าย ซึ่งก่อนการออกแบบมีความล่าช้าสูงอยู่ในระดับการให้บริการที่ไม่ดี (E) ระดับการให้บริการโดยรวมถือว่าดีขึ้นโดยไม่มีเส้นทางใดที่แย่ลง แต่ยังสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าได้

4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรม Sumo

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Sumo ของการศึกษาสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเพื่อนำมาสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองสภาพจราจร โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์เป็นช่วงเวลาได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นวันธรรมดา ช่วงเร่งด่วนเช้าและเย็นวันหยุด โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมกับสัญญาณไฟจราจรที่ได้ทำการออกแบบโดยอยู่ในรูปแบบของตารางตามค่าดัชนีชี้วัด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของเวลาเดินทาง (Mean Travel Time) ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอ (Mean Waiting Time) และความเร็วเฉลี่ย (Mean Speed) ดังต่อไปนี้

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทาง (Mean Travel Time)

ตารางที่ 8 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 3

เวลา	ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทาง (วินาที)		ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางลดลง (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	40.21	39.07	2.84
7.00-8.00	45.71	41.58	9.04
8.00-9.00	48.00	43.44	9.50
16.00-17.00	43.94	40.62	7.56
17.00-18.00	45.67	41.67	8.76
18.00-19.00	47.03	42.03	10.63

ตารางที่ 9 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 4

เวลา	ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทาง (วินาที)		ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางลดลง (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	40.50	38.98	3.75
7.00-8.00	44.83	41.93	6.47
8.00-9.00	43.73	40.67	7.00
16.00-17.00	55.15	45.30	17.86
17.00-18.00	61.12	45.79	25.08
18.00-19.00	52.59	44.69	15.02

จากตารางที่ 8 และ 9 พบว่า หลังจากการที่ออกแบบสัญญาณไฟจราจรใหม่ ค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางมีเปอร์เซ็นต์ลดลงทุกช่วงเวลา เปอร์เซ็นต์ลดลงของค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางในวันที่ 3 อยู่ที่2.84% 9.04% 9.50% 7.56% 8.76% และ10.63% ตามลำดับ ของวันที่ 4 อยู่ที่ 3.75% 6.47% 7% 17.86% 25.08% และ15.02% ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการลดความแออัดของการจราจร

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอ (Mean Waiting Time)

ตารางที่ 10 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 3

เวลา	ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอ (วินาที)		ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอลดลง (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	1.11	1.11	0
7.00-8.00	1.23	1.22	0.81
8.00-9.00	1.72	1.28	25.58
16.00-17.00	1.92	1.78	7.29
17.00-18.00	2.28	2.18	4.39
18.00-19.00	1.52	1.52	0

ตารางที่ 11 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 4

เวลา	ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอ (วินาที)		ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอลดลง (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	1.23	1.23	0
7.00-8.00	5.11	1.76	65.56
8.00-9.00	1.72	1.58	8.14
16.00-17.00	1.86	1.38	25.81
17.00-18.00	27.81	1.47	94.71
18.00-19.00	1.38	1.38	0

จากตารางที่ 10 และ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาที่รอลดลงเฉพาะในบางช่วงเวลา เช่น ช่วงเวลา 17.00-18.00 น. ของวันที่ 4 ลดลงถึง 94.71% และช่วงเวลา 7.00-8.00 น. ของวันที่ 4 ลดลงถึง 65.56% การออกแบบสัญญาณใหม่ช่วยลดเวลาที่รอได้ดี โดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น แต่มีบางช่วงเวลาค่าเฉลี่ยเวลาที่รอแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเป็นเพราะมีปริมาณการจราจรน้อย แต่ถึงยังก็ส่งผลดีต่อการจราจรดดยช่วยลดเวลาการเดินทางได้

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเร็วเฉลี่ย (Mean Speed)

ตารางที่ 12 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 3

เวลา	ค่าความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)		ค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	7.43	7.53	1.33
7.00-8.00	6.16	6.92	10.98
8.00-9.00	5.87	6.58	10.79
16.00-17.00	6.41	7.06	9.21
17.00-18.00	6.15	6.86	10.35
18.00-19.00	5.89	6.70	12.09

ตารางที่ 13 : ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางของวันที่ 4

เวลา	ค่าความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)		ค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (%)
	สำรวจ	ออกแบบ	
6.00-7.00	7.19	7.43	3.23
7.00-8.00	6.62	7.00	5.43
8.00-9.00	6.59	7.16	7.96
16.00-17.00	5.1	6.28	18.79
17.00-18.00	4.44	6.21	28.50
18.00-19.00	5.31	6.32	15.98

จากตารางที่ 12 และ 13 พบว่าหลังจากที่มีการปรับสัญญาณไฟจราจร ค่าความเร็วเฉลี่ยมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา ค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นของวันที่ 3 อยู่ที่ 1.33% 10.98% 10.79% 9.21% 10.35% และ12.09% ตามลำดับ วันที่ 4 อยู่ที่ 3.23% 5.43% 7.96% 18.79% 28.50% และ 15.98% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการไหลเวียนของการจราจรดีขึ้น

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษารอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณแยกหน้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้การจำลองด้วยโปรแกรม SUMO ทำการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 วันคือ วันหยุดของช่วงเร่งด่วนกับช่วงไม่เร่งด่วน และวันธรรมดาของช่วงเร่งด่วนกับช่วงไม่เร่งด่วน ในการวิเคราะห์สัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการสำรวจกับสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการออกแบบ โดยใช้ค่าดัชนีชี้วัด 3 ตัวแปร คือ เวลาเฉลี่ยที่ต้องรอ (Mean Waiting Time) เวลาเดินทางเฉลี่ย (Mean Travel Time) และความเร็วเฉลี่ย (Mean Speed) โดยนำค่ามาเปรียบเทียบสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการสำรวจและสัญญาณไฟจราจรที่ได้จากการออกแบบ

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาที่ต้องรอและค่าเฉลี่ยเวลาเดินทางที่มีค่าลดลง ส่วนความเร็วเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น เห็นได้ว่าการปรับรอบสัญญาณไฟจราจรมีประสิทธิภาพในการลดความล่าช้า และช่วยให้การจราจรมีความคล่องตัวมากขึ้น

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจร และพิจารณาสาเหตุของการจราจรติดขัด พบว่าการออกแบบสัญญาณไฟจราจรใหม่ช่วยให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านได้เร็วขึ้น และลดความล่าช้าของผู้ใช้ถนนโดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน

6. ข้อเสนอแนะ

1. ติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจรอัจฉริยะ (Adaptive Traffic Signal System)

2. นำเทคโนโลยี AI และ Machine Learning มาใช้ในระบบจราจร สามารถช่วย ลดปัญหารถติด เพิ่มความปลอดภัย และปรับปรุงประสิทธิภาพของการเดินทาง

3. นำ Smart City มาร่วมประยุกต์และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งโลจิสติกต์ลดปัญหาด้านการจราจร

เอกสารอ้างอิง

[1] ปนัดดา กสิกิจวิวัฒน์ และรนิษฐา หงส์โรจนภาคย์. (2022). คู่มือการจำลองการจราจร ระดับจุลภาค: การพัฒนาแบบจำลองและการประยุกต์ใช้ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

[2] ชัยวัฒน์ ใหญ่บก (2558). การปรับปรุงการจราจรบริเวณสี่แยกบนถนนกาญจนวณิชย์ในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] ลดาวัลย์ สวนจันทร์ (2562). การศึกษาระบบการประสานสัญญาณไฟจราจร กรณีศึกษาถนนโครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] Manual, H.C. (2010). HCM2010. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.

[5] Wisconsin Department of Transportation [Wisconsin DOT]. (2002). Paramics Calibration and Validation Guidelines, Freeway System Operational Assessment, Technical Report I 33, District 2, Milwaukee, WI. June 2002