

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคสำหรับการจัดการจราจรถนนโครงข่ายโดยรอบ
สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น แห่งที่ 3

Application of Micro Simulation Model for Traffic Management of Road Network Around
Khon Kaen Bus Terminal 3

สุเมธ มาเมือง (Sumeth Mamuang)* ธเนศ เสถียรนาม (Thaned Stienam)**

บทคัดย่อ

สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น แห่งที่ 3 ถือเป็นสถานที่แห่งหนึ่งที่ดึงดูดการเดินทางของผู้ใช้บริการสถานีขนส่งฯ เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้มีการจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการวางแผนการจัดการจราจรโดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค VISSIM ในการประเมินปัญหาและแผนการจัดการจราจรที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งข้อมูลที่เก็บจากสนามคือ ปริมาณจราจร สัดส่วนยานพาหนะ ความยาวแถวคอย ความเร็วและการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและชั่วโมงเร่งด่วนเที่ยงวัน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองและปรับแก้แบบจำลองฯ โดยใช้ค่าสถิติของ Geoffrey E. Havers (GEH) ในการปรับเทียบและปรับแก้แบบจำลอง จากนั้นนำแบบจำลองดังกล่าวมาคาดการณ์กรณีไม่มีโครงการใด ๆ ในพื้นที่ศึกษาในอีก 3 ปีข้างหน้า และประเมินทางเลือกแผนการจัดการจราจร 1) การปรับเปลี่ยนเวลาสัญญาณไฟจราจร 2) การปรับเปลี่ยนจำนวนรอบสัญญาณไฟจราจร การประเมินโดยใช้ตัวชี้วัด คือ เวลาในการเดินทาง ความยาวแถวคอย เวลาสูญเสียเนื่องจากการล่าช้าและเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด แล้วเลือกทางเลือกที่ให้ค่าตัวชี้วัดดังกล่าวดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการจราจรของถนนโดยรอบสถานีขนส่งฯ ต่อไป จากการเปรียบเทียบทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 จะได้ว่าทางเลือกที่ 2 ให้ค่าของตัวชี้วัดที่ดีกว่า

ABSTRACT

The third bus terminal in Khon Kaen is considered as one of the busiest destination for bus service users to provide efficient traffic management. Traffic management planning using the VISSIM micro traffic model is required to determine the optimal traffic management problem and plan. The data collected from the field is traffic volume, vehicle queue length, speed and traffic signal control during morning peak and afternoon off-peak periods. Data for model calibration and validation were adapted from Geoffrey E. Havers (GEH). Then, the model predicted that there would be no project in the study area in the next 3 years and evaluate the alternative of traffic management plan 1) Traffic signal time changing 2) Traffic signal cycle time changing. The indicators for evaluation are the travel time, max queue length, delay time and stop time delay. Based on the comparison of alternative 1 and alternative 2, alternative 2 shows the better impacts.

คำสำคัญ: Vissim แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค การจัดการจราจร

Keywords: Vissim, Micro simulation Model, Traffic management

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น แห่งที่ 3 (บขส.3) เป็นสถานีขนส่ง ๑ แห่งใหม่ของจังหวัดขอนแก่น ซึ่งทางกรมการขนส่งทางบก ได้กำหนดให้ใช้สถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 3 นี้ทดแทนสถานีขนส่ง ๑ เดิมทั้งหมดที่อยู่ในตัวเมืองขอนแก่น ทำให้ปริมาณการจราจรของโครงข่ายถนนโดยรอบสถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 3 เพิ่มขึ้นจากเดิมมากขึ้น ซึ่งจำนวนเที่ยวรถประจำทางมาใช้บริการเฉลี่ย 262 เที่ยว/วัน และมีผู้โดยสารเฉลี่ยคิดเป็น 7,381 คน/วัน (องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น, 2558) และจำนวนเที่ยวรถประจำทางของสถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 1 ที่จะเข้ามาใช้บริการสถานีขนส่ง ๑ แห่งนี้ ซึ่งมีปริมาณเที่ยวรถประจำทาง 1 เฉลี่ย 1,190 เที่ยว/วัน และมีผู้โดยสารเฉลี่ยคิดเป็น 32,457 คน/วัน (เทศบาลนครขอนแก่น, 2558) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีแผนในการจัดการเพื่อรองรับปัญหาทางด้านจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยการคาดการณ์ปัญหาที่จะเกิดขึ้นบริเวณถนนโดยรอบสถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 3 และทำการประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจรที่เหมาะสมที่สุด ในปัจจุบันได้มีการใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (Traffic Microscopic Simulation Software) เพื่อคาดการณ์และวิเคราะห์ปัญหาสภาพจราจรบนถนนโครงข่าย ประเมินและเปรียบเทียบความเหมาะสมของทางเลือกที่จะนำมาแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่ง VISSIM เป็นแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคโปรแกรมหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้ในการจัดการและจัดทำแผนทางด้านจราจร โดยวิเคราะห์และแสดงผลในรูปแบบสามมิติทำให้มองเห็นลักษณะการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและพฤติกรรมของผู้ขับขี่ได้อย่างชัดเจน การศึกษาครั้งนี้ได้นำ VISSIM วิเคราะห์สภาพปัญหาและคัดเลือกแผนการจัดการจราจรเพื่อแก้ปัญหาบนโครงข่ายถนนโดยรอบสถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 3 นี้

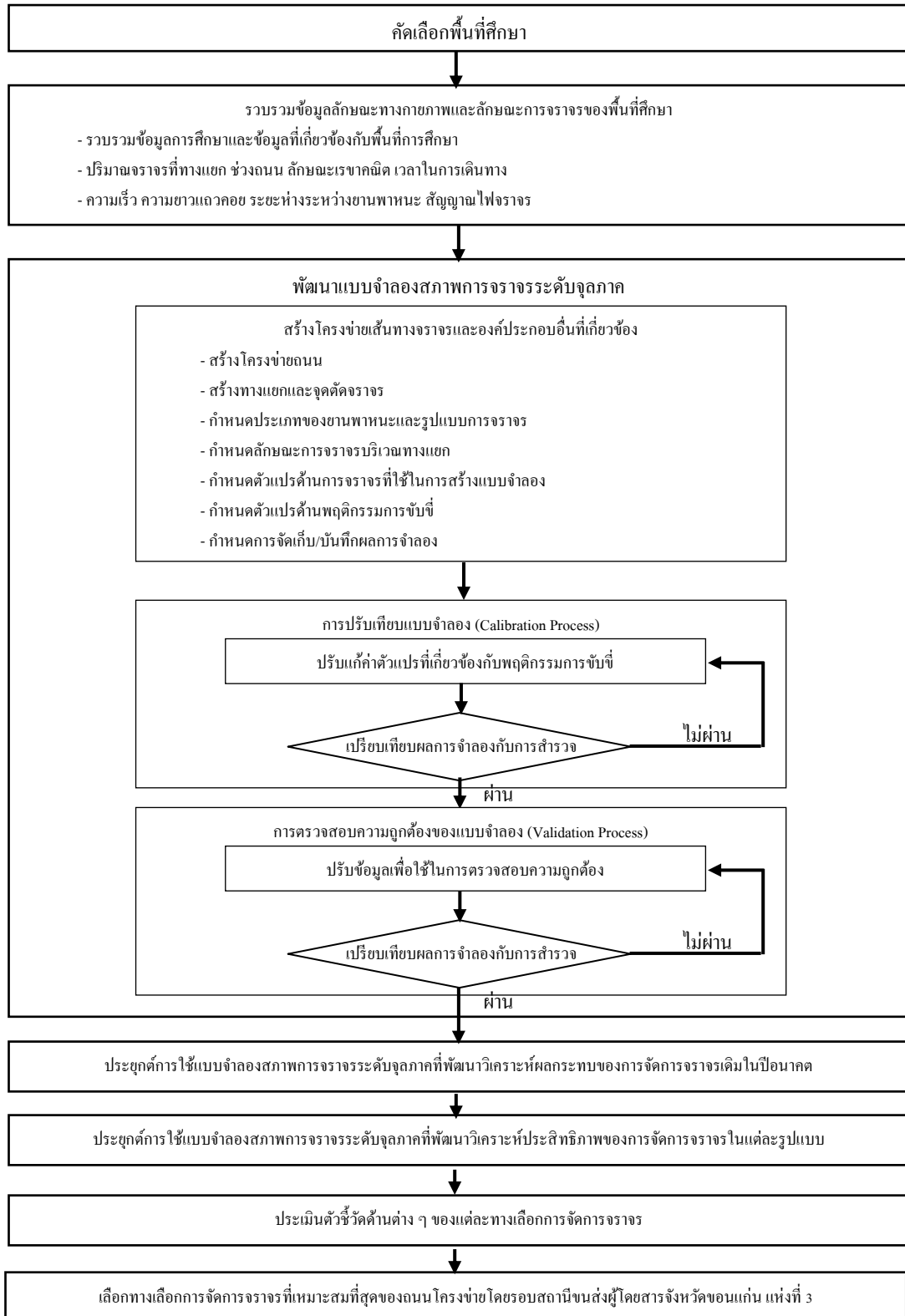
จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้นำ VISSIM มาประเมินปัญหาทางด้านจราจรและทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ทั้งสำหรับการรองรับปัญหาในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น เช่น การศึกษาการจัดทำแผนการจราจรบนถนนโครงข่ายที่จะมีการก่อสร้างเพื่อรองรับปริมาณจราจรในปี 2020 ในย่านเขตเศรษฐกิจของเมืองปักกิ่ง ประเทศจีน โดยกำหนดตัวแปรทางด้านพฤติกรรมผู้ขับขี่ในปัจจุบันของพื้นที่ดังกล่าว (Lin et al., 2013) การศึกษาการจรรูปแบบการจราจรโดยรอบสนามบินที่จะทำการก่อสร้างใหม่ของเมือง Falkenberg ประเทศสวีเดนเพื่อรองรับทั้งปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นและจำนวนคนที่ข้ามถนนในโครงข่ายในช่วงเวลาก่อนและหลังการแข่งขัน (Eidmar, Hultman, 2014) และการนำมาวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น การศึกษาการแก้ไขปัญหารถจอดด้านหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อประเมินทางเลือกที่เหมาะสมที่ให้ค่าดัชนีตัวชี้วัดที่พิจารณาคดีที่ดีที่สุด (จิตสุภา และคณะ, 2558) การนำมาศึกษาแนวทางการจัดกระจายของโครงข่ายถนนโดยรอบวัดพระธรรมกาย โดยทำการประเมินรูปแบบการจัดการจราจรที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบเพื่อเลือกรูปแบบที่ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยและความล่าช้าเฉลี่ยที่ดีที่สุด (พลศรี, 2555)

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคในการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านจราจรบนถนนโครงข่ายโดยรอบบริเวณสถานีขนส่ง ๑ แห่งที่ 3 ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอีก 3 ปีข้างหน้า พร้อมทั้งใช้ในการประเมินและเปรียบเทียบทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจรที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุด

วิธีการวิจัย

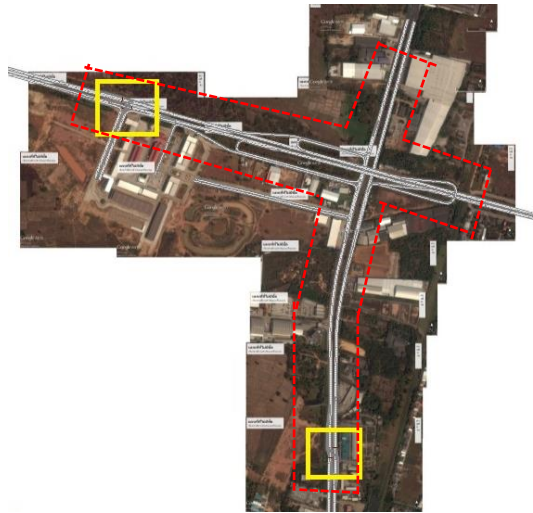
การศึกษานี้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรนั้น เพื่อให้ได้แบบจำลองสภาพการจราจรของโครงข่ายที่ใกล้เคียงสภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษามากที่สุด ในการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อนำมาปรับเทียบแบบจำลอง (Models Calibration) และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Models Validation) ต้องให้ความสำคัญและเลือกตัวแปรที่ต้องการตาม

ขอบเขตของแบบจำลองที่กำหนดไว้ (Transport for London [TFL], 2010) โดยในการศึกษาค้างได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษาโครงข่ายถนนโดยรอบสถานีขนส่งฯ แห่งที่ 3

1. การสำรวจและเก็บข้อมูลในสนาม

การเก็บข้อมูลภาคสนามอ้างอิงจากคู่มือวิศวกรรมขนส่ง A Manual for Data Collection and Analysis (Currin, 2013) และ Traffic Analysis Handbook (Florida Department of Transportation [FDOT], 2014) โดยแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง ดังตารางที่ 1 ข้อมูลของทางแยกจะสำรวจในวันที่สภาพการจราจรปกติ และสำรวจข้อมูลทั้งหมดในวันเดียวกัน

ตารางที่ 1 ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลพื้นที่ศึกษา

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลภาคสนาม	
7.30 น. – 8.30 น.	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (Morning Peak)
11.30 น.- 12.30 น.	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วนเที่ยง (Off Peak)

ในการศึกษาค้างนี้ได้แบ่งประเภทของยานพาหนะตาม TFL ในการพัฒนาแบบจำลองได้แบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 6 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทขดยาน (Type Vehicle)

ประเภทของ ขดยาน						
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถกระบะ	รถโดยสาร	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุก รถลากพ่วง

1.1 การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรที่ทางแยก

ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยการนับจำนวนด้วยคนและกล้องวิดีโอบันทึกสภาพการเคลื่อนตัวของกระแสจราจรขณะเข้า-ออกทางแยก และลักษณะรูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสจราจร เพื่อสังเกตพฤติกรรมรูปแบบการเลี้ยวกลับรถของผู้ขับขี่ โดยกำหนดจุดตั้งกล้องเพื่อให้ครอบคลุมทั้งทางแยก จำนวน 2 จุด เมื่อได้ภาพวิดีโอแล้วทำการนับปริมาณจราจรจากภาพเคลื่อนไหวด้วยคน

1.2 การสำรวจข้อมูลความเร็ว

ใช้วิธีการเก็บข้อมูลความเร็วแบบจุด (Spot Speed) ด้วยกล้องจับความเร็ว (Radar Gun) สำหรับการเก็บข้อมูลความเร็วที่จะทำการเก็บข้อมูลนั้น แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1) ความเร็วก่อนเข้าสู่ทางแยกในลักษณะกระแสจราจรไหลอย่างอิสระ (Free Flow Speed) จุดสำรวจมีระยะห่างจากทางแยกประมาณ 500 เมตร เพื่อใช้ในการกำหนดพฤติกรรมของผู้ขับขี่แบบอิสระ สำรวจโดยการเลือกยานพาหนะที่วิ่งบนช่องทางจราจร โดยไม่มียานพาหนะคันอื่น ๆ มารบกวน หรืออาจเป็นยานพาหนะคันหน้าสุดบนช่องทางจราจร

2) การสำรวจความเร็วที่ทางแยก (Turning Speed) ช่วงเส้นหยุดฝั่งหนึ่งจนถึงเส้นหยุดของอีกฝั่งหนึ่ง เพื่อใช้ในการกำหนดพฤติกรรมผู้ขับขี่เมื่อยานพาหนะเข้า-ออกจากทางแยก (Reduced Zone) เช่น เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ตรงผ่านแยก เป็นต้น

3) ความเร็วในช่วงถนน (Mid-Block Speed) เพื่อใช้ในการกำหนดพฤติกรรมของผู้ขับขี่ขณะอยู่บนช่วงถนน

1.3 การสำรวจข้อมูลความยาวแถวคอยบริเวณทางแยก

ใช้วิธีการสำรวจด้วยคนประจำแต่ละจุดที่มองเห็นความยาวคอยทั้งทางแยกและท่าหลักระยะไว้โดยไม่กีดขวางการจราจรเพื่อให้ได้ระยะที่ใกล้เคียง ซึ่งแต่ละทางแยกจะใช้คนจำนวน 2-3 คนต่อทิศทาง จากนั้นบันทึกความยาวแถวคอยทุก ๆ 1 นาที โดยพิจารณาช่องทางจราจรที่มีแถวคอยสูงที่สุด

1.4 การสำรวจข้อมูลลักษณะเรขาคณิตของพื้นที่ศึกษา

ใช้วิธีการสำรวจด้วยล้อวัดระยะทาง (Measuring Wheels) กับเทปวัดระยะในการวัดระยะ เช่น ความกว้างของช่องทางจราจร รัศมีวงเลี้ยว จำนวนช่องทางจราจร ขนาดเกาะกลาง ระยะช่องทางจราจรสำหรับรถเลี้ยว เป็นต้น

1.5 การสำรวจข้อมูลระยะห่างระหว่างยานพาหนะ

ใช้วิธีการสำรวจด้วยการใช้จุดอ้างอิงที่เส้นหยุดของทางแยก (Stop Line) จากนั้นจับเวลาขณะล้อหลังของยานพาหนะคันแรกขับผ่านและหยุดจับเวลาขณะล้อหลังของยานพาหนะคันที่สองขับผ่าน โดยสำรวจในช่วงยานพาหนะอยู่ในสภาวะการไหลอิสระ (Free flow)

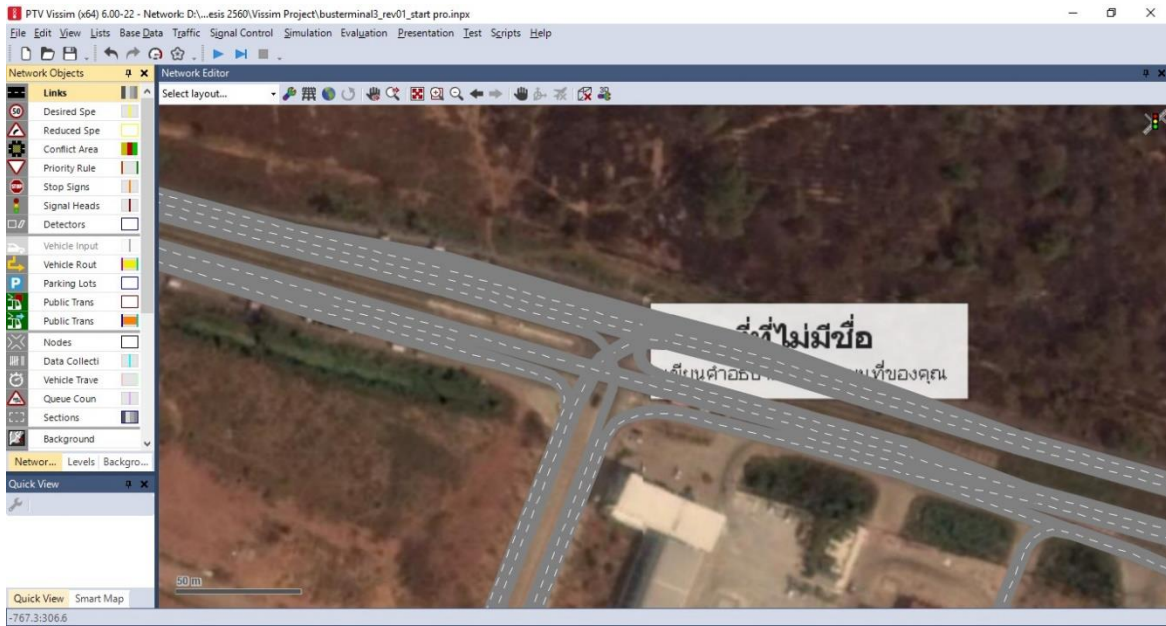
1.6 การสำรวจข้อมูลสัญญาณไฟจราจร

การสำรวจข้อมูลสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางกลับรถและทางแยก เพื่อให้ได้รูปแบบการแจกแจงสัญญาณไฟจราจรทั้ง 2 ช่วงเวลา โดยสำรวจรอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle Length) จังหวะสัญญาณไฟ (Signal Phasing) และระยะเวลาของแต่ละสัญญาณไฟในแต่ละทางแยก

2. การพัฒนาแบบจำลอง

2.1 สร้างแบบจำลองของโครงข่ายถนน

โดยการใช้อุปกรณ์การสร้างถนนและคุณสมบัติต่าง ๆ ที่โปรแกรม VISSIM กำหนดให้ ซึ่งได้แก่ จำนวนช่องทางจราจรในแต่ละทิศทาง ประเภทของผิวจราจร ความกว้างของช่องทางจราจร ทิศทางกระแสจราจร พฤติกรรมการขับขี่ในแต่ละช่องทางจราจร เป็นต้น โดยได้โครงข่ายจากการใช้โปรแกรม VISSIM ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 3 โครงข่ายถนนบางส่วนจากการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม VISSIM

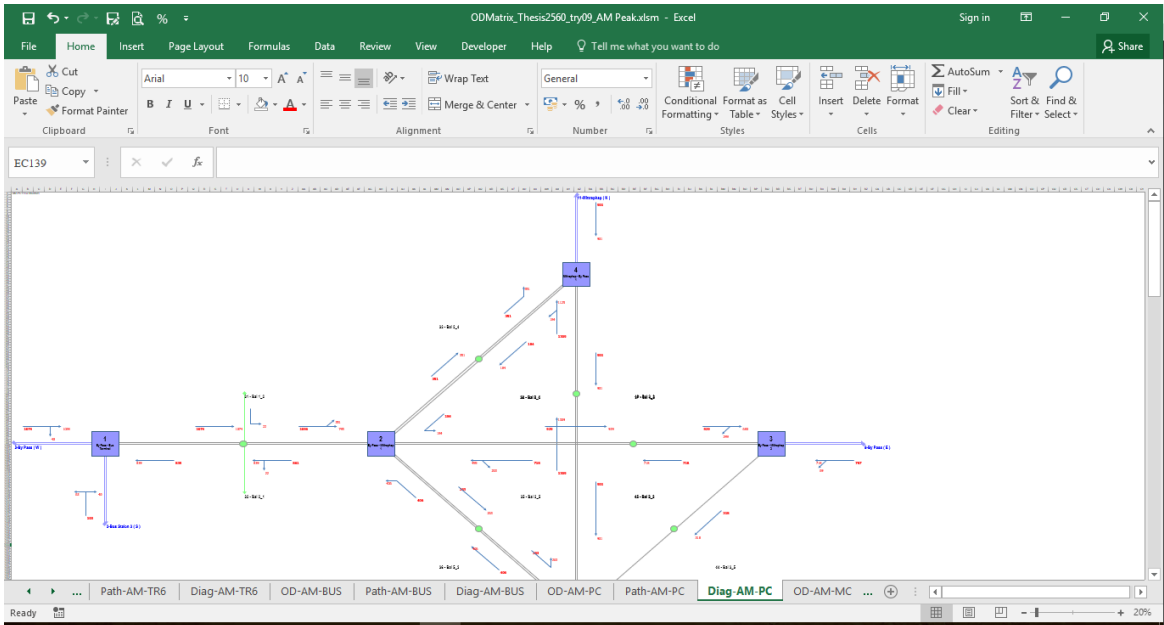
2.2 การเตรียมข้อมูลจราจรเพื่อนำเข้าโปรแกรม VISSIM

นำข้อมูลปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง มาทำการแจกแจงการเดินทาง โดยการกำหนดจุดเริ่มต้นทางและปลายทางของกระแสจราจรของแต่ละขบวน เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่ จึงเกิดข้อจำกัดและปัญหาในการสำรวจจุดปลายทางของยานพาหนะ ดังนั้นจึงใช้โปรแกรม OD Matrix Creator With Route Choice เข้ามาช่วยในการทำนายจุดปลายทางด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 4

1 - By Pass - Bus Terminal												
Approach ID	1			2			3					
Approach Angle	90			180			270					
Approach Name	By Pass (E)			Bus Station 3 (S)			By Pass (W)					
Destination ID	2		3		1		1		2			
Destination Name	Bus Station 3 (S)		By Pass (W)		By Pass (E)		By Pass (E)		Bus Station 3 (S)			
Turn Designation	Left	Through	Left	Right	Through	Right	Through	Right	Through	Right		
AM-MC	0	169	18	9	282	26						
AM-PC	0	839	63	40	1034	40						
AM-BUS	0	5	1	3	69	3						
AM-TR6	0	50	1	0	57	0						
AM-TR10	0	16	1	0	66	0						
AM-TR	0	73	1	0	148	0						

2 - By Pass - Mitrathap 1												
Approach ID	4			5			6			7		
Approach Angle	45			90			135			270		
Approach Name	Link1 (NE)			By Pass (E)			Link2 (SE)			By Pass (W)		
Destination ID	5		7		6		4		5		6	
Destination Name	By Pass (E)		Link2 (SE)		By Pass (W)		Link1 (NE)		By Pass (E)		Link2 (SE)	
Turn Designation	Sharp Left	Left	Slight Right	Sharp Left	Through	Sharp Right	Slight Left	Right	Sharp Right	Slight Left	Through	Slight Right
AM-MC	40	0	0	10	64	0	111	0	0	54	203	0
AM-PC	184	0	0	263	455	0	406	0	0	351	745	0
AM-BUS	0	0	0	1	0	0	5	0	0	22	50	0
AM-TR6	5	0	0	10	35	0	15	0	0	20	37	0
AM-TR10	1	0	0	1	0	0	16	0	0	23	43	0
AM-TR	39	0	0	10	1	0	72	0	0	51	97	0

รูปที่ 4 ข้อมูลปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางที่นำเข้าโปรแกรม



รูปที่ 5 ผลการเดินทางของขบวนจากจุดต้นทางไปจุดปลายทางในแต่ละทิศทาง

3. การปรับเทียบแบบจำลอง (Models Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นการปรับค่าตัวแปรเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองให้มีความสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา เช่น พฤติกรรมการขับขี่ (Driving Behavior Parameters) การตอบสนองต่อวัตถุ (Lateral Clearance) เป็นต้น โดยผลที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ศึกษาจะต้องแตกต่างกันไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ ดังตารางที่ 3

การปรับเทียบแบบจำลองจะใช้ข้อมูลในช่วงเร่งด่วนเช้า (7.30 น. – 8.30 น.) โดยตัวแปรที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณจราจร (Traffic volume) ความยาวแถวคอยสูงสุด (Max queue length) และความแปรปรวนของปริมาณจราจร (Variance GEH Statistic)

ตารางที่ 3 เกณฑ์การปรับเทียบที่แนะนำโดย State of Wisconsin Department of Transportation [WisDOT]

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
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

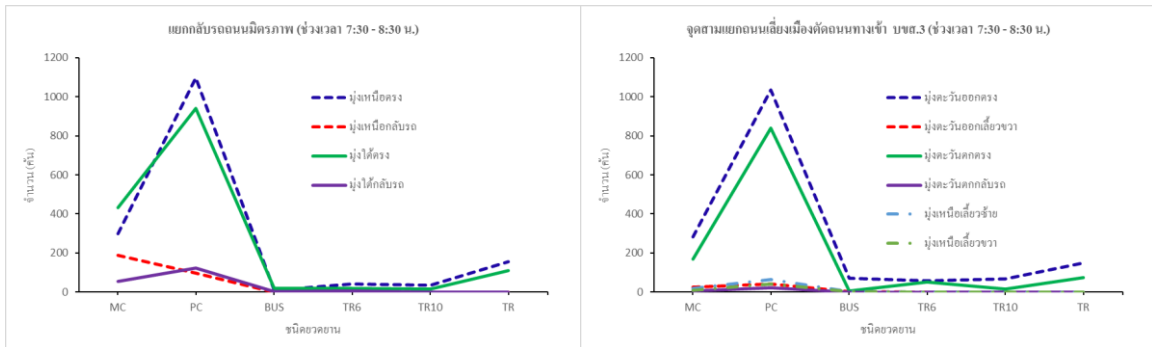
4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Models Validation)

กระบวนการและเกณฑ์การตรวจสอบทำเหมือนการเปรียบเทียบแบบจำลอง แต่ช่วงเวลาที่นำมาพิจารณาคือ ช่วงเวลาไม่เร่งด่วนตอนกลางวัน 11.30-12.30 น.

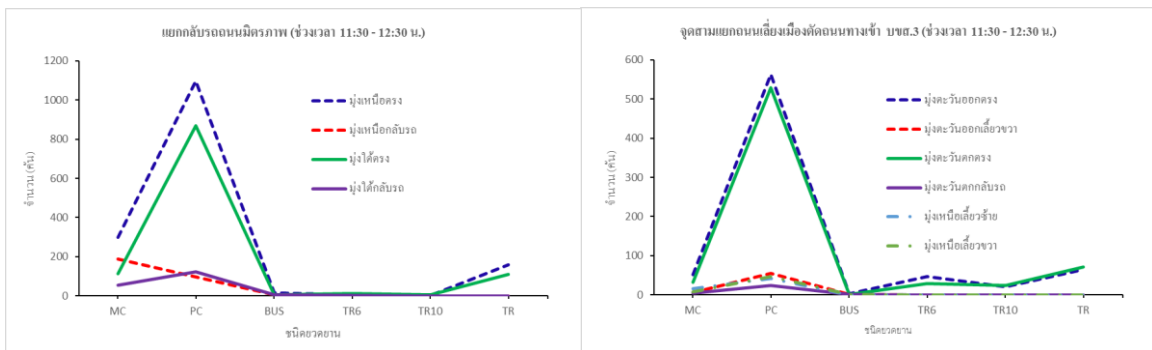
ผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจปริมาณจราจร (Traffic Volume)

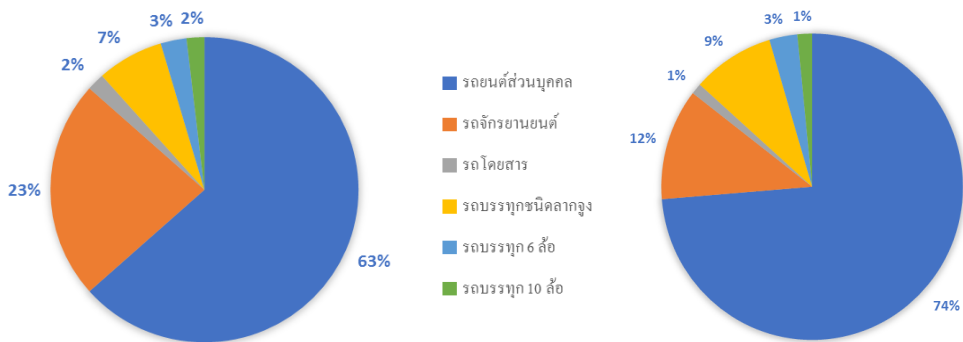
ช่วงเวลาในการสำรวจเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของโครงข่ายถนนโดยรอบสถานีขนส่งฯ แห่งที่ 3 แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (7.30 น.-8.30 น.) และช่วงเวลาไม่เร่งด่วนเที่ยง (11.30 น.-12.30 น.) ดังแสดงในรูปที่ 6 ถึง 7 และ สัดส่วนของขบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงปริมาณจราจร ช่วงเวลา 7:30 น.-8:30 น.



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงปริมาณจราจร ช่วงเวลา 11:30 น.-12:30 น.



ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน

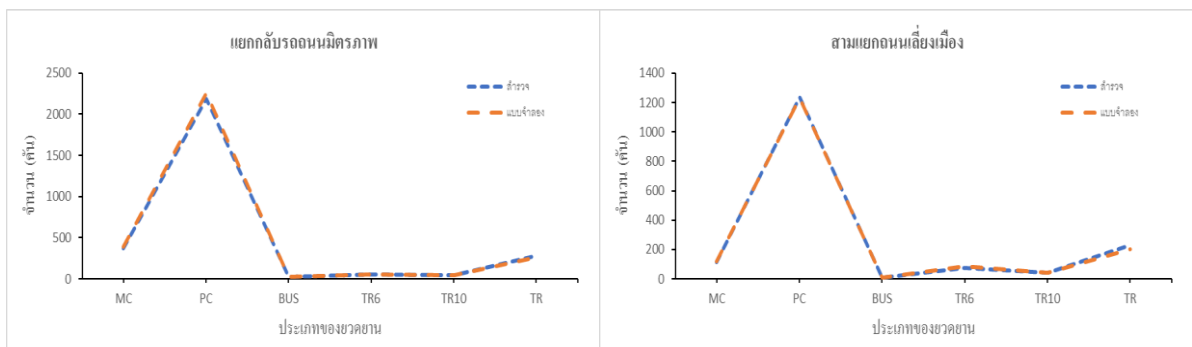
รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของขบวนการในแต่ละช่วงเวลา

2. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลองนั้นจะทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (7.30 น.-8.30 น.) โดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4 และในส่วนของตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น จะใช้ข้อมูลช่วงเวลาไม่เร่งด่วนเที่ยง (11.30 น.-12.30 น.) ผลการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลการสำรวจ ดังแสดงในรูปที่ 9

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง

Criteria and Measures	Calibration Result	Compared with the Criteria
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 15%, for 700 veh/h < Flow < 2700 veh/h	100%	Pass
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 100 veh/h, for Flow < 700 veh/h	100%	Pass
Hourly Flows, Model Versus Observed Individual Link Flows: Within 400 veh/h, for Flow > 2700 veh/h	-	-
Sum of All Link Flows	0.19%	Pass
GEH Statistic < 5 for Individual Link Flows	93.71%	Pass
GEH Statistic for Sum of All Link Flows	0.30	Pass
Travel Times, Model Versus Observed Journey Times, Network: Within 15% (or 1 min, if higher)	-	-



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณจราจรระหว่างแบบจำลองกับการสำรวจ

3. ผลการวิเคราะห์สภาพจราจรในอีก 3 ปีข้างหน้ากับปัจจุบัน

เมื่อได้แบบจำลองสภาพจราจรที่ผ่านการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ต่อจากนั้นทำการนำเข้าข้อมูลภาคการณัปริมาณจราจรในอนาคต โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้การคูณปริมาณจราจรเดิมด้วยอัตราการเติบโตของรถในจังหวัดแก่นที่ 2.76% ต่อปี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน, 2560) แล้วทำการวิเคราะห์สภาพจราจร โดยค่าตัวชี้วัดที่นำมาเปรียบเทียบมีดังนี้ ความยาวแถวคอยสูงสุด (Max queue length) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel time) เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้า (Delay time) และเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stop time delay) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สภาพจราจรปัจจุบันกับอนาคตอีก 3 ปีข้างหน้า

ตัวชี้วัด	ปัจจุบัน	อนาคต 3 ปีข้างหน้า
ความยาวแถวคอยสูงสุด	239 เมตร	301 เมตร
เวลาที่ใช้ในการเดินทาง	160.24 วินาที	168.05 วินาที
เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้า	47 วินาที	53.43 วินาที
เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด	11.89 วินาที	13.21 วินาที

จากตารางที่ 5 ค่าของตัวชี้วัดแสดงให้เห็นว่าในอนาคต 3 ปีข้างหน้า ในพื้นที่โครงการที่ไม่มีมาตรการใด ๆ ค่าตัวชี้วัดที่ได้จากแบบจำลองมากกว่าปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของปัญหาทางด้านการจราจรที่น่าจะเกิดขึ้นในอนาคตของพื้นที่ศึกษา

4. ผลการประเมินเปรียบเทียบทางเลือก

จากการเปรียบเทียบสภาพจราจรของปัจจุบันกับในอนาคตแล้ว ต่อจากนั้นสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหาทางด้านจราจรที่เกิดขึ้น ตามตัวชี้วัดที่สนใจ โดยในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นทางเลือกที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ได้ทันทีและงบประมาณในการดำเนินการน้อย ซึ่งได้ดังนี้

ทางเลือกที่ 1. ปรับช่วงเวลาของสัญญาณไฟที่จุดกลับรถและทางแยกหน้าสถานีขนส่ง ฯ แห่งที่ 3 คือ เพิ่มเวลาไฟเขียวทางตรงมากขึ้นอีก 5 วินาที โดยให้ความยาวรอบเท่าเดิม

ทางเลือกที่ 2 ปรับรอบสัญญาณไฟจุดกลับรถและทางแยกหน้าสถานีขนส่ง ฯ แห่งที่ 3 คือ เพิ่มความยาวรอบสัญญาณไฟโดยเพิ่มเวลาไฟเขียวตรงมากขึ้น 5 วินาที

โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจราจร

ตัวชี้วัด	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2
ความยาวแถวคอยสูงสุด	249 เมตร	268 เมตร
เวลาที่ใช้ในการเดินทาง	155.07 วินาที	150.09 วินาที
เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้า	40.43 วินาที	35.42 วินาที
เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด	7.14 วินาที	5.14 วินาที

จากตารางเปรียบเทียบทางเลือก แสดงให้เห็นว่าทางเลือกที่ 1 ได้ค่าตัวชี้วัดความยาวแถวคอยสูงสุดดีกว่าทางเลือกที่ 2 แต่ความต่างไม่มาก และในตัวชี้วัดที่เหลือ ทางเลือกที่ 2 ที่ค่าตัวชี้วัดที่ดีกว่า

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการเปรียบเทียบสภาพจราจรปัจจุบันกับอนาคต 3 ปีข้างหน้า จะเห็นว่าดัชนีตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินมีค่าสูงขึ้น ดังนี้ ความยาวแถวคอยสูงสุดเพิ่มขึ้น 25.94% เวลาที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มขึ้น 4.87% เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้าเพิ่มขึ้น 13.68% และเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุดเพิ่มขึ้น 11.10% จากค่าตัวชี้วัดที่เพิ่มขึ้นในส่วนของแถวคอยมีความแตกต่างกันมากทำให้เกิดการจราจรติดขัดที่ทางแยก และจากการเปรียบเทียบทางเลือกที่นำเสนอทั้ง 2 ทางเลือกได้ค่าของตัวชี้วัดดังนี้ ความยาวแถวคอยต่างกัน 7.63% เวลาที่ใช้ในการเดินทางต่างกัน 3.21% เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้าต่างกัน 12.39% และเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุดต่างกัน 28.01% ดังนั้นจากการเปรียบเทียบทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 จะได้ว่าทางเลือกที่ 2 ให้ค่าของตัวชี้วัดที่ดีกว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำแนวทางเลือกที่ 2 ไปปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรได้ทันทีและใช้งบประมาณที่น้อย โดยรองรับปริมาณจราจรในอีก 3 ปีข้างหน้า ต่อจากนี้ถ้าจะทำการแก้ปัญหาทางด้านจราจรด้วยงบประมาณที่สูงขึ้น เช่น การก่อสร้างทางข้ามยกระดับ สะพานกลับรถ ควรมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าและโครงการขนส่งมวลชนของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.ดร.พนกฤษณ คลังบุญครอง และ รศ.ดร.ลัดดา ดันวาณิชกุล สำหรับข้อมูลจราจรบางส่วนในบริเวณพื้นที่ศึกษา และทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงทำให้งานวิจัยดำเนินการแล้วเสร็จเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวง. ข้อมูลปริมาณจราจรกรมทางหลวง 2558 [ออนไลน์] 2558 [อ้างเมื่อ 3 กันยายน 2559]. จาก <https://data.go.th/DatasetDetail.aspx?id=4be8c846-a4db-4ec4-99dd-59688b9e0dea&AspxAutoDetectCookieSupport=1> จิตสุภา สาร, ไพโรจน์ เรืองชนชกุล, ณรงค์ อินทร์พวง. การวิเคราะห์และแก้ปัญหาจราจรบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้โปรแกรม VISSIM. การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, 8-10 กรกฎาคม 2558, ชลบุรี; 2558.

เทศบาลนครขอนแก่น. รายงานสถิติการใช้สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น แห่งที่ 1. ขอนแก่น: เทศบาลนครขอนแก่น; 2558.

พลศรี ประเสริฐพรหม. การประยุกต์ใช้แบบจำลองระดับจุลภาคในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจรในการจัดการจราจรรูปแบบต่าง ๆ สำหรับพื้นที่กิจกรรมขนาดใหญ่ กรณีศึกษาวัดพระธรรมกาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2555.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน. สรุปการศึกษาโครงการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่นและผลกระทบสิ่งแวดล้อม. เอกสารประกอบการประชุมสรุปผลและรับฟังข้อคิดเห็นโครงการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่นและผลกระทบสิ่งแวดล้อม. 26 ธันวาคม 2560; ขอนแก่น.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น. รายงานสถิติการใช้สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดขอนแก่น แห่งที่ 3. ขอนแก่น: องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น; 2558.

- Dong L, Xiaokuan Y, Chao G. VISSIM-based Simulation Analysis on Road Network of CBD in Beijing, China. Procedia - Social and Behavioral Sciences 2013; 96: 461-472.
- Erik E, Johan H. Traffic Network Evaluation using Microscopic Simulation and Analytical Modelling A Study of the Traffic Situation Arising after a High Profile Event at a Planned Football Stadium in Falkenberg [Master thesis in Infrastructure and Environmental Engineering]. Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology; 2014. [in Sweden].
- Thomas RC. Introduction to traffic engineering: a manual for data collection and analysis. 2nd ed. Stamford, CT.: Cengage Learning; 2013.
- Florida Department of Transportation. Traffic Analysis Handbook. Tallahassee, Florida: Florida Department of Transportation; 2014.
- National Research Council (U.S.). Highway Capacity Manual. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Research Council; 2000.
- Transport for London. Traffic Modelling Guidelines TfL Traffic Manager and Network Performance Best Practice. London: Transport for London; 2010.